

**PLAN DE ACCIÓN PARA LA VIGILANCIA Y
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL CONTRA
Cactoblastis cactorum (Berg)
EN MÉXICO**

**DIRECCION GENERAL DE
SANIDAD VEGETAL**

**CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA
FITOSANITARIA**

Grupo Especialista Fitosanitario

PLAN DE ACCIÓN PARA LA VIGILANCIA Y APLICACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL CONTRA *Cactoblastis cactorum* (Berg) EN MÉXICO

Autorizó:

Dr. Francisco Javier Trujillo Arriaga
Director General de Sanidad Vegetal

Aprobó:

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

Elaboró:

Dra. Rebeca González Gómez
Dr. Julio César Velázquez González
Dr. Clemente de Jesús García Avila

Actualizó

Grupo Especialista Fitosanitario

M.C. Isabel Ruiz Galván
Dr. Andres Quezada Salinas
M.C. Jose Guadalupe Florencio Anastasio
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

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) de la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV), que tiene como 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 está extendida y se encuentra bajo control oficial".

En apoyo al CNRF, el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SINAVEF) lleva a cabo diversas actividades de vigilancia para plagas de esta índole, una de sus principales actividades es el monitoreo de estas, para una detección oportuna. Para el presente año, 2014, se priorizaron 29 plagas de importancia cuarentenaria, en la que se sitúa *Cactoblastis cactorum* (Berg), plaga cuarentenaria, que en la actualidad ha sido erradicada y no se encuentra presente; esta especie tiene como principal hospedante a cactáceas (*Opuntia* spp), especies de importancia económica, ecológica y cultural en diferentes estados de la República Mexicana.

Por lo anterior, se plantea el siguiente **Plan de Acción para la Vigilancia y Aplicación de Medidas de Control contra *Cactoblastis cactorum* en México**, en el que se presentan aspectos de información general, técnica y de manejo (delimitación, contención, supresión o erradicación) de esta plaga.

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS	5
2.1 De la actividad	5
2.2 Del Plan de Acción	5
3. BASE LEGAL	6
3.1 Ley	6
3.2 Norma	6
4. DEFINICIONES	6
4.1 Acumulación del brote	6
4.2 Contención	6
4.3 Detección de un Brote	6
4.4 Dispositivo Nacional de Emergencia (DNE)	6
4.5 Delimitación	6
4.6 Erradicación	6
4.8 Vigencia de brote activo o detección activa	7
4.9 Zona bajo control fitosanitario	7
5. ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA FITOSANITARIA PARA LA DETECCIÓN OPORTUNA DE <i>Cactoblastis cactorum</i>	7
5.1 Acciones	7
5.2 Metodología de las acciones a realizar	8
5.2.1 Parcela centinela	8
5.2.2 Rutas de trampeo	8
5.2.2 Área de exploración	9
6. PROCEDIMIENTO DE REACCIÓN	9
6.1 Detección inicial	9
6.2 De la Coordinación Operativa para la aplicación de las medidas fitosanitarias de control	10
6.3 Aplicación de las Medidas Fitosanitarias de Control	10
7. PROCEDIMIENTO PARA LA DELIMITACIÓN	11
7.1 Por trampeo	11
7.1.1 Formación y movilización de brigadas	11
7.1.2 Ubicación cartográfica	12

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

7.1.3 Matriz de muestreo.....	13
7.1.4 Delimitación del brote y evaluación de la condición fitosanitaria en el punto de detección.....	13
7.1.5 Matriz de trampeo para establecer la delimitación y aplicar las medidas de contención y erradicación.....	14
7.1.5.1 Zonas con alta densidad de hospedantes.....	14
7.1.5.2 Zonas con baja densidad de hospedantes.....	15
7.2 Registro de capturas en trampas y determinación de machos por trampa por noche (MTN)	16
8. PROCEDIMIENTO PARA LA CONTENCIÓN.....	17
8.1 Control cultural.....	17
8.1.1 Eliminación de hospedantes	17
8.2 Aspersión de producto químico.....	17
8.3 Técnica del Insecto Estéril (TIE)	19
8.3.1 La Logística del procedimiento para la aplicación de la TIE para <i>C. cactorum</i>	19
9. PROCEDIMIENTO PARA LA CONTENCIÓN EN ÁREAS CERRADAS	21
10. PROCEDIMIENTOS CUARENTENARIOS	21
10.1 Nivel de riesgo	21
10.2 Requisitos fitosanitarios para la movilización de material.....	21
11. ERRADICACIÓN DE LA PALOMILLA DEL NOPAL, <i>C. cactorum</i>	22
12. DECLARACIÓN DE LA ERRADICACIÓN.....	22
13. LITERATURA CITADA.....	23
14. ANEXOS	24
Anexo 1. Proceso de liberación de las palomillas estériles de <i>C. cactorum</i>	24
Anexo 2. Principales plantas hospedantes de <i>C. cactorum</i> ,.....	25

1. INTRODUCCIÓN

Ante la detección temprana en cualquier área bajo vigilancia de la palomilla del nopal *Cactoblastis cactorum* (Berg), se deberá actuar de forma inmediata y oportuna, implementando las medidas fitosanitarias de delimitación, contención y erradicación de esta palomilla. Estas acciones son de aplicación inmediata a la detección de una intercepción en campo o brote, y se justifican debido a la biología de la plaga (tasa reproductiva alta) y a la superficie con diferentes especies de *Opuntia* en territorio nacional.

Por lo anterior, es importante seguir manteniendo el estatus de plaga erradicada y en la actualidad ausente, pues de no aplicarse estas medidas el costo social y económico serían muy altos.

En este documento se describen las acciones de vigilancia epidemiológica fitosanitaria, acciones a seguir ante un posible evento de la presencia de *Cactoblastis cactorum* en el territorio mexicano, considerando los recursos e insumos, una vez que se dé la confirmación de la detección del brote, se inicien las actividades de delimitación, contención y erradicación de esta plaga.

2. OBJETIVOS

2.1 De la actividad

- a. Vigilar a través de monitoreo para la detección oportuna de *Cactoblastis cactorum*.
- b. Delimitar, contener y erradicar las detecciones o brotes de la palomilla del nopal *Cactoblastis cactorum*.
- c. Confirmar la erradicación de la palomilla del nopal después de aplicar las medidas de delimitación, contención y erradicación.

2.2 Del Plan de Acción

- a. Establecer los procedimientos técnicos basados en sustento científico, legal y económico para la ejecución del Plan de Acción para la Vigilancia y Aplicación de Medidas de Control contra *Cactoblastis cactorum*, que establezcan la vigilancia, delimitación y contención para minimizar los riesgos de dispersión y de ser posible la erradicación de esta plaga.
- b. Constituirse en una herramienta para accionar una respuesta inmediata de las autoridades agrícolas y de fuerza pública de ámbito federal y estatal, así como las autoridades, personal técnico y operativo para desarrollar el Plan de Acción para la Vigilancia y Aplicación de Medidas de Control.

