

# Comportamiento de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* (Cif. y Par.) en Tapachula, Chiapas, México

Behaviour of the frosty pod rot of cocoa caused by *Moniliophthora roreri* (Cif. & Par.) in Tapachula, Chiapas, Mexico

Orlando López-Báez<sup>1,2,\*</sup>, Sandra I. Ramírez-González<sup>1,2</sup>, Saúl Espinosa-Zaragoza<sup>2</sup>, José Luis Moreno-Martínez<sup>2</sup>, Carmen Ruiz-Bello<sup>2</sup>, Juan M. Villarreal-Fuentes<sup>2</sup>, Omar González-Mejía<sup>3</sup>

## RESUMEN

Se estudiaron los síntomas, los signos y el ciclo de la moniliasis causada por *Moniliophthora roreri* (Cif. y Par.) (Evans *et al.*) en frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la región Costa-Soconusco de Chiapas, México. Los resultados indican que el hongo logra desarrollar un ciclo completo en un promedio de 183 días y alcanza una alta incidencia de la enfermedad debido a su capacidad de infectar todos los estados de desarrollo de los frutos. Los más susceptibles son los de uno a tres meses de edad; muestran deformación, manchas y estroma esporulante; el daño es de 80 a 100% en los de cuatro a cinco meses, el único síntoma visible fue la decoloración del tejido. En cuanto al tiempo que tardan los síntomas y signos en manifestarse, se observó que el número de días es mayor a lo reportado por otras regiones donde se ha presentado la enfermedad.

## PALABRAS CLAVE

Cacao, fruto, enfermedad

## ABSTRACT

We studied symptoms, signs and the cycle of the frosty pod rot caused by *Moniliophthora roreri* (Cif and Par) (Evans *et al.*) in *Theobroma cacao* L. fruits, in the Costa-Soconusco region, Chiapas, Mexico. *Moniliophthora roreri* is able to develop a complete cycle in an average of 183 days, reaching a high incidence of the disease due to the fungus ability to infect all stages of fruit development. The fruits were more susceptible at the age of one to three months, showing deformation, stains and the formation of a sporulating structures; with damage ranking from 80 to 100% in fruits with four or five months, the only symptom was visible tissue discoloration. Regarding the time it takes for symptoms and signs to manifest, it was observed that the number of days in which they appear is greater than those reported for other regions.

## KEYWORDS

Cocoa, fruit, disease

<sup>1</sup> Agencia Universitaria para el Desarrollo e Innovación de la Cadena Cacao-chocolate; Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

<sup>2</sup> Cuerpo Académico de Agricultura Tropical Ecológica; Facultad de Ciencias Agrícolas, C IV; Universidad Autónoma de Chiapas-CA-68. Huehuetán, Chiapas, México.

<sup>3</sup> Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical; Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas, México.

\* Autor para correspondencia. Correo electrónico: olopez@unach.mx

## INTRODUCCIÓN

La moniliasis constituye el principal problema fitosanitario que enfrenta la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Latinoamérica; su alta capacidad destructiva ocasiona grandes pérdidas económicas en los lugares donde está presente (Evans, 2007; Ploetz, 2007). Esta enfermedad causa la pudrición de los frutos en cualquier estado de desarrollo y su impacto es tal que puede provocar 100% de pérdidas de la cosecha, por lo que genera un dañino efecto socioeconómico en la industria cacaotera.

El agente causal es el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif. y Par.) (Evans, 2007), miembro de la familia Marasmiaceae y de la clase de los basidiomicetos. Sin embargo, recientemente Aime y Phillips-Mora (2005), con base en estudios moleculares, demostraron que los hongos causantes de la moniliasis y de la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa* [Stahel]) presentan cierto grado de parentesco y genéticamente conforman un linaje separado dentro de la familia Marasmiaceae, por lo que pueden ser *M. roreri*, el estado asexual de *M. perniciosa* (Aime y Phillips-Mora, 2005; Aránzazu *et al.*, 2009; Phillips-Mora *et al.*, 2007).

