

**PLAN DE ACCIÓN PARA LA VIGILANCIA Y
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL CONTRA
Fusarium guttiforme
(Hypocreales: Nectriaceae)
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 *Fusarium guttiforme* (Hypocreales: Nectriaceae) 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

Supervisó:

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

Elaboró:

Dr. Julio César Velázquez González

Actualizó:

Grupo Especialista Fitosanitario

M.C. Martha Olivia Lázaro Dzul
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 principal del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), es ejercer su autoridad a través de la regulación, inspección, vigilancia y certificación de la sanidad, inocuidad y calidad agrícola, pecuaria y acuícola, en beneficio del valor de las cadenas agroalimentarias que determine la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), y es la encargada de instrumentar las medidas de control necesarias cuando se detecte alguna plaga que ponga en situación de emergencia fitosanitaria a una o varias especies vegetales.

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 cuarentenarias, 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, asimismo se tienen establecidos muestreos fitosanitarios para cultivos de importancia económica en el país, como es el caso del cultivo de piña (*Ananas comosus*), que es de gran relevancia para algunos estados de México, como los son: Veracruz y Oaxaca, entre otros; que destacan por su mayor superficie cultivada. Este cultivo, es afectado por diversas plagas y enfermedades, entre ellas *Fusarium guttiforme*, que es considerada una plaga cuarentenaria.

Por lo anterior, se plantea el siguiente **Plan de Acción para la Vigilancia y Aplicación de Medidas de Control Contra *Fusarium guttiforme* en México**, en el que se presentan aspectos de información general, técnica y de manejo (delimitación, contención, y erradicación) de este patógeno.

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	2
1. INTRODUCCIÓN	5
2.1 De la actividad	5
2.2 Del Plan de Acción.....	5
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 Delimitación	6
4.5 Detección de un Brote.....	6
4.6 Erradicación.....	7
4.7 Incidencia (de una plaga)	7
4.8 Incursión	7
4.9 Infestación.....	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. ESTRATEGIAS DE VIGILANCIA PARA DETECCIÓN OPORTUNA DE <i>Fusarium guttiforme</i> . 7	
5.1 Muestreo.....	8
6. PROCEDIMIENTO DE REACCIÓN	8
6.1 Detección inicial	8
6.2 De la Coordinación Operativa para la Aplicación de las Medidas de Control.....	8
6.3 Aplicación de las medidas de control	8
7. PROCEDIMIENTO PARA LA DELIMITACIÓN	9
7.1 Delimitación del área.....	10

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

7.2 Matriz de muestreo para establecer la delimitación y aplicar las medidas de contención y erradicación.....	10
7.2.1 Matriz de muestreo dentro de la zona de delimitación	11
7.2.2 Matriz de muestreo en áreas aledañas al sitio de delimitación.....	12
7.3. Seleccionando el tamaño de muestra	14
8. REGISTRO Y ANÁLISIS DE DATOS POSITIVOS.....	14
9. PROCEDIMIENTO PARA LA CONTENCIÓN.....	15
9.1 Eliminación de plantas con síntomas	15
9.2 Control químico	15
9.3 Control biológico	15
9.4 Control cultural	16
9.5 Medidas preventivas.....	16
10. PROCEDIMIENTOS CUARENTENARIOS.....	17
10.1 Nivel de riesgo.....	17
10.2 Los requisitos fitosanitarios internos.....	17
12. DECLARACIÓN DE LA ERRADICACIÓN	17
13. CAPACITACIÓN Y DIVULGACIÓN.....	17
14. LITERATURA CITADA.....	18
Anexo 1. Equipo usado para el muestreo de <i>F. guttiforme</i>	19
Anexo 2 Toma y manejo de la muestra	19