3. BASE LEGAL

3.1 Ley

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

3.2 Norma

Norma Oficial Mexicana **NOM-081-FITO-2001**, 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 Acumulación del brote

Es la captura acumulada de adultos de *Cactoblastis cactorum* en trampas cebadas con feromona o la suma acumulada de otros estados biológicos como larvas en cladodios mediante un muestreo directo.

4.2 Contención

Aplicación de medidas fitosanitarias dentro de un área infestada y alrededor de ellas para prevenir la dispersión de una plaga.

4.3 Detección de un Brote

Población de *Cactoblastis cactorum* detectada recientemente, incluida una incursión o aumento súbito importante de una población previamente establecida en un área.

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 y los límites de un área considerada infestada.

4.6 Erradicación

Aplicación de medidas fitosanitarias para eliminar una plaga de un área previamente delimitada, para lo cual se deberá considerar la no detección durante un año, esto debido a la tasa alta reproductiva del insecto, presenta de cinco a seis generaciones por año.

4.7 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.

4.8 Vigencia de brote activo o detección activa

Se considera activo si la detección de la incursión o brote es continua durante dos ciclos biológicos de *Cactoblastis cactorum* en una misma área.

4.9 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 EPIDEMIOLÓGICA FITOSANITARIA PARA LA DETECCIÓN OPORTUNA DE *Cactoblastis cactorum*

5.1 Acciones

En el establecimiento de la red de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria para la detección oportuna de la palomilla del nopal, contemplan las siguientes acciones y sub acciones (Cuadro 1).

Cuadro 1. Acciones consideradas para la palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*) 2014.

Acción	Sub acción	Unidad de medida
Área de exploración	Superficie programada	Hectáreas
Parcela centinela	Parcelas establecidas	Número
	Revisiones programadas	Número
Rutas de trampeo	Rutas establecidas	Número
	Trampas instaladas	Número
	Revisiones programadas	Número
Capacitación	Cursos a técnicos	Número
	Pláticas a productores	Número
Divulgación	Trípticos, folletos, lonas, etc.	Número
Supervisión	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 Parcela centinela

El tamaño de la parcela centinela será de 100 m² (Figura 1), en la cual se llevará cada quince días un recorrido total en búsqueda de la palomilla del nopal. En el caso donde no existan superficies mayores a 100 m², se podrán tomar en consideración manchones de nopales.

La clave de identificación que se deberá considerar es:

- (PN-PC#)= (PN) Palomilla de Nopal, (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.

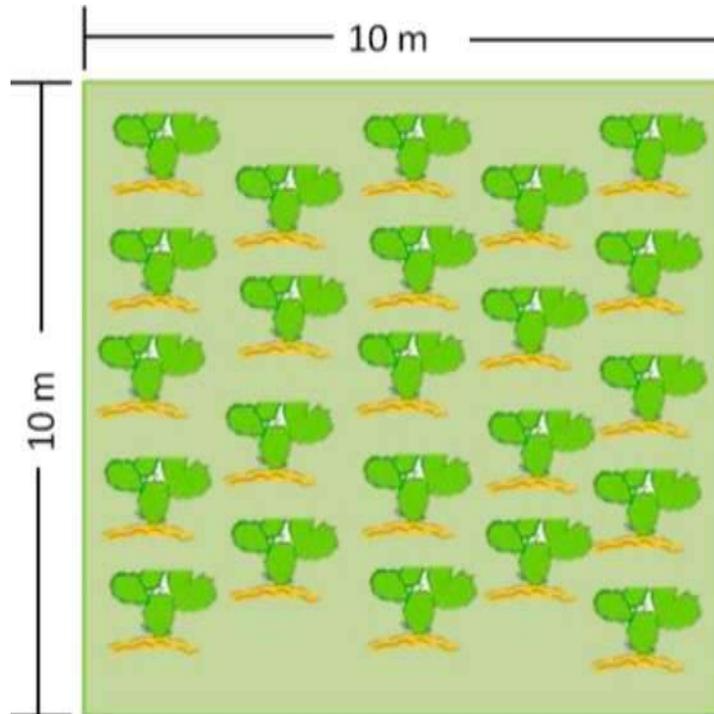


Figura 1. Tamaño de parcela centinela

5.2.2 Rutas de trampeo

Se instalarán 10 trampas por cada ruta de trampeo de las trampas utilizadas serán tipo ala con feromona específica de *C. cactorum*. La densidad de trampas a utilizar en poblaciones densas y extensas de nopales será de 1 trampa con feromona sexual cada 100 m. Las trampas se podrán cambiar de ubicación cada tres meses para cubrir otras zonas o sitios de riesgo (en el entendido de que todas las zonas con estas características deben contar con monitoreo por medio de trampas al menos cada tres meses) y en zonas con manchones localizados y aislados, se colocarán trampas dependiendo de la distancia entre los manchones y el tamaño de los mismos. La colocación de la trampa será a 1.5 m de altura ubicada en la orilla del hospedante. La revisión de las trampas se realizará cada quince días.

Identificación de la trampa:

- (PN-RT#-T#)= (PN) Palomilla del Nopal, (RT#) Ruta de Trampeo número y (T#) Trampa número.
- Coordenadas geográficas (grados decimales con 5 dígitos)
- Fecha de revisión, iniciales del revisor y fecha de cambio de feromona o atrayente.
- Para su localización visual se colocará listones o cintas plásticas de referencia.

5.2.2 Área de exploración

Se realizará la búsqueda de especímenes de la palomilla del nopal, revisando la mayor cantidad de plantas posibles seleccionando por lo menos 25 plantas por hectárea para su inspección minuciosa. 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. Para la exploración se recomienda hacer recorridos en las zonas con hospedantes, bajo el esquema de guarda griega.

6. PROCEDIMIENTO DE REACCIÓN

6.1 Detección inicial

El encargado de revisión de parcelas centinela, trampas y área de exploración que detecte algún adulto u otro estado biológico sospechoso a *Cactoblastis cactorum*, deberá tomar muestras y registrarlas en el sistema de muestras notificándose al Coordinador Estatal y a la Coordinación de área del SENASICA quienes a su vez deberá enviar los especímenes al Laboratorio de Entomología y Acarología del CNRF para la identificación. Los coordinadores nacionales del SINAVEF decidirán de acuerdo a la incidencia y severidad si se trata de un brote o una incursión, de acuerdo a lo establecido en los apartados 4.3 y 4.7.

