



# Guía para el manejo integrado de enfermedades en el **cultivo de cacao**

Mariela E. Leandro-Muñoz  
Rolando Cerda



# Guía para el manejo integrado de enfermedades en el **cultivo de cacao**

Mariela E. Leandro-Muñoz  
Rolando Cerda

CATIE no asume la responsabilidad por las opiniones y afirmaciones expresadas por los autores en las páginas de este documento. Las ideas de los autores no reflejan necesariamente el punto de vista de la institución. Se autoriza la reproducción parcial total de la información contenida en este documento, siempre y cuando se cite la fuente.

© Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, 2021

**ISBN: 978-9977-57-736-4**

633.744

L437 Leandro-Muñoz, Mariela E.

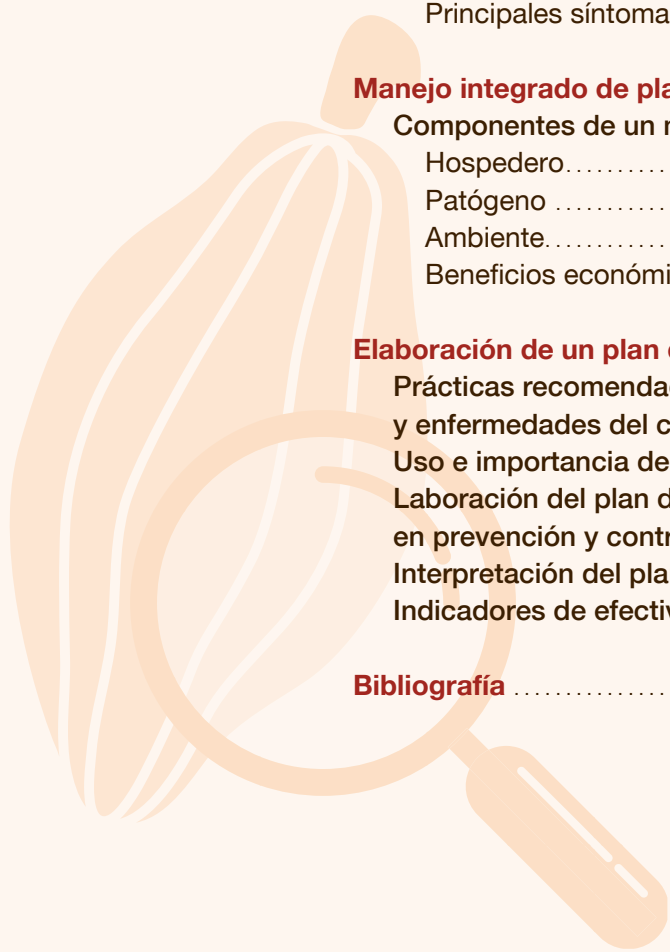
Guía para el manejo integrado de enfermedades en el cultivo de cacao / Mariela E. Leandro-Muñoz y Rolando Cerda. – 1ª ed. – Turrialba, Costa Rica : CATIE, 2021. 34 p: il. – (Serie técnica. Manual técnico / CATIE; no. 146)

ISBN 978-9977-57-736-4

1.Theobroma cacao 2. Enfermedades de las plantas 3. Control integrado de enfermedades 4. Guías I. Cerda, Rolando II. CATIE III. Proyecto Chocolate4All IV. Título IV. Serie.

# Contenido

<b>Introducción</b> .....	7
<b>Síntomas y ciclos de vida de las enfermedades más comunes del cacao en la región</b> .....	7
<b>Moniliasis</b> .....	7
Síntomas.....	7
Ciclo de vida.....	10
Factores que favorecen al desarrollo de la enfermedad.....	12
<b>Mazorca negra</b> .....	13
Síntomas.....	13
Ciclo de vida.....	16
Factores que favorecen al desarrollo de la enfermedad.....	17
<b>Escoba de bruja: alerta ante su posible llegada</b> .....	17
Principales síntomas y ciclo de vida.....	18
<b>Manejo integrado de plagas</b> .....	20
Componentes de un manejo integrado de plagas.....	22
Hospedero.....	22
Patógeno.....	23
Ambiente.....	24
Beneficios económicos del MIP.....	27
<b>Elaboración de un plan de manejo integrado de enfermedades</b> .....	28
Prácticas recomendadas para el combate de las plagas y enfermedades del cacao.....	28
Uso e importancia de las variables climáticas y fenológicas.....	29
Laboración del plan de manejo del cacaotal con énfasis en prevención y control de enfermedades.....	30
Interpretación del plan de manejo.....	32
Indicadores de efectividad del plan de manejo.....	33
<b>Bibliografía</b> .....	34

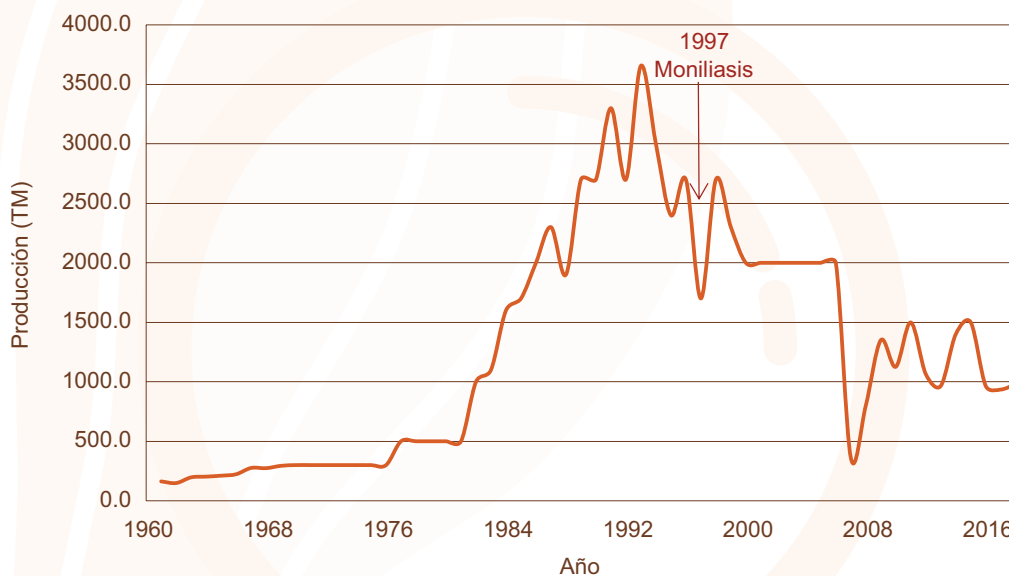




## Introducción

Según la Federación Nacional de Productores de Cacao de Honduras (FENAPROCACAO), en este país hay más de 5500 familias productoras de cacao con aproximadamente 7000 ha de cultivo, que producen, en promedio, 310 kg/ha/año.

El cultivo de cacao en Honduras ha estado siempre concentrado en la costa atlántica del país pues cuenta con las condiciones climáticas ideales para este cultivo. El apogeo de la actividad cacaotera hondureña tuvo sus inicios en la década de los 80 y hasta 1997, cuando se confirmó la entrada de la moniliasis al país, seguida por el paso del huracán Mitch en 1998. En la Figura 1 se muestra el impacto en la producción promedio de cacao con la llegada de esta enfermedad a Honduras en 1997.



**Figura 1.** Efecto de la llegada de la moniliasis sobre la producción cacaotera en Honduras.

Fuente: (FAO 2020).



La destrucción de los cacaotales y los cambios en el microclima fueron clave para extender la epidemia de la moniliasis, por lo que se desencadenó una crisis en el sistema cacaotero nacional. Las pérdidas en la producción continuaron hasta el año 2000, cuando se determinó una reducción en las áreas de cultivo de casi 6000 a 1400 ha. Esto, más la baja de los precios internacionales del producto, provocaron la caída del sector cacaotero a nivel nacional.

Actualmente se considera que la producción de cacao va en incremento, gracias a la recuperación de los precios a partir del año 2006 y la llegada de programas de apoyo para los productores del sector. La proyección del cultivo es prometedora ya que apunta al mercado de cacao fino de aroma, sin embargo, considerando las experiencias del pasado, como el ingreso de la moniliasis al país y la destrucción por eventos climatológicos, es necesario mantener un balance adecuado del sistema de producción y tener estrategias claras para enfrentar con éxito cualquier tipo de desafío que se puedan enfrentar. Para ello es de suma importancia manejar los cacaotales de manera integral y organizada, idealmente siguiendo protocolos de manejo integrado de plagas (MIP) bien claros y diseñados específicamente para la región.

Este manejo no consiste solamente en atacar al patógeno o a la amenaza en el momento de su aparición, sino que debe ser integral, tanto preventivo como curativo, y que se ajuste a las variaciones del sistema productivo a través del tiempo. Por tal razón, se considera de suma importancia la elaboración de este manual para lograr crear la conciencia necesaria en los productores sobre las estrategias del MIP y su importancia, además de generar conocimiento sobre los componentes de este manejo y exponer sus principales prácticas.