1. INTRODUCCIÓN

Fusarium guttiforme (Nirenberg y O'Donnell, 1998), es el agente causal de la gomosis o fusariosis de la piña, la enfermedad causada por este hongo es considerada la mayor amenaza para este cultivo a nivel mundial, debido a la alta susceptibilidad que presentan los principales híbridos. Las características morfológicas usadas para distinguir entre especies dentro de este grupo incluyen el arreglo de los conidióforos en el micelio aéreo, el número de aberturas conidiogenas abiertas sobre las polifiálides, la presencia o ausencia de serpientes estériles o hifas curvadas, y la morfología de los macroconidios (Aoki *et al.*, 2001; Nirenberg y O'Donnell, 1998). Este hongo tiene la capacidad de infectar todas las estructuras de la planta como rebrotes, tallos, corona. Este puede destruir toda la planta si se presenta en etapas tempranas de desarrollo. Tiene la capacidad de sobrevivir en restos de la planta después de la cosecha para reinfectar el cultivo en el ciclo siguiente. La mejor estrategia de control de la enfermedad en la prevención, ya que no existen métodos curativos una vez que la planta ha sido infectada. La aplicación de medidas fitosanitarias como el muestreo, aplicación preventiva de fungicidas, plantación de semilla sana y niveles adecuados de nutrición pueden contribuir a evitar la introducción de este patógeno.

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

En este documento se describen las acciones a seguir ante un posible evento de detección de *Fusarium guttiforme* en el 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 para la detección oportuna de *Fusarium guttiforme*.
- b. Delimitar, contener y erradicar los brotes de *Fusarium guttiforme*.
- c. Confirmar la erradicación de *F. guttiforme* después de aplicar las medidas fitosanitarias 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 Plan de Acción para la Vigilancia y Aplicación de Medidas de Control contra *Fusarium guttiforme* en México, que establezcan las medidas fitosanitarias como delimitación, contención y erradicación.
- b. Constituirse en una herramienta para accionar la respuesta inmediata a nivel de autoridades agrícolas y de fuerza pública de ámbito federal y estatal, así como las autoridades, personal técnico y operativo para implementar el Plan de Acción para la Vigilancia y Aplicación de Medidas de Control contra *Fusarium guttiforme* en México.

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**. 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 una plaga detectada recientemente, incluida una incursión o aumento súbito importante de una población de una plaga establecida en un área.

4.2 Contención

Aplicación de medidas fitosanitarias dentro de un área previamente delimitada y alrededor de ella para prevenir la dispersión de *F. guttiforme*.

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 Delimitación

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

4.5 Detección de un Brote

Población de *Fusarium guttiforme* detectada recientemente, incluida una incursión o aumento súbito importante de una población previamente establecida, por lo que se deberá considerar el diagnóstico para determinar la presencia o ausencia de la plaga en el hospedante.

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 Incursión

Población de esporas capturadas de *F. guttiforme* en un sistema de captura en un área que se desconoce si está establecida y la cual se espera que sobreviva en un futuro inmediato.

4.9 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.

4.10 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. Para su erradicación se han aplicado medidas fitosanitarias apropiadas.

4.13 Vigencia de brote activo o detección activa

Se considera activo si la detección de la incursión o brote es continua en más de un ciclo de cultivo, o si el diagnóstico de hospedantes resulta positivo 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 PARA DETECCIÓN OPORTUNA DE *Fusarium guttiforme*

En respuesta al riesgo que implica la introducción y establecimiento *Fusarium guttiforme* se establece la vigilancia para la detección oportuna, delimitación y contención de estas plagas. Las actividades de

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA

Vigilancia Epidemiológica de Plagas de importancia cuarentenaria, son complementadas con acciones de divulgación, capacitación a productores, relacionados con la cadena productiva y de comercialización.

En el establecimiento de la red de vigilancia epidemiológica fitosanitaria para la detección oportuna de *Fusarium guttiforme*, se contemplan las acciones y sub-acciones del Cuadro 1.

Cuadro 1. Acciones para la vigilancia de *Fusarium guttiforme* para el 2015.

Acción	Subacción	Unidad de medida
Muestreo	Muestreo	Número

5.1 Muestreo

Para la colecta de muestras se deberán hacer recorridos en los cultivos de piña, a fin de buscar daños ocasionados por el patógeno.

Consideraciones:

- Dar prioridad a zonas donde haya sospecha de alguna plaga o patógeno.
- Remitirse a las guías de síntomas- daños y procedimiento para la toma y envío de muestras de plagas que afectan al cultivo de piña.
- Garantizar que la muestra llegue al laboratorio en condiciones óptimas para ser procesada.

6. PROCEDIMIENTO DE REACCIÓN

6.1 Detección inicial

El encargado de la exploración en las áreas bajo muestreo fitosanitario, que detecte síntomas generados por *F. guttiforme*; deberá tomar muestras del material vegetal con síntomas y entregárselos al Coordinador Estatal de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, quién a su vez deberá enviarlos al Laboratorio de Micología del CNRF para su diagnóstico fitosanitario. Los coordinadores nacionales del programa de vigilancia decidirán de acuerdo al número de hospedantes con síntomas, si se trata de una incursión o de un brote, de acuerdo a lo establecido en los apartados 4.1 y 4.9 de este documento.