El espécimen se enviará al CNRF/DGSV bien etiquetado, además se tomará evidencia fotográfica tanto del espécimen como de la trampa y hospedantes donde se encontró. La etiqueta debe contener los siguientes datos: Clave de identificación de la trampa, coordenadas, propietario, estaca donde está colocada la trampa, predio, estado y municipio, nombre del técnico, referencias y debe acompañarse de un croquis de localización. Aún y cuando resulte obvio para el técnico, debe considerar cualquier información complementaria.

Los especímenes capturados en una trampa tipo ala pherocón 1-c por ningún motivo se deben remover, porque dificultaría la identificación posterior del espécimen, y enviar la parte donde se encuentre el espécimen en cubos de unicel que permitan que el stiken se pueda doblar anexando toda la información mencionada en el párrafo anterior.

En caso que se recolecten especímenes sobre plantas hospedantes se realizará como se describe a continuación: tomar evidencia fotográfica de los síntomas o signos en las estructuras de la planta a muestrear; georreferenciar y marcar la planta; se recolectarán bastones de huevos, larvas y pupas conservándolas de forma correcta para su diagnóstico. Las larvas de último instar se deberán hervir previamente y depositar en viales con alcohol al 70%, para el caso de huevos y pupas se colocarán en viales protegidos con algodón seco; las muestras deben ser enviadas al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF) o al laboratorio de diagnóstico fitosanitario aprobado que este determine, para su

identificación y al mismo tiempo se le notificará al responsable de darle el seguimiento por parte de la DGSV.

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

Una vez diagnosticado el o los especímenes de *C. cactorum*, el personal técnico de la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) encargado del programa se trasladará al lugar donde se realizaron las detecciones para reunirse con personal del Gobierno Estatal, Comité Estatal de Sanidad vegetal, Delegación Estatal de la SAGARPA, así como otras dependencias oficiales y de investigación nacionales, con el propósito de establecer la coordinación operativa de las medidas de control a aplicar.

6.3 Aplicación de las Medidas Fitosanitarias de Control

La DGSV notificará a la Delegación Estatal de la SAGARPA la instrumentación de las medidas fitosanitarias de control. Se indicarán 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 solicitará que se les brinde todo el apoyo necesario para cumplir con la misión encomendada. Posteriormente, se dará a conocer al público en general mediante una circular y la publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Para la instrumentación de las medidas fitosanitarias de control contra *C. cactorum*, se debe tener en consideración los siguientes puntos:

- a) El área geográfica de aplicación, indicando los nombres de municipios o localidades cuarentenadas. Se determinará como área cuarentenada únicamente al área que abarque la zona de delimitación de la plaga, y en donde se detecten nuevos brotes y se aplicarán las medidas fitosanitarias contenidas en este Plan de Acción.
- b) Una lista con los nombres comunes y científicos de los hospedantes principales y secundarios de *C. cactorum*, que servirán como guía referencial para la ubicación de la plaga en el caso de prospección visual, además de todos aquellos hospedantes ubicados en el área cuarentenada que estarán sujetos a restricciones de movilización.
- c) Los requisitos fitosanitarios para la movilización de los frutos, plantas o material sujetos a regulación.
- d) La ubicación de los puntos de verificación interna (PVI) para evitar la movilización de material hospedante.
- 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 del Plan de Acción para la Vigilancia y Aplicación de Medidas Fitosanitarias de Control contra *Cactoblastis cactorum*.

La SAGARPA a través de la DGSV, es la responsable de instrumentar las medidas fitosanitarias de control en cualquier parte del territorio nacional, para lo que integrará una brigada de emergencia, la cual emprenderá las primeras acciones de manejo del brote en la región en la que se haya detectado la plaga.

La brigada de emergencia estará integrada por un Coordinador; un responsable de detección, delimitación y contención; un responsable de muestreo, de recolectores de muestras (cladodios, adultos en trampas, bastones de huevos, larvas), un responsable de control cultural; un responsable de difusión; un responsable de informática y procesamiento de datos; un responsable de aspersión terrestre y aérea para el caso de Áreas Naturales Protegidas y un responsable de regulación cuarentenaria. La integración de esta brigada deberá 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 captura inicial de adultos en trampas tipo delta cebadas con feromona específica de la plaga o larvas y pupas presentes en *Opuntia* spp., en huertos o áreas urbanas donde se tengan hospedantes, y se procederá a delimitar la zona mediante el uso de trampas, inspección y muestreo para conocer la distribución espacial y temporal de la plaga.

En primera instancia se establecerá la condición como plaga bajo control oficial, mediante una resolución por parte de la DGSV y se declarará Zona Bajo Control Fitosanitario (ZBCF), conforme a la atribución de la fracción XX del artículo 7, procedente de la Ley Federal de Sanidad Vegetal (2011) y sobre el soporte de evidencia técnica de la presencia de *C. cactorum*.

El procedimiento siguiente permitirá determinar el posible origen del brote, que se caracterizará por ocurrir en mayor intensidad de daño (Incidencia y severidad) y que indicará un mayor periodo de colonización/multiplicación (nuevas generaciones). Es importante considerar el registro de especies de *Opuntia* afectadas y severidad del daño ocasionada por la plaga para que de esta forma, se determine el tiempo aproximado de introducción. El procedimiento se describe a continuación:

7.1 Por trampeo

7.1.1 Formación y movilización de brigadas

En las siguientes 24 horas y a partir de la confirmación del diagnóstico positivo a *C. cactorum* a partir de larvas de tercer instar o adultos; se movilizarán las brigadas con el equipo e insumos necesarios para delimitar el brote.

Cada brigada deberá contar con dos técnicos que conocen los signos y características taxonómicas de *C. cactorum* y que realizarán el registro de datos y coordenadas mediante GPS. En caso de no contar con personal suficiente para formar el número de brigadas requerido, para el caso de la atención a zonas agrícolas y marginales próximas, podrá utilizarse técnicos de otras campañas, y si es necesario, se solicitará a los CESV de los estados vecinos apoyar con el personal necesario que reúna las características señaladas.

7.1.2 Ubicación cartográfica

Ubicación geográfica y cartográfica de la detección de la incursión o brote de *C. cactorum*. Con apoyo de GPS, se ubicará en el mapa con divisiones cartográficas internacionales a escala de 1:50,000 y sobre este se trazan radiales a partir del punto de detección, a 100 m que es la zona de seguridad, 300 m buffer 1, 500 m buffer 2 y 1,500 m buffer 3, para cubrir una superficie aproximada de 706 ha o 3 km², sin importar las divisiones territoriales (Figura 2). Este radio de delimitación se sustenta en el trabajo de marcaje, liberación y recaptura de *C. cactorum* con trampas cebadas con feromona, realizado por Stephen *et al.* (2005).