Este patógeno tiene su centro de origen en Colombia, de donde se ha diseminado a otros países de Centroamérica y Sudamérica. Hasta ahora, ha sido reportado en 11 naciones: Colombia, en 1817; Ecuador, en 1917; Venezuela, en 1941; Panamá, en 1956; Costa Rica, en 1978; Nicaragua, en 1980; Perú, en 1988; Honduras, en 1997; Guatemala, en 2002; Belice, en 2004, y México, en 2005. Igualmente se ha identificado cerca de la frontera entre Brasil y Bolivia (Aránzazu *et al.*, 2009; Barros, 1980; Phillips-Mora *et al.*, 2007 y 2008; Suárez, 1979).

En México la enfermedad fue detectada por primera vez en marzo de 2005 en plantaciones del municipio de Pichucalco, Chiapas; de ahí se ha dispersado a las principales regiones productoras de Tabasco y de Chiapas (García *et al.*, 2006; López *et al.*, 2006; Ramírez, 2008). Desde su ingreso al país, ha provocado pérdidas considerables e incremento en los costos de la producción, la reducción de la rentabilidad del cultivo, el empobrecimiento de los productores, el abandono de las plantaciones, así como el deterioro ambiental debido al derribo de un gran número de las mismas (Ramírez, 2008).

La mayor información en cuanto al estudio del ciclo de la enfermedad, así como de los síntomas y signos, se ha descrito básicamente en Colombia, Costa Rica y Venezuela, en donde se han determinado los síntomas típicos en frutos inoculados artificialmente. Las investigaciones han permitido conocer en detalle el ciclo de la enfermedad e identificar otros síntomas atípicos (Aránzazu *et al.*, 2009; Arguello, 2000; Barros,

1980; González, 1982; Jaimes y Aránzazu 2010; Merchán, 1980; Parra *et al.*, 2009). A partir de estos estudios se conoce que en condiciones de campo sólo son afectados los frutos y que los síntomas dependen del grado de desarrollo que tenga la mazorca. Los frutos infectados menores de dos meses y medio continúan su crecimiento aparentemente normal pero luego desarrollan deformaciones en forma de protuberancias o tumefacciones de los tejidos del exocarpo, con una coloración más clara y brillante que el resto de la mazorca. Después del desarrollo de las protuberancias ocurre la muerte del fruto o chilillo. Cuando la enfermedad ha completado la mitad o más de su desarrollo, el síntoma más característico es una mancha marrón oscuro y con borde irregular que se denomina "mancha chocolate" y que se manifiesta inicialmente en forma de pequeñas manchas aceitosas. Éstas crecen rápidamente hasta tornar su color en café oscuro y pueden llegar a cubrir totalmente la mazorca y dar la apariencia de pudrición. El necrosamiento del tejido comienza a desarrollarse desde el interior hacia el exterior y lo daña por completo.

Considerando que la moniliasis es una enfermedad de gran impacto y de reciente ingreso al país, es poco conocida en las plantaciones de cacao de la región Costa-Soconusco de Chiapas, por lo que en esta investigación se planteó conocer su ciclo, así como el desarrollo de los síntomas y signos en una plantación cacaotera de Chiapas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización geográfica y periodo del estudio

El estudio se realizó en una plantación de cacao propiedad de Samuel Guillén Díaz, ubicada en el ejido Miguel Hidalgo del municipio de Tapachula, Chiapas (14° 52' 33.4" N, 92° 21' 28.8" O, 47 msnm). La temperatura promedio anual es de 26.8 °C, la máxima promedio de 36.4 °C, la mínima de 20 °C, la humedad relativa promedio de 79.4% y la precipitación promedio anual de 2 557 mm.

Esta plantación se encuentra cultivada con el clon 130, producto del trabajo de selección realizado por el Programa de Cacao Orgánico de la Universidad Autónoma de Chiapas (López y Ramírez, 2006). Este clon se considera representativo del "cacao real del Soconusco", es de alto rendimiento y calidad reconocida y además forma parte del material genético que el programa de cacao del gobierno local está distribuyendo a los productores de la región para la renovación de las plantaciones.

El estudio se realizó de octubre de 2008 a agosto de 2009.