6.2 De la Coordinación Operativa para la Aplicación de las Medidas de Control

Confirmado el diagnóstico positivo para *F. guttiforme*, el personal de la DGSV emitirá el comunicado oficial a los sectores involucrados y se trasladara 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 privadas nacionales, con el propósito de establecer la coordinación operativa de las medidas de control a aplicar.

6.3 Aplicación de las medidas de control

La DGSV notificará a la correspondiente Delegación Estatal de la SAGARPA la instrumentación de las medidas de control. Se indicarán los lineamientos específicos para la aplicación inmediata de las medidas

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA

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.

Para la instrumentación de las medidas de control contra *Fusarium guttiforme*, 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 al o los municipios o localidades, donde se detecte un brote del agente causante de la fusariosis de la piña *F. guttiforme* y se aplicarán las medidas fitosanitarias contenidas en este documento contra esta plaga.
- b) Una lista con los nombres comunes y científicos de los hospedantes principales y secundarios de *F. guttiforme*, ubicados en el área cuarentenada que serán sujetos a restricciones de movilización.
- c) Los requisitos fitosanitarios para la movilización de los frutos o material vegetal sujetos a regulación.
- d) La ubicación de los puntos de verificación interna (PVI) para confinar y evitar la dispersión de material vegetal de la zona cuarentenada.
- 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 de Control contra *F. guttiforme* en Territorio Nacional.

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 integrará una brigada de emergencia, la cual se desplazará a la región en la que se haya detectado la enfermedad.

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, coronas y plantas, un responsable de control cultural, un responsable de difusión, un responsable de informática y procesamiento de datos, un responsable de aspersión terrestre y aérea 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 identificación de plantas o cualquiera de sus partes con presencia de signos y síntomas de *Fusarium guttiforme*. A partir de esto se procederá a delimitar la zona con presencia mediante el muestreo de plantas en campo y vivero.

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 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 *F. guttiforme*.

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 bajo control, 300 m buffer uno, 500 m buffer 2 y 1000 m buffer 3 a partir del punto de detección, esto debido a que el principal medio de dispersión de conidios es por viento seguido por agua de riego y practicas agronómicas, este radio de delimitación cubre una superficie aproximada de 400 ha o 1 km², sin importar las divisiones territoriales (Figura 1).

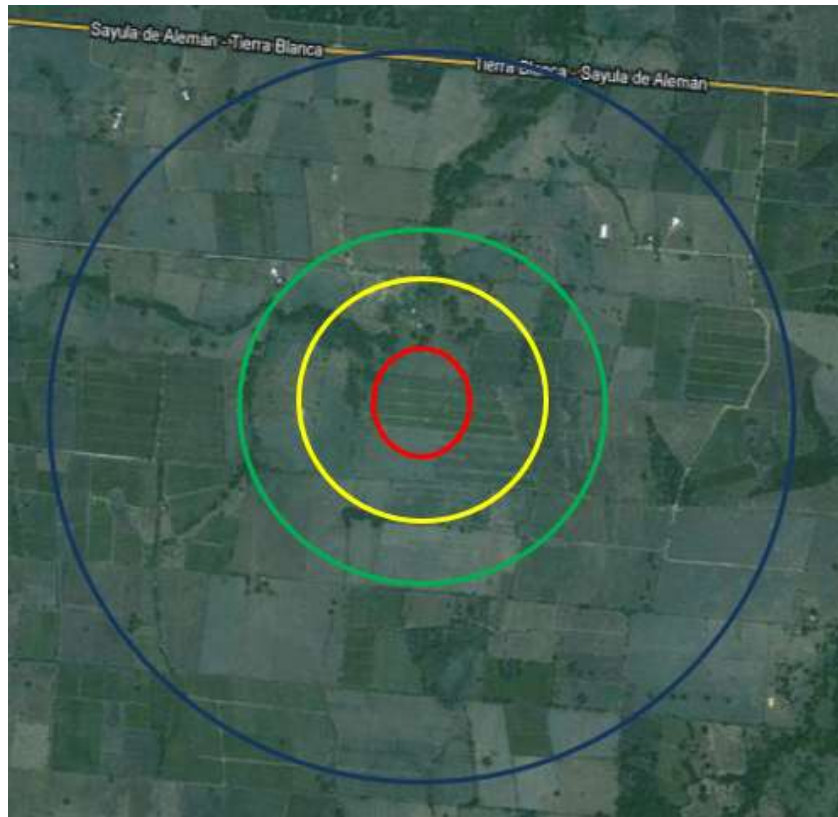


Figura 1. Diagrama de delimitación de un positivo de *Fusarium guttiforme* con radiales a 100 (○), 300 (○), 500 (○) y 1000 m (○) a partir del punto de detección.

