

## EVALUACIÓN DE DIFERENTES FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE LA PODREDUMBRE BLANCA DEL AGUACATE

C. J. López-Herrera, T. Zea-Bonilla<sup>2</sup> y R. M. Pérez-Jiménez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Agricultura Sostenible, C.S.I.C. Apdo. 4084, 14080, Córdoba. España

<sup>2</sup> Centro de investigación y Formación Agraria . Cortijo de la Cruz s/n. 29140, Churriana. Málaga.

### RESUMEN

Se ha estudiado el efecto de diferentes fungicidas en el control de la podredumbre blanca del aguacate mediante la inoculación de plantas de aguacate de 9 meses de edad con un aislado muy virulento de *R. necatrix*. Se realizaron dos experimentos (A y B) con ocho aplicaciones repetidas de los fungicidas Benomilo-0,1%, Carbendazima-0,1%, Fluazinam-0,1%, Fluazinam -1% y Metil Tiofanato-0,1%. En el experimento A las plantas de aguacate se inocularon una sola vez con *R. necatrix* mientras que en el experimento B las plantas recibieron una dosis de inóculo adicional transcurridos 30 días desde la última aplicación de los fungicidas. En ambos experimentos, los resultados obtenidos de los distintos parámetros evaluados (síntomas aéreos, incremento de altura, porcentaje de aislamiento de *R. necatrix* en raíces secundarias, peso seco de raíces secundarias y cuantificación de *R. necatrix* en suelo), han puesto de manifiesto una mayor efectividad de Fluazinam en el control de la enfermedad, siendo menos efectivos Carbendazima, Benomilo y Metil Tiofanato.

**Palabras Clave:** Benomilo, Carbendazima, Control químico, Fluazinam, Metil Tiofanato, *Persea americana*, *Rosellinia necatrix*.

### INTRODUCCIÓN

Las enfermedades más importantes del aguacate en el litoral andaluz son la podredumbre radicular causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands y la podredumbre blanca de raíz causada por *Rosellinia necatrix* (Prill.) (*Dematophora necatrix* Hart.). *P. cinnamomi* se encuentra descrita como

patógeno de gran importancia en todos los países productores de aguacate y el control químico de esta enfermedad se realiza de forma efectiva con ácido fosforoso (Pegg *et. al.*, 1985).

En España, *R. necatrix* se detectó por primera vez en aguacate en 1987 (López Herrera, 1989) y actualmente la incidencia del hongo en fincas sintomáticas se sitúa en torno al 40% (datos no publicados). En otros países productores (México, USA e Israel) esta enfermedad se encuentra descrita y aunque no produce grandes pérdidas, se presenta como un peligro potencial dada la amplia distribución del patógeno a nivel mundial (Anónimo, 1976).

El control químico de *R. necatrix* se ha estudiado utilizando distintos productos en otros cultivos (manzano, vid y té) en los que sí ha causado pérdidas importantes (Surkla *et al.*, 1972; Gupta, 1977; Sousa, 1985; Sharma y Gupta, 1985, Kanadani, *et al.*, 1998). En este trabajo se ha evaluado, mediante inoculaciones artificiales en plantas de aguacate, el efecto de Benomilo, Carbendazima, Fluazinam, y Metil Tiofanato, fungicidas que en otros cultivos han resultado efectivos y que en trabajos previos en aguacate dieron resultados interesantes (López Herrera *et al.*, 1996).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos A y B sobre plantas de aguacate de semilla cv Topa-Topa de 9 meses de edad sembradas en macetas de 4 litros con una mezcla de turba: suelo: arena (2: 1: 1), desinfectada previamente con Bromuro de Metilo. En el experimento A las plantas se inocularon una sola vez con semillas de trigo colonizadas por un aislado masal de *R. necatrix* de alta virulencia (CH 53), la dosis de inóculo fue de 4 g de trigo/l de sustrato. En el experimento B las plantas recibieron una dosis de inóculo adicional pasados 30 días desde la última aplicación de los fungicidas. Los fungicidas comerciales: Benomilo 50% p/p, Carbendazima 50% p/p, Fluazinam 50% SC y Metil Tiofanato 70% p/p, a las siguientes dosis; Benomilo 0,1% (B-0,1%), Carbendazima 0,1% (C-0,1%), Fluazinam 0,1% (F-0,1%), Fluazinam 1% (F-1%) y Metil Tiofanato 0,1% (M-0,1%), se aplicaron a los 10, 20, 30, 45, 60, 75 90 y 105 días desde la inoculación, incorporando 200 ml de los productos citados a las concentraciones descritas anteriormente mediante riego superficial del sustrato. Los testigos inoculados recibieron un riego adicional con 200 ml de agua en cada aplicación. Se utilizaron 10 repeticiones por tratamiento.