## Polinización artificial

Para la realización de este estudio, se polinizaron manualmente las flores recién abiertas, para obtener frutos de la misma edad, posteriormente se inoculó artificialmente con *M. royeri*. A los ocho días de la fecundación, cada uno de los frutos obtenidos se embolsó en polietileno para evitar que se contaminaran con esporas del medio ambiente; fueron en total 15 frutos por árbol.

## Inoculación artificial de frutos

Del total de frutos obtenidos, se tomaron 15 para inocularlos cada mes, del primero hasta el quinto mes. A partir de la fecha de polinización, se esperó a que 15 frutos tuvieran un mes para realizar la primera inoculación. Posteriormente se inocularon 15 frutos a los dos, tres, cuatro y cinco meses.

## Obtención de la fuente de inóculo

Para obtener las esporas que fueron usadas en la inoculación, se emplearon frutos enfermos colectados en la plantación de cacao. Al momento de colectarlos, éstos presentaban el síntoma de mancha aceitosa. Fueron desinfectados con agua y cloro a 10% durante 15 minutos y posteriormente se colocaron en una cámara de cultivo a 28 °C±2 °C e iluminación permanente, para inducir la esporulación del hongo. Las conidias se colectaron por gravedad en cajas de petri colocadas en la base de la cámara. Este procedimiento se realizó 15 días antes de cada inoculación durante los cinco meses. Se utilizó el método de Merchán (1980) perfeccionado por Jaimes y Aránzazu (2010), que consiste en inocular esporas secas del hongo, de 10 a 15 días de edad, adheridas a la punta de un alfiler entomológico, en una concentración aproximada de  $3.6 \times 10^4$  esporas/ml y liberadas en un área específica de 2 cm<sup>2</sup> del fruto, previamente humedecida con agua estéril. Después, se colocó un pedazo de algodón previamente humedecido con agua destilada en la base de la bolsa amarrando la punta, para propiciar las condiciones de humedad necesarias para la germinación de las esporas e infectar el fruto. Al término de dos días, se retiró el algodón y se mantuvo cerrada la bolsa de plástico (Phillips-Mora *et al.*, 2005).

## Variables cuantificadas

A partir de la inoculación, se contaron los días en que se presentaron los siguientes síntomas de la enfermedad:

- Deformaciones del fruto en forma de gibas o abultamientos en la superficie
- Presencia de manchas mosaico
- Decoloración en la superficie de los frutos
- Aparición de manchas aceitosas

En cuanto a signos, se registró el número de días en que iniciaron:

- Esporulación, signo que se aprecia como la aparición de polvo blanco sobre el fruto
- Madurez de esporas, que se distingue por el color crema que adquiere el estroma esporulante

## Índice de severidad interna

A los seis meses, todos los frutos agrupados por mes de inoculación fueron cosechados, abiertos longitudinalmente y evaluados con base en el porcentaje de necrosis interna observada. Para determinar la severidad se utilizó la escala propuesta por Sánchez (1982) perfeccionada por Phillips-Mora *et al.* (2005) y Aránzazu *et al.* (2009), en la cual: 0=Fruto sano; 1=1 a 20% del área necrosada; 2=21 a 40% del área necrosada; 3=41 a 60% del área necrosada; 4=61 a 80% del área necrosada y 5=81 a 100% del área necrosada. Esta variable indica la capacidad de daño que el hongo puede causar al interior del fruto.

## Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron analizados inicialmente de forma descriptiva calculando el valor promedio y la desviación estándar para cada variable. Posteriormente, los datos de incidencia, severidad externa y severidad interna fueron analizados mediante la prueba de  $X^2$  de acuerdo con el procedimiento de Dagnelie (1975).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se presenta la incidencia de frutos inoculados artificialmente con *M. royeri* que desarrollaron la enfermedad a diferentes edades. Como se observa, ésta se desarrolló en las cinco edades probadas, lo cual indica que aunque los frutos de menor edad son más susceptibles al desarrollo de la infección, el patógeno presenta capacidad para infectarlos en cualquier momento. De acuerdo con la prueba de  $X^2$ , el valor tabular a una probabilidad de 0.01 y 4 grados de libertad resultó en 13.3, superior al valor de 5, calculado a partir de los datos obtenidos.

