



ESCOBA DE BRUJA DEL CACAO

*Moniliophthora
perniciosa* (Stahel) Aime

Ficha Técnica No. 04



Bauer, s/a; Meinhardt *et al.*, 2008; Parra *et al.*, 2008.



ISBN: Pendiente

Mayo, 2019



CONTENIDO

IDENTIDAD.....	1
Nombre científico.....	1
Sinonimia	1
Clasificación taxonómica.....	1
Nombre común	1
Código EPPO.....	1
Estatus fitosanitario.....	1
Situación de la plaga en México.....	1
IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA.....	1
Impacto económico a nivel mundial	2
Potencial de impacto económico en México	2
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAGA.....	2
HOSPEDANTES	3
Distribución nacional de hospedantes.....	3
ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS.....	4
Ciclo biológico.....	4
Descripción morfológica.....	6
DAÑOS Y SÍNTOMAS.....	8
ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS	10
Epidemiología de la plaga.....	10
Dispersión.....	11
Incidencia	11
Métodos de diagnóstico.....	11
MEDIDAS FITOSANITARIAS	12
Control cultural	12
Control genético.....	12
Control biológico.....	12
Control químico.....	13
Medidas regulatorias.....	13
VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA FITOSANITARIA.....	13
Toma y envío de muestras.....	13
Alerta fitosanitaria	14
BIBLIOGRAFÍA.....	14

IDENTIDAD

Nombre científico

Moniliophthora perniciosa (Stahel) Aime



(Bauer, s/a)

Sinonimia

Crinipellis perniciosa (Stahel) Singer
Marasmius pernicius Stahel

Clasificación taxonómica

Clase: Fungi
Orden: Agaricales
Familia: Marasmiaceae
Género: *Moniliophthora*
Especie: *Moniliophthora perniciosa*

Nombre común

Nombre común	
Español	Escoba de bruja del cacao.
Inglés	Cacao witches' broom disease.
Francés	Balai de sorcière du cacaoyer.

Código EPPO

CRNPPE

Estatus fitosanitario

De acuerdo con Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 5, "Glosario de términos fitosanitarios", *Moniliophthora perniciosa* cumple con la definición de plaga cuarentenaria, ya que se encuentra Ausente en el país y puede potencialmente causar pérdidas económicas en cultivos hospedantes (IPPC, 2019).

Situación de la plaga en México

Con base en la NIMF No. 8, "Determinación de la situación de una plaga en un área", *Moniliophthora perniciosa* es una plaga Ausente en México: no hay registros de la plaga (IPPC, 2017).

IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA

El hongo *M. perniciosa*, causante de la enfermedad conocida como Escoba de bruja del cacao, es endémico de las zonas tropicales de Sudamérica. Se dispersa por medio de tejido vegetal como semillas, varetas, frutos, brotes, y ramas. Afecta diferentes especies de los géneros *Theobroma*, *Herrania* y las pertenecientes a las familias Solanaceae, Bignoniaceae y Malpighiaceae; produce crecimientos anormales y lesiones en brotes, ramas, flores y frutos. Este patógeno provoca pérdidas considerables en la producción de cacao a nivel mundial, ya que incluso puede causar la muerte de la planta debido a los ciclos sucesivos del patógeno. Barsottini *et al.* (2013) refieren que esta enfermedad es una de las más importantes del cacao y afecta severamente la producción de granos, materia prima del chocolate, y otros derivados, resultando en grandes pérdidas agroeconómicas en cultivos de Centro y Sudamérica.

En Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), realiza actividades de inspección, vigilancia y control, con la finalidad de monitorear las principales plagas y enfermedades de importancia económica que

afectan a los cultivos de cacao, entre ellas *Moniliophthora roreri*, *Phytophthora* sp., *M. perniciosa* y *Carmenta forasemini* (ICA, 2016).

Impacto económico a nivel mundial

La Escoba de bruja está presente en Suramérica, algunos países del Caribe y al sur del canal de Panamá, donde ha causado pérdidas en la producción de cacao con reducciones en el rendimiento del 50 al 90% (Meinhardt *et al.*, 2008), por lo que constituye una amenaza potencial para el cultivo del cacao y hospedantes alternos. En Ecuador, a partir de la primera detección de *M. perniciosa*, la producción de cacao se redujo 40 % en un período de cinco años. En 1985, se reportó una epidemia causada por esta enfermedad en Surinam, la cual ocasionó pérdidas del 50% en el rendimiento anual de este cultivo (Marelli, 2008). Mientras que en el estado de Bahía, Brasil, el hongo, disminuyó hasta en un 60% el rendimiento durante los años 1990-1994 (Parra

et al., 2008).

Potencial de impacto económico en México

En México, las regiones con niveles medios y altos de riesgo para el establecimiento de la enfermedad, son los estados productores de cacao como Chiapas, Guerrero y Tabasco, por lo que la introducción de *M. perniciosa* podría tener impactos económicos importantes, en 59,837.8 hectáreas sembradas con este cultivo, las cuales durante 2017, mantuvieron una producción de 27,287.25 toneladas con un valor de producción de \$1,074,303.39 miles de pesos (Cuadro 1).

Bajo este escenario, la introducción de *M. perniciosa* en territorio nacional representa una seria amenaza, por la afectación que tendría en cacao, considerado en México un cultivo prioritario, con valor cultural y económico (SIAP, 2019).

Cuadro 1. Principales estados productores de cacao en México. Ciclo agrícola 2017

Estado	Superficie sembrada (ha)	Producción (Toneladas)	Valor de producción (Millones de pesos)
Tabasco	40,884.00	17,430.21	696.58
Chiapas	18,706.80	9,611.63	375.47
Guerrero	247.00	245.41	2.25
TOTAL	59,837.80	27,287.25	1,074.30

Fuente: SIAP, 2019; con datos del 2017.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAGA

Los primeros síntomas de la Escoba de bruja del cacao se describieron en 1785, en los diarios de Alexandre Rodríguez Ferreira, a partir de sus observaciones en árboles de cacao en 1785 y 1787 en la Amazonía (Meinhardt *et al.*, 2008). En 1895, De Souza *et al.* (2009) reportaron su presencia en Surinam. A partir de entonces, la enfermedad se dispersó rápidamente, extendiéndose a Guyana en 1906, Ecuador en 1918, Trinidad y Tobago en 1928, Colombia en 1929 y Granada en 1948 (Meinhardt *et al.*, 2008).

Para 1980, el patógeno había seguido propagándose en Perú y Venezuela (Holliday, 1980). En 1989, se detectó en Bahía, Brasil (Meinhardt *et al.*, 2008). También se ha reportado su presencia en Panamá, República Dominicana, Belice, Bolivia, San Vicente y la Granadinas (Espino, 1989; Aime y Phillips-Mora, 2005; CABI, 2017). En 2009, se detectó en Santa Lucía (Kelly *et al.*, 2009) (Cuadro 2 y Figura 1).

Cuadro 2. Distribución geográfica de la Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*).

Países con presencia de <i>M. perniciosa</i>	
América	Belice, Bolivia, Brasil (Acre, Amazonas, Bahía, Mato Grosso, Minas Gerais, Para, Rondonia), Colombia, República Dominicana, Ecuador, Granada, Guyana, Panamá, Perú, San Vicente y las Granadinas, Surinam, Trinidad y Tobago, Santa Lucía y Venezuela.

