

## CONTROL QUÍMICO Y EPIDEMIOLOGÍA DE LA MANCHA FOLIAR DEL CHILE HABANERO (*CAPSICUM CHINENSE* JACQ.) EN YUCATÁN, MÉXICO

Jairo Cristóbal Alejo, Eladio Zaletas Meléndez, José M. Tun-Suárez, Luis Latournerie Moreno y Esaú Ruiz Sánchez

Instituto Tecnológico Agropecuario no. 2 de Conkal, Campo Experimental Mocochoá, INIFAP, Km 25, antigua carretera Mérida-Motul, Mocochoá, Yucatán, CP 97435

### RESUMEN

En chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) se identificó a *Alternaria solani* Jones & Grout. como inductor de la mancha foliar. Para su control se evaluaron la efectividad de los fungicidas de contacto captan, famoxadona + mancozeb y clorotalonil, y los sistémicos benomilo, carbendazim y azoxystrobin con un testigo sin aplicación. Se estimó la intensidad de la enfermedad mediante parámetros epidemiológicos. También se evaluó el número de frutos y peso, materia seca y altura de planta. La construcción de curvas hizo posible su ajuste al modelo descrito por Weibull, y se estimó, a través de su parámetro inverso de  $b^{-1}$ , las menores tasas de infección aparente en los tratamientos de famoxadona + mancozeb y azoxystrobin, con 0,0072683 y 0,0061592 unidad/día, respectivamente. Los mismos tratamientos permitieron las menores ABCPE con 308,10 y 242,50 %/día, respectivamente, mientras que clorotalonil mostró una  $Y_{\text{final}}$  con 20,75%, la que permitió la menor incidencia final en el cultivo. Los tratamientos que obtuvieron el mayor número y peso de frutos por unidad experimental correspondieron a los que inhibieron en mayor porcentaje el progreso de la enfermedad.

Palabras clave: *Alternaria solani*, fungicidas, chile habanero

### ABSTRACT

*Alternaria solani* Jones & Grout was identified as leave strain agent in hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). In order to control it, contact fungicides captan, famoxadona+mancozeb and clorotalonil, and systemic benomil, carbendazim and azoxystrobin with a control not applied were tested. Disease intensity was measured through epidemiological parameters, fruits production, fruits weight, dried matter and plant height were also determined. Curves elaboration permitted the adjustment to Weibull model and lower perceptible infection rates in the famoxadona+mancozeb and azoxystrobin treatments with 0.007268 and 0.006159 unit/day respectively were estimated through the  $b^{-1}$  inverse parameter. The same treatments permitted the lower AUDPC with 308.1 and 242.5 %/day, respectively. In contrast, clorotalonil showed a  $Y_{\text{final}}$  with 20.75%, this permitted the lowest incidence at the end of the culture. Treatments that obtained the higher amount and weight of fruits per experimental unit were those that inhibit in a higher percentage the disease development.

Key words: *Alternaria solani*, fungicides, hot pepper

### INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en Yucatán, México, es parte de la identidad regional. Constituye el principal productor del país con al menos 600 ha anuales a él dedicadas. Los daños por insectos y la incidencia de enfermedades representan factores limitantes para su producción. Las enfermedades fungosas se consideran las de mayor riesgo y difícil control, que inducen pérdidas entre 10 y 100% [Mora, 1998]. La protección química es la táctica más recurrente para su control, y a corto plazo la más exitosa. Su eficacia depende de la selección, producto, dosis, forma de aplicación y del conocimiento preciso del agente causal. Al respecto, durante la época de lluvias en el estado de Yucatán se presenta una enfermedad en chile

habanero denominada *mancha foliar*, cuyos síntomas aparecen en forma de manchas casi redondeadas de 0,5-2,5 cm de diámetro. Al principio se manifiestan con márgenes de color oscuro. Las hojas se vuelven cloróticas y finalmente se desprenden. El patógeno reportado es el hongo *Cercospora capsici* [Tun, 2001]; sin embargo, no se tienen evidencias que sustenten que *C. capsici* sea el inductor de la enfermedad. Por tal motivo se realizó el presente trabajo con los objetivos de diagnosticar el hongo inductor de la mancha foliar y estimar el efecto de diferentes grupos de fungicidas en la supresión de la enfermedad a través de parámetros epidemiológicos estimadores de intensidad de enfermedad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diagnóstico de la enfermedad