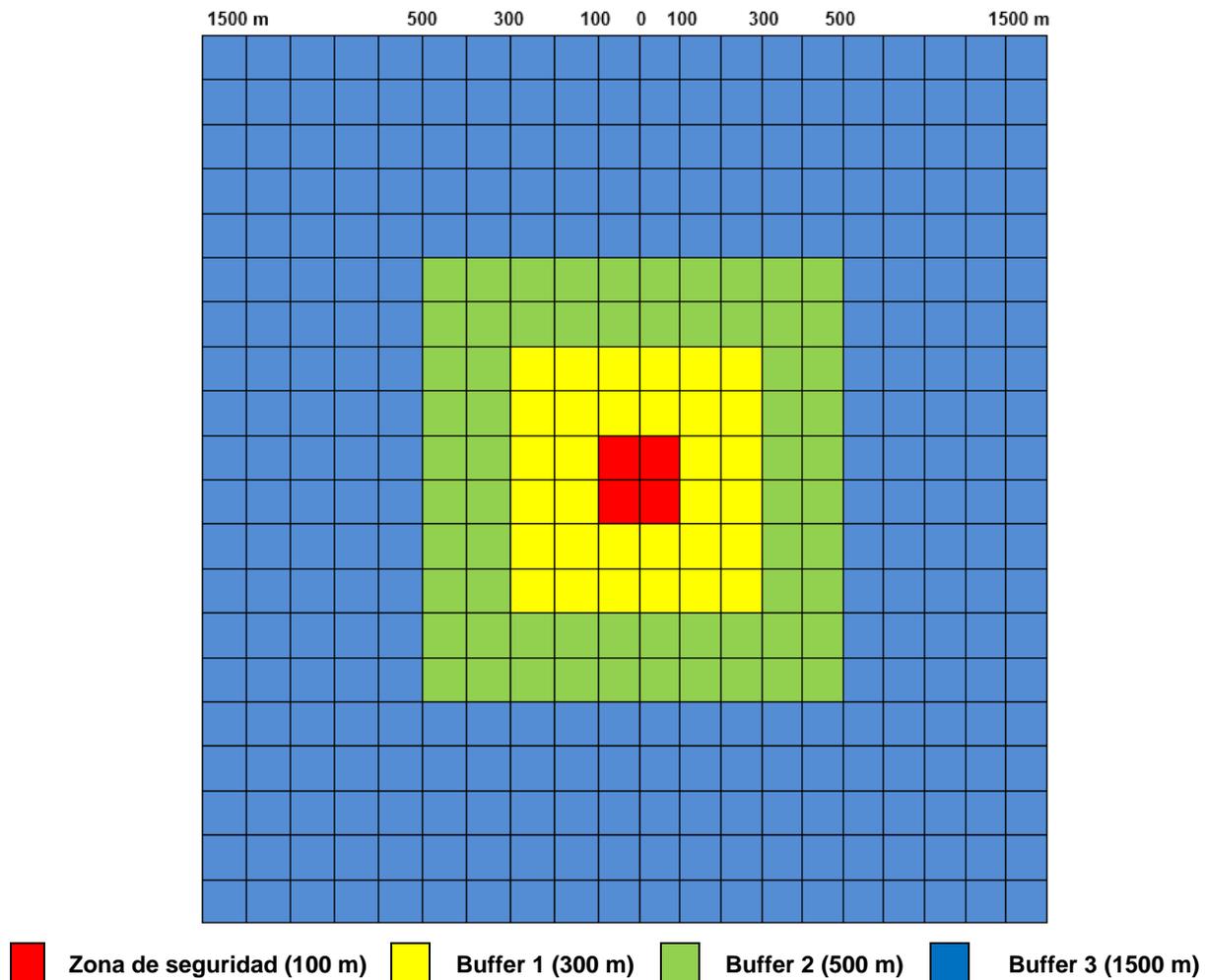


Figura 2. Diagrama de delimitación de la palomilla del nopal en un radio de 1.5 km, para zonas con baja densidad de hospedantes.

7.1.3 Matriz de muestreo

El procedimiento de delimitación dependerá de la densidad de hospedantes en la zona de detección; la densidad de hospedantes influye en el patrón de dispersión de la palomilla del nopal, esta se dispersa a mayor distancia en zonas con baja densidad de hospedantes y menor distancia en zonas con alta densidad. Para determinar la densidad de hospedantes se realizará un trapeo a cada 100 m a partir de la zona de detección, si el resultado es de 16 a 24 plantas de *Opuntia* spp., se debe considerar una zona de alta densidad de hospedantes, si la densidad es de 8 a 16 plantas, densidad media y menor a 8 plantas considerar una zona de baja densidad.

En la Figura 3, se presenta el esquema de delimitación a aplicar cuando la densidad de hospedantes sea alta. De forma general se ha observado que *C. cactorum* presenta un patrón de distribución en forma agregada. Por lo que cuando se detecte una planta positiva, se intensificara el muestreo en plantas aledañas. Para ambas condiciones, de baja y alta densidad de hospedantes, en la zona bajo control se debe muestrear todas las plantas presentes. En las zonas tampón o buffer 1, 2 y 3, los muestreos de delimitación, estarán en función a los signos o síntomas o presencia de bastones de huevos. En ambos casos el muestreo se realizara de acuerdo a lo descrito en el punto 7.1.4.

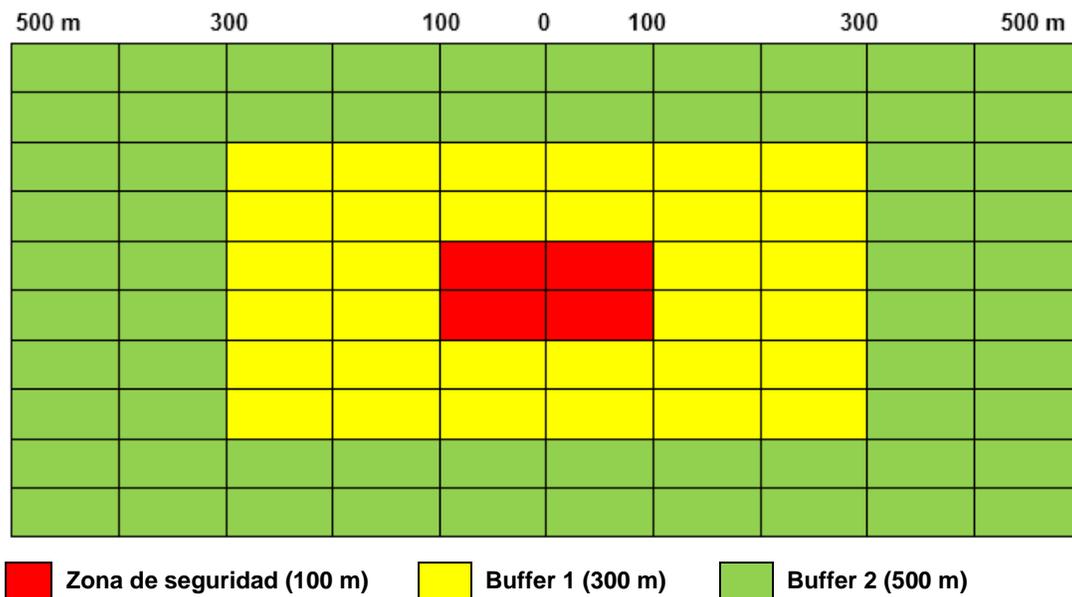


Figura 3. Diagrama de delimitación de la palomilla del nopal en un radio de 500 m, para zonas con densidades medias y alta de hospedantes.