7.2 Matriz de muestreo para establecer la delimitación y aplicar las medidas de contención y erradicación.

Cuando ya se tiene la ubicación exacta de la detección del brote, además de haber trazado los radiales correspondientes, se procede a intensificar el muestreo y a evitar los riegos pesados y humedades relativas arriba del 90%.

A partir de la primera detección, pueden ocurrir hasta 7 días en promedio para observar signos y síntomas en todas las estructuras de la planta, por lo que el periodo de muestreo debe ser intensificado en toda la zona delimitada.

Se deberá establecer dos matrices de muestreo, una para la zona delimitada y otra para el resto de las áreas aledañas o municipios contiguos que rodean el sitio positivo. Se deberá tener cuidado con todo el equipo y herramienta usada para la toma de muestras, para lo cual se deberá:

- a) Eliminar todas las partículas de suelo y residuos de plantas de en estos materiales cuando se vayan a usar en zonas o huertos diferentes, el suelo debe ser removidos cuidadosamente.
- b) Se deberá aplicar un triple lavado del implemento con agua corriente.
- c) Suméjalo en una solución desinfectante, preferiblemente cloro común al 5% (Hipoclorito de sodio), o si no en alcohol 70 % por 5 minutos y lavar con agua una última vez. También se puede usar formalina al 40%.

7.2.1 Matriz de muestreo dentro de la zona de delimitación

Dentro del área de control, que tiene una área aproximada de 1 ha, se deberá revisar todas las plantas 40 000 si es MD2, 35,088 para Cayena y 45,000 Cayena Ind. Los muestreos dentro de esta zona de seguridad, deberán iniciar a partir del punto donde ocurrió la primera detección y dirigirse hacia los cuatro puntos cardinales, dándole preferencia a zonas con el viento a favor, en dirección a canales de riego y hacia donde se hayan realizado prácticas culturales recientes. Es importante portar ropa adecuada y tomar las medidas fitosanitarias necesarias para evitar que el personal que está tomando muestras se conviertan en vectores de conidios a través de la ropa, calzado o equipo usado para él muestreo (*ver anexo 1 para uso de overoles*).

El área de la planta a muestrear dependerá de la etapa de desarrollo del cultivo al momento de detectarse el positivo en fruto, tallo, brote, hojas o hijo; sin embargo trabajos realizados por De Mello *et al.*, (2010) (*Ver signos y síntomas en Ficha técnica*), han demostrado que la incidencia a partir de 90 días después de la siembra y hasta antes de la inducción floral es menor al 1%, por lo que en esta etapa es muy difícil poder detectar signos y síntomas. Esto debido a que la abertura de flores es la principal vía de infección y la incidencia puede ir de 52 a 61 % durante esta etapa. El muestreo dentro de la zona buffer 1, 2 y 3, deberá realizarse en forma de zig-zag con nueve puntos (Figura 2), en cada punto se deben tomar 50 muestras para un total de 450 muestras por zig-zag De Mello *et al.*, (2010); en cada buffer se debe establecer cuatro zonas de muestreo, es decir cuatro zig-zag para un total de 1,800 plantas por cada zona buffer y un total de 5,400 plantas en las tres zonas buffer (*Ver anexo 2, para la toma y manejo demuestra*).

La distribución de los nueve puntos de muestro dentro del zig-zag, deberán estar asociados a zonas con los siguientes factores:

- Zonas con humedad alta o inundada.
- Dirección de corrientes de viento.
- Dirección de lámina de riego.
- Prácticas culturales recientes.
- Aplicación de residuos vegetales.