Los aislamientos e identificación del hongo [Bauer, 1991] se hicieron en el Laboratorio de Fitopatología, perteneciente al Instituto Tecnológico Agropecuario de Conkal, Yucatán. El trabajo de campo se realizó en el área de producción e investigación del mismo instituto con la variedad criolla de chile habanero, donde se sometieron siete tratamientos (*Tabla 1*) con cuatro repeticiones, definidos sobre la base de la identificación del agente causal de la enfermedad. Cada repetición la

conformaron parcelas de 3 x 4 m (12 m<sup>2</sup>) de dos surcos, en las que se tuvieron 30 plantas, de las cuales las 15 centrales constituyeron la unidad experimental, establecidas en un sistema de riego por goteo. Las labores de cultivo relacionadas con riegos, nutrición y control de plagas se realizaron por los métodos regionales convencionales [Soria *et al.*, 2002].

La aplicación de los tratamientos se inició a los 30 días posteriores al trasplante (DPT). Los fungicidas de acción sistémica se aplicaron cuatro veces a intervalos de 15 días, mientras que en los de contacto se realizaron ocho aplicaciones cada ocho días.

**Tabla 1. Fungicidas que se evaluaron para controlar a la mancha foliar**

Tratamientos	Modo de acción	Dosis (kg/ha)
Captan	Contacto	3,00
Famoxadona + mancozeb	Contacto	2,00
Clorotalonil	Contacto	2,50
Benomilo	Sistémico	0,50
Carbendazim	Sistémico	0,30
Azoxistrobin	Sistémico	0,50
Sin aplicación (testigo)	—	—

### Intensidad de enfermedad

Se cuantificó la incidencia de la enfermedad cada ocho días de acuerdo con lo propuesto por Campbell y Madden (1990). Con el porcentaje promedio de incidencia se construyeron curvas del progreso de la enfermedad y se estimaron tasas de infección aparente en su forma acumulada mediante el parámetro inverso de  $b^{-1}$  del modelo de descripción de Weibull [Pennypeker *et al.*, 1980; Thal *et al.*, 1984]. Paralelamente se calculó el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) mediante el método de integración trapezoidal [Campbell y Madden, 1990]. Al final del experimento se calculó la incidencia final ( $Y_{final}$ ). Paralelamente se registraron como variables respuestas agronómicas, el número de frutos, peso de fruto, rendimiento del fruto y biomasa seca. Con los parámetros estimadores de intensidad de enfermedad, así como con las variables respuesta, se realizaron análisis de varianza y comparación múltiple de medias por la prueba de Tukey para  $p = 0,05$  por medio del paquete estadístico SAS ver. 8.11.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diagnóstico de la enfermedad

El patógeno mostró conidióforos color café aislados y en pequeños grupos, rectos y septados, con conidios solitarios o en cadena, con el cuerpo ligeramente elipsoidal, lisos y ligeramente café dorado, con dimensiones de 9-15 x 150-300  $\mu\text{m}$  [Rotem, 1994; Barnnet y Hunter, 1998], lo que indicó que el parásito que supuestamente se reportaba como responsable de la mancha foliar no correspondió a *Cercospora capsici* [Tun, 2001], sino a *Alternaria solani* Jones & Grouet, lo cual constituye un aporte importante al conocimiento de la etiología de la mancha foliar en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en la península de Yucatán.

### Intensidad de la enfermedad

Los primeros síntomas de la enfermedad se observaron a los 40 DPT. Las incidencias absolutas no superaron el 32%. Esto se debió a las condiciones climáticas que prevalecieron durante el desarrollo del cultivo, como temperatura y humedad relativa.

Pese a que la temperatura estuvo comprendida en el rango de 18-25°C, óptimo para la germinación de *A. solani* [Gómez, 2001], la humedad relativa no superó el 30% promedio semanal, lo que constituyó un factor limitante para el desarrollo del patógeno (Fig. 1). En otros períodos del

año prevalecen humedades relativas superiores al 92%, e incluso la presencia de rocío en el dosel de las plantas, para favorecer la germinación y esporulación de conidios del hongo [Stevenson y Pennypacker, 1988], lo que convierte al patógeno en un problema primario del cultivo.