## Síntomas y ciclos de vida de las enfermedades más comunes del cacao en la región



### Moniliasis

El agente causal de la moniliasis del cacao es el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif.) Evans *et ál.*, (Basidiomicete, Marasmiaceae). Colombia es su centro de origen, pero su rango de diseminación ya abarca a otros 11 países en América tropical: Ecuador (antes considerado su lugar de origen), Venezuela, Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Perú, Honduras, El Salvador, Guatemala, Belice y México (Phillips-Mora *et ál.* 2006).

Este patógeno ha causado una gran devastación en Latinoamérica debido a su rápida dispersión, debido a que este hongo se encuentra en una fase invasiva muy intensa y la mayoría de los genotipos comerciales de cacao sembrados en la región son susceptibles.

El manejo adecuado de esta enfermedad es posible siempre y cuando haya un reconocimiento oportuno de los síntomas en el cacaotal.

### Síntomas

Los frutos son el único órgano susceptible a esta enfermedad (Desrosiers y Suárez 1974). El éxito de la infección se da en las primeras etapas de crecimiento de los frutos, quienes conforme van creciendo, se vuelven más resistentes (Enríquez 2004). La aparición de los síntomas externos tarda entre 40 a 60 días, pero cuando el fruto es joven y las condiciones ambientales son ideales para el hongo (incremento de la lluvia y la temperatura), este período se acorta. La infección por moniliasis se dice que ocurre de adentro hacia afuera, debido a que en las etapas iniciales de la infección el hongo invade el interior del fruto de manera intercelular y, una vez adentro, sus hifas rompen las paredes celulares causando destrucción de tejidos internos. Posteriormente aparecen los síntomas externos, los cuales pueden aparecer tardíamente hasta que la mazorca esté completamente desarrollada (Bejarano Villacreces 1961).

Por esta razón es que muchas veces, al abrir frutos aparentemente sanos, se encuentran internamente podridos en mayor o menor grado y pesan más que los frutos sanos (Enríquez 2004).



A continuación se muestra y describe la sintomatología de esta enfermedad

### Gibas

En mazorcas jóvenes, de menos de tres meses de edad, el primer síntoma en aparecer es el desarrollo de una hinchazón del tejido que provoca protuberancias, gibas o tumores (Figura 2).



**Figura 2.** Mazorcas jóvenes con presencia de gibas o deformaciones el primer síntoma de la moniliasis.  
Fotografía: Antonio Mora Quirós.

### Amarillamiento prematuro

Ocurre en frutos jóvenes, los cuales comienzan a madurarse sin alcanzar el tamaño ni desarrollo esperado. Su coloración varía de verde a amarillo o de rojo a anaranjado (Figura 3).



**Figura 3.** Frutos jóvenes con amarillamiento o madurez prematura, síntoma asociado a la moniliasis.  
Fotografía: Antonio Mora Quirós.





### Puntos aceitosos

En frutos más desarrollados, el primer síntoma de la infección es la aparición de pequeños puntos traslúcidos (flechas rojas en Figura 4), amarillos en mazorcas verdes y anaranjados en mazorcas rojas. Como podemos observar en la mazorca de lado izquierdo, debajo de esos puntos, ya se encuentra una mayor cantidad de tejido necrosado (Figura 4).



**Figura 4.** Frutos adultos con presencia de puntos aceitosos. Síntoma de moniliasis en frutos (mazorcas) de mayor edad.

Fotografía: Antonio Mora Quirós.

### Mancha chocolate

Los puntos aceitosos van aumentando de tamaño, juntándose hasta formar una mancha irregular de color marrón en la parte central que puede mostrar un halo amarillento. Este síntoma se conoce como mancha chocolate (Figura 5).



**Figura 5.** Desarrollo de la mancha chocolate sobre el fruto.

Fotografía: Antonio Mora Quirós.



## Esporulación

Bajo condiciones húmedas y calurosas aparecen, sobre la mancha chocolate, los signos del patógeno. Inicia con el desarrollo de una felpa dura y blanca, que constituye el micelio del hongo. Sobre este micelio se desarrolla una gran cantidad de esporas que forman una masa color crema o marrón claro (Figura 6).

Se estima que en un centímetro cuadrado de una lesión esporulada hay aproximadamente **44 millones de esporas.**

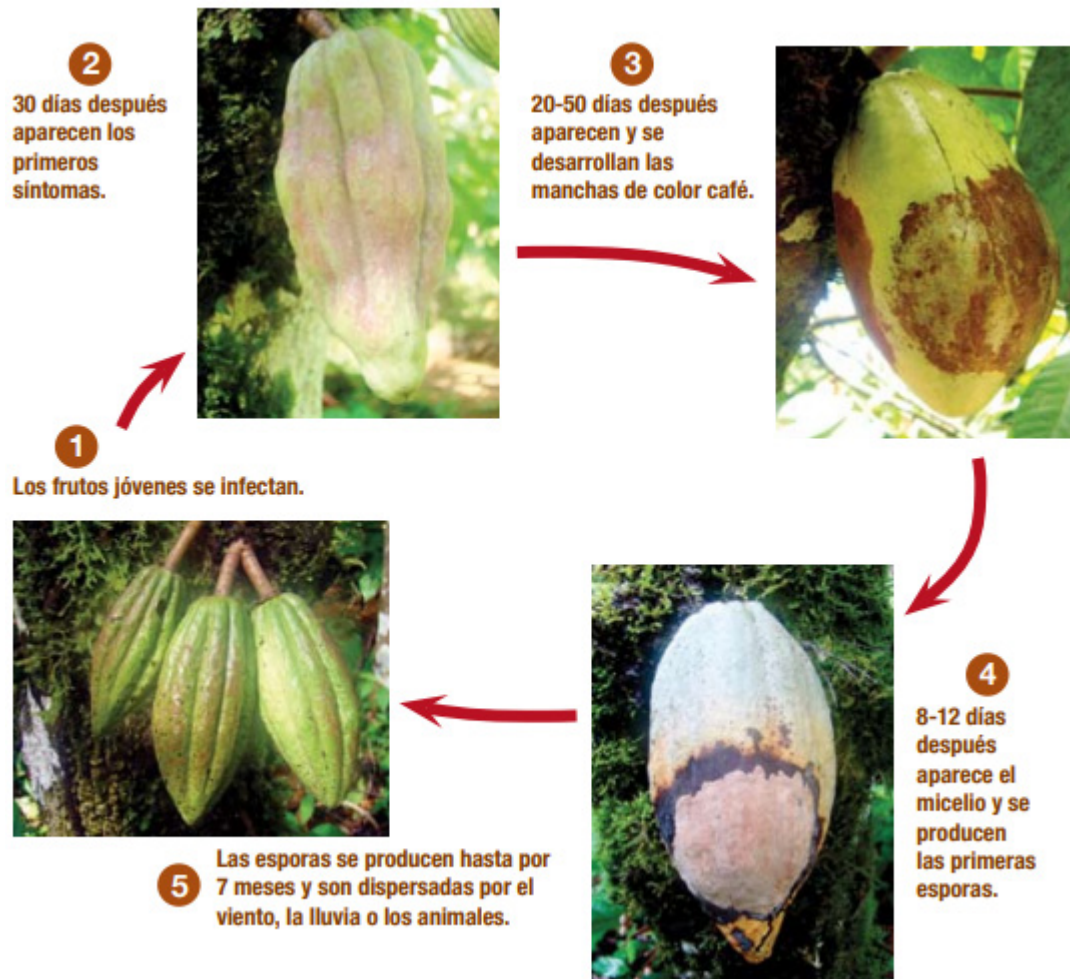
**Figura 6.** Aparición del micelio y las esporas de *M. roleri* sobre la mazorca.

Fotografía: Antonio Mora Quirós.

## Ciclo de vida

*M. roleri* es un hongo hemibiotrófo, lo cual significa que el ciclo de vida de este patógeno pasa por dos fases: una fase biotrófica que va desde la germinación de las esporas hasta la invasión intercelular de la epidermis de las mazorcas y una necrótica que ocurre cuando el crecimiento de la mazorca disminuye y el hongo invade el interior de las células, provocando la aparición de necrosis interna y externa (Thévenin y Trocmé 1996) (Figura 7).

**Hemibiotrófico:** patógeno que al infectar forma inicialmente una asociación con las células vivas del huésped sin dañarlas y, más tarde, rompe las paredes de estas células y las degrada para obtener nutrientes que le permiten desarrollarse y replicarse.



La **fase 1** constituye la etapa de mayor susceptibilidad de los frutos (2-3 meses de edad) y el momento en donde se deben intensificar las medidas de control: poda sanitaria semanal y aplicación de preventivos orgánicos o inorgánicos.

**Figura 7.** Ciclo de vida del hongo *Moniliophthora roreri*, agente causal de la moniliasis del cacao.

Fuente: Phillips Mora y Cerda Bustillo (2009).