Fuente: CABI, 2017; EPPO, 2017. Kelly et al., 2008

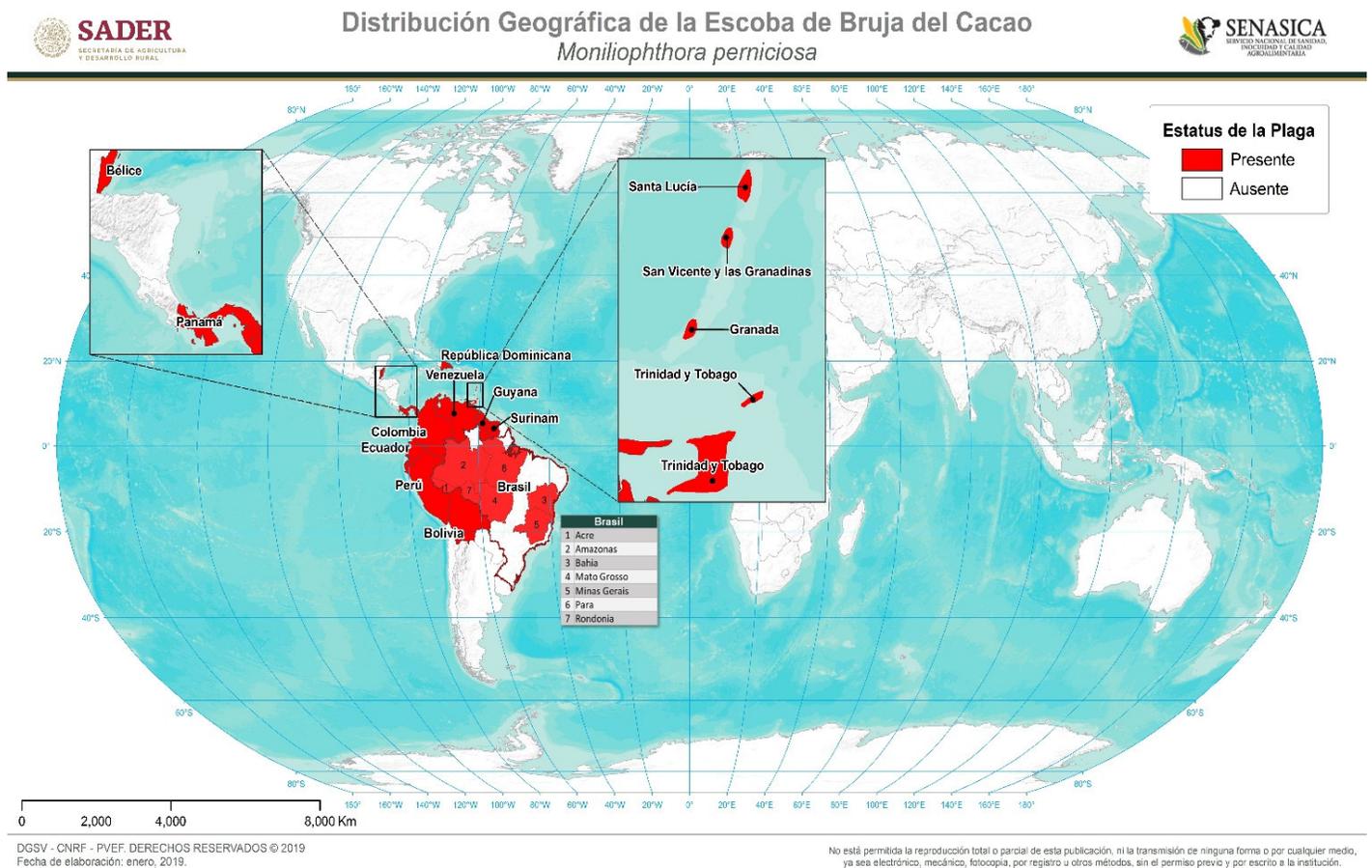


Figura 1. Distribución geográfica de la Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) (CABI, 2017).

HOSPEDANTES

M. perniciosa, pertenece al orden Agaricomycetes y es un hongo endémico de las zonas tropicales de Sudamérica. Afecta diferentes especies; 22 del género *Theobroma* y 17 especies del género *Herrania* (Aime and Phillips-Mora, 2005) y *Bixa orellana* (CABI, 2017).

Distribución nacional de hospedantes

El principal hospedante de *M. perniciosa* de importancia económica para México es el cacao, el cual se encuentra distribuido en los estados de Tabasco, Chiapas y Guerrero (Figura 2).