Durante el desarrollo de los experimentos se realizaron lecturas semanales de síntomas aéreos de las plantas inoculadas según la escala; 0: planta sana, 0,2: inicio de marchitez (ápice marchito), 0,4: planta con marchitez generalizada, 0,6: planta marchita de forma irreversible (marchitez permanente), 0,8: inicio seca de hojas y 1: planta muerta.

Cuando finalizaron los experimentos, a los 220 días, se determinó, el incremento de altura de las plantas, el porcentaje de aislamiento del patógeno en raíces secundarias, el peso seco de raíces secundarias, y se cuantificó *R. necatrix* en suelo mediante el conteo de colonias presentes en el sustrato dispuesto en cámaras húmedas que se expresó como unidades formadoras de colonias por litro de suelo (ufc/l).

Para cada planta a partir de los datos de síntomas aéreos, se calculó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad estandarizada (ABCPES) que se comparó, al igual que los demás datos obtenidos, mediante un análisis de varianza (Campbell y Madden, 1990).

## RESULTADOS

**Experimento A.** Los resultados de los parámetros determinados en las plantas inoculadas una sola vez con *R. necatrix*, se resumen en la Tabla 1. En general, se encontró una menor cantidad

de plantas enfermas (ABCPES) para todos los fungicidas respecto al testigo inoculado, diferenciándose significativamente Carbendazima. El incremento de altura de las plantas tratadas con B-0,1%, C-0,1% y F-1% fue significativamente mayor que el resto de las plantas tratadas. Aunque los resultados de aislamiento de *R. necatrix* en raíces secundarias no fueron significativos, el hongo no se aisló en las raíces de las plantas con F-1%. Por otro lado, los valores más altos de peso seco de raíz se encontraron en las plantas tratadas con B-0,1% C-0,1 % y F-1% que se diferenciaron significativamente del M-0,1% y del testigo. Asimismo, no se detectó ninguna colonia de *R. necatrix* en suelo tratado con B-0,1%, F-0,1%, y F-1%.

**Experimento B.** Los resultados obtenidos de las plantas inoculadas dos veces (al inicio del experimento y pasados 30 días desde que se finalizaron los tratamientos) se resumen en la Tabla 2. Se observó que las plantas tratadas con F-0,1% y F-1% presentaron valores de ABCPES muy bajos, que fueron significativamente distintos del resto de los fungicidas ensayados. El incremento de altura de las plantas tratadas con C-0,1% y F-1% fue significativamente mayor que para el resto de los tratamientos. El aislamiento del patógeno en raíces secundarias de las plantas tratadas con F-0,1% fue nulo. El peso seco de raíz fue en todos los tratamientos significativamente mayor que en el testigo, aunque destacaron los tratamientos con C-0,1 %, F-0,1% y F-1% por presentar los valores más altos. La cuantificación de *R. necatrix* en el sustrato de las plantas tratadas con F-0,1% y F-1% fue nula.

