

Manual Operativo



CESAVER
SONORA



Nematodo Dorado de la Papa y Nematodo Agallador

ELABORÓ Y REVISÓ

Ing. David Mendoza Quintana
Coordinador de Proyecto Fitosanitario

APROBÓ

Gerente

CÓDIGO

CCF-M10

No. DE REVISIÓN

3

FECHA DE EMISIÓN

Abril 2014

ÍNDICE

I. Introducción	1
II. Antecedentes	1
III. Objetivos	2
IV. Generalidades	2
4.1. Clasificación taxonómica	2
4.2. Biología y hábitos	3
4.3. Sintomatología	4
4.4. Diseminación	4
4.5. Control	5
4.5.1. Medidas agronómicas	5
4.5.2. Uso de tubérculos-semilla libres de nemátodo dorado	5
4.5.3. Uso de nematicidas	5
4.5.4. Solarización de suelo	5
4.5.5. Cultivares resistentes	6
V. Acciones fitosanitarias	6
5.1. Muestreo y Diagnóstico	6
5.2. Control Legal	7
5.3. Capacitación	7
VI. Organización del plan de emergencia	7
6.1. Brigada de emergencia	7
6.2. Fondo de contingencia	7
6.3. Oficina	7
6.4. Laboratorio	8
6.5. Participantes y responsabilidades	8
6.5.1. Organismo Auxiliar de Sanidad Vegetal	8
6.5.2. Delegación Estatal de la SAGARPA	8
6.5.3. Dirección General de Sanidad Vegetal	8
6.6. Actividades fitosanitarias	9
6.6.1. Acciones regulatorias	9
6.6.2. Acciones de control	9
6.6.3. Levantamiento de la cuarentena	9
VII. Referencias	9

I. INTRODUCCIÓN

La papa es un cultivo muy importante en nuestro país, no sólo por la superficie que se destina a su cultivo, sino la por la aportación de carbohidratos y proteínas queda la dieta al pueblo mexicano; además, considerada actualmente como un cultivo básico.

El estado de Sonora se caracteriza por ser una de las principales regiones productoras de papa ya que en los últimos 5 años se han producido un promedio de 284,075 toneladas que representa el 12% de la producción nacional.

La producción se concentra en la zona sur del estado abarcado los Valles del Yaqui y Mayo con 243,087 toneladas que representa el 86% de la producción estatal.

El proceso de comercialización (compra-venta) de la papa, se inicia desde el momento mismo de la recolección del producto en los predios, donde es comprada por comisionistas e intermediarios antes de llegar a los centros de acopios locales o nacionales, para su distribución y comercialización a los consumidores finales.

De la producción total a nivel estatal de este producto, el 73% se destina al consumo en fresco, el 10% para uso industrial (frituras, botanas) y el resto es utilizado como semilla para la siembra en los próximos ciclos.

En relación al consumo en fresco se tienen como principales centros de acopio y distribución: las centrales de abastos de México, Puebla, Monterrey, Guadalajara, Chihuahua y en menor proporción León y Mérida, en donde se distribuye a todos los centros de población del país.

Uno de los mecanismos que se establecen en el proceso de compra venta de la papa, se da entre los bodegueros, mayoristas y de los intermediarios que dentro de los principales se les localiza en Michoacán, Silao, Zamora, Huamantla y León, proceso que se realiza para captar la mayor cantidad de producto, mismo que posteriormente se distribuye entre las tiendas de autoservicio, mercados públicos, tianguis y demás centros de venta.

Los principales mayoristas, que se establecen de papa son a través de mecanismos de producción propia, compra a intermediarios y/o compra a otros bodegueros.

En lo referente a la papa destinada a la industria, las compañías procesadoras que son las principales compradoras de papa en el país, para lo cual establecen contratos previos con los productores para asegurar el abastecimiento de la materia prima, a través de este mecanismos, los productores reciben financiamiento, asesoría técnica en el proceso de producción, mejores condiciones de venta y sobre todo una colocación asegurada de su producción.

