

**PLAN DE ACCIÓN PARA LA VIGILANCIA Y
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL CONTRA
Moniliophthora perniciosa
EN MÉXICO**

**DIRECCION GENERAL DE
SANIDAD VEGETAL**

**CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA
FITOSANITARIA**

Grupo Especialista Fitosanitario



PLAN DE ACCION PARA LA VIGILANCIA Y APLICACION DE MEDIDAS DE CONTROL CONTRA *Moniliophthora perniciosa* EN MÉXICO

Autorizó:

Dr. Francisco Javier Trujillo Arriaga
Director General de Sanidad Vegetal

Aprobó:

M.C. José Abel López Buenfil
Director del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria

Supervisó:

Dr. Clemente de Jesús García Avila
Coordinador del Grupo Especialista Fitosanitario

Elaboró:

M.C. Martha Olivia Lázaro Dzul

Actualizó :

Grupo Especialista Fitosanitario

M.C. Isabel Ruiz Galván

Dr. Andres Quezada Salinas

Dr. Guillermo Gomez Romero

M.C. Jose Manuel Pineda Ríos

M.C. Sergio Hernández Pablo

Diseño y edición:

Ing. José Alejandro Cotoc Roldán

Versión: 0.0
Septiembre 2015

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA

RESUMEN EJECUTIVO

La misión del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), es regular, administrar y fomentar las actividades de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria, reduciendo los riesgos inherentes en materia agrícola, pecuaria, acuícola y pesquera, en beneficio de los productores, consumidores e industria.

En este sentido, uno de los pilares del SENASICA es el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF), siendo una de sus líneas prioritarias, atender Plagas Cuarentenarias, cuya definición legal es: “Plaga de importancia económica potencial para el área en peligro aun cuando la plaga no esté presente o, si está presente, no esté extendida y se encuentre bajo control oficial”.

En apoyo al CNRF, el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SINAVEF) lleva a cabo actividades de vigilancia para plagas cuarentenarias, para monitorear la posible entrada de éstas. Para el presente año 2014, se priorizaron 29 plagas de importancia cuarentenaria, en las que se sitúa a la escoba de bruja del cacao *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime y Phillips-Mora, plaga cuarentenaria no presente en México, que es una amenaza para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), hospedante primario de esta plaga.

El riesgo de introducción de plagas cuarentenarias, se define legalmente como la probabilidad de introducción y dispersión de una plaga y la magnitud de las posibles consecuencias económicas asociadas con ella; por lo que es necesario tener un manual operativo con el sustento técnico y científico de las medidas fitosanitarias para accionar un dispositivo ante cualquier situación de emergencia fitosanitaria.

Por lo anterior, de acuerdo a la Ley Federal de Sanidad Vegetal y el decreto de modificaciones de 2011, capítulo V, artículos 46 y 47, cuando se detecte la presencia de plagas que pongan en situación de emergencia fitosanitaria a una o varias especies vegetales, en todo o en parte del territorio nacional, la SAGARPA instrumentará las medidas necesarias de manera urgente y coordinada, para el control o erradicación de la plaga. De esta forma se plantea el siguiente **Plan de Acción para la Vigilancia y Aplicación de Medidas de Control contra *Moniliophthora perniciosa* en territorio nacional**, en el que se presentan aspectos de información general, técnica y de manejo (delimitación, contención y erradicación) de la plaga.

**DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA**

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
1. Introducción	5
2. Objetivos.....	5
2.1 De la actividad	5
2.2 Del manual	6
3. Base legal.....	6
3.1 Ley	6
3.2 Decreto	6
3.3 Norma	6
4. Definiciones	6
4.1 Brote	6
4.2 Contención	6
4.3 Control oficial.....	6
4.4 Dispositivo Nacional de Emergencia (DNE).....	6
4.5 Delimitación	7
4.6 Erradicación.....	7
4.7 Incidencia (de una plaga)	7
4.8 Infestación	7
4.9 Incursión	7
4.10 Patógeno	7
4.11 Plaga cuarentenaria	7
4.12 Plaga Transitoria: accionable, en curso de erradicación	7
4.13 Vigencia de brote activo o detección activa	7
4.14 Zona bajo control fitosanitario	7
5. Procedimiento de reacción	9
5.1 Detección inicial.....	9
5.2 De la Coordinación Operativa para el Dispositivo Nacional de Emergencia (DNE)	9
5.3 Activación del Dispositivo Nacional de Emergencia de Sanidad Vegetal.....	9
6. Procedimiento para la delimitación	10
6.1 Delimitación del área	11
6.2 Matriz de muestreo para establecer la delimitación, contención y erradicación.....	11
6.2.1 Matriz de muestreo dentro de la zona de delimitación.....	12
6.2.2 Matriz de muestreo en áreas aledañas al sitio de delimitación	13
7. Registro y análisis de datos positivos	14
7.1 Monitoreo de esporas.....	14
8. Procedimiento para la contención.....	15

**DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA**

8.1 Control cultural	15
8.1.1 Eliminación de plantas con síntomas	15
8.2 Control químico	15
8.3 Control biológico.....	16
8.4 Medidas preventivas.....	16
9. Procedimientos cuarentenarios.....	17
9.1 Nivel de riesgo.....	17
9.2 Requisitos fitosanitarios para la movilización de material sujeto a regulación	17
10. Declaración de la erradicación	18
11. Literatura citada.....	19
12. Anexos.....	20
Anexo 1. Hospedantes de <i>M. pernicioso</i> (Tovar y Rojas, 1991; CABI, 2013).	20
Anexo 2. Lista de materiales para la delimitación y contención de <i>M. pernicioso</i>	21
Anexo 3. Toma y manejo de la muestra.....	22

