



**LAS ENFERMEDADES DEL CACAO  
Y LAS BUENAS PRÁCTICAS  
AGRONÓMICAS PARA SU MANEJO**

GUÍA NÚMERO 178



Ministerio de Agricultura  
y Ganadería



República  
del Ecuador



**Gobierno**  
del Encuentro

Juntos  
lo logramos

# GUÍA No. 178

## **LAS ENFERMEDADES DEL CACAO Y LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRONÓMICAS PARA SU MANEJO**



### **AUTORES**

Dra. Karina Solis Hidalgo<sup>1</sup>  
Mgs. Sofía Peñaherrera Villafuerte<sup>1</sup>  
Dr. Danilo Vera Coello<sup>1</sup>

### **REVISIÓN PAR EXTERNO**

Jeniffer M. Yáñez Altuna, MSc<sup>2</sup>  
Leonardo Daniel Ortega López, PhD<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Estación Experimental Tropical Pichilingue. Departamento de Protección Vegetal. Km 5 vía Quevedo - El Empalme, cantón Mocache, Los Ríos.

<sup>2</sup> Investigadora y docente de Microbiología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador

<sup>3</sup> Microbiota of Insect Vectors Group, Institut Pasteur, Cayenne, French Guiana. Institute of Biodiversity, Animal Health and Comparative Medicine. University of Glasgow, Glasgow, United Kingdom.

**PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

Guillermo Alberto Santiago Lasso Mendoza

**MINISTRA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA**

Tanlly Janela Vera Mendoza, Ing.

**DIRECTOR EJECUTIVO DEL INIAP**

Marco Andrés Andrade Espinel, Ing.

**DIRECTOR ESTACIÓN EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE**

Luis Fernando Pinargote García, Dr.

**Coordinación general**

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP.  
Estación Experimental Tropical Pichilingue

**Coordinación editorial**

Pedro Ramírez Torres. Asesor, Cooperación Técnica Alemana, GIZ  
Magdalena López Ulloa, Ph.D. Consultora, Programa Cadenas de  
Valor, GIZ

**Revisión técnica interna**

Comité de Publicaciones de la Estación Experimental Tropical  
Pichilingue, Mgs. Wuellins Durango C., Mgs. Ignacio Sotomayor  
C., Dra. Consuelo Díaz D. Dirección de Gestión del Conocimiento  
Científico del INIAP.

**Fotografías**

Karina Solís; Sofía Peñaherrera; Iván Garzón

**Corrección de estilo, diseño, diagramación editorial e impresión**

Carla Bohórquez; Ricardo Bravo; Martín Quirola

**Cita del documento**

**Versión Digital:**

Solis, H. K., Peñaherrera V. S., Vera C. D. 2021. Las enfermedades  
del cacao y las buenas prácticas agronómicas para su manejo.  
Guía No 178. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias,  
Estación Experimental Tropical Pichilingue. Mocache, provincia  
de Los Ríos. Ecuador. 20 p. [https://repositorio.iniap.gob.ec/  
handle/41000/5747](https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5747)

ISBN: 978-9942-22-533-7

Primera edición 2021

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias  
Av. Eloy Alfaro N30-350 y Av. Amazonas Edificio MAGAP - 4to.  
piso  
[www.iniap.gob.ec](http://www.iniap.gob.ec)

“La presente publicación ha sido elaborada con el  
apoyo financiero de la Unión Europea. Su contenido es  
responsabilidad exclusiva de INIAP y no necesariamente refleja  
los puntos de vista de la Unión Europea”.

Copyright © 2021. Todos los derechos reservados. Este  
documento puede reproducirse para fines no comerciales  
citando la fuente.

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA**

**Instituto Nacional de Investigaciones  
Agropecuarias**



# ÍNDICE

<b>Resumen</b>	<b>4</b>
<b>Características y ciclo de vida de los patógenos causantes de las principales enfermedades que afectan al cacao</b>	<b>4</b>
<b>Escoba de bruja</b>	<b>4</b>
<b>Monilia</b>	<b>7</b>
<b>Mazorca negra, pudrición parda o <i>Phytophthora</i></b>	<b>8</b>
<b>Mal de machete</b>	<b>10</b>
<b>Muerte regresiva y pudrición negra o carbón de las mazorcas</b>	<b>11</b>
<b>Manejo de las enfermedades</b>	<b>12</b>
<b>Medidas de prevención para el manejo de escoba de bruja</b>	<b>15</b>
<b>Medidas de prevención para el manejo de monilia</b>	<b>15</b>
<b>Medidas de prevención para el manejo de la mazorca negra o <i>Phytophthora</i></b>	<b>16</b>
<b>Medidas de prevención para mal de machete y muerte regresiva</b>	<b>16</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>18</b>
<b>Referencias</b>	<b>19</b>

# Las enfermedades del cacao y las buenas prácticas agronómicas para su manejo

## Resumen

En Ecuador el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es afectado por dos enfermedades primarias y endémicas, la escoba de bruja y monilia; estas son causantes de hasta el 80% de pérdidas en la producción cacaotera, pudiendo llegar al 100% en épocas de alta infección. En la última década, al mismo tiempo que se han incrementado nuevas plantaciones cacaoteras, se ha observado el repunte de otras enfermedades, que desde el punto de vista económico han sido de importancia secundaria. Entre éstas se destacan la mazorca negra, el mal de machete y la muerte regresiva, que pueden causar la pérdida de la unidad productiva.



Esta guía proporciona conocimientos generales sobre las principales enfermedades que afectan al cultivo de cacao, así como las medidas recomendadas para su prevención y manejo.

## Características y ciclo de vida de los patógenos causantes de las principales enfermedades que afectan al cacao



### Escoba de bruja

Esta enfermedad fue descrita por primera vez en 1895 en Surinam. Posteriormente, en 1900 se diseminó por el resto de Sudamérica, donde se volvió endémica (Baker, 1953; Evans, 1978). Está generalizada en América Tropical de donde aparentemente no ha progresado a otros países. En Ecuador, la escoba de bruja fue observada en 1918 y en la actualidad puede afectar hasta un 80% de la producción. En su ataque a las mazorcas puede asociarse con otras enfermedades como la monilia y pudrición negra (Suárez, 1993).

La escoba de bruja es causada por el hongo basidiomiceto *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora (Aime y Phillips-Mora, 2005). Este es un organismo hemibiotrófico, ya que su ciclo de vida (Figura 1) consta de una fase biotrófica o parásita durante la cual coloniza el tejido en activo crecimiento como brotes vegetativos, cojinetes florales o frutos (Figura 1, N.º 2-3) y una fase saprobia, que la realiza sobre tejido muerto (escobas secas o frutos) de su huésped (Suárez, 1993).