7.1.4 Delimitación del brote y evaluación de la condición fitosanitaria en el punto de detección

a. Se revisarán plantas de *Opuntia* spp. en toda el área delimitada, según la densidad de hospedantes, los muestreos se realizan con dirección a las zonas con mayor presencia de hospedantes en la zona de muestreo y en dirección contraria a los vientos dominantes. El personal responsable procederá a realizar la búsqueda de plantas infestadas conforme a las siguientes condiciones:

- Presencia de secreciones derivadas de la alimentación de las larvas.

- Cladodios (pencas) huecos con presencia de larvas.
 - Cladodios (pencas) huecos y/o secos sin presencia de larvas.
 - Plantas completamente destruidas (buscar pupas en el suelo).
 - Presencia de bastones de huevos en plantas vecinas.
 - Dar preferencia a plantas por las cuales *C. cactorum* ha mostrado mayor interés como *O. dillenii*, *O. Cochenillifera* y *O. ficus-indica*.
- b. Las especies de plantas de *Opuntia* infestadas por *C. cactorum* y características de la infestación son registradas de forma individual en el Formato de registro de información de plantas infestadas. Las plantas infestadas se deberán eliminar inmediatamente.
- c. Si se llega a encontrar plantas infestadas en la zona buffer 3, se debe considerar como un nuevo brote y se repetirá el procedimiento de delimitación según corresponda a partir de este nuevo punto.
- d. La información recabada en los formatos será analizada para determinar la situación del brote (distribución, incidencia, severidad y estados biológicos de la plaga detectada), esto permitirá ajustar la estrategia de confinamiento y supresión del brote en caso de ser necesario durante las reuniones interinstitucionales.
- e. Una vez que el brote se haya delimitado, se procederá a calcular el número de personas requeridas para continuar con el proceso de destrucción de plantas infestadas con base en el apartado 8.3.

7.1.5 Matriz de trapeo para establecer la delimitación y aplicar las medidas de contención y erradicación

7.1.5.1 Zonas con alta densidad de hospedantes

Al realizar el muestreo directo de plantas, se procederá también a colocar trampas cebadas con feromona sexual, para esto se colocan un septo nuevo en la trampa donde se encontró el positivo y trampas adicionales alrededor del positivo a una distancia de 50 m para tener un total de 13 trampas en la zona de control. En la primer zona buffer, se procede a colocar 2 trampas por hectárea (ha) para un total de 64 trampas, en la segunda zona buffer se coloca 1 trampa por ha para un total de 64 trampas, para un total de 143 trampas en toda la zona de delimitación (Figura 4). Las trampas a emplear serán tipo ala Pherocon-1c, colocadas a una altura de 1.5 m a partir del suelo (Bloem *et al.*, 2005).

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

500 m	300	100	0	100	300	500 m
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	2	2	2	2	1
1	1	2	2	2	2	1
1	1	2	2	3	3	2
1	1	2	2	3	3	2
1	1	2	2	2	2	1
1	1	2	2	2	2	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

Zona de seguridad (100 m)
 Buffer 1 (300 m)
 Buffer 2 (500 m)

Figura 4. Diagrama de delimitación y contención de un brote de *C. cactorum* en territorio mexicano en un área de 100 ha y una densidad total mínima de 640 trampas.

7.1.5.2 Zonas con baja densidad de hospedantes

En zonas con baja densidad de hospedantes, la densidad de trapeo debe ser mayor debido a que el viento es un factor fundamental en la dispersión de la palomilla bajo estas condiciones. Por lo tanto para conocer la dispersión de la palomilla en esta zona se procede a colocar una trampa nueva en el sitio de detección y 16 trampas alrededor de esta, separadas por 30 m una de otras. Con esto se tendrá una densidad de 17 trampas en la zona bajo control o 17 trampas/4 ha. En la primer zona tampón, se colocan 3 trampas por ha, en la segunda zona tampón se colocan 2 trampas por ha y la tercera zona tampón se coloca una trampa por ha.

Al final se tendrá un total de 17 trampas en la zona control, 91 trampas en el buffer 1, 128 trampas en el buffer 2, y 800 trampas en el buffer 3 (Figura 5).

