

Control hidrotérmico de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz en mango (*Mangifera indica* L.)

Olivier Rondón¹
Nelly Sanabria de Albarracín²
Amado Rondón³

RESUMEN. La antracnosis del mango por *Colletotrichum gloeosporioides* es una de las enfermedades de mayor importancia económica a nivel mundial, tanto en condiciones de campo, donde el hongo ataca hojas, ramitas, inflorescencias y frutos, como en postcosecha, donde ataca los frutos almacenados causando la pérdida del valor comercial de los mismos. Con el propósito de conocer la temperatura óptima y el tiempo de exposición para evitar el desarrollo de la enfermedad en frutos almacenados, se utilizó como material 140 frutos de mango de las variedades Haden (70 frutos) y Tommy Atkins (70 frutos), recolectadas en una finca al sur del Estado Aragua, Venezuela. En cada fruto se realizaron cinco heridas puntuales con la ayuda de una aguja estéril y se aplicó la aspersión del hongo con el fin de desarrollar la enfermedad. Los frutos fueron sometidos a 36 horas en cámara húmeda y luego se aplicaron los respectivos tratamientos hidrotérmicos ($40 \pm 0,3$ °C; $45 \pm 0,3$ °C; $50 \pm 0,3$ °C por 60 y 90 minutos). Las observaciones se realizaron cada 3 días durante un período de 15 días a temperatura ambiente (26-28 °C). Se evaluó el diámetro de las colonias alrededor de las heridas, obteniéndose que el mejor tratamiento en el control de la enfermedad fue $50 \pm 0,3$ °C por 90 y 60 minutos, seguido de $45 \pm 0,3$ °C por 90 y 60 minutos, y con resultados poco efectivos a $40 \pm 0,3$ °C por 60 y 90 minutos. La mayor inhibición del hongo se observó a temperaturas superiores a 45 °C, concordando con resultados obtenidos por otros investigadores que señalan 46,1 °C por 60-75 minutos como la temperatura óptima para el control de la enfermedad.

Palabras clave: enfermedades fúngicas, control de plagas (postcosecha), tratamiento térmico, Haden, Tommy Atkins.

ABSTRACT. Heat treatment of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz in mango (*Mangifera indica*). Mango anthracnosis, caused by *Colletotrichum gloeosporioides*, is one of the most important economic plant diseases in the world. The fungus can attack leaves, branches, flowers and fruits. After the harvest, it also affects stored fruits causing a loss of economic value. We carried out a laboratory essay to determine the optimum temperature and exposure time to avoid the development of the disease, using 140 kg of mango of the Haden (70 kg) and Tommy Atkins (70) varieties, collected at a plantation south of Aragua State, Venezuela. Five punctures were made in each fruit and the fungus was applied to them to induce the disease. The fruits were exposed to 36 hours in a wet chamber and then a hot water treatment was applied (40 ± 0.3 °C; 45 ± 0.3 °C; 50 ± 0.3 °C during 60 and 90 minutes). Observations were made every 3 days during a 15 day period at room temperature (26-28 °C). We measured the diameter of the colonies around the punctures was determined. The best treatment to control the anthracnosis was 50 ± 0.3 °C during 60 and 90 minutes, followed by 45 ± 0.3 °C during 90 and 60 minutes; 40 ± 0.3 °C during 60 y 90 minutes was not an effective treatment. The maximum inhibition of the fungus was seen at temperatures of more than 45 °C, coinciding with results obtained by other authors indicating 46.1 °C during 60-75 min as the optimum temperature to control the disease.

Keywords: fungal diseases, hot water treatment, postharvest control, Haden, Tommy Atkins.

Introducción

El enfoque agrícola basado en las crecientes demandas de frutales está directamente relacionado con la dinámica de crecimiento del comercio agropecuario internacional, elemento determinante para el futuro de la agricultura en Venezuela. Este aspecto introduce importantes cambios, al constatar la declinación de rubros tradicionales y

observarse, en cambio, un crecimiento sostenido de los rubros no tradicionales. Entre estos, sobresale claramente el renglón frutales, en especial el mango (Avilán y Rengifo 1990).

En Venezuela, el mango representó alrededor del 12% del total de frutas y hortalizas exportadas en la década de los noventa. Dada la importancia que tiene el rubro para

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Estación Experimental Miranda. Miranda, Venezuela. orondon@inia.gov.ve

² Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. salabrian@cantv.net

³ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Ceniap-Maracay, Venezuela.

el ingreso de divisas al país, es fundamental disponer de un buen plan fitosanitario para el control de enfermedades como la antracnosis, que disminuye considerablemente las exportaciones (Otero 1999).