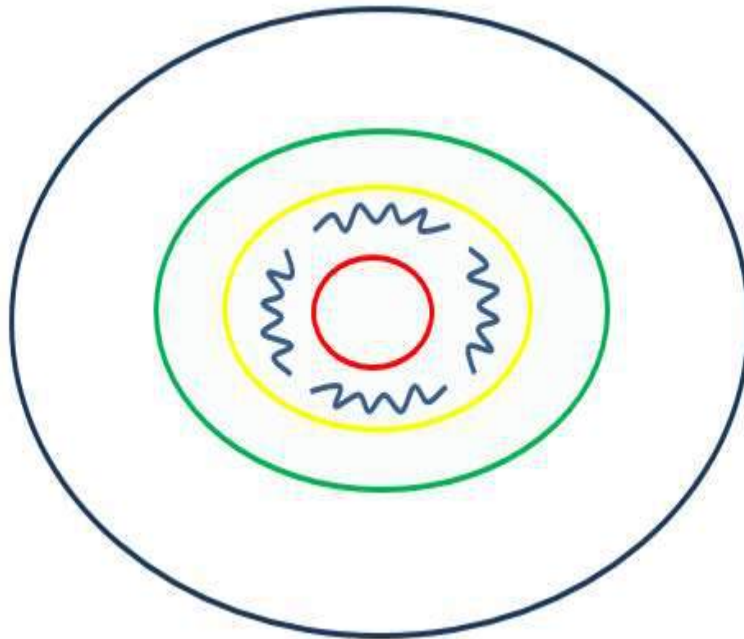


Figura 2. Matriz de muestreo en zig-zag con nueve puntos para *Fusarium guttiforme* en plantaciones de piña.

7.2.2 Matriz de muestreo en áreas aledañas al sitio de delimitación

La matriz de muestreo en estas áreas, estará en función a la superficie del cultivo, el intervalo de seguridad de la ocurrencia del patógeno, y a la incidencia a la que se espera que la plaga cause daño. En México se cultiva un 30% con el cultivar MD2 que es más susceptible que la Cayena Lisa (65%).

El muestreo se realizará bajo los siguientes supuestos:

- Se tiene un intervalo de confianza del 95% de que el patógeno está presente en una zona productora de piña, pues ya se debió haber confirmado el primer positivo en la zona de delimitación.
- Para poder aplicar las medidas fitosanitarias se espera detectar al patógeno cuando ocurra una incidencia del 0.001 (1%) en el clon más susceptible (MD2) y de 0.003 (3%) para el clon Cayena Lisa.

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

- Se conoce que el método de muestreo en zig-zag para la detección de la tiene una efectividad de 0.6 (En escala de 0-0.95).

De acuerdo a los supuestos descritos, se procede a buscar en el siguiente cuadro (Cuadro 2), el número de muestras o puntos de muestreos a realizar en cada zona aledaña a la zona de delimitación.

Cuadro 2. Tamaño de muestra para un intervalo de 95% de confianza en superficie sembradas, o en diferentes regiones agrícolas.

Efectividad del método de muestreo	Intervalo de confianza del 95%					
	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	0.95
0.001	14,979	9,986	7,489	4,993	3,745	3,153
0.002	7,489	4,993	3,745	2,496	1,872	1,577
0.003	4,993	3,329	2,496	1,664	1,248	1,051
0.004	3,745	2,496	1,872	1,248	936	788
0.005	2,996	1,997	1,498	999	749	631
0.006	2,496	1,664	1,248	832	624	526
0.007	2,140	1,427	1,070	713	535	450
0.008	1,872	1,248	936	624	468	394
0.009	1,664	1110	832	555	416	350
0.010	1,498	999	749	499	374	315
0.020	749	499	374	250	187	158
0.030	499	333	250	166	125	105
0.040	374	250	187	125	94	79
0.050	300	200	150	100	75	63
0.060	250	166	125	83	62	53
0.070	214	143	107	71	53	45
0.080	187	125	94	62	47	39
0.090	166	111	83	55	42	35
0.100	150	100	75	50	37	32

Nota: ejemplo de cómo se lee la información de la tabla, con la seguridad de un 95% de que la plaga está presente y que se desea detectar a incidencia de 0.01 si el clon es MD2 o 0.03 si el clon es Cayena Lisa con una eficiencia de muestreo de 0.6, se requiere de 499 y 166 puntos respectivamente.

