

Uso de fungicidas y tratamiento térmico postcosecha para control de antracnosis en frutos

PAPAYA MARADOL (*Carica papaya*)

López-Navarrete M.C.¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 18 Carretera Tapachula-Cacahoatán, Tuxtla Chico, Chiapas. CP 30700. Autor responsable: marianavarrete_33@hotmail.com

Arévalo-Galarza Ma.L.C.²

²LPI 7: Calidad de Alimentos y Bioseguridad (LPI-7) del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Km 36.5 Carretera México-Texcoco C.P. 56230, Texcoco, Estado de México.

Nieto-Ángel D.

³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Km 36.5 Carretera México-Texcoco C.P. 56230, Texcoco, Estado de México.

RESUMEN

Uno de los problemas que provocan mayores pérdidas en el manejo postcosecha de papaya es la incidencia de antracnosis provocada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz y uno de los fungicidas más utilizados para su control ha sido el thiabendazol; sin embargo, su efectividad se ha visto disminuida por la resistencia del hongo, por lo que el uso de nuevos fungicidas en el manejo postcosecha de papaya es necesario para reducir las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad. El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad biológica (*in vitro* e *in vivo*) de los fungicidas azoxystrobin, trifloxystrobin, pyraclostrobin, prochloraz y thiabendazol y un tratamiento térmico (53 °C) sobre el crecimiento e incidencia de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz en frutos de papaya var. “Maradol”. Los resultados mostraron que la aplicación de pyraclostrobin y thiabendazol (500, 250, 50 mg L⁻¹) y azoxystrobin (500, 250 mg L⁻¹) controlaron el crecimiento del hongo, mientras que trifloxystrobin (500, 250, 50 mg L⁻¹) y azoxystrobin (50 mg L⁻¹) fueron poco efectivos. En cuanto a la efectividad biológica, prochloraz (500 y 250 mg L⁻¹) y pyraclostrobin (500 mg L⁻¹) fueron los únicos fungicidas efectivos en el control de la enfermedad con niveles de 85.5, 92.7, 81.8%, respectivamente. El tratamiento hidrotérmico tuvo un control de la enfermedad de 57.8 %.

Palabras clave: antracnosis, control químico, termoterapia.

INTRODUCCIÓN

El papayo (*Carica papaya* L.) variedad Maradol es uno de los frutos tropicales más apreciados y demandados para consumo e industrialización a nivel nacional e internacional (Cituk *et al.*, 1996). La producción de esta variedad va en ascenso sobre otras variedades debido a sus cualidades de fructificación temprana, alta producción, sabor, color, consistencia, precios de venta y demanda en los mercados (Mandujano, 1995) (Figura 1).

Dentro de las principales pérdidas postcosecha de frutos de papaya destacan las ocasionadas por enfermedades que se manifiestan en mayor grado durante el transporte y comercialización de los frutos. El hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., causante de la antracnosis, se desarrolla en una gran variedad de hospedantes, tales como aguacate, cítricos, mango, papaya y plátano, por lo que en México y otros países es considerada como la enfermedad que mayores pérdidas postcosecha ocasiona en estos productos. Al respecto se ha reportado que debido a pudrición por antracnosis las pérdidas postcosecha de papaya alcanzan entre 40% y pérdida total (Macedo, 2004; Cappellini *et al.*, 1988; Dickman y Álvarez, 1983).



Figura 2. Síntoma visual característico de antracnosis en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) variedad “Maradol” causado por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.



Figura 1. Frutos de papaya (*Carica papaya* L.) variedad “Maradol”

La antracnosis usualmente inicia en el campo de cultivo en etapas tempranas del desarrollo del fruto; sin embargo, el patógeno permanece en estado quiescente hasta que el fruto alcanza la fase climatérica. Una vez que el fruto comienza el proceso de maduración, los síntomas de la enfermedad se manifiestan (Álvarez y Nishijima, 1987). En papaya los síntomas de antracnosis consisten en lesiones semicirculares o angulares color café con hundimientos en la epidermis del fruto que se extienden como lesiones húmedas en las cuales el hongo irrumpe como esporas de color naranja que se desarrollan en masas y, algunas veces, en anillos concéntricos (Snowdon, 1990; Bailey y Jeger, 1992) (Figura 2).