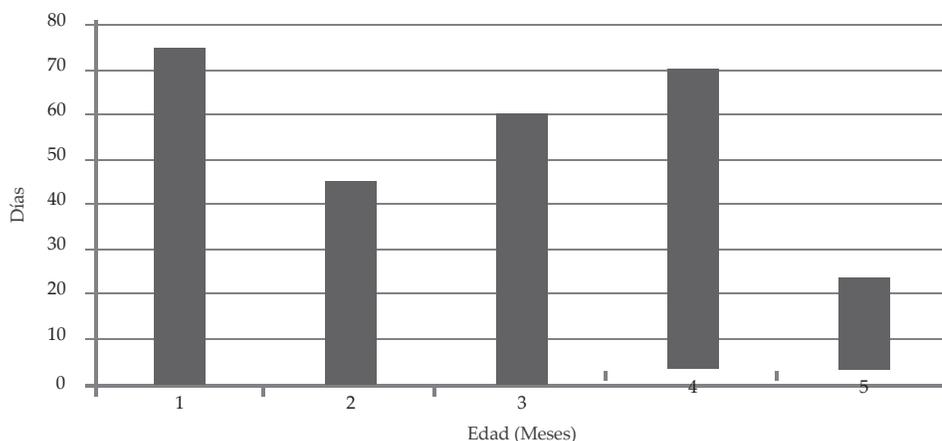


Figura 1. Incidencia (%) de frutos cacao que desarrollaron la enfermedad inoculados con *Moniliophthora roreri*, a diferentes meses de edad.

El cuadro 1 muestra el promedio de días en que fueron visibles los síntomas y signos de la enfermedad. Los frutos más jóvenes resultaron más susceptibles al hongo. Los síntomas y la velocidad con que éstos se desarrollaron varían con la edad del fruto.

El primer síntoma entre los dos primeros meses fue la aparición de deformaciones o protuberancias (figura 2), que fueron visibles de los 40±18 a 46±12 días después de la inoculación. En frutos de edad mayor no se apreció la manifestación de este síntoma.

Cuadro 1. Tiempo de desarrollo de síntomas y signos de moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en frutos inoculados, a diferentes edades, por aparición de síntomas y signos.

EDAD DEL FRUTO POR INOCULAR (MESES)	APARICIÓN DE SÍNTOMAS Y SIGNOS DÍAS DESPUÉS DE INOCULAR (N=15)					
	DEFORMACIONES	MOAICO	DECOLORACIÓN	MANCHA ACEITOSA	INICIO DE ESPORULACIÓN	ESPORAS MADURAS
1	40±18	-	-	63±8	80±20	91±27
2	46±12	-	62±6	73±13	82±17	86±16
3	-	-	60±3	75±10	83±9	87±6
4	-	-	42±11	-	-	-
5	-	-	30	-	-	-