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

7.3. Seleccionando el tamaño de muestra

El área de mayor riesgo es Veracruz, dado que tiene la mayor superficie cultivada y cosechada con piña, en el siguiente cuadro se enlistan algunos municipios y la superficie cultivada de piña. Suponiendo que el positivo se detecte en esta zona de Veracruz, el primer paso para el muestreo es la aceptación de los supuestos del punto 7.2, y con base en la información del cuadro 1 con un intervalo de confianza del 95%, una eficiencia del método de muestreo de 0.60 y una incidencia de 0.001 para el clon MD2, se obtiene un tamaño de puntos de muestreo de 499. El número de puntos a muestrear los dividimos en forma proporcional a la superficie sembrada de piña en cada municipio, para obtener los puntos de muestreo que se presentan en la tabla 2. Para el municipio de Juan Rodríguez Clara el cual tiene 34.07% de la superficie total, el tamaño de muestra de puntos de muestreo se determina con la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} &(\text{No. Total de puntos a muestrear})(\text{proporción de la superficie}) = \text{No. De puntos por municipio.} \\ &\text{Sustituyendo tenemos para el primer municipio:} \\ &\mathbf{(499)(0.34)=169.66} \end{aligned}$$

Municipio	Sup. total de piña	% del total	Tamaño de muestra
Juan Rodríguez Clara	10,500.00	33.7	168.16->168
Isla	9,000.00	28.88	144.11->144
José Azueta	9,000.00	28.88	144.11->144
Chacaltianguis	800.00	2.57	12.82->13
Alvarado	114.00	0.36	1.80->2
Medellín de Bravo	930.00	2.98	14.87- >15
Jamapa	22.00	0.07	0.35->1
Martínez de la Torre	48.00	0.15	0.74->1
Tampico Alto	70.00	0.22	1.10->1
Tres valles	150.00	0.48	2.40->2
Playa Vicente	200.00	0.64	3.19->3
Tierra Blanca	270.00	0.87	4.34->3
Total	31,154.00	99.8	498

Fuente: SIAP, 2013. www.siap.gob.mx

Los muestreos se deben realizar cada cinco días desde la detección hasta la cosecha, la columna de tamaño de muestra indica el número de zig-zag con nueve puntos a realizar en cada zona.

8. 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), usando el software ArcView, 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).

9. PROCEDIMIENTO PARA LA CONTENCIÓN

Una vez que el brote ha sido confirmado, y delimitado, se deben iniciar las medidas fitosanitarias enfocadas a la contención del brote.

9.1 Eliminación de plantas con síntomas

Todas las plantas con síntomas de fusariosis de la piña encontradas durante el muestreo en la zona de delimitación, deben ser erradicadas, para esto deben triturarse e incineradas en el mismo lugar (**Ver tratamiento de residuos en Ficha Técnica**).

9.2 Control químico

El control químico deberá aplicarse a plantas que no presentan signos y síntomas en toda el área de delimitación, ya que el tratamiento es efectivo en las primeras etapas de la enfermedad, la aplicación de productos sistémicos como benzimidazoles, han demostrado buen efecto, sin embargo no se debe aplicar más de una vez. En aplicaciones siguientes se debe usar el benomilo. Otros productos con buena efectividad es el triadimenol, a dosis de 0.5 gr/L i. a. y la mezcla de propamocarb+triadimenol a 0.78+0.375 g/i. a., (Hernández Mansilla *et al.*, 2010).

El efecto de esta medida, deberá evaluarse de acuerdo a la incidencia y severidad obtenida de cada uno de los muestreos en el área de delimitación. La efectividad de un fungicida será positiva cuando después de una aplicación no se observen incidencias mayores al 1%.

9.3 Control biológico

En una segunda fase de control, se deberá aplicar agentes de biocontrol para hongo filamentosos como es el caso de levaduras (Montesinos *et al.*, 2002; Reyes *et al.*, 2004; Coelho *et al.*, 2007). Estas inhiben el crecimiento del micelio de *F. guttiforme*, *Candida krusei* tiene una efectividad de 75.8% y 75.3 sobre cepas resistente y susceptibles respetivamente. El % de inhibición causado por *Kloeckera apis* fue menor oscila entre 41.4 y 47.9% en las cepas resistente y susceptible. Otro efecto de estas levaduras es la inhibición de elongación del tubo germinativo por actividad antagónica, la cepa de *F. guttiforme* susceptible es la más afectada que la cepa resistente.

Ambas levaduras reducen significativamente la germinación de conidios de *F. guttiforme* después de 24 h, así como el crecimiento del micelio. Aislamientos de *F. guttiforme* susceptibles a benzimidazoles fue más afectado por las levaduras *Candida krusei* y *Kloeckera apis* en jugo de piña, llegando a un máximo de 36.5 % de inhibición del tubo germinativo. El modo de acción de esta levaduras es asociado con hiperparasitismo y actividad micoconogenica (Korres *et al.*, 2011).