Para su control se han utilizado básicamente fungicidas a base de benzimidazoles, principalmente thiabendazol, ya sea solo o en combinación con agua caliente; sin embargo, la efectividad del tratamiento resulta limitada debido a los problemas de resistencia presentados hacia el producto (Gutiérrez *et al.*, 2003). Recientemente se ha presentado un nuevo grupo de fungicidas perteneciente a las estrobilurinas (QoI) entre los que destacan azoxystrobin, trifloxystrobin y pyraclostrobin, registrados en numerosos países para el control de enfermedades en cereales, pastos, vid, hortalizas y ornamentales (Fernández-Ortuño *et al.*, 2008), y los resultados obtenidos permiten asumir que las estrobilurinas podrían representar una alternativa para el control de enfermedades fúngicas que ocurren durante el manejo postcosecha de frutas y hortalizas. Otro fungicida utilizado con éxito en Europa, Australia, Asia y Sudamérica es el prochloraz (imidazol); en Brasil, por ejemplo, ha sido autorizado como tratamiento postcosecha para el control de *C. gloeosporioides* de mango y papaya (Navickiene y Ribeiro, 2005; Vinggaard *et al.*, 2006) y, aunado a lo anterior, desde hace varios años se ha reportado el efecto benéfico de tratamientos con agua caliente para el control de enfermedades postcosecha por lo que, de acuerdo con lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de los fungicidas azoxystrobin, trifloxystrobin, pyraclostrobin, prochloraz y thiabendazol, así como de un tratamiento hidrotérmico para el control de pudrición por antracnosis en frutos de papaya “Maradol” *in vitro* e *in vivo*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento, purificación e identificación de *Colletotrichum gloeosporioides*

El hongo se aisló de frutos de papaya “Maradol” infectados por el hongo, el cual se purificó e hizo crecer a través de cultivos monoconidiales en medio papa dextrosa agar (PDA) (Figura 3).

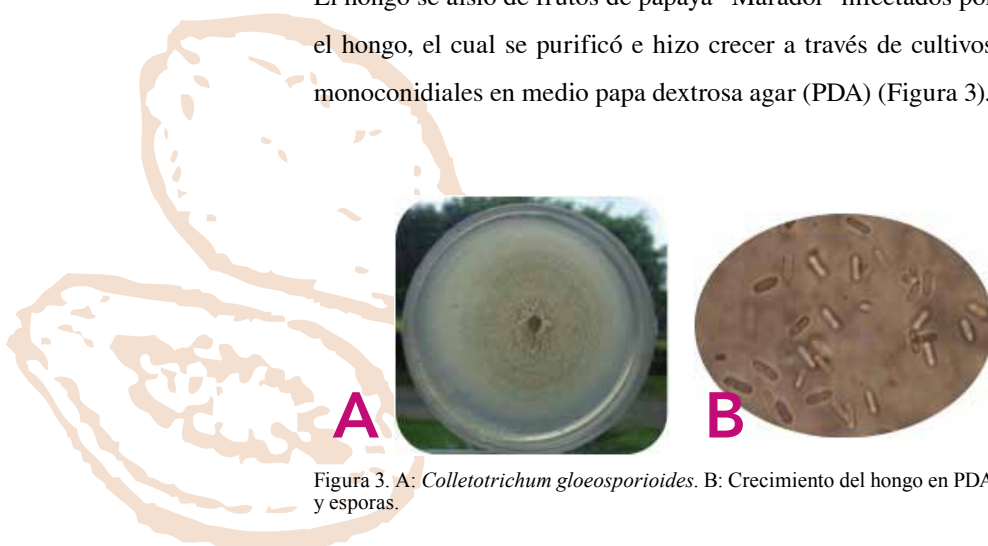


Figura 3. A: *Colletotrichum gloeosporioides*. B: Crecimiento del hongo en PDA y esporas.

Crecimiento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*

De los cultivos monospóricos se tomaron discos de 4 mm y se colocaron individualmente sobre cajas con PDA que contenían a cada uno de los fungicidas evaluados en dosis de 500, 250 y 50 mg L⁻¹. Se utilizaron cuatro cajas por dosis, se incubaron y se midió diariamente el crecimiento micelial durante 12 días para calcular con ello la efectividad de los fungicidas *in vitro*.