## DISCUSIÓN

En el experimento A se encontraron diferencias significativas con respecto al testigo en la aparición de síntomas aéreos (ABCPES), incremento de altura y peso seco de raíz de las plantas con todos los fungicidas ensayados (B-0,1%, C-0,1%, F-0,1%, F-1% y MT-0,1%), esto indica que estos productos pueden limitar el desarrollo del hongo presente en el suelo (1ª inoculación) o bien la infección en la planta en las condiciones ensayadas. En este experimento, el tratamiento con C-0,1%, se presenta como el fungicida más efectivo, lo cual puede indicar una pérdida de viabilidad del hongo y el desarrollo de raíces nuevas observado por otros autores en el control de la podredumbre blanca en manzano (Gupta, 1977) y, que en nuestro caso se corresponde, con un mayor peso seco de raíz, un mayor incremento de altura y una menor ABCPES. Estos resultados coinciden con los de Sousa (1985) que obtuvo un buen efecto preventivo y curativo en árboles frutales contra *R. necatrix* utilizando Benomilo, Carbendazima, y Metil Tiofanato.

Sin embargo, el experimento B nos ha permitido diferenciar aquellos fungicidas que limitan de forma más efectiva el desarrollo de la enfermedad una vez que se dejan de aplicar los fungicidas y se reinoculan las plantas. Así los resultados obtenidos parecen indicar una mayor persistencia del Fluazinam en el suelo y confirman los resultados obtenidos por Kanadani *et al.* (1998) sobre la actividad residual del Fluazinam en suelo que estiman en un periodo de cerca de 1 año frente a los 4 meses que puede presentar el Metil Tiofanato Sharma y Gupta, (1985) observaron que Carbendazima puede estar activa hasta 180 días en suelo esterilizado. En cambio Gupta y Chatrath (1979), detectaron una rápida degradación de Benomilo en un suelo no estéril comparado con suelo estéril dentro de los 15 días de su aplicación Estos autores destacan además la importancia de la humedad del suelo para que el fungicida pueda alcanzar el inóculo y no sea absorbido por las partículas del suelo. Por otro lado, otro factor a tener en cuenta es el movimiento del fungicida en el suelo. En estudios realizados por Sharma y Gupta (1985), con los mismos fungicidas utilizados en nuestros trabajos, observaron que Carbendazima podría afectar a *R. necatrix* hasta 24 cm de profundidad en suelo con un 35% de humedad cuando se aplica en orificios de 8 o 15 cm de profundidad.

En este trabajo se ha observado una mayor eficacia de Fluazinam con respecto a los demás productos ensayados, ya que las plantas tratadas con este fungicida fueron las que presentaron un

menor número de plantas sintomáticas, encontrándose todas las plantas sanas 75 días después de la segunda inoculación. Esto puede ser debido a una alta persistencia del fungicida en el suelo, en cambio la baja persistencia en el suelo del resto de los productos se traduce en la aparición síntomas de la enfermedad pasados 30 días desde la segunda inoculación.

Es necesario realizar en un futuro nuevos experimentos para corroborar los resultados obtenidos y comprobar la efectividad de Fluazinam en árboles adultos de aguacate antes de recomendar este fungicida en el control de la podredumbre blanca del aguacate en plantaciones establecidas.

## BIBLIOGRAFÍA

CAMPBELL CL, MADDEN LV 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley and Sons eds. Pag: 192-202.

GUPTA VK 1977. Possible use of carbendazim in the control of *Dematophora* root rot of apple. Indian Phytopathology 30: 527-531.

GUPTA JP, CHATRATH 1979. Persistence of benomyl in soil. Journal Nuclear Agricultural of Biology 8: 138-139.

KANADANI G, DATE H, NASU H 1998. Effect of fluazinam soil-drench on white root rot of grapevine. Annals of the Phytopathological Society of Japan. 64:139-141.

LÓPEZ-HERRERA CJ 1989. Podredumbres radiculares del aguacate en la Costa del Sol. Años 1987-88. En Estudios de Fitopatología (J. del Moral, ed.): 172-176. SEF/DGIEA, Badajoz.

