



**PROGRAMA PARA LA DETECCIÓN, PREVENCIÓN, MANEJO
Y CONTROL DE LA SARNA VERRUGOSA DE LA PAPA,
CAUSADA POR EL HONGO *Synchytrium endobioticum*.
PARA LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**

**DIRECCIÓN DE SALUD VEGETAL INTEGRAL
DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD AGRÍCOLA INTEGRAL (INSAI)**

INTRODUCCIÓN

La Verruga de la papa *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival, es una enfermedad considerada como la más peligrosa de las enfermedades de importancia económica del cultivo de la papa, pudiendo ocasionar la pérdida total de la producción. La incidencia y la severidad de la verruga de la papa depende del cultivar, patotipo, clima, humedad del suelo, concentración del inóculo y otros factores. La enfermedad puede continuar en papas almacenadas, especialmente bajo condiciones de alta humedad usada en almacenamiento de papas para consumo; *Synchytrium endobioticum*.

En Venezuela el cultivo de papa para consumo humano, está localizada en los siguientes Estados: Mérida, Trujillo, Táchira y otros estados productores como Aragua, Lara y Carabobo, donde la superficie total cosechada en el año 2007, fue alrededor de 24.596,26 ha con un rendimiento promedio de 15.500 Kg/ha (Fuente: Dirección de Estadística de MAT 2007), siendo Mérida el principal estado productor de este rubro con un 51 %, donde los municipios de mayor producción son: Rangel (25 %), Cardenal Quintero (20 %), Pueblo Llano (15 %), Miranda (7%), de la producción nacional y su cultivo es uno de los más importantes, sólo superado por maíz y arroz, en el renglón alimenticio. El Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI), ha confirmado la presencia de la verruga de la papa *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival, una plaga cuarentenaria, reportada en el año 2014 en los Municipios Pueblo Llano, sector La Culata, caserío las Cuevitas, sector Pueblo Llano, Municipio Cardenal Quintero, sectores; El Conejo, El Cañutal, La Mojada - El Baho, Aracay, Santo Domingo, Las Mesitas, Las Piedras y Municipio Santos Marquina. Tabay, del estado Mérida y el Municipio Urdaneta, sector Jajo, Municipio Boconó sector Barbusay y San Miguel de Boconó, del estado Trujillo, afectando a un total de 31 de productores y productoras de la región Andina (Fuente: Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario la Victoria, Agosto 2014), causando la alerta fitosanitaria, donde ha sido sometida a estrictas restricciones y normativas de cuarentena para prevenir cualquier dispersión potencial del patógeno, considerando que el mismo forma esporangios de latencia que pueden sobrevivir en el suelo por muchos años (de 30 hasta 40 años), y a su vez transportado en tubérculos de papa infectados, así como suelo, herramientas agrícolas, vestimenta de trabajo del campo, y del agua, los esporangios pueden resistir la digestión de los animales y pueden ser propagadas por las heces. Esta enfermedad es un asunto de calidad para el tubérculo de papa, pero no afecta la seguridad de la papa para consumo, ni representa una amenaza a la salud humana.

El *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival es una enfermedad grave que afecta a la familia de las Solanáceas, cultivos importantes para la República Bolivariana de Venezuela la cual ha provocado pérdidas significativa en los municipios productores de papa antes mencionados, siendo la papa (*Solanum tuberosum*) el principal



hospedero, aunque ha sido transferido experimentalmente a otras solanáceas por su difícil control cuando está establecida. A diferencia de otras enfermedades de las solanáceas, actualmente no se conoce productos químicos que controle o regule dicho hongo. El propósito de este programa es colocar a disposición de agricultores(as) y técnicos(as) la información actualizada sobre diferentes estrategias de prevención y control de la Verruga de la papa, utilizadas en conjunto bajo un esquema de “Manejo Integrado de cultivos (MIC)”, la cual ofrecen la mejor opción del éxito para regular de forma efectiva la problemática de la enfermedad.

Este documento establece las medidas fitosanitarias y de diagnóstico para ser aplicadas de inmediato, con el propósito de prevenir y/o controlar el radio de acción que pudiera tener un brote de esta enfermedad en nuestras áreas de cultivo.



1. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar las medidas fitosanitarias de prevención y control para la Sarna Verrugosa de la Papa *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival y las medidas cuarentenarias para los estados donde se ha detectado la enfermedad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Realizar vigilancia epidemiológica para la detección de la sarna verrugosa de la papa *Synchytrium endobioticum* en los estados productores.

Crear un plan de manejo integrado para el control del *Synchytrium endobioticum*, en caso de que se produzca la detección de la misma.