### Fase biotrófica

La infección inicia con la deposición de las esporas sobre las mazorcas (Figura 7, fase 1), las cuales deben permanecer viables y adheridas a esta superficie hasta que se den las condiciones climáticas necesarias para la germinación. Este proceso puede tardar hasta 30 días. Para esto es necesario que haya un incremento en la humedad relativa ambiental para que se forme una película de agua sobre el fruto, la cual es fundamental para el desarrollo del tubo germinal y las hifas del hongo que lo van a ayudar a penetrar de manera intercelular la cáscara del fruto, es decir, a través de los espacios entre las paredes celulares (Campuzano 1981).

### Fase necrótica

Una vez que el hongo coloniza el interior de la mazorca, inicia su actividad química y enzimática para la obtención de los nutrientes que requiere para su desarrollo. De esta manera se rompen las paredes celulares e inicia la descomposición interna del fruto. Esta descomposición se va haciendo evidente poco a poco en el exterior de la mazorca, dando paso a la expresión de los síntomas externos típicos de la enfermedad. Este paso tarda alrededor de 20 a 50 días (Figura 7).

La colonización hongo culmina con el desarrollo de la mancha chocolate en los frutos (Figura 7, fase 3). En este momento se inicia con la etapa reproductiva del patógeno, dando paso a la esporulación. Este proceso tarda entre 8 y 12 días, dependiendo del ambiente (Figura 7, fase 4). Finalmente, y una vez que aparecen las esporas, inicia la diseminación de las mismas, principalmente por el viento (Figura 7, fase 5).

## Factores que favorecen al desarrollo de la enfermedad

Las variables ambientales que más influyen en desarrollo epidemiológico del hongo son la lluvia y la temperatura. De manera general, la incidencia de la moniliasis se incrementa considerablemente si la humedad relativa y la temperatura se mantienen altas (más de un 80 % y 24°C, respectivamente) durante largos períodos del día (6 a 8 horas). Esto ocurre cuando en el cacaotal hay sombra excesiva, falta de ventilación, encharcamiento por falta de drenajes, entre otros. La distribución heterogénea de la sombra también incrementa la incidencia, ya que los parches de sombra excesiva se convierten en un foco de infección al propiciar el microclima ideal para el patógeno. A su vez, los parches con alta exposición a la luz solar provocan el debilitamiento de los árboles expuestos, haciéndolos menos tolerantes a la moniliasis. Los períodos largos de lluvia durante el ciclo productivo también tienden a favorecer la enfermedad ya que su ciclo de vida puede repetirse indefinidamente, provocando así una epidemia (Maddison *et ál.* 1995).

La fenología del cacao también muestra un efecto directo sobre la enfermedad, ya que los genotipos que producen todo el año proveen material susceptible de forma continua, favoreciendo el establecimiento de la enfermedad.



## Mazorca negra

La mazorca negra del cacao es una enfermedad de distribución mundial causada por el patógeno *Phytophthora palmivora*. Sin embargo, otras especies de este mismo género causan esta misma enfermedad en otras partes del mundo. En la región centroamericana la mazorca negra es la segunda enfermedad más importante, después de la moniliasis y afecta a la planta sistémicamente.

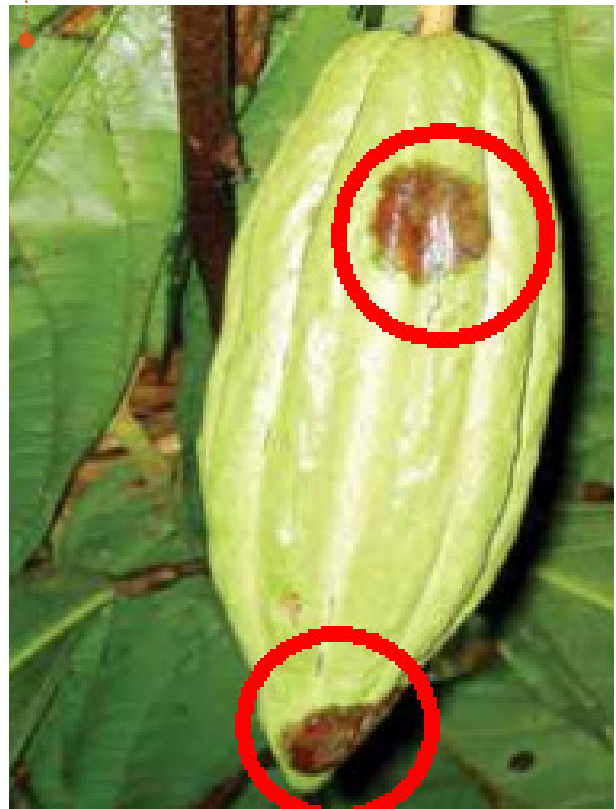
### Síntomas

La mazorca negra afecta al árbol de manera general, es decir, sus síntomas se pueden observar en el tronco, ramas, hojas y frutos: además, afecta las plántulas de cacao a nivel de invernadero. Sin embargo, el mayor impacto de esta enfermedad se da en los frutos, donde la aparición de estos síntomas es muy rápida (alrededor de cinco días); los eventos de lluvia pueden acelerar este proceso.

El daño que produce esta enfermedad inicia, contrario a la moniliasis, de afuera hacia adentro, por lo que algunos frutos enfermos pueden tener en su interior semillas y mucílago sano; sin embargo, no es recomendable cosechar esas semillas porque, aunque a simple vista parecen sanas, pueden estar infectadas por el patógeno y afectar así la calidad de estas. Este patógeno ataca principalmente mazorcas cercanas a la madurez pero, sin embargo, puede infectar frutos de cualquier edad (Phillips Mora y Cerda Bustillo 2009). A continuación se muestra y describe la sintomatología de esta enfermedad.

### Mancha parda

Son manchas color café con bordes bien definidos. Normalmente inician en los extremos del fruto (ápice y pedicelo), donde hay acumulación de agua (Figura 8).



**Figura 8.** Mancha parda típica de una infección por *P. palmivora*.

Fotografía: Antonio Mora Quirós



### Aparición del micelio

Los signos del patógeno aparecen de manera muy rápida iniciando con su micelio, el cual forma un algodóncillo blancuzco ralo. En esta etapa ya es perceptible un olor a pescado que es muy característico de esta infección (Figura 9).



**Figura 9.** Aparición del micelio de *P. palmivora* sobre la mazorca.

Fotografía: Antonio Mora Quirós.

### Esporulación

Una vez desarrollado el micelio, es cubierto por una gran cantidad de zoosporas, que son las estructuras reproductivas del patógeno. Estas zoosporas son flageladas, por lo que pueden desplazarse fácilmente nadando en el agua (Figura 10).



**Figura 10.** Aparición de las zoosporas de *P. palmivora* sobre el micelio del patógeno.

Fotografía: Antonio Mora Quirós.



### Muerte descendente

Tanto las plantas de vivero como las hojas jóvenes de los árboles empiezan a marchitarse y a morir de arriba hacia abajo, es decir, de forma descendente. Los chupones de los árboles de cacao son muy propensos a presentar este síntoma (Figura 11).



**Figura 11.** Muerte descendente de plántula ocasionada por *P. palmivora*.

Fotografía: Antonio Mora Quirós.

### Cáncer en las ramas y tronco

Inicia con una lesión circular sobre los troncos o ramas que, al remover la corteza, evidencia lesiones rojizas mucho más grandes. En las raíces produce lesiones marrones. Ambas lesiones pueden producir la muerte del árbol (Figura 12).