1. INTRODUCCIÓN

Moniliophthora perniciosa, es el agente causal de una de las tres principales enfermedades del cultivo del cacao en Latinoamérica, denominada escoba de bruja. Este patógeno fue clasificado inicialmente por Stahel en 1915 como *Marasmius perniciosa*, más tarde fue transferido al género *Crinipellis* por Singer (1942), y finalmente fue denominado *Moniliophthora perniciosa* por Aime & Phillips-Mora (2005). En las áreas donde se ha establecido la enfermedad ha causado importantes pérdidas en la producción, ya que avanza rápidamente y tiene carácter destructivo. El hongo afecta todos los órganos de crecimiento activo, como son cojines florales, frutos en desarrollo y flujos vegetativos, en los cuales produce hipertrofias y crecimientos anormales. La enfermedad manifiesta dos estados: una fase biotrófica y una segunda necrotrófica/saprofítica. En la primera fase el hongo causa hipertrofia e hiperplasia de los tejidos, pérdida de la dominancia apical, desarrollo de brotes axilares, que resulta en la formación de la “escoba de bruja del cacao”. En la segunda fase, el hongo cambia a un hábito saprofitico, causando necrosis y muerte del tejido apical. La mejor estrategia de control de la enfermedad es la prevención, ya que no existen métodos curativos una vez que la planta ha sido infectada. La aplicación de medidas fitosanitarias como el muestreo, plantación de semilla sana y niveles adecuados de nutrición pueden contribuir a evitar la introducción de este patógeno.

Por lo anterior, es importante mantener el estatus de **Plaga Ausente**, cuya definición es: No hay registros de la plaga (NIMF No. 8). La posible presencia de *M. perniciosa* en la República Mexicana, representaría daños económicos importantes para el cacao.

En este documento se describen las acciones a seguir ante un posible evento de detección de *M. perniciosa* en territorio mexicano, considerando los recursos e insumos para que en un plazo no mayor a 24 horas después de la confirmación de la detección del brote, se inicien las actividades de delimitación, contención y erradicación de este hongo.

2. OBJETIVOS

2.1 De la actividad

- a. Vigilar a través de la exploración para la detección oportuna de *Moniliophthora perniciosa*.
- b. Delimitar, contener y erradicar los brotes de *M. perniciosa*.
- c. Confirmar la erradicación de la escoba de bruja del cacao después de aplicar las medidas de delimitación y contención.

2.2 Del Plan de Acción

- a. Establecer los procedimientos técnicos basados en sustento científico y legal para la ejecución del Dispositivo Nacional de Emergencia contra *M. pernicioso*, que establezcan la delimitación, contención y erradicación de esta plaga.
- b. Constituirse en una herramienta, para accionar una respuesta inmediata, por parte de autoridades agrícolas y de fuerza pública de ámbito federal y estatal, así como de las autoridades, personal técnico y operativo para implementar el DNE.

3. BASE LEGAL

3.1 Ley

Ley Federal de Sanidad Vegetal, Capítulo V: artículos 46 y 47, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de enero de 1994.

3.2 Decreto

Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de julio de 2007.

3.3 Norma

Norma Oficial Mexicana **NOM-081-FITO-2001**, sobre el manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos, publicada en el Diario oficial de la federación el 18 de septiembre de 2002.

4. DEFINICIONES

4.1 Brote

Población de *M. pernicioso* detectada recientemente, incluida una incursión o aumento súbito importante de su población establecida en un área.

4.2 Contención

Aplicación de medidas fitosanitarias dentro de un área previamente delimitada y alrededor de ella para prevenir la diseminación de *M. pernicioso*.

4.3 Control oficial

Observancia activa de la reglamentación fitosanitaria y aplicación de los procedimientos fitosanitarios obligatorios, con el propósito de erradicar o contener las plagas cuarentenarias o manejar las plagas no cuarentenarias reglamentadas.

4.4 Dispositivo Nacional de Emergencia (DNE)

Aplicación urgente y coordinada de las medidas fitosanitarias necesarias para erradicar a una o varias plagas de interés nacional.

4.5 Delimitación

Conjunto de herramientas de muestreo para conocer la dispersión de un brote o de una incursión de una plaga en un área.

4.6 Erradicación

Aplicación de medidas fitosanitarias para eliminar una plaga de un área previamente delimitada, para lo cual se deberá considerar el diagnóstico para determinar la ausencia de la plaga en el hospedante.

4.7 Incidencia (de una plaga)

Proporción o número de unidades de una muestra, envío, campo u otra población definida en las que está presente la plaga.

4.8 Infestación

Presencia de una plaga viva en un producto básico, la cual constituye una plaga de la planta o producto vegetal de interés. La infestación también incluye infección.

4.9 Incursión

Población aislada de una plaga detectada recientemente en un área que se desconoce si está establecida y la cual se espera que sobreviva en un futuro inmediato.

4.10 Patógeno

Microorganismo causante de una enfermedad.

4.11 Plaga cuarentenaria

Plaga de importancia económica potencial para el área en peligro aun cuando la plaga no existe o, si existe, no está extendida y se encuentra bajo control oficial.

4.12 Plaga Transitoria: accionable, en curso de erradicación

La plaga ha sido detectada como población aislada que podría sobrevivir en el futuro inmediato y, sin medidas fitosanitarias para su erradicación, podría establecerse.