Implementar programas de formación, sensibilización y difusión del programa dirigidos a los productores y técnicos.

2. PROCEDIMIENTOS DE IDENTIFICACIÓN

Nombre científico

- *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival

Nombre común

- Enfermedad de la verruga de la papa

Otros nombres científicos

- *Chrysophlyctis endobiotica* Schilb.
- *Synchytrium solani* Massee



Nombres comunes internacionales

- Inglés: verruga negra de papa; costra negra de patata; enfermedad de verruga de patata
- Español: sarna negra de la papa; sarna verrugosa de la papa; sarna verrugosa de la patata
- Francés: gale noire de la pomme de terre; gale verruqueuse de la pomme de terre; maladie verruqueuse de la pomme de terre; tumeur verruqueuse de la pomme de terre

Árbol Taxonómico

- Dominio: Eukaryota
- Reino: Hongos
- Filo: Chytridiomycota
- Clase: Chytridiomycetes
- Orden: Chytridiales
- Familia: Synchytriaceae
- Género: Synchytrium
- Especie: Synchytrium endobioticum

2.1 Descripción

Esporas en reposo (esporangios invernales) son en su mayoría esféricas, de paredes gruesas, de aproximadamente 30-80 μm de diámetro. Tienden a ser componentes integrales de agregados o migajas de suelo. (Ver Anexo 1)

2.1.1 Biología

Los soros o conjunto de esporangios se desarrollan en las células epidérmicas del tejido meristemático de los puntos de crecimiento, yemas, extremo de los estolones o primordio de las hojas jóvenes. Las células invadidas y las que rodean a estas se agrandan. La rápida división celular después de la infección provocada ya sea por cigotos o por zoosporas haploides ocasiona el incremento del tejido meristemático, proporcionando nuevos puntos de infección. La agalla o verruga es un sistema complejo de ramificaciones malformadas que está compuesto por células meristemáticas de paredes delgadas. En cultivares semi-inmunes, las verrugas son superficiales y tienen apariencia de sarna, mientras que en los cultivares resistentes las zoosporas mueren poco después de la invasión debido a la necrosis prematura del tejido infectado (reacción de hipersensibilidad) (Hampson, 1980).

2.1.2 Ciclo Biológico

Synchytrium endobioticum es un parásito obligado y no produce hifas. Su talo o soma

vegetativo está en el interior de las células hospederas produciendo una pared gruesa y formando el prosoro, el cual germina dentro de la misma célula. El protoplasto se divide de 4 a 9 segmentos conteniendo cada uno de 200 a 300 núcleos denominándose cada uno como esporangio y su conjunto, soro. Con humedad y temperatura favorables, los esporangios germinan por medio de zoosporas que infectan de nuevo al hospedante. Bajo condiciones adversas, las zoosporas se fusionan en pares formando cigotos que pueden infectar también las células del hospedero formando esporangios de latencia que pueden sobrevivir por muchos años (hasta treinta años) y son capaces luego de formar zoosporas y producir nuevas infecciones (Agrios, 1985, Berg, 1994, Hampson, 1980, CABI, 2000).