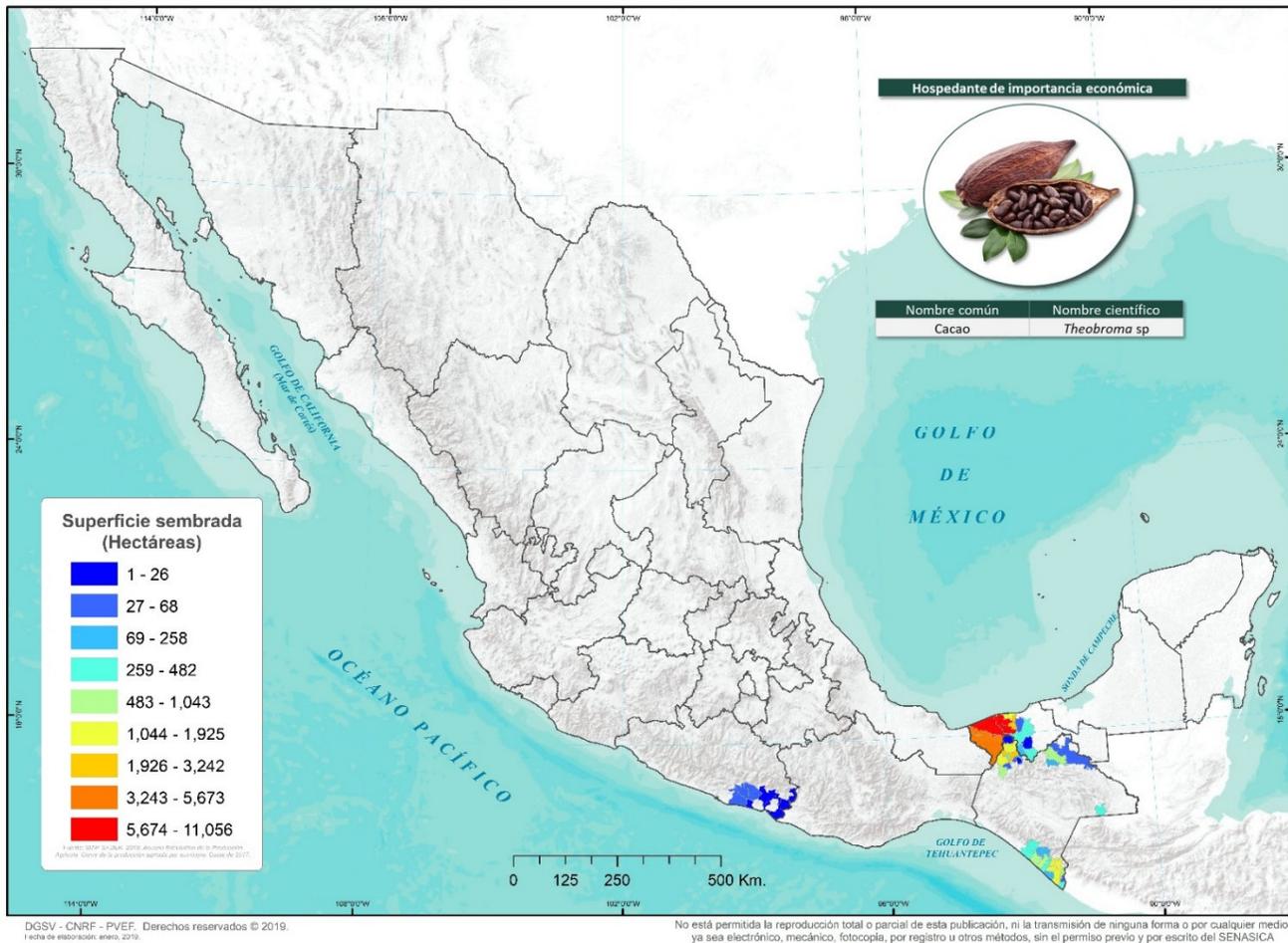


Figura 2. Principal hospedante de *Moniliophthora perniciosa* presente en estados de México.

ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS

Ciclo biológico

La infección provocada por las basidiosporas, sólo ocurre en tejidos vivos en crecimiento (Porrás y Sánchez, 1991). Existen dos fases en el ciclo de *M. perniciosa*: en la primera, el patógeno infecta al tejido joven en crecimiento, induce hipertrofia e hiperplasia y vive como un parásito obligado de forma intracelular; en la segunda, el tejido con hipertrofia muere y el hongo cambia sus hábitos y crece como un saprófito. Cuando las condiciones son favorables produce

basidiocarpos (Figura 3), de los cuales, se forman las basidiosporas (CABI, 2017).

El proceso de infección en los tejidos jóvenes, inicia cuando los tubos germinativos de las basidiosporas penetran a través de los estomas o directamente atravesando la epidermis (Figura 2). Después de la penetración, las hifas del hongo colonizan intercelularmente el tejido. El tiempo de incubación puede variar considerablemente (3-14 semanas), pero generalmente es de 5-6 semanas. El hongo causa un desequilibrio hormonal, por lo que las células del hospedante son más grandes de lo normal, particularmente las de la corteza y

médula (Figura 3).

En los brotes vegetativos la dominancia apical se pierde a causa del desequilibrio y las yemas axilares generan brotes laterales que producen el síntoma de “Escoba de bruja en cacao” (Figura 3 y 4) (CABI, 2017).

Los tejidos con el síntoma de “Escoba de bruja”, permanecen de color verde durante un período relativamente corto. Posteriormente,

comienzan a secarse a partir de los ápices y adquieren una tonalidad de color café en aproximadamente cinco o seis semanas hasta que se secan progresivamente; durante el proceso de infección el micelio del hongo cambia de monocariótico a dicariótico por anastomosis. Cuando el tejido muere el micelio se fragmenta generando clamidosporas, y de la Escoba seca se forman basidiocarpos, después de cuatro semanas de incubación (CABI, 2017).

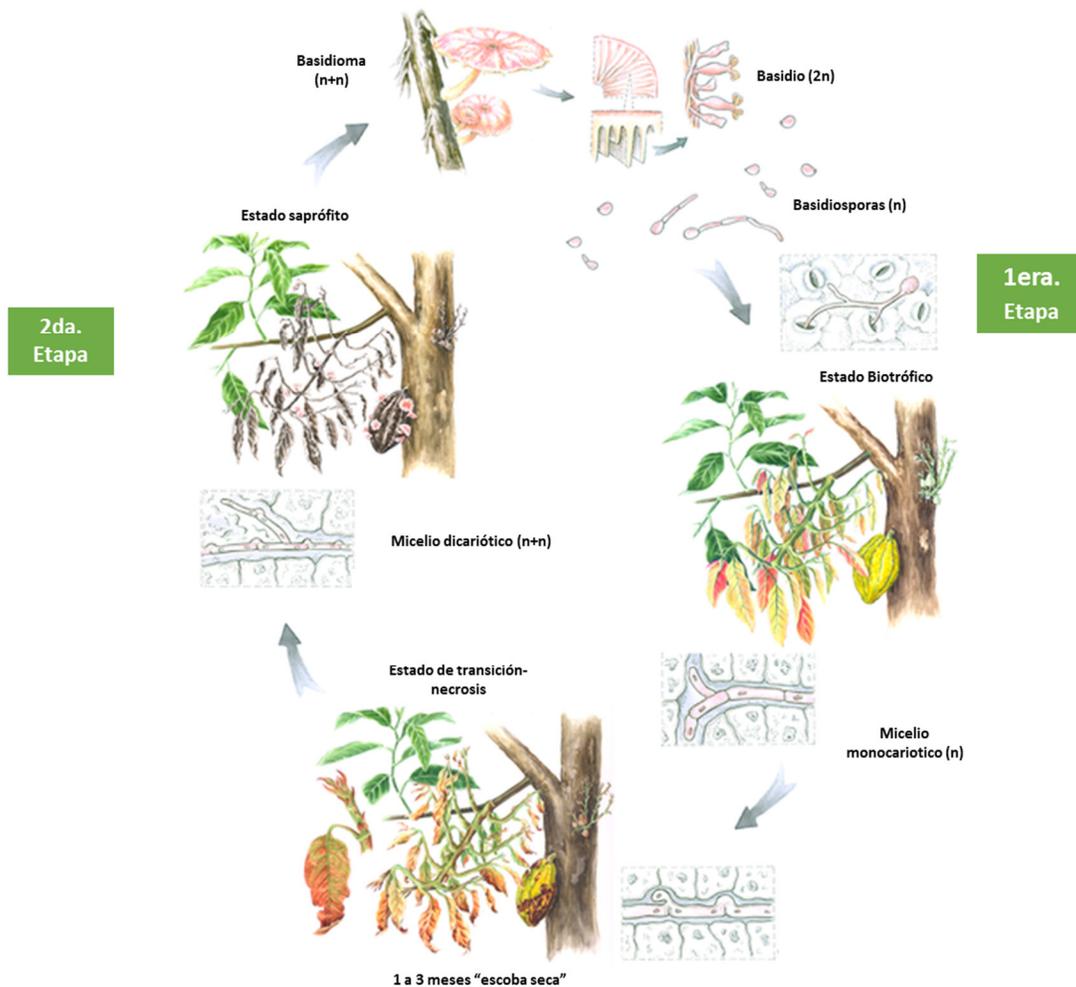


Figura 3. Ciclo biológico de la Escoba de bruja del cacao (*Moniliophthora perniciosa*) (Carneiro, 2015).