Efectividad de fungicidas y termoterapia

Se utilizaron frutos de papaya “Maradol” cosechados en madurez fisiológica los cuales se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2%. A cada fruto se le realizaron 10 heridas donde se depositó una suspensión de conidios (1x10⁵ conidios.ml⁻¹) (Figura 4).



Figura 4. Inoculación de *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos de papaya variedad “Maradol”.

Los frutos se mantuvieron en cámaras húmedas a 24 ± 2 C por 24 horas; posteriormente, los fungicidas (5 min) se aplicaron a través de inmersión total de los frutos. Los fungicidas evaluados fueron azoxystrobin, trifloxystrobin, pyraclostrobin, prochloraz y thiabendazol en dosis de 500, 250 y 50 mg L⁻¹ cada uno y termoterapia (53 C por 3 minutos). Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones, donde un fruto fue considerado como una repetición.

Para el tratamiento hidrotérmico los frutos se sumergieron en agua estéril a 53 C (3 min) y posteriormente fueron colocados en agua estéril fría durante 5 min; adicionalmente se estableció un tratamiento testigo el cual se inoculó y sumergió en agua destilada estéril. Nuevamente los frutos se mantuvieron en cámaras húmedas durante 8 días a 24 ± 2 C (Figura 5) y durante este periodo se evaluó la incidencia del daño expresado como el porcentaje de heridas infectadas por fruto y la severidad de acuerdo al diámetro de la lesión en mm.

La efectividad de los fungicidas se calculó mediante la fórmula de Abbott (1925). Los datos generados se analizaron mediante un análisis de varianza y comparación de medias por la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), utilizando el paquete estadístico SAS System® v. 9.1.



Figura 5. Frutos de papaya (*Carica papaya* L.) variedad "Maradol" en madurez fisiológica en cámaras húmedas.

RESULTADOS

Crecimiento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*

Los resultados *in vitro* indicaron que prochloraz presentó 100% de eficiencia a las dosis evaluadas ya que no mostró crecimiento del micelio durante el periodo de observación.

En lo que respecta a pyraclostrobin, las tres dosis evaluadas y azoxystrobin (500 y 250 mg L⁻¹) presentaron una efectividad en el control del crecimiento micelial entre 75.9 y 88.0%, en tanto que azoxystrobin a 50 mg L⁻¹ así como los tratamientos con trifloxystrobin, registraron la menor efectividad (26.7 y 44.7%, respectivamente), mientras que los tratamientos con thiabendazol presentaron un control del crecimiento micelial de 85.7-91.6% (Figura 6).