Este hongo produce basidiocarpio, que es la estructura sexual del hongo (Figura 1, N.º 1), crece sobre la escoba seca a manera de sombrillas, de color rosa púrpura, liberando las basidiosporas (esporas sexuales) durante la noche, que se dispersan con ayuda del viento y la lluvia. Las basidiosporas germinan en la superficie de la planta (tejidos en crecimiento: cojinetes florales, frutos, hojas y ramas) y penetran por los estomas (Figura 1, N.º 2), formando un micelio que se ramifica intercelularmente dentro del huésped (Purdy y Schmidt, 1996).



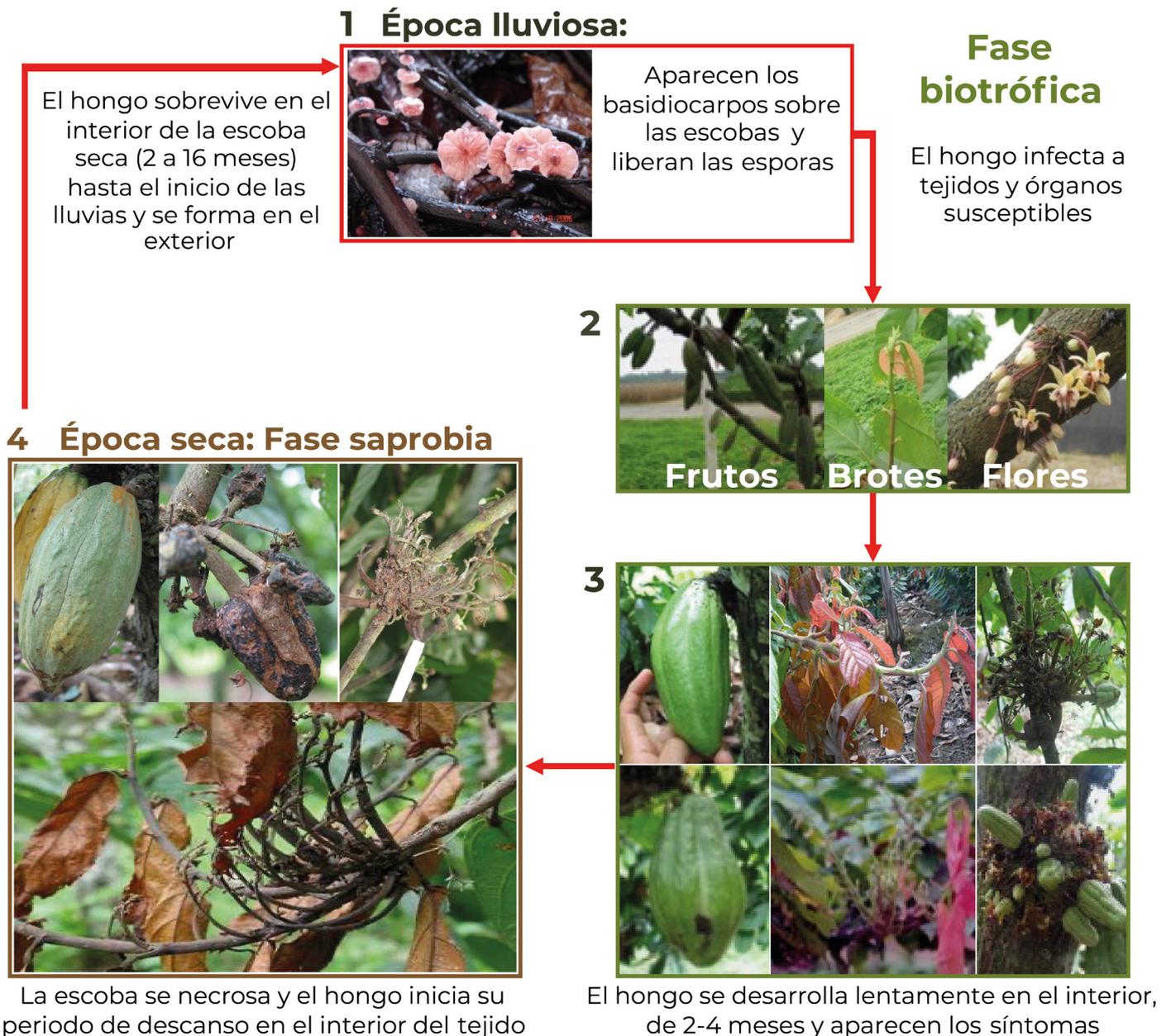
Este micelio coloniza todo el tejido (aproximadamente por tres semanas), mientras que el tejido (o brote) infectado continúa su crecimiento con apariencia sana. El hongo penetra las células y a partir de la tercera semana hasta la 14 (cerca de cuatro meses), se inducen hipertrofias e hiperplasias y los síntomas se hacen visibles a manera de hinchazones, deformaciones y ramificaciones (Figura 1, N.º 3), que por su apariencia se denominan "escobas de bruja". Los síntomas varían de acuerdo a la susceptibilidad de los cultivares, la patogenicidad de *M. perniciosa* y las condiciones ambientales favorables como I) precipitación: periodos alternos de lluvia y sequía (horas o días), II) temperatura: 24-28°C, III) humedad relativa: >80% (Suárez, 1993).

Cuando *M. perniciosa* infecta a los brotes, en estos proliferan ramas laterales con entrenudos cortos e hinchamientos, la corteza se necrosa (seca) y resquebraja, originando el síntoma conocido como "cáncer". En los cojinetes florales infectados se forman "escobas" de tejido vegetativo, apareciendo en su base flores y frutos partenocárpicos (Figura 1, N.º 3). Las flores individuales, muestran pedúnculos gruesos y largos, permaneciendo adheridas al cojinete y se las denominan "flores estrella", en ocasiones producen frutos partenocárpicos en forma de fresa llamados "chirimoyas" (Suárez, 1993; Silva et al., 2002).

Las mazorcas son susceptibles en cualquier edad, siendo críticos los tres primeros meses (Figura 1, N.º 3). Los frutos infectados de menos de un mes, se alargan e hinchan llamándolos "zanahorias". Las mazorcas infectadas muestran sintomatología variable desde deformaciones, amarillamiento prematuro, manchas necróticas de bordes o pueden llegar a la madurez sin síntomas superficiales, pero internamente se encuentran

necrosadas (Suárez, 1993; Silva *et al.*, 2002).