4.13 Vigencia de brote activo o detección activa

Se considera activo si la detección de la incursión o brote es continua durante un año a partir de la confirmación de la detección de *M. perniciosus* en una misma área.

4.14 Zona bajo control fitosanitario

Área agroecológica determinada en la que se aplican medidas fitosanitarias a fin de controlar, combatir, erradicar o disminuir la incidencia o presencia de una plaga, en un periodo y para una especie vegetal específicos.

5. ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA FITOSANITARIA PARA LA DETECCIÓN OPORTUNA DE *M. pernicioso*

5.1 Acciones

En el establecimiento de la red de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria para la detección oportuna de la Escoba de bruja se contemplan las siguientes acciones y sub acciones (Cuadro 1).

Cuadro 1. Acciones consideradas para *M. pernicioso*. 2014.

Acción	Sub acción	Unidad de medida
Área de exploración	Superficie programada	Hectáreas
Parcela centinela	Parcelas establecidas	Número
	Revisiones programadas	Número
Capacitación	Cursos a técnicos	Número
	Pláticas a productores	Número
Divulgación	Trípticos, folletos, lonas, etc.	Número
Supervisión	Supervisión DGSV	Número
	Supervisión por la Delegación Estatal	Número
	Supervisión por OASV	Número
Evaluación	Evaluación por la Delegación Estatal	Número

5.2 Metodología de las acciones a realizar

5.2.1 Parcelas centinela

El tamaño de la parcela centinela será de 1 ha; en cada parcela se inspeccionarán de manera aleatoria 15 plantas cada quince días. Se revisaran estructuras secas como ramas, frutos y hojas, tanto las que están en los árboles de cacao como las que se encuentran en el suelo de la plantación. Se revisarán las partes en estado de crecimiento vegetativo (brotes, cojines florales y frutos) en la búsqueda de sobrecrecimientos anormales y las escobas de bruja. La superficie de las parcelas centinelas no se deberá duplicar con la de área de exploración.

Clave de identificación:

- (EBC-PC#)= (EBC) Escoba de Bruja del Cacao, (PC#) Parcela Centinela número.
- Coordenadas geográficas (grados decimales con 5 dígitos)
- Fecha de revisión e iniciales del revisor
- Para su delimitación y localización visual se colocarán listones o cintas plásticas de referencia.

5.2.2 Área de exploración

Para la exploración, el recorrido se realizará bajo el esquema de guarda griega (Figura 1), seleccionando de manera aleatoria 50 plantas y/o árboles/ 5 ha, se revisarán estructuras secas como ramas, frutos y hojas, tanto las que están en los árboles de cacao como las que se encuentran en el suelo de la plantación, en la búsqueda de basidiocarpos. Se revisarán las partes en estado de crecimiento vegetativo (brotes, cojines florales y frutos) en la búsqueda de sobrecrecimientos anormales y las



Figura 1. Exploración bajo el esquema de guarda griega.

escobas de bruja. El tamaño del área a explorar será de 5 hectáreas; sin embargo, cuando la superficie sea superior a la establecida, deberá subdividirse en lotes de máximo 5 ha.

6. PROCEDIMIENTO DE REACCIÓN

6.1 Detección inicial

El encargado de revisión de parcelas centinelas en cada ruta de vigilancia y área de exploración, que detecte signos sospechosos de *M. pernicioso*, deberá entregarlos al Coordinador Estatal de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, quien a su vez deberá enviar las muestras al Laboratorio de Micología del CNRF para la identificación (Anexo 3). Los coordinadores nacionales del SINAVEF decidirán de acuerdo al número de positivos y cantidad de inóculo, si se trata de una detección, de una incursión o de un brote, de acuerdo a lo establecido en los apartados 4.1 y 4.9.

6.2 De la Coordinación Operativa para la aplicación de las medidas fitosanitarias de control

Una vez que se realice el diagnóstico del brote o incursión de *M. pernicioso* por el CNRF, el personal técnico de la DGSV encargado del programa se trasladará al lugar donde tuvieron lugar las detecciones, para reunirse con personal del Gobierno Estatal, Comité Estatal de Sanidad Vegetal, Delegación Estatal de la SAGARPA, así como otras dependencias oficiales, instituciones de investigación y privadas nacionales, con el propósito de establecer la coordinación operativa de las medidas de control a aplicar.

6.3 Activación de las medidas fitosanitarias de control

La DGSV notificará a la correspondiente Delegación Estatal de la SAGARPA la instrumentación de las medidas de control a aplicar. Se indican los lineamientos específicos para la aplicación inmediata de las medidas fitosanitarias por parte de una brigada de emergencia de la Dirección de Protección Fitosanitaria

de la DGSV, para lo cual se le solicita que se otorgue el apoyo necesario para cumplir con la misión encomendada.

Para la instrumentación de las medidas de control contra *Moniliophthora perniciosa*, se debe tener en consideración los siguientes puntos:

- a) El área geográfica donde se aplicaran las medidas de control, indicando los nombres de municipios o las localidades bajo cuarentena. Se determinará como área cuarentenada únicamente el área que abarque la zona de delimitación de la plaga, y en donde se detecten nuevos brotes de escoba de bruja del cacao *M. perniciosa*.
- b) Una lista con los nombres comunes y científicos de los hospedantes referenciales, principales y secundarios de *M. perniciosa*, que servirán como guía para la ubicación de la enfermedad en el caso de prospección visual; además, aquel o aquellos hospedantes ubicados en el área cuarentenada que estarán sujetos a restricciones de movilización (Anexo 1).
- c) Los requisitos fitosanitarios para la movilización de los frutos, material y residuos vegetales sujetos a regulación.
- d) La ubicación de los Puntos de Verificación Interna (PVI), con la finalidad de que con su participación en este dispositivo se confine y evite la diseminación de la plaga.
- e) El programa de divulgación, difusión y relaciones públicas a aplicar.
- f) Las medidas fitosanitarias que se deben aplicar.
- g) Las dependencias y/o instituciones con las que se requiere establecer la coordinación operativa de la aplicación de medidas de control.