Rondón y Guevara (1995) señalan que la antracnosis es considerada como la enfermedad más perjudicial en mango, tanto en condiciones de campo como en postcosecha, constituyendo un factor limitante para las exportaciones debido a la pudrición que ocasiona el patógeno en el fruto, con la consiguiente pérdida de su valor comercial. Con este trabajo se persigue establecer la temperatura óptima que inhiba el desarrollo del hongo en frutos de mango de las variedades comerciales Haden y Tommy Atkins, las cuales son las más comercializadas en el mundo y las que presentan mayor susceptibilidad a la enfermedad.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en la sección de Fitopatología del Instituto de Botánica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, Maracay, Estado Aragua, Venezuela. Se utilizó como material 140 frutos de mango de las variedades comerciales Haden y Tommy Atkins, recolectadas en la finca La Guacharaca. Después de obtenidas las muestras, se procedió a lavarlas y pesarlas con el fin de clasificar los frutos lo más homogéneamente posible. Según su peso, se clasificaron en 8, 9, 10 y 12, siendo estas las clasificaciones de talla utilizadas para el mercado de exportación, donde la talla 8, por ejemplo, representa 8 frutos por caja de mango con medidas estándar.

La preparación del inóculo se basó en la estrategia descrita por French y Hebert (1980) —citada por Hidalgo y Rodríguez (1995)—, la cual consistió en aplicar a las placas de Petri que contenían cepas puras del hongo 5 ml de agua destilada estéril y una gota de adherente (Tritón) con el propósito de separar los conidios presentes en las

cepas. Posteriormente a este procedimiento, se realizó el conteo de conidios de la suspensión, utilizando la cámara de conteo (hematocímetro), donde se obtuvo la concentración del inóculo de la solución en la caja de Petri, llevándose dicha concentración a $2,5 \times 10^5$ conidios/ml, la requerida según Fitzell (1979).

Seguidamente se procedió a hacer 5 heridas superficiales en los 140 frutos utilizados (70 'Haden' y 70 'Tommy Atkins') con la ayuda de una aguja estéril y se aplicó el inóculo por aspersion con el fin de provocar los síntomas de la enfermedad. Los frutos inoculados se incubaron por 36 horas en cámara húmeda y luego se aplicaron los respectivos tratamientos hidrotérmicos: $40 \pm 0,3$ °C; $45 \pm 0,3$ °C; y $50 \pm 0,3$ °C por 60 y 90 minutos, así como el testigo, que no se sometió a ningún tratamiento térmico. Las observaciones se hicieron cada 3 días por 15 días, a temperatura ambiente (25–28 °C), donde se evaluó el diámetro de las lesiones alrededor de las heridas para determinar el desarrollo de la enfermedad sobre los frutos.

Los experimentos se realizaron utilizando un diseño estadístico completamente aleatorizado; se usaron 7 tratamientos y 10 repeticiones por cada tratamiento. Para evaluar el desarrollo de la enfermedad, se observaron los frutos tomando medidas del diámetro de las 5 lesiones (promediándolas) con respecto al testigo. Estos valores fueron analizados estadísticamente por vía no paramétrica con el fin de determinar la significación de los tratamientos mediante la prueba de Kruskal-Wallis.

Resultados y discusión

Comparando todos sus tratamientos en los diferentes tiempos de evaluación, se observó diferencias altamente significativas, notándose que el tratamiento de 50 °C por 90 min fue el que ejerció mejor control sobre el hongo (Cuadro 1), con un crecimiento promedio de la lesión de

Cuadro 1. Diámetro de la lesión (mm) provocada por *Cholletotrichum gloeosporioides* en la variedad de mango Haden con diferentes tratamientos térmicos y tiempos de exposición

Tratamientos (°C)	Tiempo de evaluación (días)				
	3	6	9	12	15
60 minutos					
40	1,82 ab	7,04 ab	10,78 ab	18,02 ab	27,17 ab
45	0,72 bcd	1,08 cd	2,28 bcd	3,94 bcd	7,1 bc
50	0,12 cd	0,2 d	0,58	0,74 de	1,02 cd
90 minutos					
40	1,32 abc	1,84 bc	6,9 abc	11,63 abc	21,52 ab
45	0,64 bcd	0,92 cd	1,36 cde	1,78 cde	3,18 bcd
50	0 d	0,1 d	0,1 e	0,26 e	0,35 d
Testigo	5,12 a	16,82 a	37,16 a	53,62 a	82,5 a

Notas: Se hicieron 10 repeticiones en promedio. Letras iguales no difieren significativamente (Kruskal-Wallis).