Posteriormente, los tejidos infectados o escobas se necrosan y secan, siendo este el inicio de la fase saprobia (Figura 1, N.º 4). El tejido seco puede permanecer en el árbol de manera indefinida, en su interior el micelio del hongo forma masas y bajo condiciones de alta humedad relativa (>80%), precipitación (1000 a 2000 mm) y temperaturas entre 22 a 28°C (características del inicio de la época lluviosa), sobre las escobas secas crecen los basidiocarpos (Purdy y Schmidt, 1996), que producen las basidiosporas (Fig.1, N.º 1), continuando así el ciclo de vida de *M. pernicioso* (Griffith *et al.*, 2003). De esta manera, los basidiocarpos generan esporas que inician nuevas infecciones sobre los frutos, brotes y yemas florales durante el ciclo de vida de la planta.



**Figura 1.** Ciclo de vida del hongo *M. pernicioso*, agente causal de la enfermedad escoba de bruja que afecta al cacao.



## Monilia

La monilia es causada por el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans, Stalpers, Samson & Benny, es una enfermedad endémica que ataca específicamente a las mazorcas de cacao. Fue observada por primera vez en 1817 en Colombia (Evans, 2016) y en Ecuador se la reportó en 1916, ocasionando pérdidas estimadas entre el 50 al 80 % del total de la producción anual (Suárez, 1993). La enfermedad se encuentra en América, afectando a los países productores de cacao a excepción de Brasil y República Dominicana en el Caribe (Ploetz, 2016).

El hongo es muy especializado y de desarrollo lento, afecta a las mazorcas en cualquier edad. Produce conidios (esporas asexuales) sobre el fruto infectado, convirtiéndose en la principal fuente de inóculo para su diseminación. El ciclo de vida inicia con la mazorca esporulada (Figura 2 N.º 1), sus conidios se desprenden fácilmente con la ayuda del viento y se dispersan a las mazorcas sanas (Figura 2, N.º 2), la germinación ocurre en presencia de una película de agua y penetran el fruto causando la infección (Suárez, 1993; Evans, 2016).



**Figura 2.** Ciclo de vida del hongo *M. roreri*, agente causal de la enfermedad monilia que afecta al cacao.

*Moniliophthora roreri* coloniza intercelularmente debajo de la epidermis de la mazorca, la cual continúa su crecimiento y el hongo se desarrolla lentamente en su interior, pudiendo transcurrir entre seis a diez semanas hasta que ocurra la penetración en las células y se manifiesten los primeros síntomas de la enfermedad en forma de marchitez, deformaciones, hidrosis (presencia excesiva de agua en las células o los tejidos), madurez irregular, necrosamiento y manchas aceitosas (Figura 2, N.º 3), que posteriormente se tornan en una mancha color chocolate (Figura 2, N.º 4), sobre la cual, luego de dos a tres días crece un micelio de color blanco (estroma) donde se producen los conidios (Figura 2, N.º 5), a manera de masas polvorientas de color crema o pardo gris característico, recubriendo a la mazorca infectada (Evans, 2016).

*Moniliophthora roreri* puede sobrevivir hasta por nueve meses en las mazorcas momificadas que permanecen adheridas en el árbol (Figura 2, N.º 1). Por el contrario, si estas mazorcas se cortan y dejan caer al suelo, la viabilidad de las esporas se reduce después de un par de meses por la acción de microorganismos antagonistas que habitan en el suelo (Suárez, 1993).



### Mazorca negra, pudrición parda o *Phytophthora*

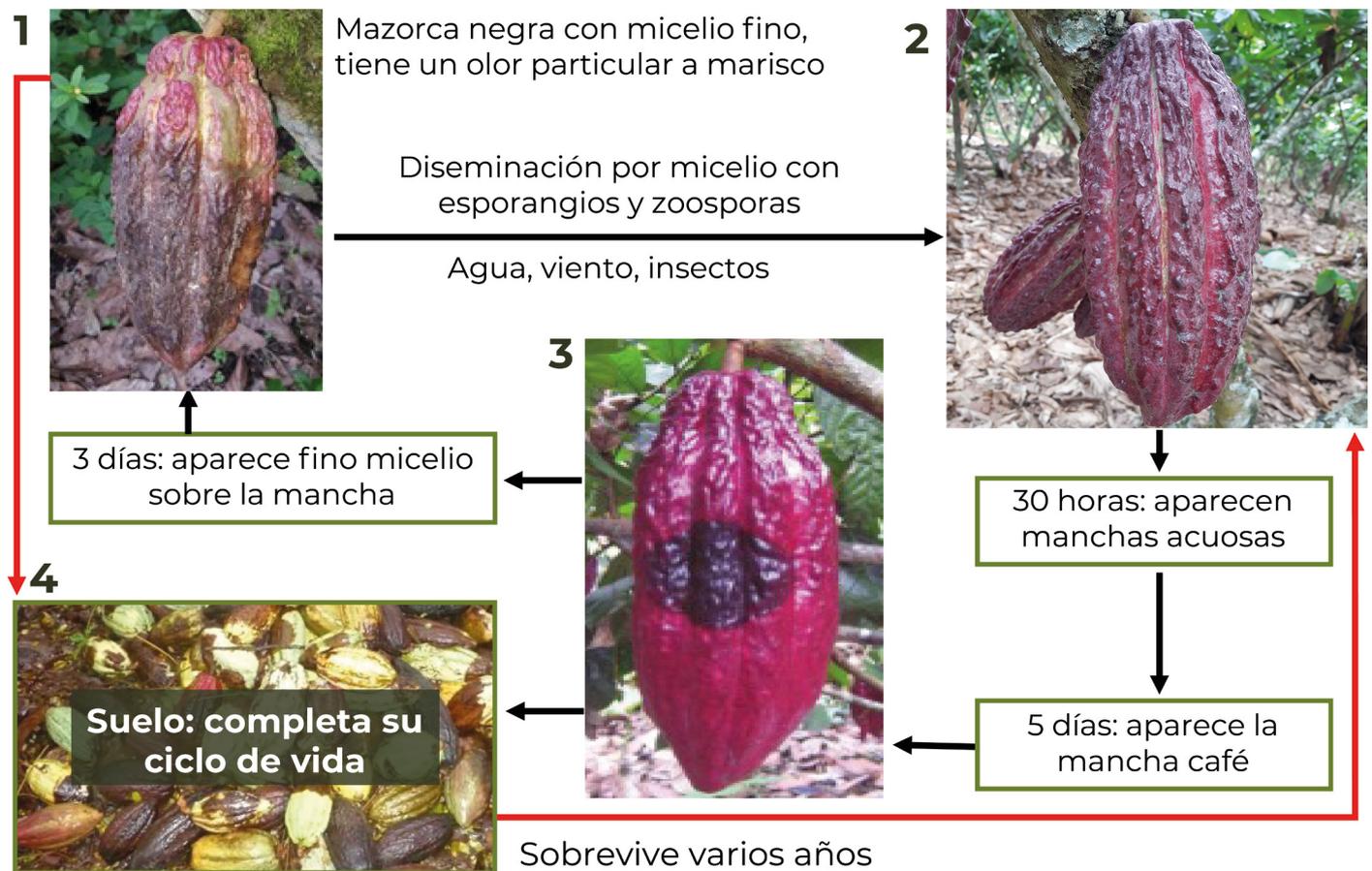
La mazorca negra o pudrición parda es causada por el oomycete *Phytophthora* sp. A nivel mundial es una de las enfermedades más agresivas del cacao, pudiendo causar pérdidas del 30% de la producción cacaotera y la muerte anual del 10% de las plantas por cánceres en el tallo (Guest, 2007).