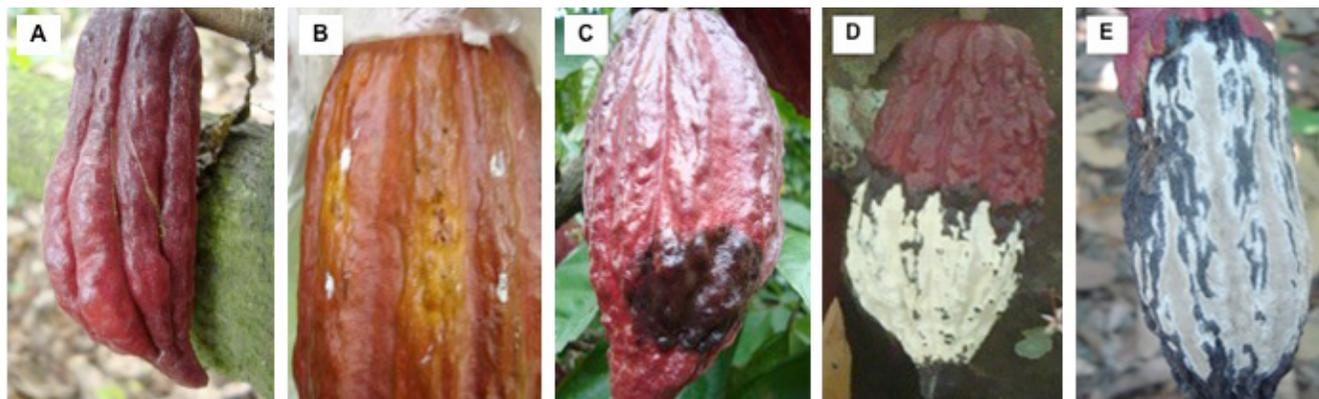


Figura 2. Secuencia de síntomas y signos presentes en frutos de cacao infectados con *Moniliophthora roreri*. A. Protuberancia o giba; B. Decoloración; C. Mancha chocolate; D. Estroma o tejido esporulante en forma de polvo fino; E. Esporas maduras

La decoloración fue perceptible en frutos de dos meses en adelante; el periodo de aparición de este síntoma fue en promedio de  $62\pm 6$  días en esta edad y se redujo conforme aumentó la edad. En frutos de cinco meses se presentó a los 30 días de ser inoculados (figura 2).

La aparición de la mancha aceitosa se observó únicamente en frutos infectados entre los meses 1 y 3 (figura 2); este síntoma apareció en promedio a los  $63\pm 8$  días después de la inoculación en los frutos de un mes y el tiempo se incrementó a  $73\pm 13$  días y  $75\pm 10$  días con la edad. En frutos mayores a tres meses, este síntoma no fue perceptible.

En esta investigación, el síntoma de mosaico no fue observado en ninguno de los casos evaluados; es probable que haya sido enmascarado por el color natural que presentan los frutos del clon utilizado, los cuales son de color rojo intenso.

En los frutos que se inocularon a los tres meses, el primer síntoma visible fue la decoloración, que ocu-

rió a los  $60\pm 3$  días. Tras este síntoma se observó la aparición de manchas aceitosas a los  $75\pm 10$  días y deformaciones o gibas. La formación del estroma esporulante sólo se observó en frutos infectados entre los meses uno y tres, en éstos el inicio de la esporulación del hongo fue cuantificado a los  $80\pm 20$  y  $83\pm 9$  días después de la infección (figura 1), para concluir con la maduración de las esporas a los  $91\pm 27$ ,  $86\pm 16$  y  $87\pm 6$  días en los de uno, dos y tres meses, respectivamente. Se observó que los casos infectados por el hongo, con edad mayor de tres meses, no alcanzaron a desarrollar tejido esporulante.

En cuanto al ciclo de la enfermedad en frutos de uno a tres meses, se completó en un promedio de 183 días; en frutos de tres meses no se presentaron deformaciones, pero al final todos desarrollaron tejido esporulante (figura 3).



**Figura 3.** Ciclo de la moniliasis causada por *Moniliophthora roreri* en *Thebroma cacao* "clon 130" en condiciones de Tapachula, Chiapas, México.

En frutos de cuatro a cinco meses, el único síntoma visible fue la decoloración del tejido, que se manifestó a los  $42\pm 11$  días en los de cuatro meses y a los 30 días en los de cinco meses. Ninguno alcanzó a formar tejido esporulante.

Como se puede apreciar en el cuadro 2, la ocurrencia de cada síntoma varía con la edad del fruto ( $X^2$  tabular con  $\alpha=0.01$  y 16 g.l. resultó en 31.99 y  $X^2$  calculada en 47.43).

**Cuadro 2. Porcentaje de severidad externa en frutos de cacao, de diferentes meses, inoculados con *Moniliophthora roreri*, por síntomas y signos y edad.**

EDAD DE LOS FRUTOS (MESES)	SÍNTOMAS Y SIGNOS (%)					DAÑO EXTERNO (%)
	DEFORMACIONES	MOSAICO	DECOLORACIÓN	MANCHA	INICIO DE ESPORULACIÓN	
1	77.8	0	100	100	100	100
2	40	80	100	80	80	100
3	0	83.3	100	100	83.3	100
4	0	70	0	0	0	50
5	0	20	0	0	0	0

Valor crítico de X<sup>2</sup> tabular,  $\alpha=0.01$  y 16 g.l.=31.99992691; Valor de X<sup>2</sup> calculado=47.433145

La aparición de deformaciones o gibas alcanza 77.8% en frutos de un mes, mientras que para los frutos de dos meses el porcentaje se reduce a 40%. La decoloración de los frutos alcanza el valor máximo de 80 y 83% a los dos y tres meses y se reduce conforme la edad incrementa hasta llegar a 20% a los cinco meses.