9.4 Control cultural

Debido a que *F. guttiforme* no produce clamidosporas, no sobrevive en suelo por largos periodos, las plantas infectadas si se entierran pierdan su capacidad de servir como fuentes de inóculo después de cuatro a seis semanas, por lo que es importante un manejo adecuado de todos los residuos del cultivo, aun cuando no se haya manifestado la enfermedad. Sin embargo las esporas de *F. guttiforme* pueden sobrevivir como epifitas en las hojas de plantas invasoras o arvenses. (Calvante y Becerra, 1984). Por lo que se debe dar un manejo adecuado a todos los residuos después de la cosecha. Aplicaciones de *Trichoderma* y otros organismos descomponedores en la etapa de preparación de terreno o en los primeros meses de desarrollo de la plantación es efectiva en la reducción de incidencia de *Fusarium sp.*

9.5 Medidas preventivas

- Después de haberse detectado el positivo, se deben detener las labores del cultivo, como el riego. Esto para evitar que la humedad se incremente y alcance niveles óptimos para la germinación de conidios.
- Se debe desinfectar todo el material y maquinaria usada previamente en el sitio positivo y evitar su movilización.
- Uniformar la inducción floral y dar tratamiento preventivo con funguicidas hasta antes de antesis, debido a que es la etapa crítica.
- Evitar el trasplante de material vegetativo de plántulas de dudosa condición fitosanitaria.
- Evitar que el material propagativo no este deshidratado y evitar que este amontonado antes del trasplante, sobre todo cuando hay lluvias constantes.
- El material propagativo debe recibir un tratamiento en el momento del trasplante.
- Se deberá evitar la movilización de fruta del área delimitada con cualquier destino o propósito, a menos que personal oficial con base en los resultados de muestreos previos verifique que la fruta se encuentra libre de *F. guttiforme*.
- Romper el ciclo de la enfermedad tratando los residuos de la cosecha y de arvenses ya que en estas puede sobrevivir como epifitas, *F. guttiforme* no forma estructuras de resistencia y en el suelo su periodo de vida es de dos meses, por lo que periodos mayores a este tiempo son efectivos para reducir la incidencia.
- Después de la inducción de floración, se deben hacer aplicaciones periódicas preventivas con funguicidas, ya que es el periodo crítico para el establecimiento de la enfermedad. En esta etapa se debe cuidar el uso excesivo de productos que compartan el mismo sitio de acción y evitar con esto la selección de cepas resistentes.
- Evitar zonas inundadas dentro del terreno manteniendo un buen drenaje o uso de subsuelos.
- Practicar la sanitización del material usado durante las diferentes labores o prácticas agrícolas, evitando el deshierbes manuales y evitando la caída de suelo en el cogollo de la planta.

10. PROCEDIMIENTOS CUARENTENARIOS

10.1 Nivel de riesgo

La movilización de material hospedante procedente del área delimitada, dependerá del nivel de riesgo, de existir, se implementará 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 u otros, así como la aspersión y destrucción de estos en los puestos de cuarentena.

10.2 Los requisitos fitosanitarios internos

Para la movilización de material sujeto a regulación serán los siguientes:

- Se prohibirá la movilización de plantas y material de propagación de hospedantes de *F. guttiforme* en el o los municipios o localidades cuarentenados hacia el resto del país.
- Los Puntos de Verificación Interna (PVI) serán ubicados de acuerdo a las rutas principales o vías de comunicación a la zona bajo cuarentena, sí fuera necesario la DGSV podrá ordenar la reubicación del PVI de acuerdo al grado de avance de la erradicación o, en su caso, a la dispersión de la plaga.

12. DECLARACIÓN DE LA ERRADICACIÓN

La declaración oficial de la erradicación de *F. guttiforme* en un área, se realizará una vez que se halla determinado que la erradicación de esta plaga fue exitosa, mediante las actividades de monitoreo realizadas por la Secretaria. Posteriormente 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. CAPACITACIÓN Y DIVULGACIÓN

Como parte de la estrategia operativa para el manejo y control de *F. guttiforme*, se realizará capacitación continua dirigida a los Comités Estatales de Sanidad Vegetal, Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal, productores, Sistema Producto Piña, Asociaciones agrícolas, casas comercializadoras de insumos agrícolas, entre otras. Considerando temas de biología, síntomas y daños, monitoreo, estrategias de control. Además, se realizarán recorridos de campo a zonas productoras de piña, para el entrenamiento del personal involucrado en la búsqueda de síntomas y daños ocasionados por el patógeno.