Descripción morfológica

M. pernicioso, presenta un píleo de color rojo carmesí, generalmente frágil, conforme madura pierde su color; en el centro sobresale una mancha conspicua de color rojo oscuro, con líneas radiales del mismo color, campanulada, a menudo con un margen cóncavo y convexo, pero con el centro umbilicado o convexo (2-25 mm), generalmente de 5-15 mm de diámetro (Figura 4); arrugado o flácido cuando se deshidrata y turgente cuando hay humedad (CABI, 2017).

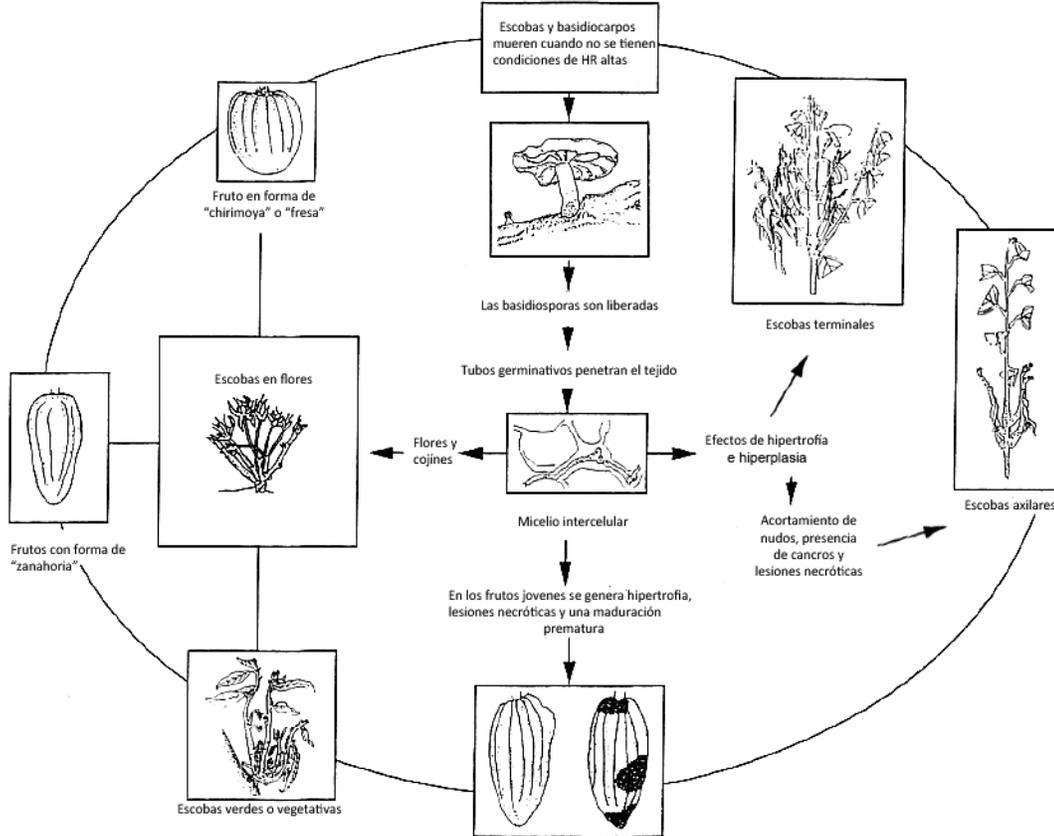


Figura 4. Síntomas causados por *Moniliophthora pernicioso*, de acuerdo al tejido infectado (Agronomía Colombiana, s/a; modificado por Ríos, s/a).

Los cuerpos fructíferos (basidiocarpos) no sólo se desarrollan en tejido vegetal vivo (Figura 5 y 6), también pueden hacerlo en ramas, frutos y hojas muertas (Porras y Sánchez, 1991).

M. pernicioso es un patógeno hemibiotrófico, con distinta morfología de micelio y comportamiento en las fases biotrófica (parasítica) y necrotrofica (saprofítica) (Griffith et al., 1994). Las características del crecimiento micelial varían dependiendo del tipo de tejido colonizado y las condiciones del cultivo in vitro

(Evans, 1981). En cultivo in vitro, el micelio es de tipo toruloso cuando al medio de cultivo se adicionan trozos del tejido de cacao obtenidos por cultivo de tejidos; sin embargo, cuando el tejido se avejenta y muere, el hábito de crecimiento del hongo cambia, presenta un rápido crecimiento y es de tipo filiforme. Por lo anterior, el tipo de tejido del hospedante (vivo o muerto), condiciona el hábito parasítico o saprofítico de *M. pernicioso* (Evans y Barreto, 1996).



Figura 5. Basidiocarpio de *Moniliophthora pernicioso* (Bauer, s/a).



Figura 6. Basidiocarpos de *Moniliophthora perniciosa* en: A) cojín floral (Phillips-Mora, 2008; CATIE-CR, s/a); B) Hojas (Meinhardt, s/a); C) Frutos secos (João de Cássia, s/a).

DAÑOS Y SÍNTOMAS

Este hongo, se caracteriza por inducir proliferación de yemas apicales y axilares en ramas de cacao (Parra *et al.*, 2008) (Figura 7). El hongo afecta todos los órganos de crecimiento activo, principalmente brotes tiernos, yemas florales y frutos jóvenes, en los cuales produce hipertrofia y crecimientos anormales causados por un desbalance hormonal inducido (Parra *et al.*, 2008; Braudeau, 1970).



Figura 7 Aspecto general del árbol de cacao infectado por *Moniliophthora perniciosa* (Phillips, s/a).

Las basidiosporas del hongo infectan los tejidos meristemáticos y ocasionan diferentes tipos de síntomas dependiendo del órgano infectado (brotes, botones florales, flores y frutos en desarrollo); en este sentido, en los meristemas apicales, el síntoma es el crecimiento hipertrófico (proliferación vegetativa), en botones florales induce filodia y formación de frutos partenocárpicos y cuando la infección ocurre en frutos las semillas se pudren.

Proliferaciones vegetativas (Escobas)

La brotación es estimulada y las hojas son suaves y angostas (en forma de espada). Además, tienen un color verde claro en lugar del verde oscuro o verde rojizo típico (hojas sanas). También es común que el árbol produzca más chupones o brotes de lo normal (Porras y Sánchez, 1991) (Figura 8).

Las Escobas son de corta vida, al morir se tornan marrón y sobre las mismas se forman los basidiocarpos, lo que constituye la etapa más peligrosa de la enfermedad (Phillips-Mora, 2008).



Figura 8. Síntomas de Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en cacao (Assessoria de Comunicação/Seag, s/a; Phillips, s/a).

Escobas en cojines florales

Los cojines florales muestran un crecimiento anormal y las yemas vegetativas se transforman en pequeñas Escobas (Figura 9A). Las flores presentan síntomas de “flor estrellada”, ya que el pedicelo de la flor se engrosa y los sépalos

necrosados persisten dándole un aspecto de estrella (Figura 9B y 9C) (Parra *et al.*, 2008). Los síntomas en flores también se caracterizan por pequeños abultamientos de color amarillo que posteriormente se necrosan (Porras y Sánchez, 1991).