En lo que corresponde a la aparición de manchas, este síntoma se presentó en 100% de los frutos infectados de uno a tres meses y en la formación de tejido

esporulante, el valor fluctuó entre 100 y 80% de los frutos de uno a tres meses.

En cuanto a la severidad interna causada, en el cuadro 3 se puede apreciar que los frutos de uno, dos y tres meses infectados por *M. roreri* presentaron un índice de severidad interna de escala 5, que indica una necrosis de 80 a 100 % del fruto y las semillas (X<sup>2</sup> tabular con  $\alpha=0.01$  y 20 g.l. resultó en 37.56, X<sup>2</sup> calculada de 33.33).

**Cuadro 3. Porcentaje de severidad interna de frutos de cacao inoculados con *Moniliophthora roreri*, por mes de edad.**

EDAD DE LOS FRUTOS (MESES)	ÍNDICE DE SEVERIDAD INTERNA					
	0 (FRUTO SANO)	1 (1-20%)	2 (21-40%)	3 (41-60%)	4 (61-80%)	5 (81-100%)
1	0	0	0	0	0	100
2	0	0	0	0	0	100
3	0	0	0	0	0	100
4	50	0	0	10	0	40
5	100	0	0	0	0	0

Valor crítico de X<sup>2</sup> tabular,  $\alpha=0.01$  y 20 g.l.=37.56623; Valor de X<sup>2</sup> calculado=33.3333

El nivel de daño en el fruto se reduce con la edad de éste. Así, se observó que a los cuatro meses, 10% presentó índice de severidad interna de 3 y 40% índice de severidad interna de 5. En frutos de cinco meses, aunque se observó 20% de frutos con decoloración, hacia el interior no se observó daño y esto permitió aprovechar 100% de los granos.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran la gravedad del daño que *M. roreri* ocasiona en las regiones donde está presente y el efecto devastador que puede tener en las cosechas de cacao (Enríquez *et al.*, 1982; Jaimes y Aránzazu, 2010; Krauss y

Soberanis, 2001; Phillips-Mora *et al.*, 2007; Sánchez y Garcés, 2012). Esto se debe a su habilidad de propagar la infección en todos los estados de desarrollo de los frutos, con una alta incidencia de la enfermedad.

La forma y secuencia de evolución de los síntomas de la enfermedad concordaron con la descripción realizada previamente por Suárez (1979), Barros (1980), Enríquez *et al.* (1982), Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) (2003), Jaimés y Aránzazu (2010), Krauss *et al.* (2006), López *et al.*, (2006) y Sánchez y Garcés (2012), quienes reportan que los frutos jóvenes son los más susceptibles y que el patógeno logra desarrollar completamente su ciclo hasta la formación del estroma esporulante.

En cuanto al tiempo que tarda cada síntoma en manifestarse en frutos infectados con *M. royeri*, se observó que en las condiciones de Tapachula, en el clon estudiado, el número de días resultó superior a los reportados por los autores citados anteriormente (figura 2). Se había reportado que la formación de protuberancias y algunos puntos aislados observables ocurre entre  $30 \pm 10$  días, la configuración de la mancha a  $60 \pm 10$  días y la formación del micelio o estroma con formación de esporas ocurre entre los  $60 \pm 70$  días después. El síntoma inicial corresponde a puntos acuosos, inicialmente aislados y luego concéntricos que se observan entre los  $30 \pm 10$  días; la mancha aparece a los  $60 \pm 10$  días y la esporulación entre los 60 y 70 días. Esta variación en el tiempo de expresión de los síntomas y signos podría estar evidenciando la influencia del componente genético del clon estudiado así como el efecto ambiental sobre el mismo.