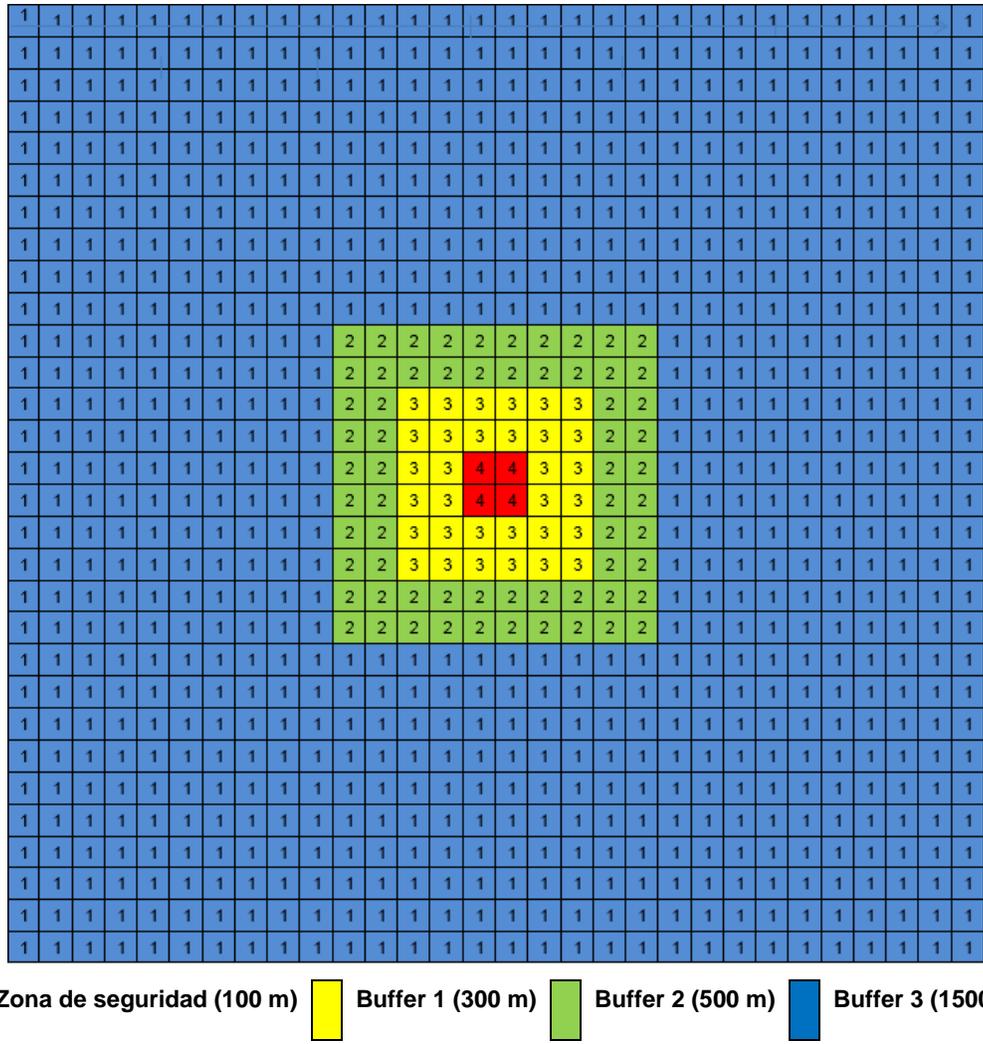


Figura 5. Diagrama de delimitación y contención de un brote de *C. cactorum* en territorio mexicano en un área de 100 ha y una densidad total mínima de 640 trampas.

7.2 Registro de capturas en trampas y determinación de machos por trampa por noche (MTN)

Las capturas de adultos en trampas deben ser mayores en la zona de seguridad que en las respectivas zonas buffers. Las capturas en trampas serán graficadas y analizadas por los actores involucrados para replantear las estrategias y coordinar las diferentes medidas fitosanitarias. El análisis de la captura permitirá responder las siguientes preguntas:

- Especie de *Opuntia* más atacada en la zona de delimitación.
- La palomilla se está dispersando o se trata de más de un brote.
- La dispersión sigue un patrón a favor o en contra de los vientos dominantes.

- De acuerdo a las capturas en trampas, se determinará si el área de delimitación es suficiente o hay que ampliarla.
- El número de generaciones posibles en la zona de delimitación tomando como base el umbral térmico de la palomilla y las temperaturas máximas y mínimas de la zona.

8. PROCEDIMIENTO PARA LA CONTENCIÓN

8.1 Control cultural

8.1.1 Eliminación de hospedantes

Se procederá a eliminar plantas en su totalidad en la zona donde fue detectado el brote de la plaga. El procedimiento consistirá en:

- a) Realizar la recolecta de cladodios (pencas) infestados o plantas pequeñas completas, las cuales serán troceadas y enterradas, en su caso aplicar algún insecticida o incinerar las pencas. Las pencas deberán enterrarse a una profundidad de 50 cm que imposibiliten la salida de los estados inmaduros de *C. cactorum*.
- b) Cuando las plantas sean muy grandes y presenten tallos leñosos, estas serán eliminadas con una poda y la aplicación de un herbicida sistémico para evitar rebrote.
- c) En el caso donde las plantas correspondan a manchones densos, se procederá a realizar el quemado de las plantas. La actividad de quemado de plantas se realizará tomando todas las previsiones necesarias para evitar incendios o daños a otras especies vegetales. Si se tiene duda al respecto, si el método funciona o no, será mejor evitar el movimiento del material en caso de su aprovechamiento.
- d) Al realizar esta actividad, es importante considerar dejar en la misma zona (al centro) plantas individuales que actuarán como plantas centinela o trampa, a las cuales se dará seguimiento para monitorear la presencia de la plaga. Es recomendable dejar plantas que fungirán como centinela o trampa a aquellas especies de *Opuntia* más preferidas por *C. cactorum*, como lo son *O. auberi* Pfeiff.) Salm-Dyck, *O. cochenillifera* (L.) Mille y *O. dillennii* (Ker-Gawl.) Haw. (Figuras 8, 9 y 10).

8.2 Aspersión de producto químico

Una vez confirmada la presencia de un brote de *C. cactorum*, y después de la instalación de trampas cebadas con feromona sexual, se debe iniciar las aplicaciones de insecticidas autorizados. Las aplicaciones pueden ser terrestres o aéreas. Sin embargo, el uso de productos químicos para el control de plagas que atacan a las *Opuntias* no está autorizado en México, por lo que este método de control podría quedar supeditado a la obtención de una autorización de uso temporal en caso de que exista una contingencia. En

caso de que se requiera la implementación de esta medida fitosanitaria, existen pruebas de efectividad biológica realizadas en Sudáfrica por el Dr. Zimmermann (2008), donde sugiere lo siguiente:

- Determinar el tipo de plantación donde se requerirá el uso de insecticidas, sólo temporalmente o como medida complementaria a la erradicación. Las plantaciones se pueden categorizar, por ejemplo, en plantaciones comerciales y poblaciones silvestres de *Opuntia*.
- En las plantaciones de nopal, el control químico está siendo enfocado a los bastones de huevos y larvas neonatas durante el pequeño periodo entre el tiempo en el que emergen y en el que penetran el cladodio.
- Uno de los prerrequisitos para un insecticida efectivo en estas situaciones es un periodo residual largo, preferentemente uno que permanezca durante el periodo de oviposición de la palomilla.
- De acuerdo a pruebas de campo en Sudáfrica, para combatir palomilla del nopal durante periodos de huevo y larvas neonatas, se pueden usar insecticidas como lo es la cipermetrina, spinosad y deltametrina.
- En los países o regiones donde la palomilla del nopal tiene sólo dos generaciones bien definidas por año y donde el periodo de oviposición está confinado a un periodo de alrededor de 40 días, solo un tratamiento de cipermetrina (con un efecto residual más largo) puede ser suficiente para proteger la planta. Es probable que esto pudiera ocurrir también en algunas zonas altas de clima más fresco de México.
- En las regiones tropicales o subtropicales más cálidas, la palomilla tiene más de 2 ó 5 generaciones superpuestas por año y en estas circunstancias se necesitarán más tratamientos insecticidas para tener protección completa, probablemente de 2 ó 3 tratamientos por generación.
- Los tratamientos con cipermetrina y spinosad para la palomilla del nopal se deben alternar o rotar, para prevenir el desarrollo de resistencia. El control químico debe formar siempre parte del enfoque integrado de control que incluye muestreos regulares de cladodios infestados en las plantaciones. Además, estos se deben remover y destruir para mejorar el manejo de la palomilla del nopal y hacer más efectivo el uso de insecticidas.
- Hasta el momento no se ha encontrado un insecticida sistémico efectivo y económico para el control de larvas endófagas en las plantaciones de nopal tunero. Sin embargo, el control de *C. cactorum* en viveros donde las plantas están en macetas se puede lograr utilizando insecticidas sistémicos aplicados al suelo, gracias al confinamiento en que se encuentran las raíces en las macetas y debido a que se puede controlar el régimen de agua, esto permite tener un aprovechamiento óptimo del insecticida. Sin embargo, en caso de que el costo-beneficio se justifique, las especies de *Opuntia* en viveros deberán ser eliminadas en su totalidad.