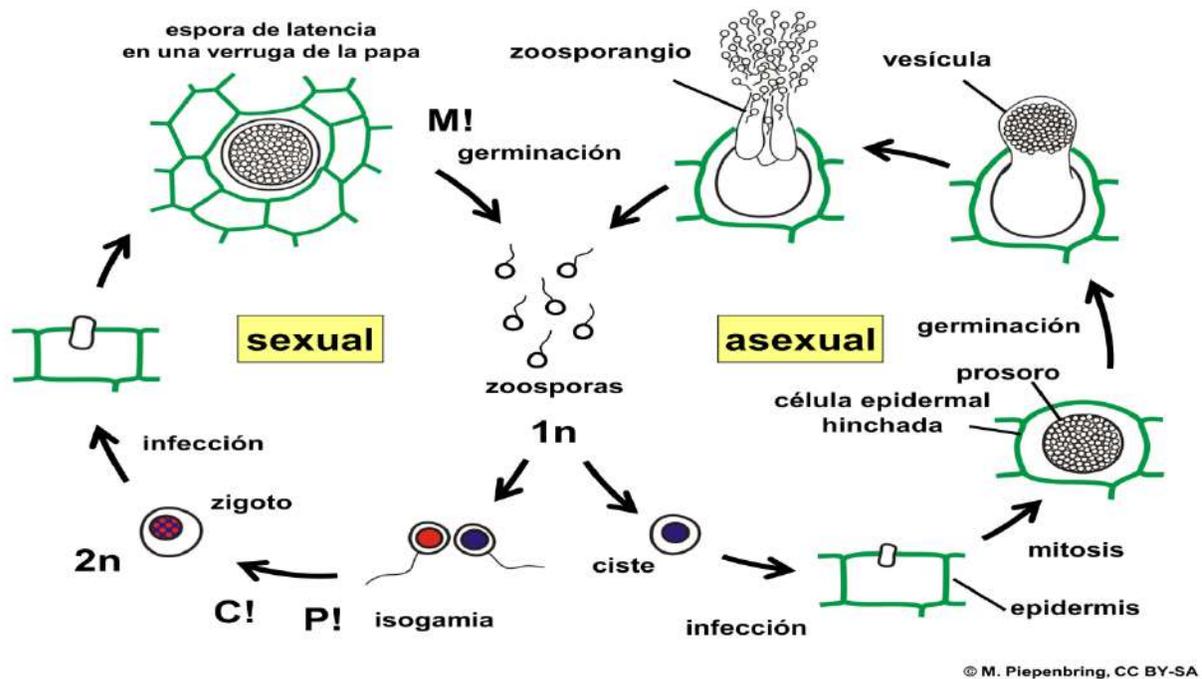


Figura 1. Ciclo patológico de la verruga negra de la papa producida por *Synchytrium endobioticum*.

2.2.- Epidemiología

El hongo infecta las células de tejidos meristemáticos de plantas susceptibles de papa. Para que ocurra infección es indispensable que exista humedad conveniente en el suelo, porque las zoosporas necesitan nadar en una película de agua hasta alcanzar los tejidos meristemáticos de la planta. La enfermedad se desarrolla a temperaturas entre 12 a 24°C, y pH entre 3.9 a 9.5. Tiene mayor actividad durante la producción de tejido susceptible en la etapa de crecimiento de los brotes, estolones, yemas y ojos. Los esporangios requieren de agua para su germinación y distribución de las zoosporas. El desarrollo de la enfermedad se ve restringido en presencia de veranos frescos con un promedio de temperatura de 18°C o menos y en inviernos de aproximadamente 160 días en los que la temperatura es de 5°C o menor y la precipitación anual es de 700 mm. La reacción del suelo no tiene mayor importancia, ya que la enfermedad se presenta en un rango entre 3.9 y 9.5 de pH. La infección se

ve favorecida a temperaturas entre 12 a 24°C. El hongo sirve de vector del virus X de la papa (PVX) (Hampson, 1980).

Los síntomas aéreos no son usualmente aparentes sin embargo puede presentar una reducción en el vigor de la planta o las hojas de un color verde oscuro y ligeramente más grande de lo normal. Pueden formarse pequeñas verrugas de color verde en los brotes o en la base de los tallos. Las hojas también suele ser atacadas (CABI, 2000).

El hongo afecta los tubérculos pero no las raíces. Infecciones tempranas en los tubérculos jóvenes en desarrollo resultan en su distorsión y aspecto esponjoso. En los tubérculos viejos solamente son infectados formándose verrugas de forma de coliflor las cuales son blancuzcas al inicio o verdes si son expuestas a la luz, gradualmente se oscurecen y eventualmente se pudren y desintegran. El tubérculo entero puede ser totalmente reemplazado por proliferación de verrugas. Las verrugas que se desarrollan en papa almacenada en la oscuridad tienen el mismo color que la piel del tubérculo (EPPO, 1980, CABI, 2000, Berg, 1994, Hampson, 1980). Fuente: CABI 2000.

2.2.1 Distribución

Synchytrium endobioticum se originó en la zona andina de América del Sur. Fue introducido desde allí en el Reino Unido y de allí a Europa continental en la década de 1880, y en América del Norte (Terranova) en el siglo XX. Se extendió ampliamente por todo el Reino Unido y el continente europeo en las primeras décadas. La introducción de medidas reglamentarias limitó su distribución, y se ha extendido de forma limitada solo en otras partes del mundo (ver lista de países).

El hongo ocurre localmente en casi todos los países de la región EPPO. Los controles legales (OEPP / EPPO, 1954 -1968) han dado como resultado su distribución fragmentaria solamente. También hay informes no confirmados de su presencia en Egipto, Líbano, Irán, Corea (República Democrática Popular y República) y Zimbabwe.