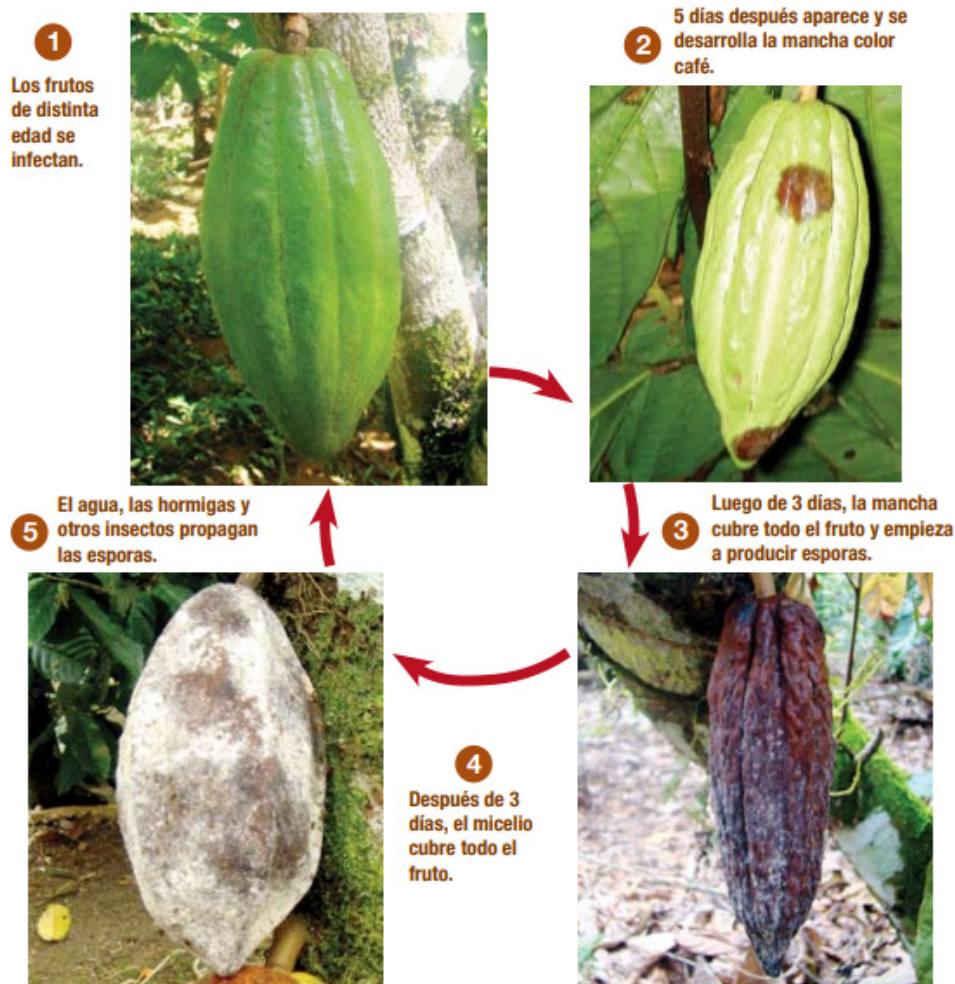
**Figura 12.** Cáncer de las ramas o tronco causado por *P. palmivora*.

Fotografía: Wilbert Phillips Mora.



## Ciclo de vida

El ciclo de vida en las mazorcas se completa en un período muy corto, que puede tardar de 9 a 11 días (Figura 13). El patógeno alcanza frutos susceptibles de cualquier edad, ya sea por medio del agua, viento o insectos dispersores (hormigas). Una vez que las zoosporas se depositan sobre la mazorca, germinan favorecidas por un incremento de la temperatura. Alrededor de cinco días después de la infección aparecen los síntomas visibles, que son las manchas pardas (Figura 13, fase 2). Entre dos y tres días después, estas manchas ya pueden cubrir completamente la mazorca, y en cuestión de tres días más, el fruto está totalmente esporulado.



**Figura 13.** Ciclo de vida de *Phytophthora palmivora*, agente causal de la mazorca negra del cacao.

Fuente: Phillips Mora y Cerda Bustillo (2009).





## Factores que favorecen al desarrollo de la enfermedad

Al igual que la moniliasis, el agua y la temperatura son las variables que afectan principalmente el desarrollo epidemiológico. Su dispersión se da principalmente por medio del agua, ya sea por escorrentía o salpique. Sus zoosporas o estructuras reproductivas son flageladas, por lo que se desplazan nadando cuando hay agua disponible. Los períodos intensos de lluvia y el encharcamiento son uno de los factores detonantes de la epidemia.

La temperatura también juega un papel muy importante para el desarrollo de esta enfermedad pues, para que las zoosporas puedan llegar hasta la epidermis de los frutos e infectarlos, es necesario que estas se liberen de los esporangios, que son estructuras que los contienen y los protegen hasta que haya un incremento considerable de la temperatura de al menos 7 a 10°C durante el día. El aumento de la temperatura eleva las probabilidades de infección, ya que promueve la germinación de las zoosporas.

### **Escoba de bruja:** alerta ante su posible llegada

La escoba de bruja del cacao es una de las enfermedades fúngicas más importantes del cultivo. Es ocasionada por el hongo *Moniliophthora perniciosa* y se encuentra presente mayormente en suramérica en países como Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Suriname y Venezuela; en centroamérica específicamente en Panamá y Belice, y en algunas islas del Caribe (CABI 2020). Su eventual llegada al resto de los países centroamericanos puede ocasionar un detrimento significativo en la producción y, ante este panorama, el sector productivo debe estar preparado. Para esto, el reconocimiento certero de los síntomas y signos de esta enfermedad y su ciclo de vida es fundamental.



## Principales síntomas y ciclo de vida

Este patógeno afecta a los árboles de manera sistémica, desarrollando crecimientos anormales en ramas, brotes, cojines florales y frutos, tal y como se observa en la Figura 14 (Phillips Mora y Cerda Bustillo 2009).

Las deformaciones y las manchas pardas de los frutos pueden confundirse con síntomas de la moniliasis; sin embargo, el acortamiento de los entrenudos en las ramillas y la formación de “sombrellas” (cuerpos fructíferos o basidiocarpos), debajo de los cuales se forman las esporas o estructuras reproductivas, son muy característicos de esta enfermedad.

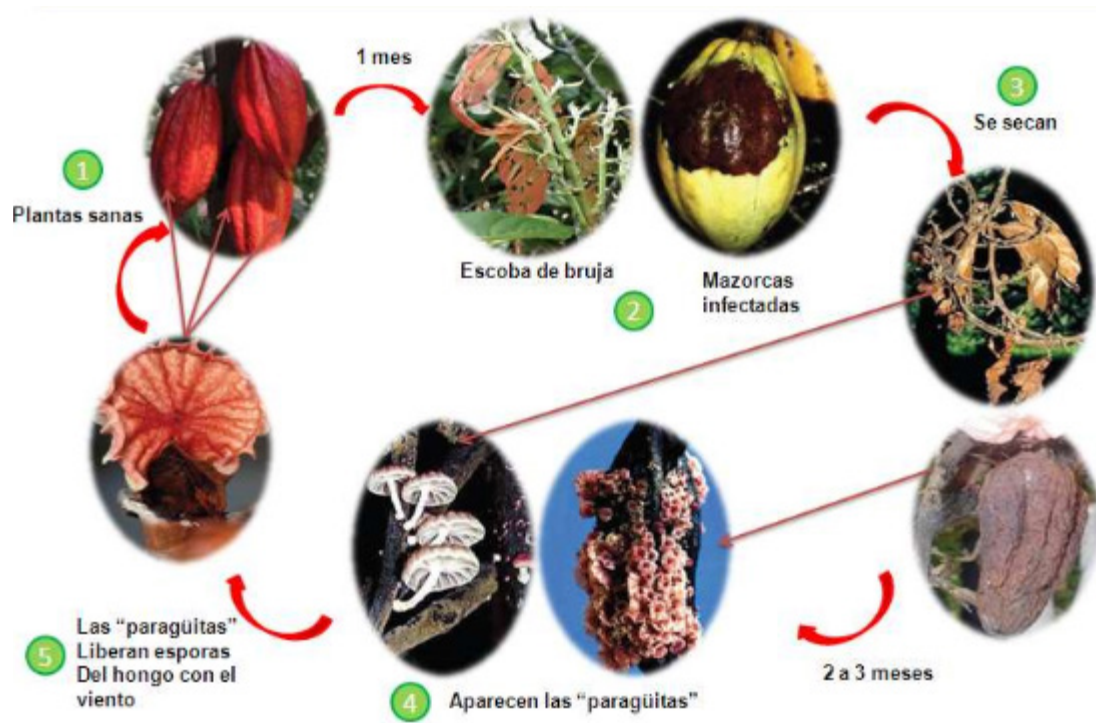


**Figura 14.** Síntomas y signos de la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) en ramillas y frutos.

Fuente: Phillips Mora y Cerda Bustillo (2009).



El ciclo de vida de la escoba de bruja (Figura 15), puede tardar de 5 a 6 meses en completarse. Su período de latencia también es largo, lo que permite tomar acciones de control antes de la esporulación y la liberación de las esporas.



**Figura 15.** Ciclo de vida del hongo *Moniliophthora perniciosa*, agente causal de la escoba de bruja del cacao.

Fuente: Carvajal Velasco (2014).