En Ecuador se ha identificado a la especie *Phytophthora palmivora* Butler (Suárez et al., 2017) como el agente causal. Sin embargo, no ha sido considerada como una enfermedad económicamente importante, comparada con escoba de bruja o monilia, debido a que su presencia suele ser ocasional, influenciada por las condiciones ambientales y la susceptibilidad del huésped. Por este motivo no alcanzaba la gravedad de las enfermedades antes mencionadas, siendo la lluvia con temperaturas de 18 a 20°C, el factor más importante para su desarrollo (Suárez, 1993).

El ciclo de vida de *Phytophthora* (Figura 3) es rápido en condiciones de alta humedad y dura entre una a dos semanas. La infección ocurre en cualquier etapa de desarrollo del fruto y puede afectar cualquier tejido de la planta, puede formar cánceres en el cuello, tallo y ramas. Las mazorcas enfermas (Figura 3, N.º 1) producen esporangios que liberan zoosporas, las cuales se dispersan con el viento o el agua. Además, las mazorcas y restos de tejido enfermo, que se dejan en el suelo son también fuente de inóculo (Figura 3, N.º 4);

este patógeno completa su ciclo y sobrevive por varios años, resistiendo a los fungicidas y a la competencia microbiana. Las zoosporas producidas en el suelo se diseminan por el agua a través del salpique durante la lluvia o el riego (Surujdeo-Maharaj *et al.*, 2016).

Los síntomas iniciales en las mazorcas (Figura 3, N.º 2), se observan aproximadamente 30 horas después de ocurrida la infección (ingreso de *Phytophthora*), donde aparecen pequeñas manchas de aspecto acuoso en la superficie del fruto, que se tornan oscuras y cubren la mazorca. Entre tres y cinco días después de la aparición de los primeros síntomas (Figura 3, N.º 3), las mazorcas enfermas se vuelven blandas y su interior necrosado, con un olor similar a marisco o pescado de mar. Externamente se presenta micelio blanco, poco compacto, superficial, que las recubre y produce los esporangios (Figura 3, N.º 1). Si la infección ocurre en mazorcas casi maduras, sus almendras podrían estar sanas (Surujdeo-Maharaj *et al.*, 2016).



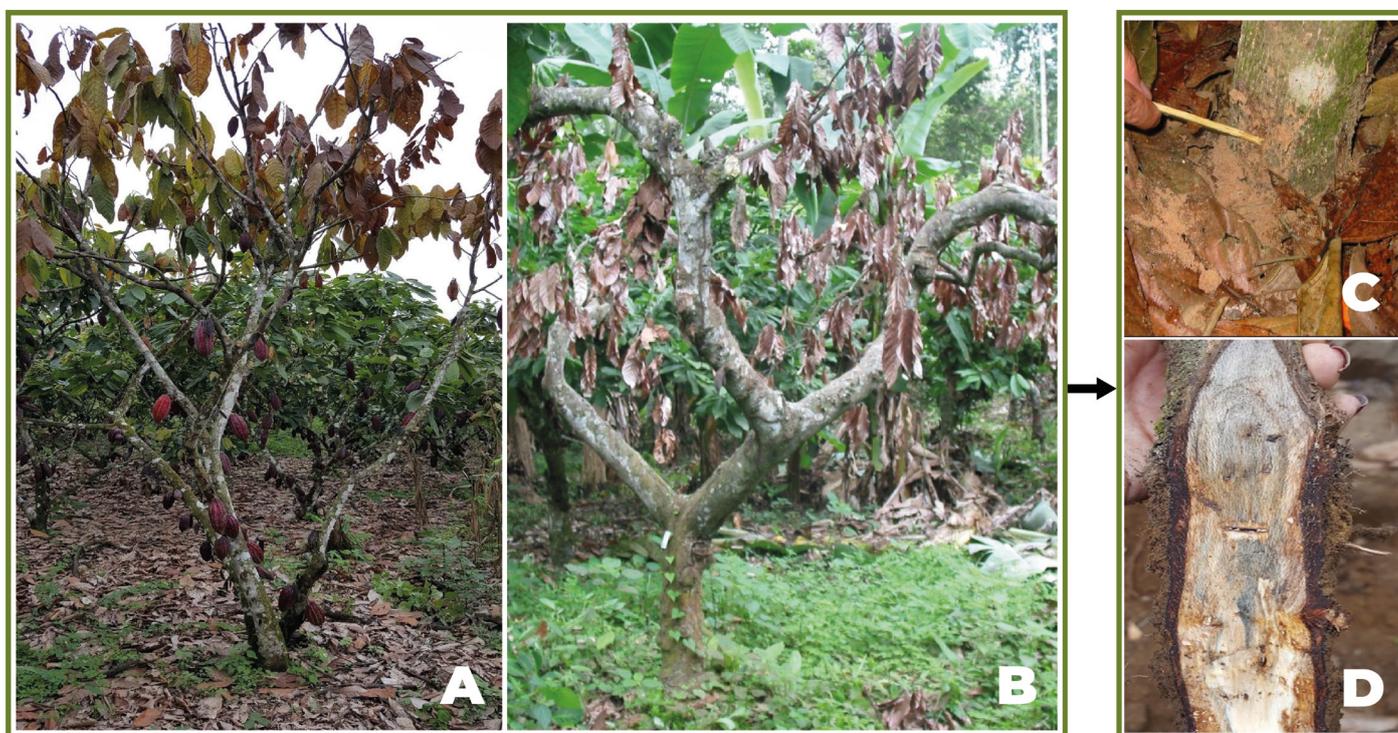
**Figura 3.** Ciclo de vida del oomicete *P. palmivora*, agente causal de la enfermedad mazorca negra o pudrición parda que afecta al cacao.

En las hojas, los síntomas se manifiestan como manchas necróticas, que se inician en el borde. En brotes, el daño empieza en la yema apical y se extiende rápidamente por los tejidos hasta la base. En el tronco, se presentan lesiones necróticas (cancros), también denominadas “cáncer”, que al separar la superficie de la corteza afectada, el tejido expuesto es de apariencia acuosa, a veces con una coloración rojiza, ligera, poco profunda y sus raíces se muestran necrosadas (Surujdeo-Maharaj *et al.*, 2016).