La divulgación está encaminada para hacer llegar información a la sociedad a través de la distribución de trípticos, colocación de posters y mantas en Instituciones Públicas, en lugares visibles y altamente frecuentados. Material de difusión disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/?id=5962>. Además, serán considerados spots en las principales radiodifusoras de las zonas de mayor riesgo.

14. LITERATURA CITADA

- Aoki T, O'Donnell K, Ichikawa K, 2001.** *Fusarium fractiflexum* sp. nov. and two other species within the *Gibberella fujikuroi* species complex recently discovered in Japan that form aerial conidia in false heads. *Mycoscience* 42: 461-478.
- Calvante UMT, & Becerra JEF, 1984.** Aspectos da Fusariose do Abacaxizeiro. Brasólica, EMBRAPATA-DDt, 1984.
- Coelho AR, Celli MG, Ono EYS, Wosiacki G, Hoffmann FL, Pagnocca FC, Hirooka EY, 2007.** *Penicillium expensum* versus antagonist yeasts and patulin degradation in vitro Brazillian Archives of Biology and Tecnology, 504: 725-733.
- Delgado JPC, 2004.** Plan de emergencia del cancro de los cítricos *Xanthomonas citri* subsp. *Citri* (Hassel) Vaterinn en caso de detectarlo en México Tesina, Colegio de Postgraduados pp. 55.
- De Mello O, Danielly M, Do Nascimento Cordeiro L, Pereira leite R, 2011.** Incidência de fusariose e avaliação de métodos de inoculação de *Fusarium guttiforme* em folhas de abacaxizeiro. *Revista Caatinga*. 24: 137-142.
- Hernández-Mansilla AA, Muiño García BL, Rosón Álvarez C, Casola González C, Porras González AC y, López Mayea A, 2010.** Control químico de patógenos fúngos en piña (*Ananas comosus* (L) Merrill) de vivero (II). *Fitosanidad*. 14: 235-239.
- Korres AMN, Buss DS, Ventura JA, Fernandes PMB, 2011.** *Candida krusei* and *Kloera apis* inhibit the causal agent of pineapple fusariosis, *Fusarium guttiforme*. *Fungal Biology*. 115: 1251-1258.
- Montesinos E, Bobçnaterra A, Badosa E, Frances J, Alemany J, Liorente I, Moragrega C, 2002.** Plant-microbe interactions and the new biotecnological methods of plant diseases control. *Interaction Microbiology*. 5:169-175.
- Nirenberg HI, O'Donnell K, 1998.** New *Fusarium* species and combinations within the *Giberella fujikuroi* species complex. *Mycologia* 90: 434-458.
- Sistema Información Agrícola y Pecuaria (SIAP, 2013).** www.siap.gob.mx
- SENASICA. Laboratorio Nacional de Referencia Epidemiológica Fitosanitaria. LANREF-CP. 2013.** Ficha técnica No. 39. Fusariosis de la Piña (*Fusarium guttiforme* Nirenberg & O'Donnell. Isbn:978-607-715-143-2.

15. ANEXOS

Anexo 1. Equipo usado para el muestreo de *F. guttiforme*

Equipo usado para el muestreo de *F. guttiforme* una vez que se ha encontrado positivo, el equipo incluye overol, guantes y botas de plástico desechables y bolsas para cubrir equipo adicional. (Fotos: M, Espinoza; CNRF, 2011).



Anexo 2 Toma y manejo de la muestra

- Se deberán enviar fruto, planta madre e hijuelos que muestren que muestran síntomas característicos, estos síntomas deberán tener un nivel de daño leve a medio, no severos. Además de incluir planta o hijuelos sanos.
- Se deberán enviar diez piezas (2 plantas o hijuelos sanos, 4 plantas o hijuelos con nivel de daño inicial, 3 plantas o hijuelos con nivel de daño inicial, 1 fruto con nivel de daño inicial).
- 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. En caso de plantas de menor porte preferentemente enviar una planta completa, aun cuando el síntoma esté presente en sólo una parte de ella.
- 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