## Manejo integrado de plagas

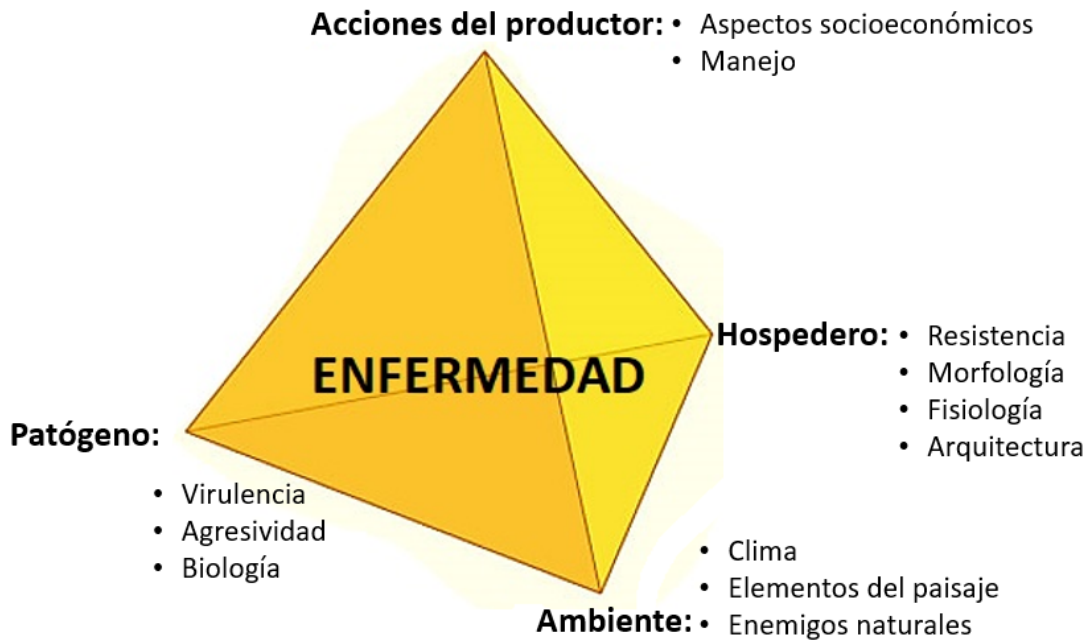
Una de las principales limitantes para la producción de cacao tanto en Honduras como en toda Latinoamérica, son las enfermedades fúngicas en frutos, principalmente la moniliasis y mazorca negra. Estas provocan pérdidas que oscilan entre el 30 y 80% de la producción y, en ocasiones, cuando las variables climáticas son favorables alcanzan un 100%.

Ante este panorama, las prácticas de control cultural son las recomendadas tradicionalmente, entre ellas la remoción frecuente de frutos enfermos. Sin embargo, estas prácticas no son atractivas para los pequeños productores que, generalmente, son de bajos recursos, ya que su ejecución demanda mucho tiempo lo cual se traduce en dinero. De ahí que se requiere presentar a los productores no solamente planes de manejo, sino estrategias metodológicas que les permitan crear su propio plan de manejo, de acuerdo con sus posibilidades y su contexto.

Por esto, es de suma importancia proponer, implementar, probar y reportar protocolos MIP que resulten en una reducción tangible y significativa de las pérdidas de cosecha por estas enfermedades y así lograr aumentos importantes en los rendimientos e ingresos de los productores. Dichos protocolos deben combinar prácticas culturales (como la remoción semanal de frutos enfermos), con otras medidas de control directo de las enfermedades (por ejemplo, uso de químicos aceptados en la agricultura orgánica), prácticas para mejorar la nutrición (vigor) de los árboles y regular el microclima para reducir la incidencia/severidad de los patógenos, entre otros. Así se logra motivar y generar el interés y compromiso de los productores.

En sistemas agroforestales (SAF), como en el caso de cacao, es muy importante considerar el microclima y otros elementos del paisaje, como el suelo, la sombra y todas las interacciones de los elementos del agroecosistema. Cualquier cambio o alteración de cualquier elemento de estos sistemas va a desencadenar una reacción que puede tener efecto directo en la productividad y, de esta manera, generar pérdidas económicas a los productores. Por esto se considera de carácter urgente que los protocolos MIP incluyan aspectos más allá del manejo directo del patógeno, permitiendo a los agricultores estar al tanto de cualquier desequilibrio en su sistema de cultivo para así poder tomar decisiones en cuanto a la implementación de prácticas de control efectivas.

Para entender cuáles son los elementos del paisaje involucrados ante la llegada de un patógeno y sus interacciones (patosistema), y cuáles son los componentes que entran en juego en el desarrollo de una epidemia, es necesario conocer el llamado tetraedro de la enfermedad (Figura 16).



**Figura 16.** El tetraedro de la enfermedad y sus componentes.

Fuente: Elaboración propia.

El éxito en el establecimiento de una enfermedad en un cultivo se da cuando un patógeno activo está presente en el sistema bajo un ambiente ideal para su desarrollo, ante un hospedero susceptible y un manejo ineficiente del productor.

Se conoce como un patógeno biológicamente activo a cualquier agente causal de una enfermedad (hongo, bacteria, virus, protozoos), que se encuentre en fase de virulencia y que sea lo suficientemente agresivo para infectar un hospedero y reproducirse. En este caso, el cultivo hospedero debe ser susceptible ante esta enfermedad, la cual depende principalmente de su genética, morfología, fisiología y arquitectura. Ambos componentes, el patógeno y el hospedero, deben de estar bajo un ambiente ventajoso para el primero y detrimental para el segundo. Dentro del ambiente se incluyen factores como el microclima, los enemigos naturales y todos los elementos del paisaje, los que constituyen los componentes biológicos para el desarrollo de una enfermedad en un cultivo. Sin embargo, el cuarto componente, que son las acciones del productor, es de suma importancia y debe de considerarse siempre. La intervención de un productor en su sistema de cultivo depende completamente de su condición socioeconómica y del tipo de manejo que decida darle a la plantación.



Cualquier estrategia de manejo que se plantee para mitigar los efectos de una enfermedad debe considerar estos cuatro componentes y apuntarles como puntos de combate o acción. Se debe atacar uno o varios de estos componentes para romper esta interacción que puede desencadenar una epidemia. Las estrategias MIP consideran y trabajan sobre estos cuatro componentes, ya que, entre más componentes se ataquen, más efectiva va a ser la estrategia.

Las acciones del productor, el hospedero y el ambiente son componentes que pueden considerarse y actuar en ellos antes de que aparezca el patógeno, elevando así el porcentaje de efectividad del manejo, ya que es más fácil prevenir la eventual llegada de una enfermedad que curarla una vez que esta se establece en el sistema.

## Componentes de un manejo integrado de plagas

### Hospedero

#### Uso de las mejores variedades mejoradas resistentes a enfermedades

El cacao en América Latina tiene una amplia diversidad genética. De acuerdo con Phillips-Mora *et ál.* (2013), esta diversidad se ha conservado en colecciones; sin embargo, no todo este “pool” genético ha sido explotado sistemáticamente. La mayoría de las variedades comerciales tienen una base genética estrecha que las hace vulnerables a enfermedades. De ahí que se insta a todos los productores que están iniciando la actividad cacaotera a establecer sus parcelas con materiales genéticos mejorados que presenten resistencia a estos patógenos. En el caso de productores con cacaotales viejos, se les recomienda ir renovando el material sembrado con variedades resistentes mediante injertos.

La mejora genética convencional de cultivos perennes como el cacao es un desafío, ya que lleva décadas lanzar una nueva variedad. Sin embargo, gracias a la identificación de marcadores de rasgos cuantitativos, se ha acelerado el mejoramiento de la resistencia. Clones como CATIE-R4 y CATIE-R6 se encuentran actualmente disponibles para todos los productores de la región. Estos se consideran altamente resistentes a la moniliasis y a la mazorca negra, además presentan buenas características de producción y calidad.



## **Patógeno**

### **Prevención y control**

Para prevenir o controlar los impactos negativos del brote de una plaga o enfermedad, es necesario tener un claro conocimiento de las características biológicas y epidemiológicas del patógeno en cuestión. Conocer a fondo cada etapa de su ciclo de vida y reconocer fácilmente su sintomatología son ventajas clave para los productores.

Una vez que el patógeno se encuentre presente en el sistema, es necesario atacarlo realizando acciones preventivas y curativas, ya sea mediante el control cultural como la remoción de mazorcas enfermas, o el empleo de productos convencionales y orgánicos.

Las acciones preventivas se llevan a cabo antes de que los síntomas aparezcan o antes de tener un pico de material en estadio susceptible que, para el caso de la moniliasis, es cuando las mazorcas están jóvenes (alrededor de los dos meses). Entre estas acciones se encuentran:

**La purga total de mazorcas:** Consiste en eliminar todas las mazorcas (sanas y enfermas) que hayan quedado remanentes en los árboles, antes de que se empiecen a formar las mazorcas del nuevo ciclo productivo y de las lluvias.

**Aplicación de fungicidas preventivos:** Se pueden utilizar productos químicos o biológicos. Estos se aplican durante los dos primeros meses después de la floración. Comúnmente se han utilizado productos a base cobre como el oxiclورو de cobre y el óxido de cobre y, a base de azufre como el azufre elemental y el caldo sulfocálcico. Además, se utilizan los ditiocarbamatos, especialmente los etileno-bis-ditiocarbamatos como el zineb, maneb y mancozeb, y los compuestos cloronitrilos como el clorotalonil.

Actualmente existe una mayor variedad de productos de ambas categorías de manejo. Las opciones de preventivos que existen en el mercado varían en cada país o región, por lo que se invita a los productores a que prueben con los productos que estén disponibles en el mercado y que evalúen su efectividad.

Es importante mencionar que, la práctica más efectiva para controlar las enfermedades de fruto en cacao sigue siendo la remoción de las mazorcas enfermas. La aplicación de preventivos o curativos es una labor alternativa que refuerza esta práctica.