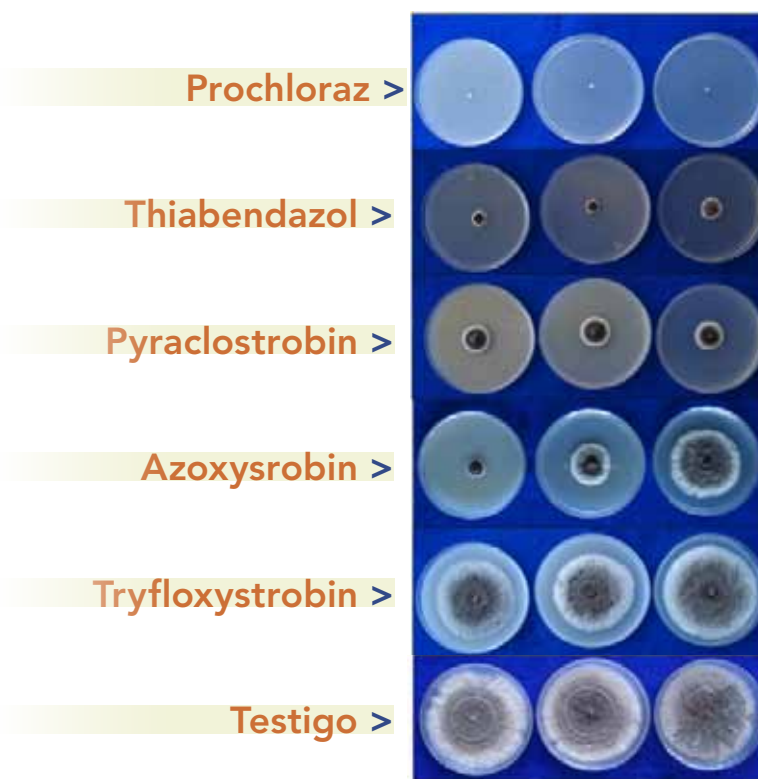


Figura 6. Inhibición *in vitro* del crecimiento micelial de *C. gloeosporioides* en medio PDA, durante 12 días, n= 4.

Efectividad de fungicidas y tratamiento térmico

De acuerdo con los resultados obtenidos (Cuadro 1 y Figura 7) tras el periodo de almacenamiento establecido, la mayor efectividad en el control de la enfermedad se obtuvo con los tratamientos de prochloraz (500 y 250 mg L⁻¹) y pyraclostrobin (500 mg L⁻¹), con una efectividad de 92.8, 85.5 y 81.9%, respectivamente; estos tratamientos presentaron menor incidencia del microorganismo (5, 20 y 30%).

En el caso de las estrobilurinas, únicamente pyraclostrobin (500 mg L⁻¹) resultó efectivo para el control de la enfermedad. El resto de los tratamientos tuvieron una eficiencia menor a 60% en el control de la enfermedad, presentando frutos con daño considerable.

CUADRO 1. INCIDENCIA, SEVERIDAD Y EFECTIVIDAD DEL CONTROL DE LA ANTRACNOSIS CAUSADA POR COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES EN FRUTOS DE PAPAYA VARIEDAD "MARADOL" TRATADAS CON FUNGICIDAS Y TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO A OCHO DÍAS DESPUÉS DE INOCULACIÓN.

Tratamiento	Incidencia (%)	Severidad * (diámetro de lesión, mm)	Efectividad (%)
Prochloraz 250 mg L ⁻¹	5.0	1.0 e	92.8
Prochloraz 500 mg L ⁻¹	20.0	2.0 de	85.5
Pyraclostrobin 500 mg L ⁻¹	30.0	2.5 cde	81.9
Termoterapia: 53 °C/ 3 min	50.0	5.8 bcde	57.6
Azoxystrobin 500 mg L ⁻¹	97.5	6.6 bcd	52.3
Thiabendazol 250 mg L ⁻¹	100.0	6.9 bcd	50.0
Pyraclostrobin 250 mg L ⁻¹	85.0	7.5 bc	45.7
Thiabendazol 500 mg L ⁻¹	72.5	8.0 b	41.4
Azoxystrobin 250 mg litro ⁻¹	85.0	8.8 ab	36.6
Trifloxystrobin 250 mg L ⁻¹	95.0	8.9 ab	35.5
Trifloxystrobin 500 mg L ⁻¹	65.0	8.9 ab	35.3
Testigo	100.0	13.8 a	¹⁾
DMS		5.0623	

1) Sin valor, debido a la naturaleza de la formula Abbott. * Valores con la misma letra no son significativamente diferentes en la prueba de Tukey (P_s 0.05). DMS: Diferencia Mínima Significativa

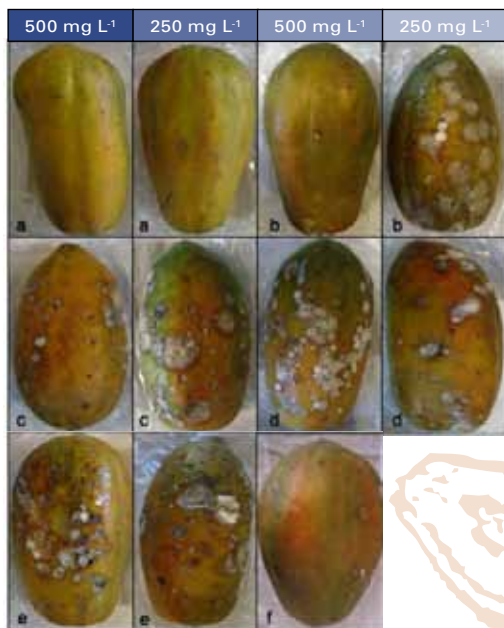


Figura 7. Frutos de papaya (*Carica papaya* L.) variedad "Maradol" inoculadas con *C. gloeosporioides* y tratadas con dosis de 500 y 250 mg L⁻¹ de los fungicidas: a) prochloraz; b) pyraclostrobin; c) azoxystrobin; d) thiabendazol; e) trifloxystrobin; f) termoterapia; g) testigo. Todos a ocho días después de la inoculación. n=4.