II. ANTECEDENTES

Las enfermedades ocasionadas por los nematodos fitoparásitos juegan un papel vital en la producción del cultivo de papa y de manera especial en la sanidad de los tubérculos destinados a la producción de tubérculos-semillas.

Los daños ocasionados por estos organismos frecuentemente se ignoraron o se atribuyeron a otras causas como la fertilización inadecuada, el escaso contenido de humedad o el agotamiento del suelo. La razón es que los fitonematodos pasan desapercibidos porque no son visibles a simple vista y por la falta de expresión específica de los síntomas que ocasionan. Esta situación ha permitido que

se diseminan fácilmente en tubérculos-semillas u otros órganos de propagación, lo que dificulta su erradicación cuando ya se han establecido en un campo.

La importancia de los nematodos parásitos de plantas es aún mayor porque a menudo desempeñan un papel gravitante en la interacción con otros agentes patógenos de la papa (virus, bacterias, etc.) ocasionando enfermedades complejas y afectando la resistencia de las plantas a otros organismos fitopatógenos. Toda esta situación compleja amerita los conocimientos necesarios sobre los principales nematodos parásitos de la papa, a fin de orientar adecuadamente las medidas de control hacia la producción de tubérculos-semillas de calidad.

Se han determinado más de 64 especies de nematodos en el cultivo de la papa, pero sólo algunas son importantes por los daños que causan. Estos daños pueden ocasionar pérdidas directas en la producción y en la calidad de los tubérculos para semilla o para consumo hasta un 100% como es en el caso del nematodo dorado de la papa *Globodera rostochiensis* y nematodo agallador *Meloidogyne chitwoodi*; causan también pérdidas indirectas que resultan de los gastos adicionales que se tienen que efectuar en las medidas de control (rotaciones prolongadas, alto costo de nematicidas, aumento de la incidencia de la marchitez causada por hongos, bacterias, etc.) y cuarentenas (nacionales o internacionales).

III. OBJETIVOS

Conservar el reconocimiento oficial de zona libre de Nematodo Dorado de la Papa de las principales regiones productoras del estado en base a la Normatividad establecida para tal propósito.

Establecer los procedimientos para la aplicación del plan de emergencia en la zona libre del estado de Sonora contra nemátodo dorado de la papa *Globodera rostochiensis*, a efecto de conservar dicha condición fitosanitaria.

Integrar el expediente técnico de nematodo agallador que permita solicitar a la SAGARPA la zona libre para esta plaga en el Estado de Sonora.

IV. GENERALIDADES

4.1. Clasificación taxonómica

Phylum:	Nematodo
Clase:	Secernentea
Orden:	Tylenchida
Suborden:	Tylenchina
Superfamilia:	Heteroderinoe
Familia:	Heteroderidae

4.2. Biología y hábitos

El nematodo dorado es un endoparásito sedentario, que permanece normalmente en el suelo por 5-6 años y a veces hasta por 20 años del cultivo de la papa. Cada quiste joven contiene de 200 a 500 huevos. Después de la siembra, las raíces de la planta huésped, producen exudados radicales que estimulan la eclosión de los huevos, de los cuales emergen los juveniles de segundo estado; estos miden entre 470 y 500 μm de largo y entre 18 y 19 μm de ancho y es el único el cual al salir del huevo migra hacia el ápice radical por donde penetra y después de avanzar algunos milímetros en la raíz, el juvenil se detiene y continúa su desarrollo como sedentario, pasado por tres estados juveniles antes de lograr el estado adulto.

La hembra adulta adquiere una coloración amarillenta, luego se transforma en quiste. En comparación con la hembra madura, el quiste tiene una cutícula más gruesa y de color castaño oscuro para proteger los huevos contenidos. Los quistes no se alimentan y se desprenden fácilmente de las raíces o de los tubérculos. Los huevos, al final del desarrollo embrionario, aproximadamente después de 2-3 semanas, contienen juveniles de segundo estado.