LÓPEZ-HERRERA CJ 1998. Hongos de suelo en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) del litoral andaluz. V Jornadas andaluzas de frutos tropicales. Congresos y Jornadas 47/98. Consejería de Agricultura y Pesca:137-152.

LÓPEZ-HERRERA C J, PÉREZ-JIMÉNEZ R M, ZEA-BONILLA T 1996. Control químico de *Dematophora necatrix* con fungicidas sistémicos. Resúmenes del VIII Congreso nacional de la Sociedad Española de Fitopatología: 196

PEGG KG, WHILEY AW, SARANAH J B, GLASS R J 1985. Control of Phytophthora root rot of avocado with phosphorus acid. Australasian Plant Pathology, 14:25-32.

SHARMA SK, GUPTA VK 1985. Movement and persistence of fungicides in apple soils. Indian Phytopathology 38: 648-652.

SOUSA AJT DE 1985. Lutte contre *Rosellinia necatrix* (Hartig) Berlese, agent du pourridié laineux: sensibilité de quelques espèces végétales et lutte chimique. European Journal of Forest Pathology 15: 323-332.

SURKLA US, NAYAR S K, SURYANARAYANAD D 1972. Laboratory evaluation of fungicides for the control of white root rot disease of temperate fruits caused by *Dematophora necatrix*. Indian Phytopathology 25 :417-422.

SZTEJNBERG A, MADAR Z 1980. Host range of *Dematophora necatrix*, the cause of white root rot disease in fruit. Plant Disease 64: 662-664.

**Tabla 1.** Efecto de distintos fungicidas en los parámetros considerados en plantas de aguacate inoculadas con *R. necatrix*. Experimento A.

Fungicida	ABCPES <sup>x</sup>	Incremento de altura (cm) <sup>y</sup>	Porcentaje de <i>R. necatrix</i> en raíz	Peso seco raíz (g)	Cuantificación de <i>R. necatrix</i> en suelo( ufc/l)
Benomilo 0,1%	0,12 bc	11,20 ab	1	59,56 a	0
Carbendazima 0,1%	0,07 c	19,10 a	3	56,20 ab	0,5
Metil Tiofanato 0,1%	0,28 b	6,20 bc	5	23,55 c	0,25
Fluazinam 0,1%	0,19 bc	5,50 bc	4	28,92 bc	0
Fluazinam 1%	0,12 bc	12,50 ab	0	52,38 ab	0
Testigo inoculado	0,69 a	-0,50c	12	8,71 c	1,25

<sup>x</sup>: Para cada planta se calculó a partir de los datos de síntomas aéreos el área bajo la curva de progreso de la enfermedad estandarizada (ABCPES).

<sup>y</sup>: Datos en la columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P>0,05$ ) según el test de la mínima diferencia significativa.

**Tabla 2.** Efecto de los distintos fungicidas evaluados en los parámetros considerados en plantas de aguacate inoculadas con *R. necatrix*. Experimento B.

Fungicida	ABCPES <sup>x</sup>	Incremento de altura (cm) <sup>y</sup>	Porcentaje de <i>R. necatrix</i> en raíz	Peso seco raíz (g)	Cuantificación de <i>R. necatrix</i> en suelo( ufc/l)
Benomilo 0,1%	0,48 b	5,90 bc	9	24,23 ab	1
Carbendazima 0,1%	0,41 b	16,10 a	9	35,61 a	2
Metil Tiofanato 0,1%	0,55 b	3,90 bc	8	29,58 ab	3
Fluazinam 0,1%	0,00 c	5,50 bc	0	46,57 a	0
Fluazinam 1%	0,02 c	11,10 ab	2	42,05 a	0
Testigo inoculado	0,69 a	-0,2 c	23	7,56 b	1,25

<sup>x</sup>: Para cada planta se calculó a partir de los datos de síntomas aéreos el área bajo la curva de progreso de la enfermedad estandarizada (ABCPES).

<sup>y</sup>: Datos en la columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P>0,05$ ) según el test de la mínima diferencia significativa.