## Mal de machete

Esta enfermedad es causada por el hongo ascomicete *Ceratocystis cacaofunesta* Engelbr. & Harr. (Engelbrecht y Harrington, 2005). En Ecuador, se la reportó como epidémica en la década de los 50, anualmente elimina un número indeterminado de árboles dependiendo de su susceptibilidad. *C. cacaofunesta*, ingresa a la planta a través de las heridas, provocadas por herramientas, ataque de insectos perforadores o por causas naturales. Las plantas enfermas con mal de machete, presentan una clorosis y marchitez de las hojas (Figura 4A), seguidamente en un período de 2 a 4 semanas, las hojas se secan, permanecen adheridas a las ramas (Figura 4B) y la planta muere (Suárez, 1993; Engelbrecht y Harrington, 2005).

El hongo *C. cacaofunesta* es un patógeno débil y oportunista, está asociado a heridas provocadas por herramientas contaminadas usadas durante las labores de limpieza (chapias), poda o remoción de chupones. La enfermedad está casi siempre asociada con ataques de insectos perforadores pertenecientes al género *Xyleborus*, que ayudan a diseminarlo dentro del árbol, las plantas afectadas presentan en la zona del tronco o cuello, pequeños orificios con virutas y un aserrín fino (Figura 4C). Cuando *Xyleborus* spp., penetran a la corteza de plantas enfermas, sacan las esporas de *C. cacaofunesta*, mezclados con el aserrín de las galerías, favoreciendo la diseminación por el viento e insectos. En el interior de la parte afectada, se observan orificios, galerías con necrosis y estadios (huevos y larvas) del insecto (Figura 4D). Las esporas pueden infectar a través del corte del machete al realizar las labores, por lo tanto, es necesario desinfectar las herramientas para prevenir la enfermedad (Suárez, 1993).



**Figura 4.** A) Planta con marchitez y clorosis, síntoma inicial de mal de machete. B) Planta muerta con hojas adheridas: C) En el exterior se observan orificios con aserrín fino. D) En el interior se observan orificios y galerías con necrosis.

## Muerte regresiva y pudrición negra o carbón de las mazorcas

Estas enfermedades son causadas por el hongo *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., que afecta a las mazorcas (Figura 5A) y puede combinarse con monilia (Figura 5B). El patógeno penetra a través de heridas sin protección y de tejidos en descomposición (Figura 5C), causa necrosis en su interior (Figura 5D) y la marchitez en los brotes y ramas terminales; un síntoma común de su ataque es la aparición de "puntas desnudas", también se lo ha encontrado afectando a las raíces (Alves *et al.*, 2008).



En estados avanzados de desarrollo de la enfermedad, se observa la muerte de la planta (Figura 5E), debido a un complejo de factores, como el estrés ocasionado por desnutrición, la falta de sombra (particularmente en áreas secas) y el daño ocasionado por insectos, que proporcionan las condiciones ideales para la invasión de *L. theobromae*. Ciertas características ecológicas y fisiológicas del patógeno facilitan su invasión, tales como su ubicuidad (presente en todas partes), plurívoro (de nutrición diversa) y su amplia gama de huéspedes, estimándose alrededor de 280 especies de plantas atacadas (Akrofi *et al.*, 2016).



**Figura 5.** *Lasiodiplodia theobromae*: mazorca con carbón solo (A) y combinado con *M. roseri* (B). Rama con pudrición de tocón (C), necrosis interna en la zona del tocón (D) y muerte regresiva (E).

El hongo *L. theobromae* puede causar infección durante todo el año. En las mazorcas, la enfermedad inicia como una mancha de color negra, que se desarrolla en forma rápida, recubriéndola en unos ocho días con las estructuras reproductivas del hongo (conidios de color negro) a manera de polvo de carbón (Figura 5A), lo cual se acelera si presentan heridas. La fuente de inóculo inicial son las mazorcas enfermas y momificadas que permanecen en la planta, desde allí los conidios son dispersados por el viento, el agua, los implementos de trabajo o los insectos perforadores del tronco. Los conidios ingresan a la planta a través de las heridas, provocando en un período aproximado de tres meses la muerte de las ramas o de la planta (Figura 5D), dependiendo del punto de infección y su susceptibilidad (Akrofi *et al.*, 2016).

## Manejo de las enfermedades

Las principales estrategias para el manejo de las enfermedades en cacao incluyen: a) el uso de variedades tolerantes, b) diseño adecuado de siembra, c) manejo nutricional, d) condiciones ambientales que reduzcan la presencia de enfermedades, e) medidas fitosanitarias (eliminación de partes enfermas, aplicación de fungicidas y control biológico). Sin embargo, ninguna de estas medidas por sí sola, controla completamente a los patógenos (Ploetz, 2007). La siembra de materiales tolerantes es la alternativa de control más económica y prometedora a largo plazo, las pruebas para la selección de materiales son claves en el mejoramiento de cultivares, pero es el patógeno causante de la enfermedad quien ejerce presión, debido a su diversidad genética (Suárez, 1993; Solis *et al.*, 2010; Evans, 2016).



Si las enfermedades pueden causar pérdidas superiores al 50% de la producción potencial de cacao, la inversión en un programa de prevención sanitaria se encuentra justificada, siendo necesario adoptar un enfoque preventivo, ya que una vez enfermos tanto los frutos como los brotes, no existe una posibilidad de control curativo. El programa de prevención sanitaria deber ser integral y combinar las podas de mantenimiento y aclaramiento (eliminando los tejidos enfermos: cojinetes florales, frutos y brotes con escoba), la remoción semanal de frutos enfermos y la protección en época lluviosa o de mayor infección, con fungicidas a base de cobre, clorotalonil o azoxystrobina, así como

un plan de fertilización adecuado (Amores, Suárez y Garzón, 2010).

El crecimiento de las plantas de cacao es un proceso constante, se produce mediante brotes foliares que la planta emite cada 3 a 4 meses, dependiendo de las reservas alimenticias acumuladas. Por tanto, el crecimiento debe ser controlado para mantener una planta no mayor de 3 metros, con una copa balanceada, sin ramas entrecruzadas e individualizada en su propio espacio y así facilitar las labores del cultivo. En un ambiente de copa cerrada, se incrementa el autosombreamiento y la humedad al interior. Los tejidos tiernos (hojas, brotes, cojinetes florales y frutos) son susceptibles a la infección por *M. pernicioso*, ya que están cubiertos con una lámina de agua que tarda en evaporarse, debido a que, el autosombreamiento bloquea la entrada de luz solar, ofreciendo las condiciones propicias para el desarrollo de las enfermedades (Amores, Suárez y Garzón, 2010).