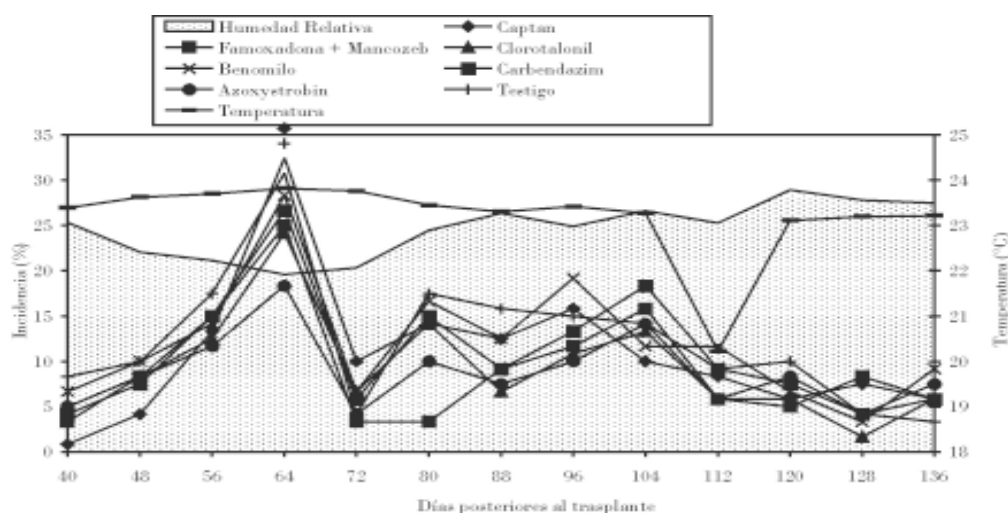


Figura 1. Curvas del progreso de la enfermedad de epidemias totales en el patosistema *Capsicum chinense-Alternaria solani*.

Los tratamientos a base de famoxodona + mancozeb y azoxystrobin permitieron las menores tasas de infección aparente de la enfermedad con 0,007262 y 0,006159, respectivamente. Esto significó que acumularan la menor ABCPE con 308,1 y 242,5 %/día, respectivamente. Aun cuando la  $Y_{final}$  estimó al tratamiento de clorotalonil con la menor incidencia final de 35,75%, esto no significó mejor control de la enfermedad, ya que el uso de la inci-

dencia suele ser adecuado en etapas iniciales de una enfermedad [Kranz, 1990], e incluso cuando se tiene ventajas en su medición como menor error y rapidez, no es adecuada para algunos tipos de análisis debido a su carácter binomial, el cual puede violar criterios estadísticos y sobreestimar el efecto verdadero de una enfermedad en la condición fisiológica de las plantas. Este caso fue el que se presentó en este patosistema (Tabla 2).

**Tabla 2. Tasas de infección aparente (inverso de  $b^{-1}$ ) del modelo de Wiebull, Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) y  $Y_{final}$  en el patosistema *Capsicum chinense-Alternaria solani***

Tratamientos	Inverso de $b^{-1}$ unidad/día	ABCPE (%/día)	$Y_{final}$ (%)
Captan	0,0094842 a	518,42 a	41,49 ab
Famoxodona + mancozeb	0,0072683 d	308,10 b	53,17 ab
Clorotalonil	0,0092416 ab	519,70 a	20,75 c
Benomilo	0,0072683 dc	586,80 a	45,72 ab
Carbendazim	0,0092933 ab	497,70 a	54,82 a
Azoxystrobyn	0,0061592 d	242,50 b	49,82 ab
Testigo	0,0079695 bc	548,10 a	51,51 ab

La capacidad de control del azoxystrobyn no solo se ha demostrado en la especie *A. solani* [CIP, 1997], sino en *A. chrysanthemy* [Sánchez, 2003], por lo que bien pudiera incorporarse a los paquetes tecnológicos de producción de hortalizas bajo un esquema de manejo integrado.

En relación con las variables de respuestas agronómicas, los análisis de varianza mostraron diferencias significativas. Los tratamientos de famoxodona + mancozeb

y azoxystrobyn se mostraron como los mejores al conseguir el mayor número y peso de frutos por unidad experimental; no obstante, no fueron los mejores en obtener la mayor altura de planta. En esta variable todos los tratamientos fueron iguales (Tabla 3). Lo anterior es lógico si se considera que el patógeno es un devastador foliar, y que el mayor daño lo produce en el follaje al causar machas [Mendoza, 1999] y defoliación, este último característico en chile habanero.