CONCLUSIONES

Las pruebas realizadas indican la existencia de resistencia de *Colletotrichum gloeosporioides* para azoxystrobin, thiabendazol y trifloxystrobin en concentraciones de 250 y 500 mg L⁻¹; sin embargo, prochloraz en ambas concentraciones (250 y 500 mg L⁻¹) y pyraclostrobin (500 mg L⁻¹) tuvieron una efectividad de 80 a 100% en el control del hongo causante de antracnosis, planteando una alternativa al uso de thiabendazol.

LITERATURA CITADA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Álvarez, M.A., and T.W. Nishijima. 1987. Postharvest diseases of papaya. *Plant Disease* 71:681-686.
- Bailey, A.J., and J.M. Jeger. 1992. *Colletotrichum*: biology, pathology and control. British Society for Plant Pathology. C.A.B. International. 388 p.
- Cappellini, R.A., M.J. Cepones, and G.W. Lightner. 1988. Disorders in apricot and papaya shipments to the New York market, 1972-1985. *Plant Disease* 72: 366-368.
- Cituk, C.D.E., T.A.R. Trejo, L.G. Borgesm, M.F. Soria, y R.M. Arzápalo. 1996. Producción de papaya (*Carica papaya* L) variedad Maradol para Yucatan. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Centro de Investigaciones y Graduados Agropecuarios. 18 p.
- Dickman, M.B., A.M. Álvarez. 1983. Latent infection of papaya caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Plant Disease* 67: 748-750.
- Fernández-Ortuño D., J.A. Torés, A. De Vicente, A. Pérez-García. 2008. Mechanisms of resistance to QoI fungicides in phytopathogenic fungi. *International Microbiology* 11: 1-9.
- Gutierrez-Alonso, J.G., O. Gutierrez-Alonso, D. Nieto-Angel, D. Téliz-Ortiz, E. Zavaleta-Mejía, F. Delgadillo-Sánchez, H. Vaquera-Huerta. 2003. Resistencia a Benomil y Thiabendazol en aislamientos de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. Y Sacc. Obtenidos de mango (*Mangifera indica* L.) en cinco regiones de México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 21: 260-265.
- Macedo, T.G., 2004. Controle químico e hidrotérmico da antracnose em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) na pós-colheita. In: Silva, K.S., T.N. Hojo, O.L. Lemos, M.P. Bomfim, A.A. Bomfim, G.L. Esquivel, A.P.B. Prado, A.R. São José, N.O. Dias, G.M.T. 2006. Patogenicidade causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (penz) em diferentes espécies frutíferas. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28: 131-133.
- Mandujano, B.R.A. 1995. Conservación de la pureza genética del cultivar papaya "Maradol", y su importancia en la propagación. En: Memoria de la Reunión técnica sobre cultivo de papaya roja en la Costa de Jalisco. Gobierno del Estado de Jalisco y S.D.R. 8-20 pp.
- Navickiene S., and M.L. Ribeiro. 2005. An Alternative LC-UV Procedure for the Determination of Prochloraz Residues in Fruits. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 16: 157-162.
- Snowdon, L.A. 1990. A color atlas of postharvest diseases and disorders of fruit and vegetables. Volume 1: General introduction and fruit. University of Cambridge. Wolfe Scientific. England. 302 p.
- Vinggaard, A.M., U. Hass, M. Dalgaard, H.R. Andersen, E. Bonefeld-Jørgensen, S. Christiansen, P. Laier, M.E. Poulsen. 2006. Prochloraz: an imidazole fungicide with multiple mechanisms of action. *International Journal of Andrology* 29: 186-192.