El período de tiempo que el nematodo necesita para cumplir una generación, desde la penetración del juvenil de segundo estado hasta la formación de quistes con huevos, es de 45 a 60 días, según las condiciones ambientales. Si se considera una temperatura de 10°C como la mínima a la cual el nematodo puede comenzar su desarrollo, puede cumplir una generación después de 400 grados-días.

En cambio el ciclo de vida completo del nematodo agallador toma cerca de 3 a 4 semanas bajo condiciones favorables. Los huevos eclosionan en el suelo o en la superficie de las raíces. El segundo estado larval (juveniles infectivos) penetran las puntas de las raíces a través de células epidermales no suberizadas o raíces y se mueven dentro de la región cortical. Luego de la entrada, los nematodos estimulan la formación de células gigantes y agallas en el tejido hospedero. Las larvas se hinchan, dejan de alimentarse y pasan por tres mudas rápidas hasta llegar a adultos machos o hembras. Los adultos machos son delgados y vermiformes; dejan la raíz y son encontrados en estado libre en la rizosfera o cerca de los cuerpos sobresalientes de las hembras. Sin embargo,

como en el caso de otros *Meloidogyne* spp. es probable que los machos no son funcionales y de reproducción partenogénica. Las hembras adultas tienen la forma característica de pera o cuerpo blancos perlados y se encuentran embebidas en el tejido hospedero. Los huevos son dejados por las hembras en un saco gelatinoso cerca de la superficie de las raíces. En los tubérculos de papa, las células hospederas modificadas forman una capa protectora o canasta alrededor de la masa de huevos y de los estados juveniles eclosionados. La cáscara de los huevos es hialina y sin marcas visibles (CABI, 2000; Smith, 1997).

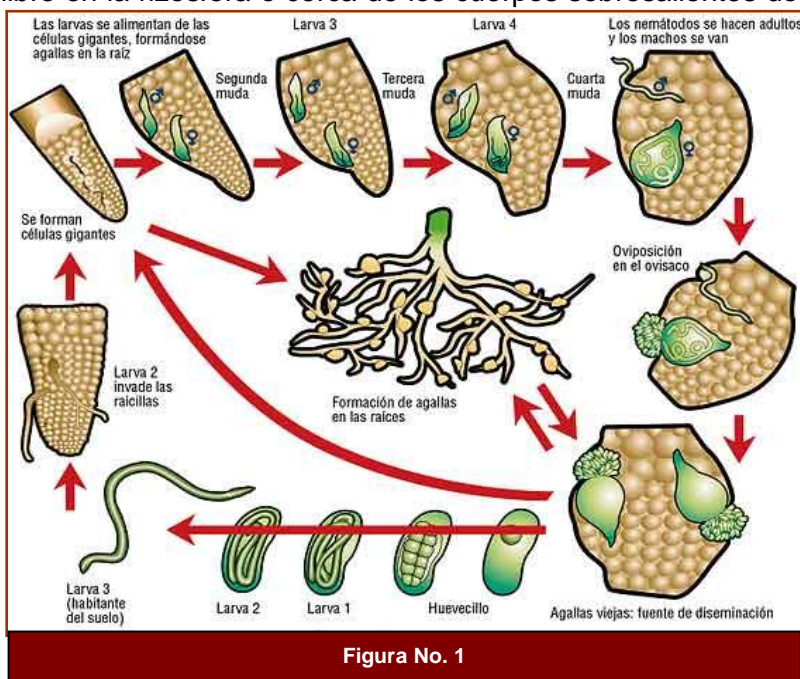


Figura No. 1

4.3. Sintomatología

El síntoma del nematodo dorado en el cultivo es un pobre crecimiento de la planta, en uno o más sectores pequeños del campo, que es por lo general el síntoma más típico de una infestación causada por nemátodos. Cuando la infestación comienza a crecer, estas áreas se agrandan y eventualmente, todo el campo puede presentar un escaso crecimiento. (Figura No. 2)