## Ambiente

### Mejorar la fertilidad de suelos

El balance adecuado de nutrientes en el suelo es determinante para el estado general del cultivo. El faltante o exceso de nutrientes disponibles para las plantas repercute directamente en su desempeño ante los factores externos; ambos son contraproducentes en el suelo. Por lo anterior, es necesario conocer el balance de nutrientes de un cacaotal y determinar una adecuada fertilización (orgánica o inorgánica). Otro aspecto que se debe considerar en la viabilidad de los suelos es la determinación de la concentración de metales pesados, especialmente el cadmio. Es muy importante realizar un buen manejo de la fertilización para evitar aumento en la concentración de dichos metales.

Un suelo fértil favorecerá el vigor de las plantas y, por tanto, serán más tolerantes a enfermedades e inclusive a nuevas razas de patógenos. El cultivo en SAF pueden contribuir a reducir la acidez del suelo, ya que en ellos hay mayor presencia de materia orgánica y nutrientes; sin embargo, es necesario planear un adecuado esquema de fertilización.

Se recomienda realizar tres fertilizaciones al suelo por período productivo de una fórmula completa, iniciando con la purga total, o sea antes de la primera floración. Las otras dos se realizan dos y cuatro meses después de la primera fertilización.

Un árbol bien nutrido va a tener sin duda un mejor desempeño ante la amenaza de plagas y enfermedades.

### Regulación de sombra

En los sistemas agroforestales de cacao, la sombra tiene un efecto importante en las condiciones microclimáticas. Estas condiciones afectan directamente a todos los componentes de estos sistemas: los cultivos, plagas y enfermedades y enemigos naturales.

Para implementar la sombra como una estrategia para estabilizar el sistema, su nivel debe optimizarse ya que puede influir en la interacción entre la planta huésped y las enfermedades a través de una gran cantidad de mecanismos que a menudo actúan simultáneamente. Para establecer un nivel de sombra específico para un determinado cultivo, es necesario tener en cuenta su manejo, las condiciones ambientales locales y las principales plagas y patógenos del cultivo en el sitio respectivo.

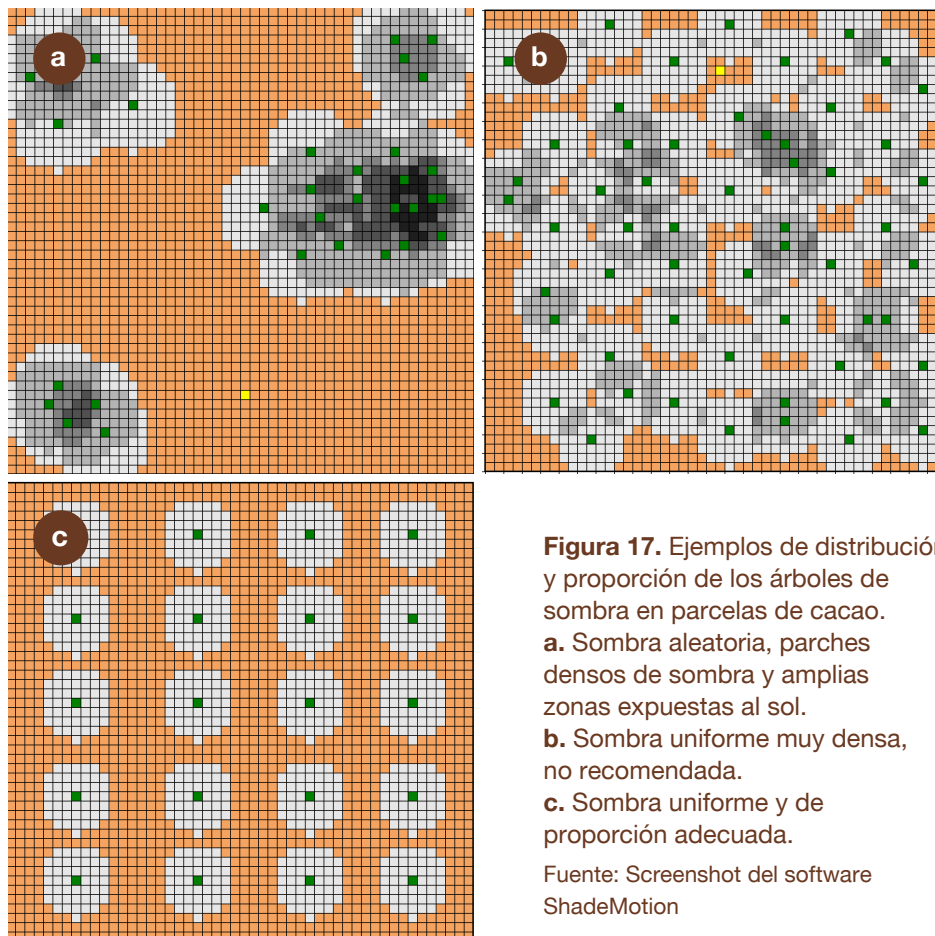




De ahí que se recomienda regular la sombra podando los árboles de cacao y los de sombra, y mantenerla entre un 30 y un 50%. Este porcentaje permite una ventilación adecuada del cacaotal que regula a su vez la temperatura y la humedad relativa.

Otro aspecto importante de la sombra es la estructura y distribución de los árboles de sombra y autosombra. Se debe procurar un dosel de sombra rala y uniforme; es decir, que los árboles de sombra también estén distribuidos uniformemente dentro de las parcelas pues no es conveniente tener baches de sombra excesiva o con mucha exposición solar, ya que esto incrementa la incidencia de enfermedades. La Figura 17 presenta diferentes ejemplos de distribución de sombra.

En la Figura 17a, se aprecia un porcentaje de sombra adecuada, pero con una distribución aleatoria no recomendada ya que en los focos de exceso de sombra se favorece el rápido desarrollo de enfermedades que se podrían propagar fácilmente por la parcela. Además, los parches de alta exposición solar pueden ser perjudiciales para los árboles de cacao que allí se encuentren, aumentando así su susceptibilidad ante los patógenos.





La distribución de la sombra mejora en la Figura 17b; sin embargo, el porcentaje de sombra es bastante alto, limitando así la buena aireación de la parcela y propiciando así un ambiente ideal para el desarrollo de plagas y enfermedades.

Contrario a los anteriores escenarios, la Figura 17c representa una distribución bastante uniforme y un porcentaje de sombra adecuado, constituyendo así una parcela con un microclima ideal para maximizar la productividad.

### Impacto del cambio climático sobre las plagas y enfermedades

El cultivo, los patógenos, el ambiente y el manejo agronómico son factores que interactúan entre sí como un sistema, y por ende son afectados simultáneamente por los cambios en el entorno. Efectos climáticos como el incremento de la temperatura y el cambio en el patrón de las lluvias, son los efectos más reconocidos del cambio climático, y a su vez, estas son las variables que tienen más influencia en el desarrollo de las plagas y enfermedades. Estos fenómenos pueden desencadenar en el desplazamiento de plagas y enfermedades a nuevas regiones, el fortalecimiento de determinados patógenos secundarios y en limitaciones de las medidas de control actualmente implementadas.

El incremento de la temperatura tiene efecto directo en las implicaciones señaladas anteriormente. El desplazamiento de las plagas y las enfermedades se da debido a cambios permanentes en el ambiente, es decir, que en regiones donde haya un incremento sostenido de la temperatura se va a favorecer la sobrevivencia de nuevos agentes patógenos e insectiles. Sus ciclos de vida van a ser acortados y poco a poco se van a ir adaptando a nuevas zonas, ampliando así su distribución espacial.

De acuerdo con Leandro-Muñoz *et ál.* (2017), la temperatura es el factor más determinante para la aparición de los síntomas y signos de la moniliasis. Temperaturas cálidas (18-28°C) favorecen la aparición de los síntomas y reduce significativamente el período de latencia de este hongo, lo cual trae consigo fuertes implicaciones en el manejo de la enfermedad pues va a haber un mayor número de ciclos de la enfermedad en un menor período de tiempo. Por su parte, la prolongación de días secos favorece la dispersión de este hongo y afecta la sincronía del cultivo y el clima.

Para un cultivo perenne como el cacao, esta sincronía es de vital importancia ya que se ha reportado que variedades que producen durante la época seca presentan una menor incidencia de enfermedades fúngicas, ya que “escapan” de la enfermedad al producir durante una época donde las condiciones climáticas no son ideales para los patógenos (Maddison *et ál.* 1995).



Flood y Gilmour (2017), también sostienen que el cambio en la dinámica de las lluvias puede favorecer a los patógenos más dependientes del agua, como la mazorca negra, el cáncer de tronco y otras enfermedades vasculares. Además, que la sequía afecta el estado integral de los árboles, limitando sus mecanismos de defensa y alterando la presencia de enemigos naturales, lo que provoca la aparición de nuevas enfermedades como los virus.

Finalmente, el cambio climático también va a tener un efecto en la estabilidad y durabilidad de la resistencia de la variedades de cacao ante distintos patógenos, ya que se ha comprobado que los factores climáticos son capaces de quebrar la resistencia de clones de resistencia intermedia (Leandro-Muñoz *et ál.* 2017).