**Caberecalcar que la poda es una práctica especializada que se recomienda realizar durante el periodo seco. Se debe tener cuidado al planificarla, ya que podar la planta en un momento de fructificación abundante, causaría marchitez en la mayoría de los frutos, incluso los que han superado los tres meses de edad. Por otro lado, la poda debe ser realizada por mano de obra especializada y con asesoramiento adecuado a las condiciones de la finca, desde el punto de vista ambiental, morfológico y fisiológico (Amores, Suárez y Garzón, 2010).**

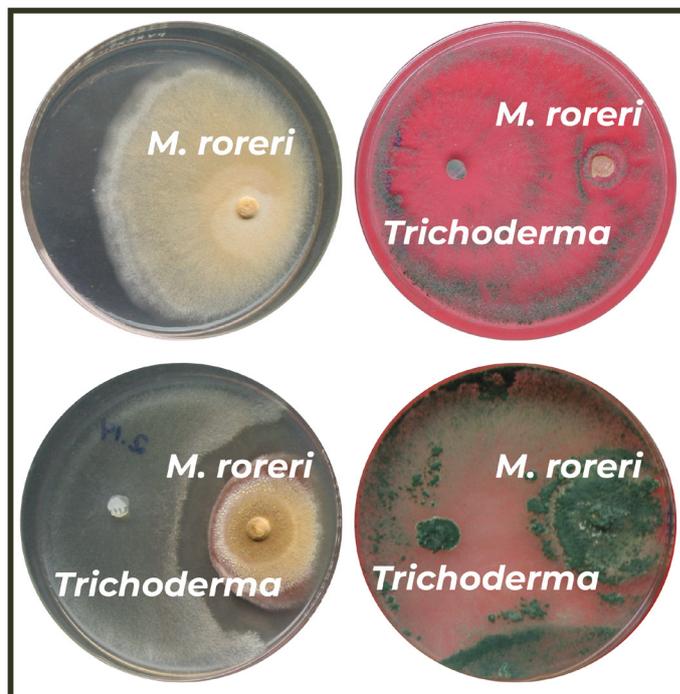
En estudios realizados por Carriel (2013) en Ecuador, se evaluó la resistencia a *P. palmivora* y encontró tolerancia en los cultivares de origen Amazónico y Nacional, no así en el cultivar CCN-51 que se mostró susceptible a la enfermedad. Esto tiene implicaciones epidemiológicas que deberían tomarse en cuenta, pues el aumento de área plantada con un clon susceptible a *Phytophthora* contribuirá al desarrollo de epidemias de la enfermedad (Surujdeo-Maharaj *et al.*, 2016).

Por otro lado, se han realizado investigaciones dirigidas hacia la recolección, caracterización y evaluación de hongos como agentes de control biológico. Entre los que se incluyen a varias especies del género *Trichoderma*, que además pueden mejorar los mecanismos de defensa de la planta y ofrecer alternativas para el manejo de la escoba de bruja y monilia, con el uso de *T. stromaticum*, que es micoparásito de basidiocarpos de *M. perniciososa*; las cepas *T. koningiopsis* y *T. ovalisporum* las cuales son antagonistas de *M. roreri* (Samuels et al., 2000; Griffith et al., 2003; Samuels et al., 2006; Holmes et al., 2006; Evans, 2016; Ten Hoopen y Krauss, 2016; Vera et al., 2018; Terrero et al., 2018; Peñaherrera et al., 2020), así como *T. harzianum*, *T. gamsii* y *T. virens* que compiten contra *P. palmivora* (Escos et al., 2017; Sriwati et al., 2019).

**Cultivo *in vitro*, selección e identificación**



**Enfrentamientos en cultivo dual**



## Medidas de prevención para el manejo de escoba de bruja

Para el manejo de la escoba de bruja se debe considerar lo siguiente (Suárez, 1993; Amores, Suárez y Garzón, 2010):

- ☛ Planificar podas sanitarias del cultivo, al menos una vez al año, preferiblemente durante la época seca y con una escasa producción de frutos pequeños, para evitar su marchitamiento.
- ☛ Remover los tejidos enfermos por causa de escoba de brujas (frutos, ramas, cojines florales, etc.), labor que se recomienda realizar junto a las podas programadas.
- ☛ Los frutos y material enfermo removido deben ser repicado en el suelo para acelerar su descomposición.
- ☛ Durante la época de lluvias, realizar aplicaciones de fungicidas a base de clorotalonil cada 15 días dependiendo de la intensidad de las lluvias para proteger la brotación durante el periodo de mayor infección.
- ☛ Un eficiente control de la escoba de bruja debe integrar a las fincas vecinas, porque la liberación de las esporas y su diseminación con el viento es rápida.

## Medidas de prevención para el manejo de monilia

Para el manejo de monilia a continuación se recomienda (Suárez, 1993; Amores, Suárez y Garzón, 2010):

- ☛ Mantener una sombra del 30 al 40% (el mismo que dependerá del cultivar y lugar o zona de siembra) en el cultivo de cacao que permita el paso de luz y aire para reducir el porcentaje de humedad en el ambiente.
- ☛ Podar la plantación para mantener el árbol aireado y evitar el microclima para el desarrollo de la enfermedad.
- ☛ Cosechar las mazorcas maduras cada dos semanas para evitar infecciones en las etapas finales de la maduración o cada siete días dependiendo de la producción y extensión de la finca.
- ☛ Realizar prácticas de saneamiento, que consisten en la remoción semanal de los frutos enfermos (hipertrofiados, manchados, deformes o con hinchazones), antes de su esporulación, disminuyendo el riesgo de infección en los frutos sanos.
- ☛ Los frutos enfermos pueden quedar en el suelo (en lo posible cubrirse con la hojarasca) para su descomposición o retirarse de la plantación y depositarse en una fosa. No movilizar las mazorcas esporuladas dentro de la plantación, para evitar la dispersión de las esporas y el costo operativo del manejo.
- ☛ Durante los picos de producción y de alta infección de monilia, especialmente en la época lluviosa, se puede realizar aplicaciones de acuerdo a la recomendación técnica

(y con una frecuencia de 21 días) de fungicidas a base de cobre (óxido de cobre o hidróxido de cobre) y azoxystrobina para protección de monilia y escoba de bruja respectivamente.