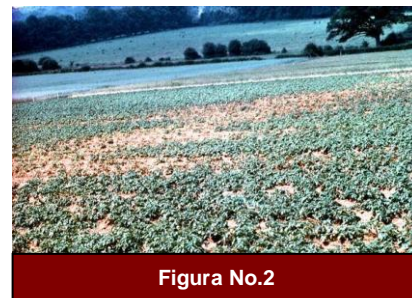


Figura No.2



Figura No. 3

Los quistes pueden ser detectados a través de procesamiento de muestras de suelo o bien por la inspección visual de las hembras blancas o quistes dorados sobre las raíces de la planta hospedante que generalmente coincide con el estado fenológico de floración para visualizar el estado biológico de hembra blanca de las raíces. (Figura No. 3)

Para el caso del nematodo agallador los síntomas que se presentan en la parte aérea de la planta incluyen varios grados de enanismo, pérdida de vigor, amarillamiento y clorosis; las plantas infectadas tienen la tendencia de marchitarse temprana bajo estrés de humedad o temperatura, sin embargo estos síntomas pueden ser resultado de otros problemas, inclusive puede ocurrir infestaciones sin causar síntomas aéreos aparentes (Smith et al, 1997; CABI, 2000; Anónimo (a), 1997)

Estos nematodos causan en los tubérculos abultamientos característicos llamados agallas. Las causadas por *Meloidogyne chitwoodi* son pequeñas y difíciles de ver. En plantas altamente infestadas, las masas de huevos parecen como diminutos abultamientos redondeados en las raíces. (Figura No. 4)



Figura No.4

4.4. Diseminación

En el caso del nematodo dorado la diseminación natural de los estados juveniles es baja y se limita a la cercanía de las raíces de la planta hospedera. La diseminación local o de larga distancia de los quistes ocurre con el movimiento de suelo, el cual puede estar asociado con semilla de papa, plantas de vivero, bulbos de flores, otras plantas enraizadas, papa para industria, contenedores, herramientas, equipo, maquinaria agrícola, etc. El más importante medio de dispersión de estos nematodos ha sido el movimiento de semilla tubérculo de papa. (Smith et al, 1997)

La capacidad de los quistes para resistir una desecación prolongada, ha facilitado su dispersión mundial, probablemente con el suelo adherido a los tubérculos de papa (Evans et al, 1993).

Lo mismo ocurre con el nematodo agallador tiene muy poco potencial de movimiento natural, solamente el segundo estado juvenil puede moverse en el suelo y solamente unos pocos centímetros. El método más probable de introducción de *Meloidogyne chitwoodi* dentro de un área nueva es a través del movimiento de material contaminado o infectado. Plantas hospederas infectadas o productos tales como bulbos o tubérculos pueden fácilmente

transportar el nematodo. El movimiento de almácigo de plantas no hospederas, maquinaria u otros productos contaminados con tierra infestada con *Meloidogyne chitwoodi* puede resultar en su diseminación. Es conocido que larvas infectivas del nematodo son persistentes por más de un año en ausencia de hospedero. El movimiento del nematodo puede ser facilitado por agua de irrigación contaminada (Smith et al, 1997; CABI, 2000).

4.5. Control

La aplicación de medidas de control son necesarias para reducir el daño ocasionado por los nematodos.

4.5.1. Medidas agronómicas

Afortunadamente *G. rostochiensis* tiene un rango de huéspedes muy limitado y por lo tanto, la rotación del cultivo de la papa con otros no huéspedes, es muy efectiva en la lucha contra este nematodo. Generalmente, se puede lograr un alto rendimiento cultivando papa de cada 4 a 5 años en campos altamente infestados. De todas formas, para poder recomendar una rotación efectiva, es necesario determinar el nivel poblacional de los nematodos en el suelo y la tasa anual de disminución poblacional bajo condiciones locales.