## **Beneficios económicos del MIP**

La estrategia del MIP tiene como prioridad mejorar el ingreso económico del productor, bajo una consciencia social y ambiental. De ahí que se hace necesario mejorar las condiciones del productor incrementando su productividad al emplear de manera óptima todas las prácticas de control. Para esto, es necesario hacer un análisis sobre el daño económico que producen las enfermedades en las fincas y las opciones que se tienen de mitigar ese impacto. La determinación del daño económico por enfermedades toma en cuenta los siguientes criterios:

1. Tipo de daño (frutos, hojas, tallo, sistémico)
2. Porcentaje de pérdidas en la producción
3. Costo de implementación de las medidas de control
4. Eficiencia de la acción de control
5. Condiciones ambientales

Para proceder con los dos primeros puntos, es indispensable saber reconocer el agente causal de la enfermedad y su sintomatología. Una vez que la enfermedad fue efectivamente reconocida, debe de ser monitoreada, es decir, se debe determinar su abundancia y distribución con el fin de construir el umbral de la enfermedad, que consiste en determinar cuánto porcentaje de pérdida se puede manejar sin intervención, y cuáles son las prácticas a las que debemos recurrir una vez que sobrepasemos ese umbral. Para que una práctica sea sostenible, se debe aplicar en el momento más oportuno (momento crítico para el agente causal) y con las condiciones ambientales ideales que optimicen el efecto de la acción.

El manejo MIP de los cacaotales insta a los productores a que calculen y consideren sus ingresos económicos antes de implementar la estrategia, que contabilicen su inversión en la implementación del MIP y el incremento de sus ingresos una vez que la estrategia MIP esté optimizada. Una vez realizada esta evaluación económica, los productores van a tener la capacidad de invertir en sus fincas con cada ciclo de cultivo, lo cual es muy atractivo pues se devuelve así el valor a los cacaotales que por el impacto de las enfermedades se había estado perdiendo.



## Elaboración de un plan de manejo integrado de enfermedades

### Prácticas recomendadas para el combate de las plagas y enfermedades del cacao

3m



**Figura 18.** Altura recomendada para los árboles de cacao con el fin de contribuir a un manejo óptimo del cultivo.

Fotografía: Rolando Cerda Bustillos.

Las medidas de control que se proponen para el manejo de los patógenos del cacao se agrupan principalmente en podas, limpieza del terreno y el control directo de órganos enfermos.

Mata-Quirós y Cerda (2021) presenta los tipos de poda en sistemas productivos de cacao. Entre algunas opciones se encuentran:

La poda de rehabilitación, que busca mantener una estructura adecuada de los árboles y un tamaño máximo de tres metros. Esta medida es fundamental para facilitar las labores culturales dentro de la parcela y lograr un control efectivo de las enfermedades (Figura 18).

La poda de mantenimiento, que busca abrir espacio entre las filas de árboles de cacao, eliminando ramas muy bajas, ramas entrecruzadas o malformadas y de esta forma favorecer la aireación del cacaotal y la eliminación de humedad.



Estos dos tipos de poda se realizan al final del pico mayor de cosecha.

Dentro de las podas o recorte de las plantas también se encuentra la deschupona, que consiste en la eliminación de los brotes jóvenes del tronco y las ramas. Esta acción se realiza simultáneamente con la cosecha de frutos.

En cuanto a la limpieza del terreno, se debe hacer la eliminación de malezas, de manera manual o química, unas cuatro veces al año. También se debe dar un mantenimiento adecuado a los drenajes antes del inicio de la época lluviosa.

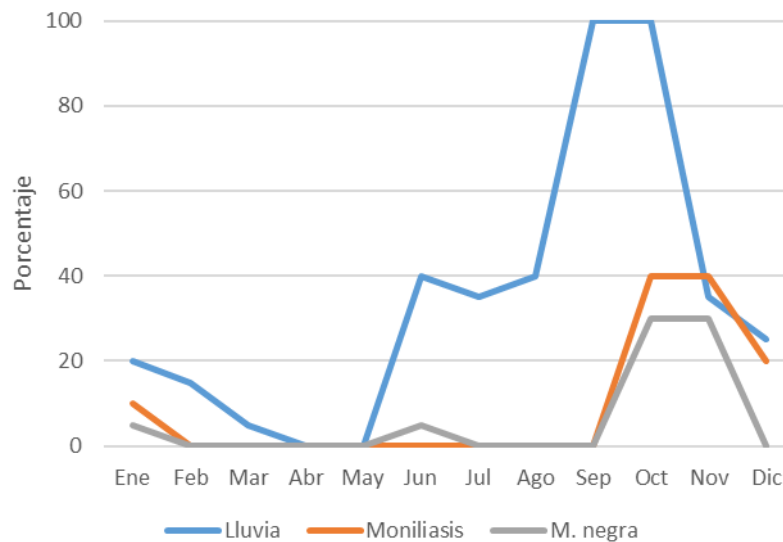
También se debe realizar la poda de regulación de la sombra, cuyo objetivo es mantener un porcentaje de sombra uniforme de un 30 a un 50%. Esta poda se realiza al final del pico mayor de cosecha.

**Para el control de órganos enfermos se deben realizar las siguientes actividades:**

- La purga total de mazorcas, que se realiza al final de la época de mayor cosecha. En ella se eliminan absolutamente todo tipo de frutos (sanos y enfermos) que queden remanentes en los árboles.
- La cosecha oportuna de frutos sanos que debe hacerse al menos cada 15 días.
- En la poda sanitaria, que consiste en la eliminación de frutos enfermos y otras partes de la planta afectadas (Mata-Quirós 2021), los frutos deben eliminarse en horas de la mañana, semanalmente durante los primeros dos meses desde la formación mayor de frutos y más distanciada en tiempo conforme los frutos van madurando.
- Se debe aplicar racionalmente fungicidas químicos y biológicos durante la época de mayor susceptibilidad de los frutos. Para esta práctica es necesario explorar las diferentes alternativas químicas y biológicas que se encuentra disponibles en el mercado del país, que no necesariamente son de elevado costo económico o de difícil preparación y aplicación.

## Uso e importancia de las variables climáticas y fenológicas

El éxito de la implementación de una estrategia MIP radica en la optimización de las prácticas de control, es decir, de su implementación en el momento adecuado y de la utilización de los insumos más efectivos de acuerdo a las condiciones del sistema de cultivo. Para esto es necesario realizar una calendarización de las prácticas, basada en las variables climáticas, especialmente la temperatura y el régimen de lluvias, quienes son las que definen la fenología del cultivo (Figura 19).



**Figura 19.** Distribución de los porcentajes de precipitación, pérdida por moniliasis y mazorca negra a través del tiempo.

Entonces, para la construcción de un calendario MIP es necesario partir de un gráfico que contenga una curva de la distribución de la lluvia y una de la temperatura en el año. A partir de estas curvas se pueden determinar los procesos fenológicos más importantes del ciclo de cultivo, como los son la floración, la fructificación (mayor presencia de frutos jóvenes) y la maduración de los frutos, entre otros. Una vez ubicada esa información en la gráfica anual, se puede proceder a determinar los momentos ideales para aplicar cada una de las prácticas agrícolas y agroforestales de la estrategia MIP. En la Figura 20 se muestra un ejemplo de la construcción de un calendario MIP.

## Elaboración del plan de manejo del cacaotal con énfasis en prevención y control de enfermedades

Con base en la información que aporta la Figura 19, se procede a ubicar los acontecimientos fenológicos y las prácticas MIP en el cronograma, según se indica en el cuadro de la Figura 20.

Este cronograma se elabora visualizando el comportamiento de las lluvias, identificando cuándo ocurren las etapas fenológicas y cuándo hay mayor riesgo de incidencia de las enfermedades.



MESES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>FENOLOGÍA</b>												
Pico de floración								X	X			
Mayor presencia de frutos jóvenes										X	X	X
Maduración	X	X	X									
Mayor crecimiento vegetativo			X	X	X							
<b>PRÁCTICAS</b>												
Poda mantenimiento de cacao					X	X						
Poda suave de cacao (raleo)	X											X
Poda de árboles de sombra					X	X						
Deshierbes (Chapia)		X				X				X		
Deschuponas	X					X						
Inicio de cosecha	X											
Época de mayor cosecha		X	X									
Final de la cosecha				X								
Época de menor cosecha						X	X					
Cosecha cada 15 días		X	X									
Poda fitosanitaria cada 8 días									X	X	X	
Poda fitosanitaria cada 15 días							X	X				X
Poda fitosanitaria cada mes	X	X	X	X	X	X						
Purga				X	X							
Aplicación preventivo									X	X	X	X
Fertilización al suelo				X		X		X				
Fertilización foliar							X			X		
Refalle o resiembra					X	X						
Injertos en campo					X	X						

**Figura 20.** Ejemplo de un plan de manejo del cacaotal con énfasis en manejo de enfermedades basado en la distribución de lluvias, incidencia de enfermedades y fenología del cultivo.