- ∅ Mantener los drenajes operativos principalmente en la época lluviosa para evitar encharcamientos que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

## Medidas de prevención para el manejo de la mazorca negra o *Phytophthora*

Entre las recomendaciones para el manejo de *Phytophthora* se debe considerar (Suárez, 1993; Surujdeo-Maharaj *et al.*, 2016):

- ∅ Usar plantas resistentes a esta enfermedad especialmente para nuevas plantaciones o en zonas con alta incidencia de *Phytophthora*.
- ∅ Realizar podas (basadas en las recomendaciones previamente mencionadas) para reducir la cantidad de sombra y así permitir la reducción de fuentes de inóculo.
- ∅ En la cosecha semanal o quincenal de mazorcas maduras, eliminar las que estén enfermas y tratarlas fuera de la plantación. Los residuos de cosecha no deben ser amontonados alrededor del cuello de las plantas. Una práctica eficiente es la recolección de las mazorcas enfermas y su eliminación de la huerta, a un lugar donde se puedan amontonar y aplicar cal o fungicida.
- ∅ En infecciones severas de *Phytophthora*, los fungicidas serían la última opción, pudiendo efectuarse aplicaciones alternadas de oxiclورو de cobre, cobre pentahidratado o fosetil-aluminio durante los picos de producción para proteger las mazorcas o hacer aspersiones al follaje cuando se presente un ataque fuerte. En las lesiones o cánceres en ramas o tronco, se puede hacer una cirugía para limpiar la parte enferma, hasta dejar el tejido sano y aplicar pasta cicatrizante, pasta cúprica o caldo bordelés.

## Medidas de prevención para mal de machete y muerte regresiva

Para el manejo del mal de machete y la muerte regresiva se recomienda lo siguiente (Suárez, 1993; Suárez, 2007; Akrofi *et al.*, 2016):

- ∅ Las enfermedades letales como el mal de machete y la muerte regresiva, se pueden controlar con cultivares tolerantes (o resistentes) y de buenas características agronómicas, utilizados tanto para la copa productiva (variedad) y como patrones porta injerto.
- ∅ Como las esporas de *C. cacaofunesta* pueden infectar a través del corte del machete y otras herramientas durante las labores culturales, es necesario desinfectar las herramientas al pasar de un árbol a otro con hipoclorito de sodio (solución de cloro comercial al 10%) o alcohol.

- ☞ El hongo *L. theobromae* es difícil de controlar por su amplia gama de huéspedes y porque sus esporas persisten en el suelo y la hojarasca. Sin embargo, el saneamiento adecuado de la plantación, mediante la eliminación de las partes infectadas y la protección inmediata de las heridas, así como el manejo de los árboles de sombra, reducen la incidencia de la enfermedad.
- ☞ Cabe destacar que la protección de las heridas es fundamental en el manejo de problemas fitosanitarios vasculares, como es el caso del mal de machete y la muerte regresiva. Por lo tanto, durante las podas se debe realizar la protección inmediata de las heridas con pasta cúprica y evitar las heridas innecesarias durante las labores.
- ☞ La pasta cicatrizante o pasta cúprica, se puede preparar con el fungicida a base de mancozeb y cobre (Cuprofix) + carbonato de calcio (cal) + agua, en proporción de 1:3 (fungicida y cal, respectivamente). El fungicida y la cal se deben disolver por separado en un poco de agua y luego juntarlos, añadiendo lentamente el fungicida a la cal y mezclando hasta formar una pasta, la cual se aplicará en la herida, ayudados con una brocha o una torunda de tela o guaipe.
- ☞ Las ramas infectadas o los árboles, muertos por la enfermedad, deben retirarse de la huerta y quemarse.
- ☞ Las aplicaciones de fungicidas no han tenido éxito para el combate del mal de machete, por lo tanto las acciones anteriores y especialmente la forma más eficaz para su manejo, es usar cultivares resistentes como patrones porta injerto.



## Conclusiones

- ✂ El manejo de la copa del cacao con podas, debe ser el paso previo para realizar las labores que ayudan a mejorar la sanidad del cultivo e incrementar la producción. La altura de la plantación incide decisivamente en la presencia de enfermedades; a más altura, mayor es la dificultad para manejar adecuadamente las fuentes de inóculo.
- ✂ La protección inmediata de las heridas con pasta cúprica, luego de las podas es esencial para la prevención de enfermedades (mal de machete, muerte regresiva y pudrición parda), así como la desinfección de las herramientas para evitar el contagio de las enfermedades durante las podas y labores culturales.
- ✂ La remoción semanal de frutos enfermos es una práctica acumulativa y fundamental para reducir la fuente de inóculo (monilia).
- ✂ La sanidad de la plantación está en función del cuidado de la finca, es determinante la eliminación de escombros (ramas gruesas y troncos) del lote para disminuir la proliferación de insectos taladradores y hongos descomponedores de madera, así como el manejo adecuado de los árboles de sombra.
- ✂ Los controles químico y biológico ayudan a reducir los niveles de infección, siempre y cuando se implementen dentro del plan de manejo integrado de cultivo.
- ✂ Las labores culturales y la fertilización (basada en análisis nutricional) son importantes para mantener la huerta productiva.



# Referencias

- Aime, M. C., 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
- Akrofi, A. Y., Amoako-Atta, I., Acheampong, K., Assuah, M. K., Melnick, R. L. 2016 Fruit and Canopy Pathogens of Unknown Potential Risk. In Bailey, B. A and L. W. Meinhardt (eds). *Cacao Diseases. A History of Old Enemies and New Encounters*. Springer International Publishing Switzerland. ISBN 978-3-319-24787-8 ISBN 978-3-319-24789-2 (eBook). pp. 361-382
- Alves, A., Crous, P. W., Correia, A., Phillips, A. J. L. 2008. Morphological and molecular data reveal cryptic speciation in *Lasiodiplodia theobromae*. *Fungal Diversity* 28:1-13
- Amores, F., Suárez, C. C., Garzón, C. I. 2010. Producción intensiva de cacao Nacional con sabor "arriba" tecnología, presupuesto y rentabilidad. INIAP, EET- Pichilingue. Quevedo, Ecuador. Manual Técnico N° 82. pp. 71-83
- Baker, R. E. D. 1953. Witches' Broom disease of cacao (A review). A report on cacao research, 1945-1951. The Imperial College of Tropical Agriculture. St. Augustine, Trinidad. pp. 116-118
- Carriel, M. D. D. 2013. Evaluación temprana de resistencia a *Phytophthora* spp. en clones de cacao Nacional y Amazónico. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias. 60 p.
- Engelbrecht, C.J. B., Harrington, T. C. 2005. Intersterility, morphology and taxonomy of *Ceratocystis fimbriata* on sweet potato, cacao and sycamore. *Mycologia* 97(1):57-69
- Escos, M., Solis, K., Garces-Claver, A., Suárez-Capello, C., Barriuso, J.J. 2017. *Trichoderma harzianum* (Rifai) and *T. gamsii* (Samuels & Druzhinina) as biological control agents against *Phytophthora palmivora* Butler, causal agent of black pod rot of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in coastal Ecuador. In Oomycete Molecular Genetics Network Meeting OMGN 2017. Asilomar Conference Grounds CA, USA. March 11-14/2017
- Evans, H. C. 1978. Witches' broom disease of cocoa (*Crinipellis perniciosa*) in Ecuador. I. The fungus. *Annals of Applied Biology* 89:185-192
- Evans, H. C. 2016. Frosty Pod Rot (*Moniliophthora roreri*). In Bailey, B. A and L. W. Meinhardt (eds). *Cacao Diseases. A History of Old Enemies and New Encounters*. Springer International Publishing Switzerland. ISBN 978-3-319-24787-8 ISBN 978-3-319-24789-2 (eBook). pp. 63-96
- Griffith, G. W., Nicholson, J., Nenninger, A., Birch, R. N., Hedger J. N. 2003. Witches' brooms and frosty pods: two major pathogens of cacao. *New Zealand Journal of Botany*, Vol. 41:423-435
- Guest, D. 2007. Black pod: Diverse pathogens with a global impact on cocoa yield. *Phytopathology* 97:1650-1653
- Holmes, K., Solis, H. K., Bekker, M., Guerrero, R., Arroyo R. C., Gamboa, A., Peñaherrera, S., Thomas, S. E., Crozier, J., Krauss, U., Suárez, C. 2006. Endophytic biocontrol agents; most effective isolate, at the right time? In Proceedings INCOPEP 5th International Seminar. 16-17/octubre/2006. San José, Costa Rica. pp 55-61
- Peñaherrera, V. S., Cedeño, G. G., Solórzano, A. F., Cedeño-García, G., Terrero, Y. P. 2020. Eficacia de mezclas de *Trichoderma* spp. y aceite de palma en el manejo de *Moniliophthora roreri* Cif & Par en cacao. *Revista Centro Agrícola*. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Vol. 47(2):5-15
- Ploetz, R. C. 2007. Cacao diseases: Important threats to chocolate production worldwide. *Phytopathology* 97:1634-1639