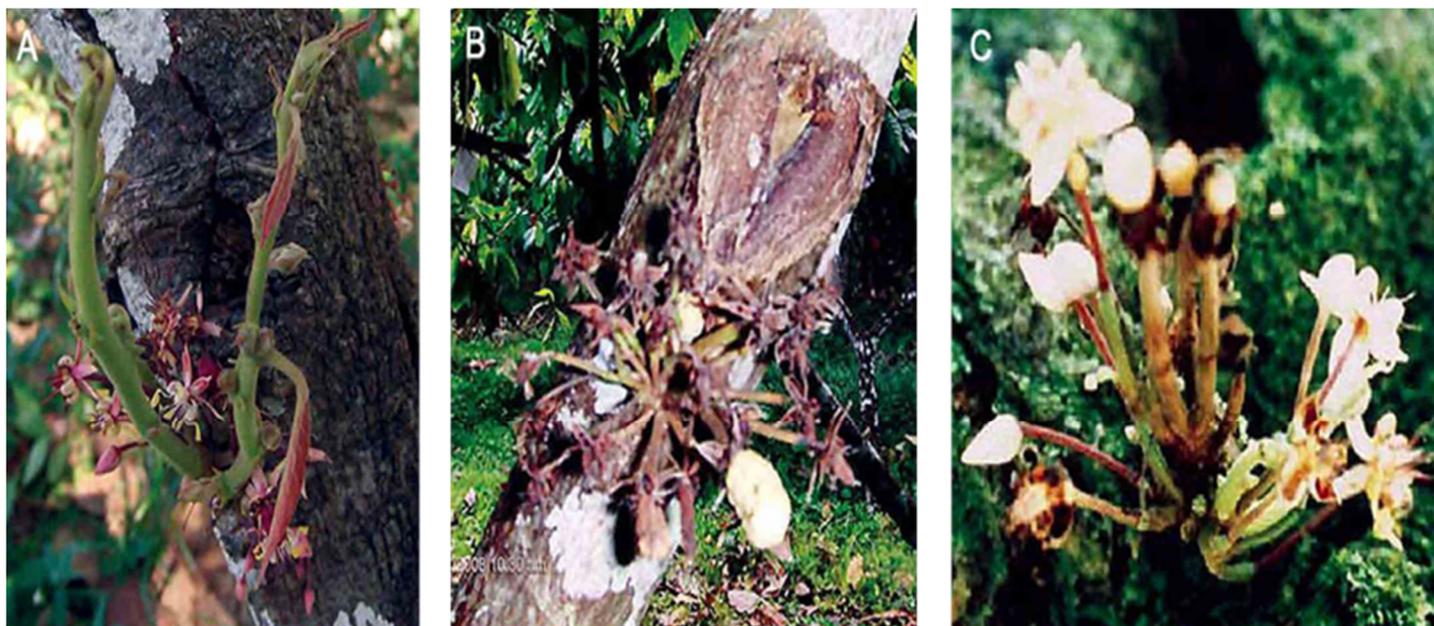


Figura 9. Síntomas en cojines florales originados por *Moniliophthora perniciosa*. A) Cojines florales con crecimiento anormal; B). Flores en forma de estrella; C) Flores con el pedicelo engrosado (Pineda y Contreras, s/a).

Síntomas en fruto

La producción de frutos disminuye debido al daño ocasionado por el hongo durante la floración. En frutos jóvenes (hasta los tres meses de edad) ocurre deformación y engrosamiento del pedúnculo (Figura 10A). Los frutos adquieren forma de fresa, negro brillante de consistencia dura y se le denomina mancha de asfalto (Figura 11). La mancha es de borde irregular y oscura (Porras y Sánchez, 1991).

Generalmente, las almendras afectadas se adhieren a la cáscara y no son aprovechadas debido a que producen una masa de consistencia dura, el síntoma se conoce como “mazorca de piedra” (Figura 12A) (Parra *et al.*, 2008); también, las almendras se pudren dentro de la mazorca y no pueden aprovecharse (Porras y Sánchez, 1991). Las semillas se desintegran formando una masa gelatinosa, conocida como “licuefacción de las almendras” (Figura 12B) (Parra *et al.*, 2008).



Figura 10. Síntomas inducidos por *Moniliophthora perniciosa* en frutos. A) frutos de cacao hipertrofiados con tallo engrosado; B) frutos con forma de fresa; C) Frutos en forma de zanahoria (João de Cássia s/a; Phillips CATIE-CR, s/a).



Figura 11. Frutos de cacao con mancha de asfalto inducida por *Moniliophthora perniciosa* [Batenman, s/a (izquierda); João de Cássia, s/a (derecha)].

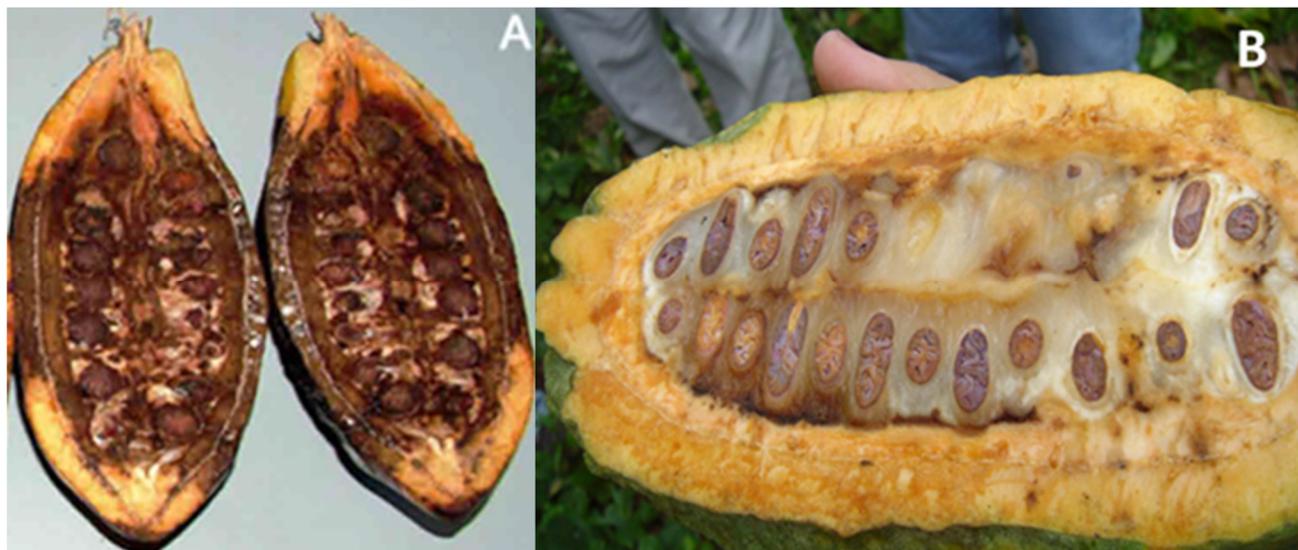


Figura 12. Síntomas en frutos: A) Fruto de cacao con daño denominado “mazorca de piedra”; B) Corte transversal del fruto con almendras podridas por *Moniliophthora perniciosa* (Buner, s/a).

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS

Epidemiología de la plaga

M. perniciosa, taxonómicamente, pertenece al orden de agaricales que predominantemente son saprófitos y habitantes de la rizósfera (Evans y Barreto, 1996). Las basidiosporas son los únicos propágulos capaces de causar infecciones en meristemos (brotes, yemas florales y frutos jóvenes) (Evans y Bastor, 1980).