La SAGARPA, a través de la DGSV, es la responsable de instrumentar las medidas de control, en cualquier parte del territorio nacional, para lo cual se integrará una brigada de emergencia, que se desplazará al área o región en la que se haya realizado la detección de *M. perniciosa*.

La brigada de emergencia estará integrada por un Coordinador; un responsable de detección, delimitación y contención; un responsable de muestreo, recolectores de muestras de frutos, cojines florales y brotes vegetativos; un responsable de control cultural; un responsable de difusión; un responsable de informática y procesamiento de datos; un responsable de aspersión terrestre y un responsable de regulación cuarentenaria. La integración de esta brigada debe estar en función del número de brotes detectados.

7. PROCEDIMIENTO PARA LA DELIMITACIÓN

La delimitación a partir del foco de infestación estará referenciada por la identificación de plantas o cualquiera de sus partes con presencia de signos y síntomas de *Moniliophthora perniciosa*. A partir de esto se procederá a delimitar la zona con presencia mediante el muestreo.

En primera instancia se establecerá la condición como plaga transitoria accionable en curso de erradicación, mediante una resolución por parte de la DGSV y se declarará Zona Bajo Control Fitosanitario (ZBCF), conforme a la atribución de la Secretaría en materia de sanidad vegetal especificada en la fracción XX del artículo 7, de la Ley Federal de Sanidad Vegetal (2011), y sobre el soporte de evidencia técnica de la presencia de *M. perniciosa*.

7.1 Delimitación del área

Ubicación geográfica y cartográfica de la detección de la incursión o brote. Con apoyo de GPS, se ubica en el mapa con divisiones cartográficas internacionales a escala de 1:50 000 y sobre este se trazan radiales a 100 m que es la zona de seguridad, 200 m buffer uno, 500 m buffer 2 y 1500 m buffer 3 a partir del punto de detección, esto debido a que el principal medio de diseminación de basidiosporas, es a través del viento, el salpique y escurrimiento de lluvia en las partes bajas de los árboles, seguido por prácticas agronómicas; se ha reportado que de los focos de infección inicial la enfermedad se puede diseminar a una distancia mínima de 90 a 100m, otros reportes señalan que la diseminación a partir del foco alcanza 1.5 km (Tovar *et al.*, 1991). El radio de delimitación cubre una superficie aproximada de 900 ha o 9 km², sin importar las divisiones territoriales (Figura 2).

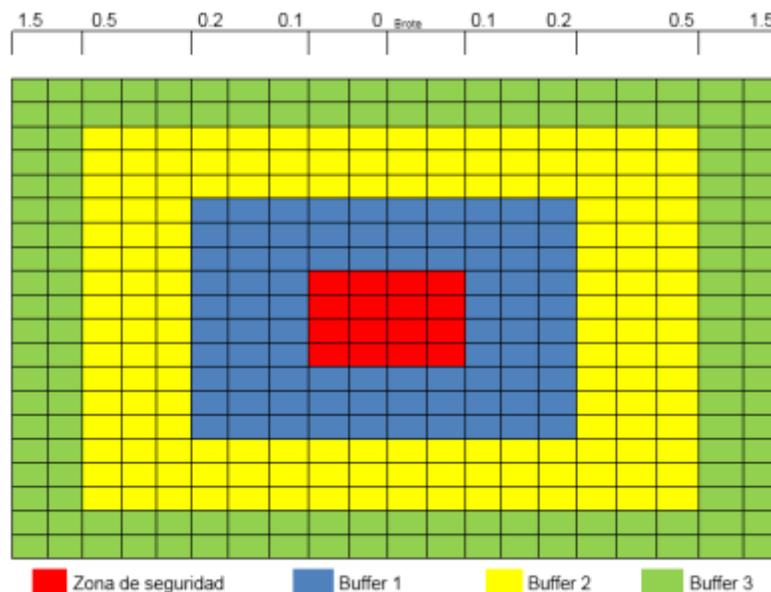


Figura 2. Diagrama de delimitación de un positivo de *M. perniciosa* con radiales a 100 (■), 200 (■), 500 (■) y 1500 m (■) a partir del punto de detección.

7.2 Matriz de muestreo para establecer la delimitación, contención y erradicación

Cuando ya se tiene la ubicación exacta de la detección del brote y la ubicación de los radiales correspondientes, se procede a intensificar el muestreo.

Se deberá tener cuidado con todo el equipo y herramienta usada para la toma de muestras, para lo cual se deberá:

- a) Eliminar los residuos de plantas en estos materiales cuando se vayan a usar en zonas o huertos diferentes.

- b) Aplicar un triple lavado del implemento con agua corriente.
- c) Sumergir en una solución desinfectante, preferiblemente cloro común al 5% (Hipoclorito de sodio), o en alcohol 70 % por 5 minutos y lavarlo con agua una última vez. También se puede usar formalina al 40%.