4.5.2. Uso de tubérculos-semilla libres de nemátodos

Debido a que los nematodos de la papa pueden propagarse con los tubérculos utilizados como semilla, es muy importante que éstos estén libres de nematodos. Para lograr este objetivo es necesaria que la papa para semilla sea producida en áreas donde estos parásitos no estén presentes y debe ser certificada como libre de nematodos y otros patógenos. La ubicación de áreas libres de nemátodos, donde se pueda producir semilla papa, debe estar reglamentada, así mismo estrictas medidas cuarentenarias son también necesarias cuando la papa semilla es importada de otros países.

4.5.3. Uso de nematicidas

Este método es muy eficaz para controlar a los nematodos, sin embargo, los nematicidas son muy costosos, contaminantes del medioambiente y sus residuos pueden permanecer en el tubérculo hasta después de la cosecha. Para reducir estos aspectos negativos, es necesario conocer cual es la relación entre distintas cantidades de nematicidas y la mortalidad del nemátodo a controlar, bajo las condiciones edafoclimáticas de cada zona de producción. Esto con el objeto de aplicar solamente la cantidad de producto necesario para reducir la población del nematodo a un nivel que no cause daño al cultivo.

4.5.4. Solarización del suelo

Es una técnica recientemente implementada que aprovecha la energía solar para calentar el suelo hasta una temperatura letal para los huevos y los estados móviles del nematodo. En el verano se ara el suelo, se riega, se cubre con plástico transparente de 30 a 50 m de espesor y se deja por 4 a 8 semanas. El efecto invernadero que se produce bajo el plástico permite que la temperatura del suelo alcance valores de 5-12°C superiores a los del aire, que pueden ser letales para los nematodos hasta 20 y 30 cm. de profundidad. En países de clima cálido se logra una mortalidad de los nematodos del 100% hasta 10 cm. de profundidad y un poco menos a profundidades mayores.

4.5.5. Cultivares resistentes.

La manera más simple de luchar contra estos patógenos, es utilizando cultivares de papa resistentes. Hasta el presente no existen muchos cultivares resistentes a los nematodos. Sin embargo, debido a la importancia del cultivo de la papa, una gran cantidad de investigaciones se han realizado para identificar genes de resistencia a los nematodos del quiste.

V. ACCIONES FITOSANITARIAS

5.1. Muestreo y diagnostico

Para el nematodo dorado esta actividad se realiza en al menos el 10% de la superficie total que se establecerá en cada ciclo agrícola con base al padrón de productores.

En cada lote seleccionado, se fijaran cinco puntos al azar, sin importar su superficie.

En cada punto de muestreo, se colectaran cada 10 metros submuestras de suelo de aproximadamente 30 gramos a una profundidad de 0 a 5 cm., hasta completar 100 submuestras. La superficie recorrida para tomar las 100 submuestras, será de aproximadamente una hectárea. (Figura No. 5)

En el mismo campo se homogenizará el suelo y se colocarán aproximadamente 2 Kg. en una bolsa plástica la cual se identificarán con los datos del lote. Esta muestra se enviará al laboratorio de pruebas para el análisis de *Globodera rostochiensis*.

En el caso del nematodo agallador se realiza en el 10% de la superficie total sembrada con base al padrón de productores sorteando los predios que se muestrearán.

Una vez determinado el número de predios a muestrear, sin importar la superficie cultivada en ellos, se divide entre 5 hectáreas el cual indica el número de lotes que serán muestreados.

Una vez realizado el sorteo se tendrá el registro de los lotes que serán muestreados en cada área de las juntas.

En cada lote seleccionado, se fijarán cinco puntos al azar, sin importar su superficie.