Cuadro 2. Diámetro de la lesión (mm) provocada por *Cholletotrichum gloeosporioides* en la variedad de mango Tommy Atkins con diferentes tratamientos térmicos y tiempos de exposición

Tratamientos (°C)	Tiempo de evaluación (días)				
	3	6	9	12	15
60 minutos					
40	2,18 ab	9,21 ab	21,44 ab	24,67 ab	29,73 ab
45	1,24 bc	2,06 bc	3,33 bcd	4,92 bc	6,03 bc
50	0,2 c	0,26 c	0,54 cd	0,74 c	0,95 c
90 minutos					
40	1,7 ab	7,94 ab	8,89 abc	11,4 ab	19,44 ab
45	0,68 bc	1,60 bc	2,90 cde	1,9 bc	4,79 bc
50	0 d	0 d	0,08 e	0,22 c	0,46 c
Testigo	10,24 a	22,82 a	42,31 a	63,32 a	85,06 a

Notas: Se hicieron 10 repeticiones en promedio. Letras iguales no difieren significativamente (Kruskal-Wallis).

0,35 mm después de 15 días de la aplicación del mismo. El tratamiento que le siguió en efectividad fue 50 °C por 60 min, el cual también ejerció un buen control. En los casos de los tratamientos a 45 °C por 60 y 90 min, el control fue bueno si se compara con el testigo. En los tratamientos 40 °C por 60 y 90 min hubo un control débil, pues el hongo creció lo suficiente como para que el fruto perdiera su valor comercial (27,17 y 21,52 mm, respectivamente).

La mayor inhibición del hongo se observó a temperaturas superiores a 45 °C. En este sentido, coincide con los trabajos de Sharp et ál. (1989), quienes en pruebas sobre mangos ‘Haden’, ‘Keit’, ‘Tommy Atkins’ y ‘Ataulfo’ demostraron que un tratamiento hidrotérmico de 46,1 °C por 75-90 min redujo significativamente la incidencia de la antracnosis.

Flores (1994) señala que un tratamiento hidrotérmico a 49 °C por 20 min es efectivo contra *C. gloeosporioides*. Igualmente, Avilán y Rengifo (1990) recomiendan para el control de la antracnosis, sumergir los frutos en agua caliente a 55 °C por 3-5 min o 51 °C por 15 min después de haber sido cosechados. En ambos casos es aconsejable, según nuestra experiencia, exponer los frutos durante los periodos de 60 y 90 minutos para conseguir un tratamiento eficaz del hongo.

En cuanto a la variedad cultivada Tommy Atkins (Cuadro 2), el comportamiento de los tratamientos fue similar al obtenido con la variedad Haden, siendo más efectivo el de 50 °C por 90 min, con un promedio del tamaño de la lesión de 0,46 mm en su última evaluación, notándose el buen efecto que tuvo el tratamiento en la inhibición del crecimiento del hongo, seguido por 50 °C por 60 min, con un comportamiento similar al anterior. Los tratamientos de 45 °C por 60 y 90 minutos resultaron con igual nivel de significación, y también inhibieron el desarrollo de la enfermedad. En el caso de 40 °C por 60 y 90 min, los resultados indican que ejercieron un control

leve, siendo los resultados no muy satisfactorios por cuanto el fruto muestra síntomas de la enfermedad.

Pennock et ál. (1962) determinaron que sumergiendo los frutos de mango durante 15 minutos en agua caliente a temperaturas de entre 51 y 51,5 °C, se controlaba eficientemente la antracnosis. Sharp y Spalding (1984) realizaron pruebas de calidad en mangos ‘Tommy Atkins’ y ‘Keitt’ después de un tratamiento hidrotérmico de 46,1 °C por 45-65 minutos y almacenados a 12,7 °C durante 3 a 6 días, encontrando una reducción significativa de la incidencia de antracnosis causada por *C. gloeosporioides*. Malavasi (1989) señala como tratamiento óptimo para el combate de la antracnosis y la mosca de la fruta sumergir los frutos en agua caliente a 46,1 °C por un período de 75-90 minutos, dependiendo de la variedad de mango (tamaño) y la especie de mosca.