**Tabla 3. Efecto de los tratamientos en el diámetro de tallo, número de frutos, peso de frutos, materia seca y altura en plantas de chile habanero**

Tratamiento	Número de frutos en 15 plantas	Peso de frutos (kg) en 15 plantas	Materia seca (g/planta)	Altura de planta (cm)
Captan	2168,0 b	1,54 b	102,28 b	66,313 a
Famoxodona + mancozeb	3853,3 a	2,83 a	282,39 a	76,813 a
Clorotalonil	2798,8 ab	1,05 b	123,25 b	64,250 a
Benomilo	2047,5 b	1,66 b	151,19 b	67,938 a
Carbendazim	2128,3 b	1,74 b	170,93 b	68,938 a
Azoxystrobyn	3768,3 a	2,70 a	278,87 a	75,875 a
Testigo	2041,3 b	1,84 b	148,45 b	69,750 a

## CONCLUSIONES

- Se identificó a *Alternaria solani* Jones & Grout. como inductor de la mancha foliar en chile habanero.
- Los tratamientos a base de famoxodona + mancozeb y azoxystrobin permitieron las menores tasas de infección aparente de la enfermedad con 0,007262 y 0,006159, respectivamente, y mostraron el mayor número y peso de frutos por unidad experimental.

## REFERENCIAS

- Barnett, L. H.; B. B. Hunter: *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, 4<sup>th</sup> ed., Ed. Burgess Publishing company. Minnesota, 1998.
- Bauer, María de L.: *Fitopatología*, Ed. Limusa-Noriega, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 1992.
- Campbell, C. L.; L. V. Madden: *Introduction to Plant Disease Epidemiology*, John Wiley & Sons, Inc. New York, E.U., 1990.
- CIP: «Early Blight on Potato and Tomato Disease Management», Centro Internacional de la Papa, [http://www.cipotato.org/gilb/Pubs/ALAP\\_LB\\_TOC/alap\\_th2.htm](http://www.cipotato.org/gilb/Pubs/ALAP_LB_TOC/alap_th2.htm). 1997 (consultado: 15/08/2005).
- Gómez, R. O.: «Efectos microclimáticos y fisiológicos de la asociación con *Tagetes erecta* en el proceso infectivo y daño por *Alternaria solani* en jitomate». Tesis de Doctor en Ciencias en Fitopatología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México, 2001, pp. 12-18.
- Kranz, J.: *Epidemic of Plant Disease: Mathematical Analysis and Second Completely*, revised edition, Spring-Verlag, New York, 1990.
- Mendoza, Z. C.: *Diagnóstico de enfermedades fungosas*, Departamento de Parasitología Agrícola, Ed. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México, 1999.
- Mora, L. F.: «Guía de producción de chile picante», Laboratorios Griffith, San José, Costa Rica, 1998.
- Pennypeker, S. P.; H. D. Knoble; C. D. Antle; L. V. Madden: «A Flexible Model for Studying Plant Disease Progression». *Phytopathology* 70:232-235, 1980.
- Rotem, J.: *The Genus Alternaria. Biology, Epidemiology and Pathogenicity*, APS Press, Minnesota, E.U., 1994.
- Sánchez, B. M. A.: «Diagnóstico y control químico del tizón foliar en el crisantemo (*Chrysanthemum moriflorum* Ramat Kitamura.) en Yucatán, México». Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura Tropical, Instituto Tecnológico Agropecuario no. 2, Subdirección de Investigación y Graduados Agropecuarios, Conkal, Yucatán, México, 2003.
- Soria, M. J. F.; J. M. S. Tun; R. A. Trejo; S. R. Terán: «Paquete tecnológico para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.)», Ed. SEP-DGETA, Instituto Tecnológico Agropecuario no. 2, Conkal, Yucatán, México, 2002.
- «Stevenson, R. E.; S. P. Pennypacker: «Effect of Radiation, Temperature, and Moisture on Conidial Germination of *Alternaria solani*», *Phytopathology* 78:926-930, 1988.
- Thal, W. M.; C. L. Campbell; L. V. Madden: «Sensibility of Weibull Model Parameters Estimates to Variation in Simulated Disease Progression Data», *Phytopathology* 74:1425-1430, 1984.
- Tun, D. J. C.: «Chile habanero, características y tecnología de producción», INIFAP-Producción, Mérida, Yucatán, México, 2001, pp. 13-24.