En cada punto de muestreo, se colectarán tubérculos y suelo y en el mismo campo se homogenizará y se colocarán aproximadamente 2 Kg. en una bolsa plástica la cual se identificarán con los datos del lote.

Los materiales y equipo para colectar muestras de suelo para nematodos son: cuchara o palita jardinera manual, bolsas plásticas donde se homologarán las muestras, etiquetas y plumón para la identificación de las muestras tomadas.

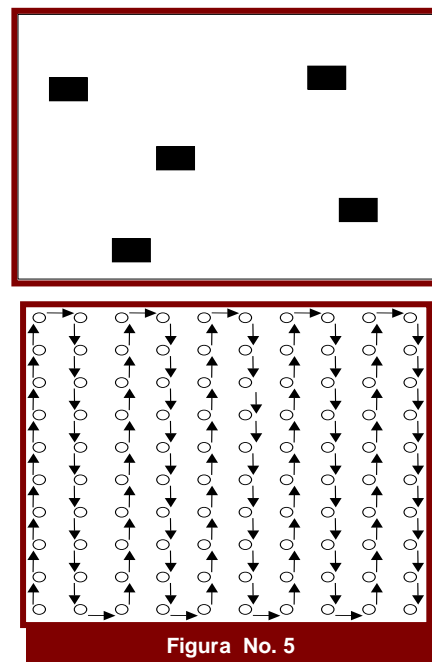


Figura No. 5

5.2. Control Legal (regulación de la movilización)

Una de las principales medidas para prevenir la dispersión de nematodo dorado, es la vigilancia en los principales puntos de ingreso en el estado, actualmente en Sonora se encuentran establecidos cinco Puntos de Verificación Interna ubicados en diferentes carreteras de acceso del estado en los cuales se vigila la introducción de este producto a la entidad de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-040-FITO-2002 Requisitos y especificaciones para la producción y movilización nacional de papa comercial

5.3. Capacitación

Esta actividad es dirigida a personal del Comité Estatal y Juntas Locales de Sanidad Vegetal involucrados en la campaña de Nemátodo Dorado de la Papa así como productores y técnicos que estén implicados en el proceso de producción de papa, considerando como temas relevantes identificación de Nemátodo dorado, daños causados y medidas fitosanitarias de la campaña en un enfoque integrado o asistencias a curso de aprobación en la certificación fitosanitaria de papa.

VI. ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA

6.1 Brigada de emergencia

La ejecución de las medidas establecidas en este plan de emergencia serán llevadas a cabo por una brigada de Emergencia de los Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal del estado, encargado de realizar la Campaña. La brigada será integrada por personal responsable de las instituciones relacionado con la materia con el fin de cumplir el objetivo señalado.

El Coordinador de Proyecto Fitosanitario fungirá como jefe de la brigada de emergencia, misma que estará integrada por la siguientes secciones de trabajo: Detección (muestreo); Diagnóstico (identificación y reconocimiento); combate (químico). Las actividades de divulgación serán a través de los acuerdo del Comité Técnico. Las actividades del control cuarentenario las realizará el personal oficial responsable de esa actividad a nivel estatal y se deberá coordinar con el Coordinador de Proyecto Fitosanitario.

6.2 Fondo de contingencia

Las actividades se realizarán a través del fondo de contingencias, equivalente al 4% del presupuesto anual de las campañas fitosanitarias a nivel estatal, a efecto de poder actuar a la brevedad ante la aparición de una detección o brote. Con este recurso económico se podrá contratar personal de apoyo de manera temporal.

6.3 Oficina

La oficina que será el centro de operaciones estará ubicada en el Organismo Auxiliar de Sanidad Vegetal más cercana al sitio o área donde se detectó el espécimen. Así mismo, con el propósito de disponer de información actualizada, sobre las actividades que se realizan en el Plan de Emergencia, el coordinador de proyecto fitosanitario será el responsable de la coordinación con el apoyo del personal de informática para el seguimiento diario de los informes.