El departamento de agricultura de Estados Unidos (USDA) tiene como condición para los exportadores de mango que deseen enviar su producto a ese país utilizar un tratamiento hidrotérmico a 46,1 °C por 90 minutos para el combate de antracnosis y mosca de la fruta. La duración del tratamiento depende de la variedad (tipo) y peso del fruto, ya que estudios sobre transferencia de calor indican que todos los frutos cuyos rangos oscilan entre 480 y 700 g alcanzan la temperatura letal interna de 42,2 °C en menos de 80 minutos de tratamiento a 46,1 °C. El hidrofriamiento a temperatura de 13,9 °C mantiene la eficacia del tratamiento hidrotérmico (Zaparolli 1994).

Saucedo y Mena (1995) concuerdan con nuestra investigación al señalar como medida cuarentenaria sumergir en agua a 46,1 °C por 90 minutos los frutos de mango cuyo peso esté comprendido entre 350 y 700 g, requiriéndose solamente 75 minutos para frutos con peso menor a 350 g. Estos tratamientos son aplicados en México para la exportación de mango cv. Haden, Kent, Keitt y Tommy Atkins.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este experimento, se pudo comprobar el efecto altamente significativo de los diferentes tratamientos hidrotérmicos sobre el control de la antracnosis en frutos de dos variedades de mango, siendo los más efectivos los tratamientos hidrotérmicos a 50 °C por 90 y 60 min a y 45 °C por 90 y 60 min. Cabe destacar que después de aplicados los tratamientos hidrotérmicos los frutos deben ser sometidos a un proceso que consiste en pasarlos por agua a bajas temperaturas con el fin de romper el efecto de maduración producto del calentamiento; luego de esto, los frutos son almacenados a 12-13 °C, con el fin de prevenir el desarrollo de la enfermedad.

Literatura citada

- Avilán, L; Rengifo, C. 1990. El mango (*Mangifera indica* L.). 1 ed. Editorial América. Caracas - Venezuela. 401 p.
- Fitzell, R. 1979. *C. acutatum* as a cause of anthracnose of mango in New South Wales. Plant Diseases Report 63:1067-1070.
- Flores, A. 1994. Manejo Post-cosecha de frutas y hortalizas en Venezuela. Cojedes UNELLEZ. Venezuela, Imprenta Nacional. 319 p.
- French, E; Hebert, T. 1980. Métodos de Investigación Fitopatológica. San José, CR, IICA. 289 p.
- Hidalgo, E; Rodríguez, V. 1995. Evaluación del tratamiento hidrotérmico aplicado como estrategia cuarentenaria en mango (*Mangifera indica* L.) variedad Bocado destinado al consumo fresco. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Maracay, VE, UCV. 73 p.
- Malavasi, A. 1989. Problemas Fitosanitarios involucrados en la exportación de Manga. Simpósio sobre Mangicultura (2). Anais. Brasil, Departamento de Biología, Instituto de Biociência, Universidad de São Paulo. p. 185-198.
- Otero, M. 1999. Estudio global para identificar oportunidades de mercado de frutas y hortalizas de la región andina. Quito, EC, Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria para la subregión Andina (PROCIANDINO). 155 p.
- Pennock, W; Maldonado, G. 1962. Hot water treatment of mango fruits to reduce anthracnose decay. Journal Agricultural, University of Puerto Rico 46 (4):272-283.
- Rondón, GA; Guevara, Y. 1995. El cultivo del Mango en Venezuela. X Principales enfermedades y su control. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Fonaiap Divulga No. 50:20-21.
- Saucedo, C; Mena, G. 1995. Evaluación de sistemas de manejo postcosecha en mango. Seminario Internacional y Encuentro Nacional de Productores y exportadores de mango de Guatemala (2). Memorias. Guatemala. 71 p.
- Sharp, J; Spalding, D. 1984. Hot water as a quarantine treatment for Florida mangos infested with Caribbean fruit fly. Reprinted from proc. Fla. State Hort. Soc. 97:355-357.
- Sharp, J; Ouye, M; Ingle, S; Hart, W. 1989. Hot water quarantine treatment for mangos from Mexican infested with Mexican fruit fly and west Indian fruit fly (Diptera: Tephritidae). J. Ecom. Entomol. 82:1657-1662.
- Zaparolli, E. 1994. Tratamiento hidrotérmico del mango (*Mangifera indica* L.). Congreso Internacional (5) y Encuentro Nacional de Productores y Exportadores de Mango de Guatemala (1). Memorias. Guatemala. 103 p.