En Honduras el hongo *M. royeri* ha manifestado un periodo largo de incubación, es decir, desde que infecta el fruto hasta que se observa algún síntoma externo (FHIA, 2003). Este tiempo varía de 3 a 8 semanas, según la edad, la severidad del ataque, la susceptibilidad del árbol y las condiciones ambientales. En frutos jóvenes, en días lluviosos y calurosos, el periodo de incubación se acorta a tres semanas. En los adultos (mayores de tres meses) el síntoma más común es una mancha café, que puede extenderse hasta cubrirlo por completo.

La información generada en esta investigación permite establecer las bases para la integración de estrategias de manejo de la enfermedad si se toma en cuenta que en la etapa en la que los frutos fueron más susceptibles al ataque del patógeno (de uno a tres meses) es en la que hay que poner mayor énfasis en la eliminación del inóculo y concentrar esfuerzos para su protección a fin de reducir el daño y asegurar una mayor cantidad de frutos sanos.

Por lo anterior, se hace necesario enfocar las investigaciones hacia el diseño de sistemas modernos de plantación con un eficiente manejo agronómico, tomando en consideración la utilización de clones de alto potencial productivo, el manejo de la distancia y forma de siembra, la selección de plantas de forma compacta y porte bajo inferior a 3 m, así como el conocimiento y manejo de las principales épocas de floración y fructificación entre otros aspectos. Todo ello será determinante para una adecuada protección en los primeros tres meses, bien sea con la aplicación del control químico convencional, el biológico o aspersiones de biofungicidas.

## CONCLUSIONES

El hongo *M. royeri* en condiciones naturales de una plantación de cacao del municipio de Tapachula, Chiapas tuvo la capacidad de desarrollar infección en todos los estados de desarrollo de los frutos, se manifestaron los síntomas y signos característicos de la enfermedad; completó su ciclo de vida en un promedio de 183 días. El número de días que duran los síntomas y signos en manifestarse fue, en promedio, 10 días mayor, en comparación con los reportados por otras regiones en donde se ha identificado la enfermedad.

Los frutos menores a tres meses resultaron los más susceptibles. Mostraron como síntomas deformación, aparición de manchas y finalmente formación de estroma esporulante, con un daño interno de 80 a 100%.

En frutos mayores a tres meses el único síntoma visible fue la decoloración del fruto y no se formaron estructuras reproductivas del hongo. En frutos de cuatro meses la enfermedad ocasionó entre 40 y 100% de daño interno. En frutos de cinco meses el patógeno no ocasionó daño interno.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Fundación Produce Chiapas AC, por el apoyo financiero para el desarrollo de esta investigación, y al Sr. Samuel Guillén Díaz, por las facilidades brindadas en su plantación de cacao en el Ejido Miguel Hidalgo, Tapachula, Chiapas.