Se ha observado, que en huertos comerciales sin sombra y con presencia de la plaga, los rendimientos iniciales son altos, pero posteriormente decrecen por el aumento de “incidencia de la Escoba de bruja del cacao”, debido al incremento de la actividad meristemática y desarrollo activo de brotes y botones florales. Así mismo, se han determinado diferentes biotipos de *M. perniciosa*, los cuales se definen de acuerdo con su adaptación a diferentes hospedantes, el biotipo-C infecta cacao, el biotipo-L es asociado a infecciones en especies de la familia Bignoniaceae, el biotipo-H infecta especies de la familia Malpighiaceae y el biotipo-S infecta a Solanáceas (Marelli *et al.*, 2009). Sin embargo; en

hospedantes diferentes al cacao, la enfermedad no ha mostrado un comportamiento epidémico; es posible que esto se deba a que el ciclo de vida del hongo requiere al menos de un año para completarse, por lo que en especies anuales esto es imposible (Evans y Barreto, 1996).

Los factores ambientales que influyen en el desarrollo de la enfermedad son complejos. El factor más importante es la humedad, esto debido a que la producción de cuerpos fructíferos en las Escobas depende de los factores de humedad.

La mayoría de las Escobas forman cuerpos fructíferos con períodos moderados de humedad (8-16 horas), rangos superiores o inferiores inhiben la formación de estas estructuras. Las temperaturas favorables para el crecimiento del hongo, son de 20-30 °C (CABI, 2017).

Los basidiocarpos no sobreviven por mucho tiempo (tres días después de llegar a la madurez), pero una “Escoba” puede originar hasta 30 setas en una semana y continuar produciéndolas durante dos años o más de

forma estacional (Porrás y Sánchez, 1991).

Las basidiosporas son liberadas por los basidiocarpos durante la noche, sobre todo entre las 18:00 y 06:00 h (la mayoría las liberan entre 22:00 y 04:00 h), siempre y cuando la humedad sea lo suficientemente alta para mantener turgentes a los basidiocarpos. Las condiciones óptimas para la liberación son temperaturas de 20-25 °C y humedad relativa del 80 %.

Estos factores también influyen en la longevidad y la producción de esporas, la mayoría de los basidiocarpos permanecen liberando esporas de 2-4 días si las condiciones son favorables, con una producción total de 2 a 3.5 millones de esporas (CAB, 2017).

Los rebrotes jóvenes, especialmente aquellos en desarrollo, son los más susceptibles. A medida que los rebrotes se desarrollan, se vuelven más resistentes. Sin embargo, la inoculación de un rebrote endurecido por debajo del punto de crecimiento puede causar un leve abultamiento, lo que lleva a la formación de un cancro. La susceptibilidad del fruto también varía con el tiempo.

El período exacto de susceptibilidad es difícil de determinar debido a que la manifestación de los síntomas (necrosis) es retardada, pero puede ser alrededor de la semana 12, a partir de la formación de los frutos. Se ha observado que en frutos inmaduros de más de 6 cm de largo rara vez se presentan infecciones. El desarrollo de la infección está influido por los factores ambientales, uno de los más importantes son las películas de agua sobre los tejidos sensibles. Las basidiosporas de *M. pernicioso*, germinan rápidamente en agua; la germinación se produce entre 3-4 horas a 22-24 °C (CABI, 2017).

Dispersión

El patógeno puede permanecer en el hipocótilo de una semilla sin germinar y seguirá

siendo viable mientras la semilla esté viva (Cronshaw y Evans, 1978). Se ha demostrado que las basidiosporas pueden ser dispersadas por el agua de lluvia, cuando entran en contacto con las partes bajas de ramas y troncos de árboles enfermos (CABI, 2017).

Incidencia

Las vainas de cacao infectadas con *M. pernicioso* pueden contener semillas enfermas, las cuales además de ser una fuente potencial de inóculo, pueden emplearse para siembra. Sin embargo, las semillas provenientes de vainas de frutos enfermos mueren o no son viables (Cronshaw y Evans, 1978; Frison y Feliu, 1989).

Métodos de diagnóstico

Para el aislamiento del hongo se recolecta tejido con síntomas de la enfermedad (Escoba de bruja) y con presencia de basidiocarpos jóvenes. Los aislamientos se realizan a partir de los basidiocarpos y se cortan secciones del píleo y sobre medio de cultivo agua-agar se depositan las basidiosporas. Los aislamientos monospóricos son transferidos a medio de cultivo PDA, malta-agar o harina de maíz-agar.

Debido a la estacionalidad en la formación de basidiocarpos en campo, se han desarrollado técnicas para producir basidiocarpos de forma artificial y eliminar el problema de disponibilidad de inóculo. El procedimiento consiste en realizar inoculaciones con crecimiento activo del hongo en ramas tiernas y sanas de cacao esterilizadas, que son colocadas dentro de matraces sellados, los cuales se mantienen en incubación durante 10 meses.

En medio de cultivo Branvermiculita (40 g de vermiculita + 50 g de bran (Bran Fakes®, Weetabil Ltd.) + 6 g de Ca- SO₄.2H₂O + 1.5 g CaCO₃ + 120 ml agua, 60-75 % HR y pH 7-7.5) se pueden obtener basidiocarpos en un período de 2-12 semanas después de incubados (Griffith y Hedge, 1993).

El diagnóstico por PCR (Reacción en cadena de la polimerasa), se realiza mediante la amplificación de secuencias repetidas de RNA ribosomal utilizando los iniciadores: ITS-1 (5'TCC GTA GGT GAA CCT GCG G3'), ITS-4 (5'TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC3'), que generan un producto con peso molecular de 720 pb (Orozco *et al.*, 2010).

MEDIDAS FITOSANITARIAS

Control cultural

Las prácticas de poda, raleo eliminación de chupones y mantenimiento de zanjas de drenaje son fundamentales para disminuir la incidencia de la enfermedad (Parra *et al.*, 2008).

Es factible la eliminación de las Escobas individuales, las Escobas vegetativas se deben cortar por lo menos 15 a 20 cm por debajo del punto de infección. El tejido enfermo sobre los cojines debe ser cuidadosamente removido, cortando lo más cerca posible la corteza. Las vainas enfermas junto con sus pedúnculos deben ser removidas con frecuencia (CABI, 2017).

La mayor parte de las Escobas y vainas enfermas se encuentran en la parte superior de la planta, sólo un número escaso se localiza en el tronco y las ramas inferiores. Cabe señalar que la eliminación debe ser lo más completa posible para tener mejores resultados.

Es importante asegurarse que todas las Escobas y vainas enfermas sean eliminadas, y que no permanezcan suspendidas en las ramas. Se ha observado, que si el saneamiento se prolonga por más de un año, las Escobas viejas que se encuentran en el suelo pueden producir basidiocarpos a los pocos días, en condiciones de lluvias, si no se retiran a tiempo (CABI, 2017).