6.4 Laboratorio

Se apoyará con personal capacitado para la identificación de los especímenes sospechosos detectados y se confirmará con el envío de muestras a los laboratorios aprobados en la materia por la Dirección General de Sanidad Vegetal.

6.5. Participantes y responsabilidades

6.5.1. El organismo Auxiliar de Sanidad Vegetal, a través del Coordinador de Proyecto Fitosanitario, tiene las siguientes responsabilidades:

- Aplicar el presente Plan de Emergencia, bajo la supervisión de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Proporcionar oportunamente a la Delegación Estatal de la SAGARPA y a la Dirección General de Sanidad Vegetal los reportes.
- Disponer de mapas de la zona, a escala 1:50,000, georreferenciándose los sitios de detección.
- Informar semanalmente los resultados del Plan de Emergencia, al Jefe de Programa de Sanidad Vegetal y al Director de Campañas en la Dirección General de Sanidad Vegetal.

6.5.2. La Delegación Estatal de la SAGARPA, a través del Jefe del Programa de Sanidad Vegetal, tiene las siguientes responsabilidades:

- Inspeccionar las acciones de manejo integrado de la plaga (muestreo, identificación, control químico) de igual modo, notificar al Coordinador de Proyecto Fitosanitario, las limitantes y deficiencias en la aplicación de este plan, a efecto de corregirlas.
- Apoyar en la divulgación y promoción de este plan, para que las medidas de combate se efectúen sin contratiempos.
- Atender a la prensa en todos los aspectos relacionados con el Plan de Emergencia.
- Gestionar, en coordinación con el OASV, la radicación de recursos para el Plan de Emergencia.

6.5.3. La Dirección General de Sanidad Vegetal, tiene las siguientes responsabilidades:

- Evaluar la aplicación del Plan de Emergencia y recomendar los ajustes pertinentes.
- Instruir al Jefe de Programa de Sanidad Vegetal y al Coordinador de Proyecto Fitosanitario, acerca de las adecuaciones del plan de emergencia, según corresponda.
- Informar al Director General de Sanidad Vegetal, los resultados obtenidos en el plan de emergencia.

6.6. Actividades fitosanitarias a realizar durante el plan de emergencia

6.6.1. Acciones regulatorias.

La delegación Estatal de la SAGARPA cuarentenará el predio o los predios detectados con los brotes.

La Delegación Estatal notificará a los Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal y a los productores involucrados sobre las medidas que deben de tomar para evitar la movilización de tubérculos de papa o suelo fuera de la zona cuarentenada y se cancelará la expedición de Certificados Fitosanitarios para la Movilización Nacional.

6.6.2. Acciones de control.

- Recolectar y destruir los tubérculos susceptibles de ser infestados por la plaga.
- Confinar y lavar la maquinaria agrícola que realizó las labores en el lote o lotes afectados para evitar la deseminación de la plaga.
- Asperjar nematicidas en el lote o lotes detectado con la plaga; realizando los tratamientos que indique un especialista en la materia o por el Centro Nacional de Referencia a través de la Dirección de Sanidad Vegetal.

6.6.3. Levantamiento de la cuarentena

Una vez que no se detecten casos positivos de acuerdo a los análisis del laboratorio de nematodo dorado *Globodera rostochiensis* durante el tiempo que se determine y garantice la erradicación del problema, la Delegación Estatal de la SAGARPA levantará la cuarentena y se continuará con el Plan de trabajo normal de zona libre, notificándose a los interesados.

VII. REFERENCIAS.

SARH. Manual de muestreo y procesamiento para la identificación de los principales patógenos de la papa.

Norma Oficial Mexicana NOM-025-FITO-2000, Para el establecimiento de zonas bajo protección y zonas libres de plagas cuarentenarias de la papa.

Norma Oficial Mexicana NOM-040-FITO-2002, Requisitos y Especificaciones para la Producción y Movilización Nacional de Papa Comercial.