## LITERATURA CITADA

- Aime, M. C., W. Phillips-Mora. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot cacao (*Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97(5): 1012-1022.
- Aránzazu, H. F., G. N. Martínez & D. Martínez. 2009. Estado actual de las investigaciones sobre la moniliasis del cacao en Colombia *Moniliophthora roreri* (Cif. Evans *et al.*). Congreso Internacional de cacao: Investigación, transferencia de tecnología y comercialización, presente y futuro. 20-22 de octubre de 2009. Bucaramanga, Colombia.
- Arguello, C. O. 2000. Manejo integrado de monilia en cacao (*Theobroma cacao* L.) en Santander. pp. 74-84. En: Mejía, F. L. A. & C. O. Arguello (Comps.). Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Corpoica. Bucaramanga, Colombia.
- Barros, N. O. 1980. Historia de la moniliasis y sus repercusiones en los países productores de cacao en Sudamérica. pp. 14-17. En: Enríquez, G. A. (Ed.). La moniliasis del cacao. Serie técnica: informe técnico no. 28. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Dagnelie, P. 1989. Théorie et méthodes statistiques: Applications agronomiques. Presses Agronomiques de Gembloux. Vol II. Gembloux, Belgique. 463 pp.
- Enríquez, G. A. & V. J. Soria. 1996. Genetic research on cocoa diseases at CATIE (1960-1990). International Workshop on the Contribution of Disease Resistance to Cocoa Variety Improvement. Ingenic, 25-26 de noviembre. Salvador, Brasil.
- Evans, H. C. 2007. Cacao diseases-The trilogy revisited. *Phytopathology* 97: 1640-1643.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 2003. Identificación y control de la moniliasis del cacao. FHIA. San Pedro Sula, Cortés, Honduras. 19 pp.
- García, H. C., J. R. Jiménez, M. C. Bautista & G. C. F. Ortiz. 2006. Impacto de la moniliasis en Cupilco, Comalcalco, Tabasco: percepción de los productores. XIX Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco, 2006. 16-17 de noviembre de 2006. Villahermosa, México.
- González, L. C. 1982. Epifitología y combate de la moniliasis del cacao. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Informe anual de proyecto de investigación. 21 pp.
- Jaimes S. Y. & H. F. Aránzazu. 2010. Manejo de las enfermedades del cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, con énfasis en monilia (*Moniliophthora roreri*). Corpoica. Bogotá, Colombia. 90 pp.
- Krauss, U., Ch. Steuten, V. Adonijah & K. Holmes. 2006. Early detection of frosty pod rot as key to cost-effective control. 2006. 5th. International Seminar on Cocoa Disease and Pests of Incoped. San José, Costa Rica.
- López, B. O. & G. S. I. Ramírez. 2006. La selección participativa y la conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas. pp. 40. En: López, B. O., G. S. I. Ramírez, G. M. Ramírez, B. O. López, M. O. González, G. S. I. Ramírez, R. V. Lee, G. M. B. Ramírez, G. A. Alvarado, V. M. Gehrke. 2006. Diagnóstico y técnicas para el manejo de la moniliasis del cacao. Unach-UPTC-Fundación Produce Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, México.
- López, B. O. y G. S. I. Ramírez. 2009. Mejoramiento genético y propagación como estrategia para la sustentabilidad del cacao *Theobroma cacao* L. en México. Congreso Internacional de Cacao en Investigación, Transferencia de Tecnología, Comercialización: Presente y Futuro. 21-23 de octubre del 2009. Bucaramanga, Colombia.
- Merchán, M. V. 1980. Avances en la investigación de la moniliasis del cacao en Colombia. pp. 63. En: Enríquez, G. A. (Ed). 1982. La moniliasis del cacao. Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Serie técnica: Informe técnico no. 28.
- Moreno, B. G. & G. A. Alvarado. (Eds). 2006. Agroecología y agricultura orgánica en el Trópico. UPTC-Unach. Tunja, Colombia. 427 pp.
- Phillips-Mora, W., J. Castillo, U. Krauss, E. Rodríguez & M. J. Wilkinson. 2005. Evaluation of cacao (*Theobroma cacao*) clones against seven Colombian isolates of *Moniliophthora roreri* from four pathogen genetic groups. *Plant Pathology* 54: 483-490.
- Phillips-Mora, W., A. Coutiño, C. F. Ortiz, A. P. López, J. Hernández y M. C. Aime. 2006. First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot (moniliasis disease) of cacao in Mexico. *Plant Pathology* 55: 584.
- Phillips-Mora, W., M. C. Aime & M. J. Wilkinson. 2007. Biodiversity and biogeography of the cacao (*Theobroma cacao*) pathogen *Moniliophthora roreri* in tropical America. *Plant Pathology* 56: 911-922.
- Pinzón, U. J. O., A. J. Rojas & F. Rojas. 2008. Guía técnica para el cultivo del cacao. Federación Nacional de Cacaoteros, Colombia. Bogotá, Colombia. 189 pp.
- Ploetz, R. C. 2007. Cacao diseases: Important threats to chocolate production worldwide. *Phytopathology* 97: 1634-1639.
- Ramírez, G. S. I. 2008. La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México. *Tecnología en marcha (Costa Rica)* 21(1): 97-110.
- Sánchez, M. F. D. & F. F. R. Garcés. 2012. *Moniliophthora roreri* (Cif. y Par.) Evans *et al.* en el cultivo de cacao. *Scientia Agropecuaria* 3: 249-258.
- Suárez, C. 1979. Las enfermedades del cacao en Latinoamérica. 7a. Conferencia Internacional de Investigación en Cacao. Douala, Camerún.