Control genético

Porras y Sánchez (1991) mencionan que el uso de material tolerante contribuye al control de la Escoba de bruja. Los clones SCA-6 y 12 han sido utilizados como fuentes de resistencia. Sin embargo, en las regiones del Ecuador estos clones han perdido su resistencia, lo cual sugiere la presencia de razas más agresivas del patógeno. Otros materiales utilizados como fuente de tolerancia son EE-39, EET-400, Silecia-1, Silecia-5, ICS-6, ICS-95, ICS-98, TSH-565, Playa Alta 1, 2, 4, y 5.

Parra *et al.* (2008) recomiendan reemplazar las plantas altamente susceptibles por plantas tolerantes a la enfermedad como: Torno 3, Cuira 38, La Concepción 164, Chuao 120, OC 61, Porcelana, Choroní 24.

Control biológico

Esta estrategia de manejo se ha venido desarrollando por más de 20 años; a la fecha se han aislado nuevas especies como: *Trichoderma stromaticum*, un parásito del micelio y basidiocarpos de *M. pernicioso*. En Brasil, las formulaciones comerciales de *T. stromaticum* se utilizan en el manejo de la enfermedad, los resultados son inconsistentes, lo cual indica la necesidad de entender más la relación entre el ambiente de las plantaciones de cacao y la supervivencia para el establecimiento de este hongo micoparasítico.

Actualmente, científicos de instituciones de investigación en Estados Unidos de América, Centro y Sudamérica están trabajando para optimizar el uso de *T. stromaticum*. Sin embargo, no se ha encontrado ningún organismo con actividad antagónica lo suficientemente agresiva en condiciones de campo (Bowers *et al.*, 2001).

Control químico

El control de esta enfermedad depende del buen manejo técnico del cultivo. Todavía no existe un control químico para la Escoba de bruja del cacao. Las aplicaciones de fungicidas no han dado un resultado satisfactorio, debido en parte a la elongación de los tejidos y la ausencia de un fungicida efectivo para controlar el crecimiento del micelio dentro de los tejidos de la planta (Porras y Sánchez, 1991).

En el caso del fruto puede prevenirse o reducirse el daño con la aplicación de fungicidas a base de cobre (Porras y Sánchez, 1991). Parra *et al.* (2008) señalan que se pueden proteger los frutos en los primeros tres meses de desarrollo con fungicidas cúpricos de acuerdo a la frecuencia de las lluvias. Estas aplicaciones deben realizarse cuando el fruto es joven, con el fin de protegerlo durante los tres primeros meses, que es el período de mayor susceptibilidad (Porras y Sánchez, 1991).

El control químico de la Escoba de bruja con fungicidas de contacto y sistémico no es una práctica común en los sistemas de producción de cacao, debido a los altos costos y riesgos asociados con la contaminación del grano de cacao y la salud ambiental (Bowers *et al.*, 2001).

Medidas regulatorias

A nivel nacional no existe una Norma Oficial que regule a *M. pernicioso*. Esta plaga, tampoco está incluida en el Modulo de Consulta para la Importación de Productos (SENASICA-SADER, 2019); sin embargo, se encuentra incluida en el Listado de Plagas Reglamentadas de México ante la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF, 2018).

VIGILANCIA FITOSANITARIA

Con el fin de detectar de manera oportuna a la Escoba de bruja, la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV), a través del Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (PVEF), realiza acciones para la detección temprana de esta plaga en entidades o regiones con elevado nivel de riesgo epidemiológico tales como: Chiapas y Tabasco. Las actividades que se realizan son: Área de exploración, Parcelas centinelas y Parcela fija, , las cuales, se encuentran establecidas estratégicamente de acuerdo a la distribución y superficie sembrada de hospedantes, etapas fenológicas inductivas, condiciones climáticas inductivas, biología de la plaga, rutas de comercialización y vías de comunicación (SENASICA-DGSV-PVEF, 2019).

La descripción de las estrategias fitosanitarias para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria las podrá consultar en el link <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/AccionOperativaV2.aspx>.

Toma y envío de muestras

La toma de muestras, se llevará a cabo toda vez que, en las inspecciones visuales y las revisiones realizadas en cada una de las estrategias operativas descritas, se encuentren hospedantes que presenten síntomas causados por la plaga, por lo que una vez identificados, se procederá a la toma y envío de muestra.

La descripción de los manuales de toma y envío de muestras para la Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria la podrá consultar en el link <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ReporteCiudadanoV2.aspx>.

Alerta fitosanitaria

Con el objetivo de detectar oportunamente brotes de la enfermedad, la Dirección General de Sanidad Vegetal ha puesto a disposición pública el teléfono 01 (800) 987 98 79 y el correo electrónico:

alerta.fitosanitaria@senasica.gob.mx para atender los reportes sobre la posible presencia de brotes emergentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Aime, M. C., and Phillips-Mora, W.** 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97:1012-1022.
- Agronomía Colombiana.** s/a. Ciclo de vida de *M. pernicioso*. En línea: <https://es.slideshare.net/MoissChaicoMendoza/Escoba-de-bruja-en-el-cacao> Fecha de consulta: agosto de 2017.
- Bauer, S.** s/a. Witches broom fungus (*Crinipellis pernicioso*). En línea: <https://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1319062> Fecha de consulta: agosto de 2017.
- Bowers, J., Bailey, B., Hebbar, P., Sanogo, S., and Lumsden, R.** 2001. The impact of plant diseases on world chocolate production. Online. Plant Health Progress
- Braudeau, J.** 1970. El cacao. Colección Agricultura Tropical. Editorial Blume, Barcelona, España. 94-95 p.
- CAB International,** 2018. *Moniliophthora pernicioso* (witches' broom disease of cacao) Crop Protection Compendium. CAB International. United Kingdom. En línea: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/16054> Fecha de consulta: diciembre de 2018.
- Carneiro, D.** 2015. Escoba de bruja. En línea: <https://redcacaoychocolateperu.blogspot.com/2015/10/Escoba-de-brujas-wbd.html> Fecha de consulta: agosto de 2017.
- CIPF.** 2018. Listado de plagas reglamentadas de México. Mayo de 2018. En línea: https://www.ippc.int/static/media/files/reportingobligation/2018/05/09/LISTA_DE_PLAGAS_REGLAMENTADAS_DE_MEXICO_2018.pdf. Fecha de consulta: enero de 2019.
- Cronshaw, D. K., and Evans, H.C.,** 1978. Witches' broom disease of cocoa (*Crinipellis pernicioso*) in Ecuador. II. Methods of infection. *Annals of Applied Biology* 89, 193-200.
- De Souza, C. A., Barroso, de C. P. M., Pinottill, T., Norton, H. A., Mendonça-Hagler, S. C., and Macrae, A.** 2009. Killer yeasts inhibit the growth of the phytopathogen *Moniliophthora pernicioso*, the causal agent of Witches' Broom disease. *Brazilian Journal of Microbiology* vol. 40 no.1 São Paulo.
- EPPO.** 2016. *Moniliophthora pernicioso*. A1 and A2 list of pests recommended for regulation as quarantine pests. European and Mediterranean Plant Organization (EPPO). 17 p.
- EPPO.** 2017. *Moniliophthora pernicioso* CRNPPE. European and Mediterranean Plant Organization (EPPO). En línea: <https://gd.eppo.int/taxon/CRNPPE/distribution> Fecha de consulta diciembre de 2018.
- Espino, Z. D.** 1989. Outbreaks and new records. Panama. Outbreak of cacao witches' broom disease, *Crinipellis pernicioso*. Abstract. *FAO Plant Protection Bulletin*, 37(2):97