7.2.1 Matriz de muestreo dentro de la zona de delimitación

El hongo infecta preferentemente tejidos meristemáticos en activo crecimiento, tales como yemas vegetativas, cojines florales y frutos, por lo que el muestreo deberá dirigirse a estos órganos al momento de detectarse el positivo. Ver signos y síntomas en Ficha técnica en:

<http://www.cesaveson.com/fckeditor/editor/filemanager/connectors/aspx/UserFiles/file/Escobadebruja.pdf>

El monitoreo se dirigirá hacia las ramas tres y cuatro del árbol, que es donde ocurre una mayor incidencia del patógeno (CABI, 2013). El muestreo dentro de la zona de seguridad, buffer 1, 2 y 3, deberá realizarse con el método de muestreo cinco de oros. Cada zona será dividida a su vez en cuatro puntos cardinales, y en cada punto cardinal el muestreo se realizará mediante cinco de oros (Figura 3).

La distribución de los puntos de muestreo dentro del método de cinco de oros, deberán estar asociados a zonas con los siguientes factores:

- Zonas con humedad alta.
- Dirección de corrientes de viento.
- Prácticas culturales recientes.

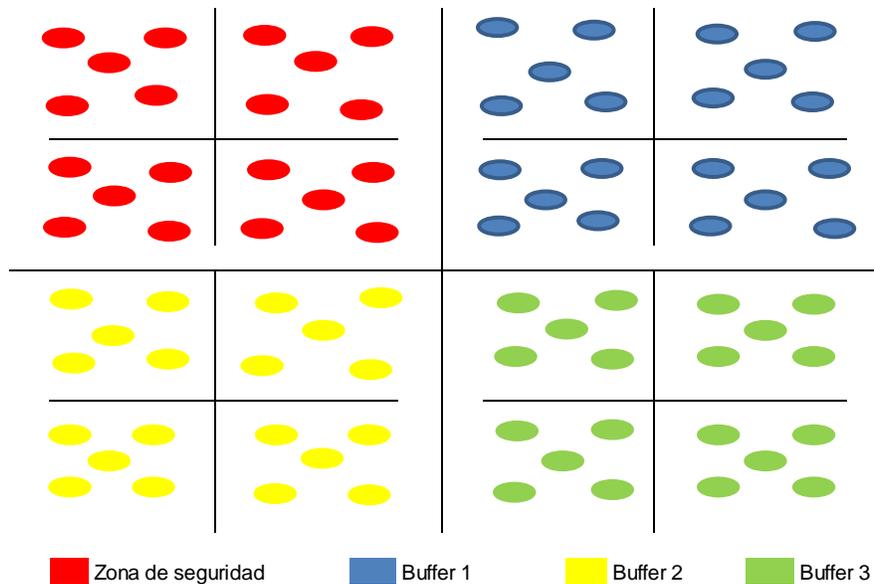


Figura 3. Matriz de muestreo en cinco de oros para *M. perniciososa* en cuatro puntos cardinales para cada zona de delimitación en plantaciones de cacao.

El número de árboles a muestrear dependerá de los cuadrantes de delimitación trazados. Dentro de la zona de seguridad, con una área aproximada de 4 ha, se realizará un muestreo más intenso, se deberán revisar 600 árboles (30 árboles por cada punto del cinco de oros); en el Buffer 1 (12 ha) se tomarán como muestra 500 árboles (25 árboles por punto); en el Buffer 2 (84 ha) se tomarán como muestra 400 árboles (20 árboles por punto); para el Buffer 3 (800 ha) se tomarán como muestra 300 árboles (15 árboles por punto) (Figura 3). De cada árbol se colectarán 8 muestras, dependiendo de la etapa fenológica del cultivo y órganos afectados por *M. perniciososa* (brotes vegetativos, cojines florales, flores o frutos) tomando dos muestras por punto cardinal del árbol; en caso de haber más de un órgano vegetativo afectado se colectará 2 muestras de cada órgano por árbol, para un total de 8 muestras por árbol.

7.2.2 Matriz de muestreo en áreas aledañas al sitio de delimitación

El estado con la mayor superficie cultivada de cacao es Tabasco, con un total de 11 municipios (Cuadro 2), por lo que existe una mayor área susceptible a ser afectada por el patógeno, misma que deberá vigilarse para poder hacer la detección y manejo oportuno. Sin embargo, el estado de Chiapas presente las condiciones favorables para la llegada del patógeno. En caso de detectarse árboles infectados por *M. perniciososa* deberá delimitarse el área y realizar un muestreo en cinco de oros como se detalló anteriormente. Los muestreos se deben realizar cada cinco días desde la detección hasta la cosecha.

**DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA**

Cuadro 2. Superficie de cacao sembrada por municipio en el estado de Tabasco México.

Municipios	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)
Cardenas	10,487.00	10,487.00	3,080.00	0.29
Centro	323.48	323.48	210.26	0.65
Comalcalco	11,055.00	11,055.00	2,673.00	0.24
Cunduacan	8,511.00	8,511.00	3,287.00	0.39
Huimanguillo	5,774.00	5,774.00	2,540.00	0.44
Jalapa	2.00	2.00	1.40	0.70
Jalpa de mendez	2,830.00	2,830.00	680.00	0.24
Nacajuca	37.00	37.00	13.00	0.35
Paraiso	1,583.00	1,583.00	361.00	0.23
Tacotalpa	158.25	158.25	130.00	0.82
Teapa	265.85	265.85	180.00	0.68

Fuente: SIAP, 2011. www.siap.gob.mx

7.3 Registro y análisis de datos positivos

Para determinar la incidencia del hongo se recomienda que las plantas observadas durante la inspección con síntomas de la plaga, sean georeferenciadas mediante GPS y los datos obtenidos serán analizados mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG), a fin de determinar la incidencia, distribución espacio-temporal de la enfermedad, predecir la dirección de la dispersión del foco y decidir sobre las medidas de erradicación y acciones regulatorias a tomar (Delgado, 2004).