## Interpretación del plan de manejo

En el período de descanso, que viene después del pico de cosecha, se procede a realizar todas las labores previas o de preparación para el siguiente ciclo productivo. Entre estas labores preparatorias están la poda de mantenimiento y la de los árboles de sombra, con el fin de regular la sombra del cacaotal a un 30-50% y corregir la estructura general de los árboles de cacao (Mata-Quirós 2021). El refalle o resiembra y la injertación en campo también se realizan en este momento, así como una deshierba del cacaotal, una deschupona y una purga total de los frutos (sanos y enfermos remanentes). Las deschupona y la chapia se realiza una o dos veces más a través del ciclo productivo. Todas estas acciones se hacen con el fin de reducir al máximo el inóculo natural residual de los patógenos presentes en las parcelas. Una poda de raleo se realiza al finalizar la cosecha para evitar el incremento desfavorable de la sombra.

El programa de fertilización del suelo también inicia en ese momento, con tres aplicaciones cada dos meses, abarcando así los seis meses que toman el crecimiento y la maduración de las mazorcas. La fertilización foliar se realiza un mes después de la poda estructural, para permitir la recuperación/cicatrización de los árboles y promover la formación de brotes foliares. Esta se repite tres meses después, en caso de determinarse alguna deficiencia nutricional.

La aplicación de los productos preventivos, ya sean químicos o biológicos, se realiza justo después del pico de floración y se mantiene regularmente durante los primeros cuatro meses, período donde se concentran la mayor cantidad de frutos jóvenes más susceptibles a las enfermedades fungosas. En caso de que se presenten episodios inesperados de lluvia abundante, es necesario aumentar las aplicaciones preventivas y, en caso de notar un incremento en la incidencia de las enfermedades, es necesario aplicar algún producto curativo.

La poda fitosanitaria varía en su frecuencia a través del año. Durante los seis meses de período productivo se deben cosechar frutos enfermos cada 15 días. Sin embargo, durante los primeros dos o tres meses (presencia de frutos jóvenes), se recomienda incrementar la frecuencia cada ocho días. En el período no productivo se debe hacer mensualmente, para reducir el inóculo residual al máximo.

Todas estas acciones deben de ser calendarizadas por el productor de acuerdo a sus condiciones, necesidades y recursos. Sin embargo, cualquier variación marcada en el clima o desbalance del sistema general podrían ameritar variarlo y acondicionarlo para devolver el balance y evitar eventuales pérdidas.

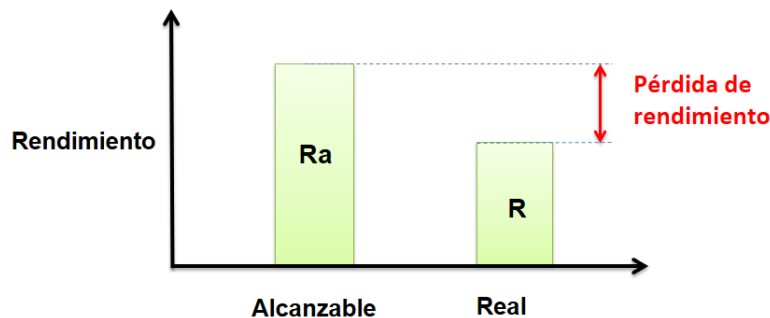




## Indicadores de efectividad del plan de manejo

Para determinar la efectividad del plan de manejo de una finca, es necesario conocer más allá los niveles de incidencia de las plagas y enfermedades y su perfil de daño. De ahí que se hace necesario el cálculo de la pérdida de rendimiento (Figura 21). Para esto hay que entender los siguientes conceptos: el rendimiento alcanzable, o el rendimiento teórico que sería alcanzado en la finca ante la ausencia de plagas y enfermedades; el rendimiento real, que consiste en el rendimiento que se reporta normalmente en las fincas bajo el efecto destructivo de patógenos; y la pérdida de rendimiento, la cual consiste en la diferencia entre el rendimiento alcanzable y el rendimiento real (Nutter Jr *et al.* 1993; Oerke 1994). Una buena estrategia de manejo MIP debe de reducir sustancialmente mi pérdida de rendimiento.

Medir la efectividad de un plan MIP es importante para evaluar el desempeño productivo del sistema y, con esa base, realizar los ajustes necesarios en caso de evidenciar que aún existen pérdidas considerables que puedan afectar negativamente al productor y su finca.



$$\text{Pérdida de rendimiento} = Ra - R$$

$$\text{Pérdida de rendimiento (\%)} = \frac{Ra - R}{Ra} \times 100$$

**Figura 21.** Cálculo de la pérdida de rendimiento de un sistema de cultivo

El análisis integral del sistema de producción para elaboración de un plan MIP mejora la efectividad de las prácticas, reduce los costos y las pérdidas de cacao. Si implementamos disciplinadamente un plan MIP con los elementos y épocas de aplicación sugeridos en esta guía, las pérdidas de producción por patógenos o agentes insectiles serían menores a un 20%, lo que se traduce en mejores rendimientos y beneficios para los productores. Por tanto, se debe motivar a los productores a diseñar un plan de manejo MIP de sus cacaotales que puedan reducir pérdidas y se traduzcan en ganancias.



## Bibliografía

- Bejarano Villacreces, G. 1961. Métodos de inoculación artificial y factores favorables para la infección de *Monilia roleri* Cif y Par. Tesis Eng. Agr. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador.
- CABI. 2020. *Moniliophthora perniciosa* (witches' broom disease of cacao) Crop Protection Compendium (sitio web). Disponible en <https://www.cabi.org/isc/datasheet/16054>
- Campuzano, H. 1981. Influencia de la temperatura y la humedad en la germinación de esporas de *Monilia roleri*. 8th International Cocoa Research Conference Lagos, Nigeria. Cartagena, Colombia, Cocoa Producers' Alliance. p. 493-497.
- Carvajal Velasco, IR. 2014. Evaluación de tres tipos de biofertilizantes líquidos foliares en dos dosis de aplicación en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la estación experimental de Sapecho –Alto Beni. Tesis Eng. Agr. Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 100 p.
- Desrosiers, R; Suárez, C. 1974. Monilia pod rot of cacao. Gregory, PH (ed.). London, Longman. 273-277 p. (Phytophthora disease of cocoa).
- Enríquez, G. 2004. Cacao Orgánico: Guía para los productores ecuatorianos. Quito, Ecuador. , Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 54 p.
- FAO. 2020. FAOSTAT (sitio web). Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Flood, J; Gilmour, M. 2017. The potential effects of climate change on cacao pest and diseases. In. Indonesian International Cacao Symposium. Jakarta, Indonesia. p.
- Leandro-Muñoz, ME; Tixier, P; Germon, A; Rakotobe, V; Phillips-Mora, W; Maximova, S; Avelino, J. 2017. Effects of microclimatic variables on the symptoms and signs onset of *Moniliophthora roleri*, causal agent of *Moniliophthora* pod rot in cacao PLoS One 12(10):e0184638. Disponible en <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184638> doi 10.1371/journal.pone.0184638
- Maddison, AC; Macías, G; Moreira, C; Arias, R; Neira, R. 1995. Cocoa production in Ecuador in relation to dry-season escape from pod rot caused by *Crinipellis perniciosa* and *Moniliophthora roleri* Plant Pathology 44(6):982-998. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3059.1995.tb02657.x> doi 10.1111/j.1365-3059.1995.tb02657.x
- Mata-Quirós, A.; Cerda, R. 2021. Manual práctico de podas de los cacaotales. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- Nutter Jr, F; Gleason, M; Jenco, J; Christians, N. 1993. Assessing the accuracy, intra-rater repeatability, and inter-rater reliability of disease assessment systems Phytopathology 83(8):806-812.
- Oerke, E-C. 1994. Estimated crop losses due to pathogens, animal pests, and weeds Crop Production and Crop Protection. Elsevier Science Publishing, New York, NY:535-597.
- Phillips-Mora, W; Ortiz, CF; Aime, MC. 2006. Fifty years of frosty pod rot in Central America: Chronology of its spread and impact from Panamá to Mexico. 15th International Cocoa Research Conference San José, Costa Rica. San José, Costa Rica. Cocoa Producers' Alliance (COPAL)/CATIE. p.
- Phillips-Mora, W; Arciniegas-Leal, A; Mata-Quirós, A; Motamayor-Arias, J. 2013. Catalogue of cacao clones selected by CATIE for commercial plantings. 1st ed. Turrialba, CR, Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE). 68 p. (Technical series. Technical manual).
- Phillips Mora, W; Cerda Bustillo, R. 2009. Catálogo de enfermedades del cacao en Centroamérica.
- Thévenin, JM; Trocmé, O. 1996. La moniliose du cacaoyer. La moniliasis del cacao. 397-406 p. (Plantations, recherche, développement).

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros son Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).



ISBN: 978-9977-57-736-4