- Evans, H. C.** 1981. Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora* (Monilia) *roreri*. *Phytopathology Paper*, 24:1-44.
- Evans, H. C., and Bastor, C. N.** 1980. Basidiospore germination as a means of assessing resistance to *Crinipellis pernicioso* (witches broom disease) in cocoa cultivars. *Transaction of the British Mycological Society*, 74:525-536.
- Evans, H. C., and Barreto, R. W.** 1996. *Crinipellis pernicioso*: a much investigated but little understood fungus. *Mycologist*, 10:58-61.
- Frison, E. A., and Feliu E.** 1989. Technical guidelines for the safe movement of cocoa germplasm. Rome, Italy; FAO/IBPGR, 29 pp.
- Griffith, G. W., and Hedge, J. N.** 1993. A novel method for producing basidiocarps of the cocoa pathogen *Crinipellis pernicioso* using a branvermiculite medium. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 99:227-230.
- Griffith, G. W., Bravo, E., Wilson, F. J., Lewis, D. M., and Hedger, J. N.** 1994. Autoecology and evolution of the "witches" broom pathogen (*Crinipellis pernicioso*) of cocoa. In: *The ecology of plants pathogens*. 245-267 pp. Blakeman J. P., Williamson, B. (Eds.). CAB International. Wallingford.
- Holliday, P.** 1980. *Fungus Diseases of Tropical Crops*. New York: Dover Publications, Inc. 607 p.
- ICA.** 2016. En Guainía, el ICAN adelanta monitoreo constante a las principales plagas y enfermedades del cacao. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). En línea: [https://www.ica.gov.co/Noticias/Todas/2016/En-Guainia,-el-ICA-adelanta-](https://www.ica.gov.co/Noticias/Todas/2016/En-Guainia,-el-ICA-adelanta-monitoreo-constante-a.aspx) monitoreo-constante-a.aspx Fecha de consulta: agosto de 2017.
- IPPC.** 2017. International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) 8. Determination of pest status in an area. International Plant Convention (IPPC). En línea: https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2017/06/ISPM_08_1998_Es_2017-04-22_PostCPM12_InkAm.pdf Fecha de consulta: enero de 2019.
- IPPC.** 2018. International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) 5. Glossary of Phytosanitary Terms. International Plant Convention (IPPC). En línea: https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2018/07/ISPM_05_2018_Es_2018-07-10_PostCPM13.pdf Fecha de consulta: enero de 2019.
- Kelly, P. L., Reeder, R., Rhodes, S., and Edwards, N.** 2009. First confirmed report of witches' broom caused by *Moniliophthora pernicioso* on cacao, *Theobroma cacao*, in Saint Lucia. *New Disease Reports*, 18: 16.
- Kelly PL; Reeder R; Rhodes S; Edwards N,** 2009. First confirmed report of witches' broom caused by *Moniliophthora pernicioso* on cacao, *Theobroma cacao*, in Saint Lucia. *Plant Pathology*, 58(4):798. En línea: <http://www.blackwell-synergy.com/loi/ppa> Fecha de consulta. diciembre de 2018
- Marelli, J. P., Maximova, S. N., Gramacho, K. P., Kang, S., and Gultinan, M. J.** 2009. Infection biology of *Moniliophthora pernicioso* on *Theobroma cacao* and alternate Solanaceous hosts. *Tropical Plant Biology*, 2:149-160.
- Marelli, F. J.** 2008. *Solanum lycopersicum* as a model system to study pathogenicity

mechanisms of *Moniliophthora perniciosa*, the causal agent of witches broom disease of *Theobroma cacao*. Universidad Estatal de Pennsylvania. Department of Plant Pathology.

Meinhardt, L.W., Rincones, J., Bailey, B. A., Aime, M. C., Griffith, G. W., Zhang, D., Pereira, G. A. 2008. *Moniliophthora perniciosa*, the causal agent of witches' broom disease of cacao: what's new from this old foe? Abstract. *Molecular Plant Pathology*, 9(5):577-88.

Motilal, L. A., Sirju-Charran, G., and Sreenivasan, T. N. 2003. Effect of *Crinipellis perniciosa* Infection on Abscission of Cacao Cotyledons, Reserve Mobilization and Dry Matter Partitioning. Cocoa Research Unit, The University of the West Indies, St Augustine, Trinidad. *Journal Phytopathology*, 151:546-552

Orozco, A. C., Osorio, S. C., Botero, M. J., Rivera, P. F. A. y López, G. G. R. 2010. Evaluación microbiológica y molecular de *Moniliophthora perniciosa* (Agaricales: Marasmiace). *Boletín Científico. Museo de Historia Natural*, 15:41-47.

Parra, D., Contreras, I. y Pineda, J. 2008. Escoba de bruja del cacao en Venezuela. Centro de Investigaciones del Estado Miranda (INIA). Venezuela. 56 p.

Phillips- Mora W. 2008. Enfermedades del Cacao. IV Curso Internacional de cacao: Cacaocultura Moderna y su Papel en el Desarrollo Sostenible del Trópico Americano. Tropical Agricultural Research and Higher Education Center, Turrialba, Costa Rica. En línea: <http://intranet.catie.ac.cr/pcc/Divulgaci%C3%B3n/Presentaciones/Enfermedades%20del%20Cacao%20W.PHILLIPS.pdf>
Fecha de consulta: julio de 2014.

Porras, V. H y Sánchez L. J. 1991. Enfermedades del Cacao. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Serie: Tecnología, Comunicación y Desarrollo. Fascículo No. 5. La Lima, Cortes, Honduras. 14-16 p.

Scarpari, L. M., Meinhardt, L.W., Mazzafera, P., Pomella, A.W.V., Schiavinato, M.A., and Cascardo, J. M. C. 2005. Biochemical changes during the development of witches' broom: the most important disease of cocoa in Brazil caused by *Crinipellis perniciosa*. *Journal of Experimental Botany*, 56:865-877.

SADER-SENASICA-PVEF. 2019. Plagas bajo Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria 2019. Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, (SADER). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (PVEF).

SENASICA-DGSV-PVEF. 2019. Manual Técnico. Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV). Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (PVEF).

SENASICA-SADER. 2019. Módulo de Consulta de Requisitos Fitosanitarios para la importación de productos. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). En línea: <https://sistemasssl.senasica.gob.mx/mcrfi/>. Fecha de consulta: enero de 2019.

SIAP. 2019. Anuario estadístico de la producción agrícola. Ciclo 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera



(SIAP. En línea:
<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
Fecha de consulta: mayo de 2019.

Forma recomendada de citar:

SENASICA. 2019. Escoba de bruja del cacao (*Moniliophthora perniciosa*). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA)-Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV)-Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (PVEF). Con la colaboración del Laboratorio Nacional de Referencia Epidemiológica Fitosanitaria (LaNREF). Ciudad de México. Última actualización: enero de 2019. Ficha técnica No. 04. 17 p.