7.4 Monitoreo de esporas

Para conocer el rango de dispersión de basidiosporas de *M. pernicioso* dentro de la zona de delimitación, se sugiere la colocación de trampas volumétricas tipo Buckard (capacidad de 2.9 L min⁻¹) provistas en su interior de un tambor giratorio de higrotermógrafo con periodicidad de siete días (Mora *et al.*, 1998), con estas trampas también se cuantificará la densidad diaria de basidiosporas en el aire. Las trampas se instalaran a 1.8 m sobre el nivel del suelo y se ubicaran a las periferias de cada punto cardinal en las zonas buffer 1, 2 y 3.

8. PROCEDIMIENTO PARA LA CONTENCIÓN

Ante la detección de la presencia de *M. pernicioso*, en áreas donde se encuentra el principal hospedante de importancia agrícola u otra área no registrada como prioritaria; se deben implementar las medidas fitosanitarias para contener (manejar el riesgo de establecimiento y dispersión) y erradicar a la plaga, en los procesos de producción y movilización de material vegetal hospedante del patógeno, por lo que se establece el siguiente procedimiento.

8.1 Control cultural

8.1.1 Eliminación de plantas con síntomas

Todas las partes de los hospederos con síntomas de escoba de bruja del cacao (brotes vegetativos, cojines florales, flores y frutos) encontrados durante el muestreo en la zona de delimitación y aledaños, deben ser erradicadas, mediante incineración o enterrarse en el mismo lugar, a una profundidad de 50 cm, para evitar la fructificación del hongo. Las escobas vegetativas se deben cortar por lo menos 15-20 cm por debajo del punto de infección. Los materiales enfermos sobre los cojines florales deben ser cuidadosamente removidos, cortándolos lo más cerca posible de la corteza. Las vainas enfermas junto con sus pedúnculos deben ser removidos cada vez que se cosechan las vainas sanas (CABI, 2013).

Por lo general la mayor parte de las escobas y vainas enfermas se encuentran en la parte superior de la planta (ramas 3 y 4), sólo un número escaso se localiza en el tronco y las ramas inferiores. La eliminación debe ser lo más completa posible para tener mayores posibilidades de éxito.

Cuando el índice promedio de escobas por árbol de la plantación es superior a 300 es prácticamente imposible realizar la remoción de las escobas por su baja eficiencia física y económica, en tal caso se recomienda una remoción selectiva o total de la copa de los árboles por encima del verticilo, con el fin de generar una copa sana y comenzar un programa adecuado de saneamiento.

Es importante asegurarse de que todas las escobas y vainas enfermas sean eliminadas y que no permanezcan suspendidas en las ramas. Si el saneamiento se ha extendido por más de un año, las escobas viejas que se encuentran en el suelo pueden producir basidiocarpos a los pocos días en condiciones de lluvias si no se retiran a tiempo (CABI, 2013).

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

8.2 Control químico

Porras y Sánchez (1991) mencionan que el control de esta enfermedad depende del buen manejo técnico del cultivo. Todavía no existe un control químico para la escoba de bruja del cacao. Las aplicaciones de fungicidas no han dado un resultado satisfactorio, debido en parte a la elongación de los

tejidos y a la ausencia de un fungicida efectivo para controlar el crecimiento del micelio dentro de los tejidos de la planta. Sin embargo, Medeiros *et al.*, (2010) recomiendan la aplicación de fungicidas a base de cobre tales como hidróxido de cobre (Hidroxil técnico). Otros autores señalan que aspersiones de azoxystrobin en dosis 250 g de .i.a./ ha⁻¹, complementadas con tres aspersiones mensuales posteriores con hidróxido de cobre en dosis de 1500 g de .i.a./ha⁻¹ han sido efectivas para reducir la incidencia de especies del género *Moniliophthora* en frutos de cacao, en etapas iniciales de desarrollo (menores de dos o tres meses de edad), debido a sus efectos en la reducción del crecimiento micelial del hongo y protección de frutos (Bateman *et al.*, 2005; Torres, 2010). Para evitar riesgos de que se acumulen residuos de compuestos químicos sistémicos en granos de cacao, es conveniente que estos productos solo se apliquen una sola vez en cada etapa fenológica de producción por ciclo de cultivo.

8.3 Control biológico

El control biológico de *M. perniciosa* se ha estudiado en diversos países en los que se encuentra presente la enfermedad; al respecto cabe señalar que algunas especies del género *Trichoderma*, tal como *Trichoderma stromaticum* ha dado buenos resultados en el control de la escoba de bruja del cacao, debido a que evita la formación de basidiocarpos reduciendo de esta manera la cantidad de esporas para futuras infecciones, se menciona además que esta especie reduce la formación de escobas en cojines florales, disminuyendo el efecto de la enfermedad en el amarre del fruto. Se recomienda la aplicación de una suspensión de esporas de *T. stromaticum* a una tasa de 300 mL/árbol aproximadamente 10⁹ esporas/árbol. El uso de esta especie se puede utilizar en combinación con el control químico, para tal efecto se sugiere aplicar los productos fungicidas 15 días después de la aplicación del agente de control biológico a fin de reducir el efecto tóxico de estos productos sobre *T. stromaticum* (Medeiros *et al.*, 2010).