8.3 Técnica del Insecto Estéril (TIE)

La SAGARPA y SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos naturales) deberán prever contar con Laboratorios Reproductores y comercializadores de agentes de control biológico y realizar su producción, o en su caso prever una lista de proveedores confirmados de palomillas estériles para fortalecer las acciones de manejo de brotes de *C. cactorum*. Las acciones de la Técnica del Insecto Estéril (TIE) en áreas silvestres serán coordinadas por la SEMARNAT y en áreas agrícolas corresponderá a la SAGARPA a través del SENASICA; sin embargo, ambas Secretarías trabajaran coordinadamente en casos donde concurren estrechamente poblaciones silvestres y áreas agrícolas de nopal.

En la TIE para la palomilla del nopal, se presenta un fenómeno denominado Esterilidad Heredada. Las palomillas recién emergidas (≤ 24 hr) son irradiadas con cobalto 60 con un irradiador Gammacell 220, a una dosis de 200 Gy, como resultado las hembras son completamente estériles, mientras que los machos son semiestériles, de manera que se dan las siguientes interacciones después de las liberaciones (Carpenter *et al.*, 2001 a y b; Tate *et al.*, 2007):

$PI \text{ ♀} + PS \text{ ♂} = \text{no hay progenie}$

$PI \text{ ♂} + PS \text{ ♀} = \text{progenie F1 (en menor No.) completamente estéril}$

$PI \text{ ♀} + PI \text{ ♂} = \text{no hay progenie}$

$PF1 + PS = \text{no hay progenie}$

$PF1 + PI = \text{no hay progenie}$

Dónde:

PI = palomilla irradiada

PS = palomilla silvestre

PF1 = palomilla generación F1

Por lo que la PF1, al ser completamente estéril, prolonga el efecto de supresión de la población al cruzarse con palomillas fértiles sin dejar descendencia.

8.3.1 La Logística del procedimiento para la aplicación de la TIE para *C. cactorum*, deberá ser el siguiente (Anexo 1):

a) Recepción del paquete

- Registrar la hora en que arribo el paquete de insectos estériles al aeropuerto, su llegada a la oficina de la aduana, la hora en que se recogió de la aduana, la hora en que se parte al lugar de la liberación, así como la hora en que se llega a dicho lugar.
- Las palomillas estériles se trasladan en cajas Petri; los insectos se reciben en estado de dormancia (pasan por un proceso de enfriamiento para que soporten el traslado). Al recibir el paquete con los insectos, se debe verificar que no tenga daños externos.
- Inmediatamente después de recibir el paquete se debe trasladar al lugar de la liberación, evitando movimientos o vibraciones bruscas, así como cualquier tipo de humedad que pueda penetrar el paquete, para proteger a las palomillas.

- Una vez que se llega al lugar de la liberación, se debe proteger el paquete de los rayos solares, depredadores (como hormigas o pájaros) y/o cualquier otro agente, mientras se determina el área donde se hará la liberación de los insectos estériles.

b) Liberación de las palomillas estériles de *C. cactorum*

- Determinar el área de la liberación antes de abrir el paquete, esto se hace identificando las trampas en las que se han tenido capturas recientes de palomillas del nopal y/o nopales que han sido infestados recientemente.
- Revisar las trampas para identificar puntos clave donde palomillas silvestres han estado volando y liberar las palomillas estériles en dicha área. Si recientemente no han habido capturas de machos silvestres, las liberaciones se harán en nopales recientemente infestados.
- Remover y liberar una caja de palomillas a la vez. Permitir que las palomillas se calienten un poco sosteniendo las cajas Petri con ambas manos o contra el cuerpo (nunca se debe dejar la caja en el sol). Una vez que las palomillas comienzan a moverse dentro de la caja, ya están listas para ser liberadas.
- Liberar las palomillas sobre los nopales o en la vegetación adyacente. Algunas palomillas volarán fuera de la caja cuando se quita la tapa, unas van a volar hacia la vegetación y otras caerán al suelo muertas.
- Dispersar las palomillas alrededor y entre la vegetación de nopales y cactus. Al término de esta actividad, tener cuidado de caminar en dirección contraria de los vientos dominantes y alejarse de la zona donde se liberaron los insectos, para evitar pisarlos.
- Revisar que el área esté libre de depredadores, evitando liberar los insectos en telas de araña, cerca de lagartijas, o en las horas en las que los pájaros pueden atacar a las palomillas.
- Registrar la información de la liberación en la hoja de datos del paquete. Anotar la hora de la liberación, el lugar (incluyendo la trampa más cercana o marca), condiciones ambientales (velocidad y dirección del viento, nubes, lluvia, etc.), así como la viabilidad de las palomillas liberadas de cada caja (% de las que vuelan fuera de la caja).
- Revisar las trampas en el área donde se realizó la liberación un día después de la actividad. Determinar el número de machos de la palomilla del nopal que cayeron en las trampas, tanto estériles como silvestres. Las palomillas estériles están cubiertas de un polvo fluorescente altamente visible bajo luz ultravioleta. Las trampas con palomillas del nopal se revisarán en el laboratorio para determinar, por medio de la fluorescencia si son estériles o silvestres. Registrar el número de palomillas estériles y silvestres atrapadas por trampa por día.

- Dejar al menos tres parejas en jaula entomológica para observación durante los siguientes cinco días y ver sobrevivencia y adaptación a condiciones locales. Al término de esos cinco días conservar en frascos de alcohol 70% debidamente etiquetados.
- Realizar las liberaciones por la tarde noche (crepúsculo), debido a la biología de *C. cactorum* (mayor actividad), además que se les favorece en encontrar sitios de refugio y evitar a los depredadores.

Las liberaciones de las palomillas estériles se realizan de forma manual mediante la utilización de cajas petri, que contienen de 200 a 300 palomillas/caja petri. Se ha sugerido que para que la población de *C. cactorum* decline la proporción de palomillas estériles con las silvestres debe ser de 5:1. Se deben de liberar de 15,000 a 20,000 palomillas estériles en una longitud de 27,353 Km aproximadamente.