- Ploetz, R. 2016. The Impact of Diseases on Cacao Production: A Global Overview. In Bailey, B. A and L. W. Meinhardt (eds). *Cacao Diseases. A History of Old Enemies and New Encounters*. Springer International Publishing Switzerland. ISBN 978-3-319-24787-8 ISBN 978-3-319-24789-2 (eBook). pp. 33-59
- Purdy, L. H., Schmidt, R. A. 1996. Status of cacao witches' broom: Biology, Epidemiology, and Management. *Phytopatology* 34:573-594
- Samuels, G. J., Pardo-Schultheiss, R., Hebbar, K. P., Lumsden, R. D., Bastos, C. N., Costa, J. C. 2000. *Trichoderma stromaticum* sp nov., a parasite of the cacao Witches' broom pathogen. *Mycological Research*. 104(6):760-764
- Samuels, G. J., Suárez, C., Solis, K., Holmes, K., Thomas, S. E., Ismaiel, A., Evans, H. C. 2006. *Trichoderma theobromicola* and *T. paucisporum*: two new species isolated from cacao in South America. *Mycological Research* 110:381-392
- Silva, S. D. V. M., Luz, E. D. M. N., Almeida, O. C., Gramacho, K. P., Becerra, J. L. 2002. Redescrção da sintomatologia causada por *Crinipellis perniciosa* em cacauero. *Agrotropica* 14(1) 24p.
- Solis H. K., Suárez, C. C., Gramacho, P. K., Pires, J. L., Lopes, V. U., Pereira, J. L. 2010. Genetic Diversity of *Moniliophthora perniciosa* populations from Cocoa in Ecuador. In Pereira, J.L and U.V. Lopes (eds). *The Use of Molecular Biology Techniques in Search for Varieties Resistant to Witches' Broom Disease of Cocoa*. Common Fund for Commodities. Technical Paper N° 55. pp. 85-98
- Sriwati, R., Chamzurni, T., Soesanto, L., Munazhirah, L. 2019. Field application of *Trichoderma* suspension to control cacao pod rot (*Phytophthora palmivora*). *AGRIVITA Journal of Agricultural Science* 41(1):175-182
- Suárez, C. C. 1993. Enfermedades del cacao y su control. In Manual del cultivo de cacao. Suárez, C. ed. 2ª. Ed. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue INIAP. Manual técnico No. 25. pp. 90-106
- Suárez, C. C. 2007. La rehabilitación de cacao: un componente básico del Manejo Integrado del Cultivo. Divulgativo. Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP. 11p.
- Suárez, C. C., Escos, M., Solis, K., Garces-Claver, A., Carriel, D., Barriuso, J. J. 2017. Morphological and molecular identification of *Phytophthora palmivora* Butler as causal agent of black pod rot of cocoa (*Theobroma cacao* L.) from coastal Ecuador. In Oomycete Molecular Genetics Network Meeting OMGN 2017. Asilomar Conference Grounds CA, USA. March 11-14/2017
- Surujdeo-Maharaj, S., Sreenivasan, T. N., Motilal, L. A., Umaharan, P. 2016. Black Pod and Other *Phytophthora* Induced Diseases of Cacao: History, Biology, and Control. In Bailey, B. A and L. W. Meinhardt (eds). *Cacao Diseases A History of Old Enemies and New Encounters*. Springer International Publishing Switzerland. ISBN 978-3-319-24787-8 ISBN 978-3-319-24789-2 (eBook). pp. 213-266
- Ten Hoopen, G. M., Krauss, U. 2016. Biological Control of Cacao Diseases. In Bailey, B. A and L. W. Meinhardt (eds). *Cacao Diseases A History of Old Enemies and New Encounters*. Springer International Publishing Switzerland. ISBN 978-3-319-24787-8 ISBN 978-3-319-24789-2 (eBook). pp. 511-565
- Terrero, Y. P. I., Peñaherrera, V. S. L., Solís, H. Z. K., Vera, C. D. I., Navarrete, C. J. B., Herrera, D. M. A. 2018. Compatibilidad *in vitro* de *Trichoderma* spp. con fungicidas de uso común en cacao (*Theobroma cacao* L.). *Investigación Agraria* 20(2):146-151
- Vera, L. M. A., Bernal, C. A., Leiva, M. M., Vera, L. A., Vera, C. D., Peñaherrera, V. S., Solís, H. K., Terrero, Y. P., Jiménez G. V. E. 2018. Endophyte microorganisms associated to *Theobroma cacao* as biological control agents of *Moniliophthora roreri*. *Revista Centro Agrícola*. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Vol. 45(3):81-87

ISBN: 978-9942-22-533-7



www.iniap.gob.ec



PROGRAMA  
**CADENAS DE VALOR**



**giz**  
Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



@agroinvestigacionecuador



@iniapecuador



@iniapecuador

**Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias**



República  
del Ecuador



Juntos  
lo logramos