8.4 Medidas preventivas

- Realizar podas (al menos dos veces al año) para mantener el tronco y ramas principales libres de brotes, chupones y de ramillas entrecruzadas dentro del árbol o entre árboles vecinos. Esto contribuye a mantener el ambiente seco y fresco (mejor circulación del aire).
- Regulación de sombra permanente, con esta práctica (junto con la poda) se obtiene una apropiada entrada de luz en la plantación y una buena circulación del aire, favoreciendo un rápido escape del vapor de agua.
- Reducción de la altura del árbol a 4 m para un mejor manejo de la plantación.
- Mantener un adecuado sistema de drenaje, a fin de evitar el encharcamiento del agua de lluvias y reducir la alta humedad relativa dentro del ambiente de la plantación.
- Control de malezas frecuente para facilitar la libre circulación del aire y contribuir a un ambiente más seco, evitando la condensación del rocío durante las noches, que favorece la germinación de las basidiosporas del hongo en los órganos de la planta.
- Remover del árbol todos los frutos enfermos y escobas vegetativas dos veces por semana durante la época seca.

- Se debe desinfectar todo el material y maquinaria usada previamente en el sitio positivo y evitar su movilización.
- Evitar la movilización de frutos del área delimitada para cualquier destino o propósito, a menos que personal oficial con base en los resultados de muestreos previos verifique que el fruto se encuentra libre de *M. pernicioso*.
- Practicar la sanitización del material usado durante las diferentes labores o prácticas agrícolas.

9. PROCEDIMIENTOS CUARENTENARIOS

9.1 Nivel de riesgo

Cuando se detecte un foco de la enfermedad, confirmada oficialmente vía diagnóstico, se declarará toda la zona delimitada, bajo cuarentena fitosanitaria. De acuerdo con el artículo 23 de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, los transportistas, automovilistas y pasajeros que transiten y provengan de la zona bajo cuarentena fitosanitaria, deberán permitir la inspección de los vehículos, equipajes, bolsas o paquetes, otorgando toda clase de facilidades al personal oficial de la SAGARPA, personal técnico de los Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal y del gobierno de los estados adscritos a los Puntos de Verificación Interna (PVI) o casetas que se establezcan para hacer cumplir este ordenamiento. En estos puntos se realizarán las siguientes actividades:

- Verificar que al movilizar un producto o subproducto hospedante de la enfermedad, que provenga de una zona con presencia de la misma, cumpla con toda la documentación requerida para su movilización.
- Verificar que el Certificado Fitosanitario de Movilización Nacional (CFMN) sea auténtico y cubra la cantidad declarada a movilizar del producto o subproducto.
- El personal de los PVI llevará un registro las movilizaciones comerciales que transiten por el PVI, así como las acciones legales que se hayan implementado cuando no se cumpla con este ordenamiento. Cada brote de infestación fuera del área delimitada, será tratado como un foco nuevo y deberá ser delimitado de la misma manera (de acuerdo al apartado 7.1).

9.2 Requisitos fitosanitarios para la movilización de material sujeto a regulación

- Se prohibirá la movilización de productos vegetales hospedantes de *M. pernicioso* que sean producidos, almacenados o empacados en el o los municipios o localidades cuarentenadas, hacia el resto del país.
- Los PVI serán ubicados de acuerdo a las rutas principales o vías de comunicación a la zona bajo cuarentena y la DGSV podrá ordenar su reubicación de acuerdo al grado de avance de la erradicación o a su dispersión.

- La Secretaría, a través de su personal oficial, llevará a cabo inspecciones en los PVI a fin de que se cumpla con lo establecido en el punto 9.1.
- El personal oficial designado por la Secretaría intensificará la revisión y vigilancia de pasajeros y equipajes cuando dentro de la zona de delimitación y contención existan aeropuertos, a fin de evitar la movilización de productos fuera de esta zona.

10. DECLARACIÓN DE LA ERRADICACIÓN

Una vez que se ha determinado la ausencia de hospedantes infectados con *M. pernicioso*, mediante el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica y la Dirección de Protección Fitosanitaria; la Dirección de Regulación Fitosanitaria realizará los trámites correspondientes para que se publique en el Diario Oficial de la Federación la declaratoria de erradicación de dicha plaga.