9. PROCEDIMIENTO PARA LA CONTENCIÓN EN ÁREAS CERRADAS

La movilización de material vegetal hospederos de *Cactoblastis cactorum*, del centro de acopio o empacadora, proveniente de huertas infestadas hacia mercado, procesadora o industria estará sujeta a lo especificado en el artículo 22 de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, debiendo realizar el muestreo en los centros de acopio y/o empacadoras autorizadas por personal oficial o profesional fitosanitario autorizado por la Secretaría, que disectarán frutos seleccionados preferentemente con signos o con evidencia de daño de plaga.

10. PROCEDIMIENTOS CUARENTENARIOS

10.1 Nivel de riesgo

Dependiendo del nivel de riesgo y de la movilización de material hospedante procedente del área delimitada, de existir, se implementara el Control Legal, mediante la instalación de puntos de verificación interna temporales para evitar la salida de material de esta zona mediante la revisión de vehículos, decomiso de material vegetal, aspersión y destrucción de material en los puestos de cuarentena.

10.2 Requisitos fitosanitarios para la movilización de material

Los requisitos fitosanitarios para mover material vegetal serán los siguientes:

- Establecimiento de puntos de verificación internos fitosanitarios (PVIF)

Como parte de las medidas para la delimitación, contención, y erradicación de *C. cactorum*, ambas Secretarías (SAGARPA, SEMARNAT) establecerán un control en la movilización de *Opuntias* que pudieran fungir como reservorios para mover la plaga a otras zonas. La SAGARPA a través del SENASICA se auxiliara a través de los Puntos de Verificación Internos Federales (PVIF), para realizar la inspección correspondiente. En caso de ser necesaria la instalación de nuevos PVIF, ambas Secretarías determinaran su ubicación y número.

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.

- En el caso de especies de vida silvestre, se deberá presentar la autorización de traslado de especies silvestres (ATES), que deberán ser expedidos por la SAGARPA y SEMARNAT, respectivamente, según corresponda. En requisitos fitosanitarios adicionales deberá indicar lo siguiente: “El producto está libre de la Palomilla del nopal (*C. cactorum*)”. Lo anterior se deberá constatar mediante la inspección visual del producto; en caso de que exista duda o sospecha, se procederá a tomar una muestra para su envío al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, en cuyo caso se retendrá el producto, hasta obtener el diagnóstico. Los gastos generados por esta actividad, deberán ser cubiertos por el interesado.

11. ERRADICACIÓN DE LA PALOMILLA DEL NOPAL, *C. cactorum*

Para la erradicación de *C. cactorum*, se incluyen la integración de las diferentes medidas de manejo de la plaga que anteriormente se mencionaron, donde se integran la detección oportuna de la plaga (ya sea una incursión o brote), delimitación y contención (aplicación de métodos de control: cultural, químico y etológico).

Para el caso de *C. cactorum*, un brote se considera erradicado después de aplicar las diferentes medidas fitosanitarias y que mediante el monitoreo de la palomilla ya sea por trampas con feromona sexual y con las plantas centinelas, no se haya tenido la presencia de la plaga (cero capturas en trampas o ausencia de daños), además hay que tomar en cuenta que el ciclo de vida de *C. cactorum*; de acuerdo a Stephen y Carpenter (2009), en un año la plaga, en climas templados presenta un ciclo bien definido, sin embargo para climas cálidos puede presentar generaciones traslapadas; en base a este sustento se puede establecer que una vez que pase un año sin detenciones de *C. cactorum* es suficiente para concluir que la erradicación fue exitosa.

12. DECLARACIÓN DE LA ERRADICACIÓN

Una vez que se ha determinado la ausencia *C. cactorum*, a través de los métodos de trampeo y por el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SINAVEF); 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.

13. LITERATURA CITADA

Bloem, S., Hight, S. D., Carpenter, J. E., and K. A. Bloem. 2005. Development of the most effective trap to monitor the geographical expansion of the cactus moth *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). Florida Entomol. 88: 300-306.

Carpenter, J. E., Bloem, K. A., Bloem, S. 2001a. Applications of F1 sterility for research and management of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). Florida Entomol. 84: 531-536.

Carpenter, J. E., Bloem, S., Bloem, K. A. 2001b. Inherited sterility in *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). Florida Entomol. 84: 537-542.

Stephen, H. D. and J. E. Carpenter. 2009. Flight phenology of male *Cactoblastis Cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) at different latitudes in the Southeastern United States". Florida Entomologist 92(2):208-216.

Stephen, D. H., Carpenter, J. E., Bloem S. and K. A. Bloem. 2005. Developing a Sterile insect release program for *Cactoblastis cactorum* (Berg) (Lepidoptera: Pyralidae): Effective overflooding ratios and release-recapture field studies Environ. Entomol. 34(4): 850-856.

Tate, C. D., Carpenter, J. E. and B. Stephanie. 2007. Influence of radiation dose on the level of F₁ sterility in the cactus moth, *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). Florida Entomologist 90(3):537-544.

Zimmermann, H. G. 2008. Field testing of selected insecticides for the control of the cactus moth: *Cactoblastis cactorum*. Report to the IAEA, Project MEX/5/029. H. Zimmermann & Assoc., Pretoria, South Africa. 33 pp.

Zimmermann, H. G., S. Bloem, and H. Klein. 2004. The biology, history, threats, surveillance and control of the cactus moth, *Cactoblastis cactorum*. Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria. 40 pp.

14. ANEXOS

Anexo 1. Proceso de liberación de las palomillas estériles de *C. cactorum*



Figura 1. Recepción del paquete con la palomillas estériles de *C. cactorum*.



Figura 6. Palomillas estériles de *C. cactorum*, para ser liberadas en un área infestada con palomillas silvestres de *C. cactorum*.



Figura 3. Liberación de palomillas estériles de *C. cactorum* en un área infestada con palomillas silvestres de *C. cactorum*.

Anexo 2. Principales plantas hospedantes de *C. cactorum*, las cuales se dejarán como plantas centinelas o trampa



Figura 4. Planta hospedante de *C. cactorum*, *O. auberi* (lengua de vaca o nopal lengüita).
Foto: <http://www.flickr.com/photos/fjtu/7698169158/>.



Figura 5. Planta hospedante de *C. cactorum*, *O. cochenillifera* (Nopal de San Gabriel).
Foto: <http://www.sagebud.com/cochineal-nopal-cactus-opuntia-cochenillifera/>.



Figura 6. Planta hospedante de *C. cactorum*, *O. dillenii* (Nopal).
Foto: <http://www.actaplantarum.org/acta/galleria1.php?id=4570>.

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