11. LITERATURA CITADA

- Bateman, R.P., Hidalgo, E., García, J., Arroyo, C., ten Hoopen, G.M., Adonijah, V. y U. Kraus. 2005.** Application of chemical and biological agents for the management of frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*) in Costa Rican cocoa (*Theobroma cacao*). *Annals of Applied Biology* 147: 129-138.
- CABI. 2013.** Crop Protection Compendium. © CAB International, Wallingford, UK.
<http://www.cabi.org/cpc/> (Consultado: 15 de abril de 2013).
- Delgado J.P.C. 2004.** Plan de emergencia del cancro de los cítricos *Xanthomonas citri* subsp. *Citri* (Hassel) Venter en caso de detectarlo en México. Tesina, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 55 p.
- Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (DGSV-CNRF). 2012.** Escoba de bruja del cacao (*Moniliophthora perniciosa* Stahel Aime & Phillips-Mora). Ficha Técnica. SAGARPA-SENASICA. México, D. F. 21 p.
- Medeiros, F.H.V., Pomella, A.W.V., de Souza, J.T., Niella, G.R., Valle, R., Bateman, R.P., Fravel, D., Vinyard, B. y P.K. Hebbar. 2010.** A novel, integrated method for management of witches broom disease in Cacao in Bahia, Brazil. *Crop protection* 29: 704-711.
- Mora, A.A., Vega, P.A., Téliz, O.D., González, M. y J. Javier. 1998.** Enfermedades del mango. pp. 18-44. En: GIIM (Grupo Interdisciplinario de Investigación en Mango). El mango y su Manejo Integrado en Michoacán. Daniel Téliz (ed.). Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.
- Parra D., Contreras I., y J. Pineda. 2008.** Escoba de bruja del cacao en Venezuela. Centro de Investigaciones del Estado Miranda (INIA). Venezuela. 53-56 pp.
- Porras V.H. y L.J. Sánchez 1991.** Enfermedades del Cacao. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola-Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Serie: Tecnología, Comunicación y Desarrollo. Fascículo No. 5. La Lima, Cortes, Honduras. 14-16 pp.
- SIAP. 2011.** Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Versión Electrónica. <http://www.siap.gob.mx> (Consulta: 15 de abril de 2011).
- Tovar, G. y A. Rojas. 1991.** La escoba de bruja del cacao (*Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer) en la región del piedemonte llanero de Colombia: estudio de parámetros de resistencia en híbridos comerciales y clones de cacao. *Agronomía Colombiana* 8(1): 59-81.
- Tovar, G., Briceño, R., Ortiz, M. y F. Serna. 1991.** La escoba de bruja del cacao en la región del piedemonte llanero de Colombia: El viento como agente de diseminación de *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer. *Agronomía Colombiana* 8(1): 153-166.
- Torres, De la C., M. 2010.** Progreso temporal y manejo integrado de la moniliasis [*Moniliophthora roreri* (Cif y Par.) Evans *et al.*] del cacao (*Theobroma cacao*) en Tabasco, México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. De México, México. 86 p.

12. ANEXOS

Anexo 1. Hospedantes de *M. pernicioso* (Tovar y Rojas, 1991; CABI, 2013).

Familia	Nombre científico	Nombre común
Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao*
Malvaceae	<i>Theobroma bicolor</i>	Cacao maraco, pataxte*
Malvaceae	<i>Theobroma speciosum</i>	chocolatillo
Malvaceae	<i>Theobroma grandiflorum</i>	Cupuassu
Malvaceae	<i>Theobroma microcarpon</i>	Cacaorana
Malvaceae	<i>Theobroma obovatum</i>	Cabeza de urubu
Malvaceae	<i>Theobroma subincatum</i>	Cupui
Malvaceae	<i>Herrania albiflora</i>	Cacao cimarrón
Malvaceae	<i>Herrania nítida</i>	Cacaotillo
Malvaceae	<i>Herrania purpurea</i>	Cacao de ardilla
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	Achiote*

*Hospedantes primarios de *Monilophthora pernicioso* y presentes en México.

Anexo 2. Lista de materiales para la delimitación y contención de *M. pernicioso*

- a) Vehículos
- b) Serruchos, navajas y tijeras de podar
- c) Mapa topográfico de la región escala 1:50 000.
- d) Bolsas de polietileno de 1 kg de capacidad
- e) Papel estraza para cubrir ramas, frutos y evitar contacto directo
- f) Guantes de polietileno
- g) Hieleras
- h) Marcadores indelebles
- i) Lápices
- j) Mochilas aspersoras
- k) Lupa de mano 10X o superior.
- l) GPS.
- m) Cloro común al 5% (Hipoclorito de sodio) o Alcohol al 70% de concentración para desinfectar.
- n) Etiquetas de identificación.
- o) Tabla de campo con formatos para registro de hospedantes.
- p) Carpeta con croquis de ubicación lotes
- q) PC para captura y graficado de datos
- r) Cámara fotográfica

Anexo 3. Toma y manejo de la muestra

- La muestra debe contener el síntoma objeto de la consulta procurando que el mismo se encuentre en diferentes grados de avance, sobre todo un estado inicial. La planta debe estar viva, de lo contrario el diagnóstico puede dar resultados erróneos ya que existen numerosos microorganismos saprófitos que invaden los tejidos muertos afectados por otras causas.
- Los órganos afectados no deben lavarse a fin de evitar que se arrastren signos del patógeno que pudieran estar presentes.
- El embalaje debe ser en bolsas plásticas, sin agregar agua. Cuando la muestra esté constituida por hojas, brotes y ramas pequeñas, poner el material entre dos hojas de papel absorbente y colocarlo en una bolsa plástica.
- Mantener las muestras en un lugar fresco hasta el momento de su envío o traslado.
- Identificar las muestras con etiquetas internas: cultivo, área geográfica del lote muestreado, establecimiento o productor; y externas: datos del remitente y destino:

**Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria.
Subdirección de Diagnostico Fitosanitario
Carretera Federal México-Pachuca Km. 37.5
C.P. 55740 Tecámac Edo. de México.**

DIRECTORIO

Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural
Pesca y Alimentación

M.C. José Eduardo Calzada Roviroso

Director en Jefe del Servicio Nacional
de Sanidad, Inocuidad y Calidad

Agroalimentaria

MVZ. Enrique Sánchez Cruz

Director General de Sanidad vegetal

Dr. Francisco Javier Trujillo Arriaga

Director del Centro Nacional de Referencia

Fitosanitaria

M.C. José Abel López Buenfil