Continentes / País / Región	Distribución	Referencia
Asia		
Armenia	Presente, pocas ocurrencias	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Bhután	Presente	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
China	Presente	Bi y Hu, 2005 ; EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015



-Guizhou	Presente	Bi y Hu, 2005 ; CABI / EPPO, 2015
Georgia (República de)	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; Gorgiladze et al., 2014 ; CABI / EPPO, 2015
India	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
-Sikkim	Presente	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
-Al oeste de Bengala	Presente	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Corrí	Récord ausente y poco confiable	EPPO, 2014
Asia		
Japón	Ausente, confirmado por encuesta	EPPO, 2014
Corea, DPR	Récord ausente y poco confiable	EPPO, 2014
Corea, Republica de	Récord ausente y poco confiable	EPPO, 2014
Líbano	Récord ausente y poco confiable	EPPO, 2014
Nepal	Presente	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Turquía	Distribución restringida	IPPC, 2007 ; EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015

África		
Argelia	Distribución restringida	EPPO, 2014
Egipto	Récord ausente y poco confiable	EPPO, 2014
Sudáfrica	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Túnez	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Zimbabue	Récord ausente y poco confiable	EPPO, 2014

Norteamérica		
Canadá	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
-Newfoundland y Labrador	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
-Isla del Príncipe Eduardo	Distribución restringida	IPPC, 2012 ; EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015 ; IPPC, 2015
Méjico	Ausente, anteriormente presente	EPPO, 2014
Estados Unidos	Erradicado	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
-Maryland	Erradicado	CMI, 1983; EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Norteamérica		
-Pensilvania	Erradicado	CMI, 1983; EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
-Virginia del Oeste	Erradicado	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015

Sudamerica		
Bolivia	Presente	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Chile	Erradicado	EPPO, 2014
Ecuador	Presente	EPPO, 2014
Islas Malvinas	Presente	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Perú	Presente	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Uruguay	Ausente, confirmado por encuesta	EPPO, 2014

Europa		
Austria	Erradicado	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Belarús	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Bélgica	Ausente, anteriormente presente	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Bulgaria	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015



Croacia	Ausente, anteriormente presente	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
República Checa	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Dinamarca	Presente, pocas ocurrencias	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Estonia	Ausente, anteriormente presente	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Islas Faroe	Presente	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Finlandia	Presente, pocas ocurrencias	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Francia	Erradicado	EPPO, 2014
Alemania	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Europa		
Hungria	Erradicado	EPPO, 2014
Irlanda	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Italia	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Letonia	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Lituania	Ausente, confirmado por encuesta	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015 ; IPPC, 2016
Luxemburgo	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Montenegro	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Países Bajos	Distribución restringida	ONPF de los Países Bajos, 2013; EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Noruega	Transitorio: accionable, bajo erradicación	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Polonia	Presente, pocas ocurrencias	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015 ; Przetakiewicz, 2015
Portugal	Erradicado	EPPO, 2014
Rumania	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Federación Rusa	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
-Central Rusia	Extendido	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Rusia del Norte	Presente	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015

-Siberia	Presente	Malyuga et al., 2003 ; CABI / EPPO, 2015
- Rusia del Sur	Presente	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Eslovaquia	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Eslovenia	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Suecia	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Suiza	Presente, pocas ocurrencias	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Reino Unido	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
-Inglaterra y Gales	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Europa		
-Irlanda del Norte	Erradicado	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
-Escocia	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015
Ucrania	Presente	CABI / EPPO, 2015

Oceanía		
Nueva Zelanda	Distribución restringida	EPPO, 2014 ; CABI / EPPO, 2015

2.3.- Mecanismos de transmisión

El *Synchytrium endobioticum*, tiene muy baja capacidad de diseminación natural, por lo cual es posible llevar un control efectivo de medidas estatutarias una vez establecido (CABI, 2000). La diseminación dentro del cultivo es por medio de las zoosporas a través del agua o en el suelo en forma de zoosporas o esporas de latencia, (Agris, 1991) aunque se ha determinado que el viento podría tener alguna importancia (Hampson, 1996).

Este hongo es transportado hacia áreas nuevas en tubérculos de papa infectados. La dispersión ocurre también por medio del movimiento de materiales contaminados con las esporas latentes de larga vida que son portadas por el suelo. Los materiales contaminados pueden incluir tubérculos sanos, material de plantación no huésped, suelo, estiércol de animales como abono, contenedores, herramientas, zapatos y animales. Cuando el hongo permanece latente bajo condiciones de almacenamiento con poca humedad, utilizado para semilla de papa, el patógeno puede permanecer sin ser detectado hasta después de la cosecha (Berg, 1994). Los esporangios pueden



resistir la digestión de los animales y pueden ser propagadas por las heces (CABI, 2000).

La principal propagación del hongo a largas distancias es por medio de tubérculos infectados, en infecciones latentes en tubérculos de variedades resistentes o en suelo adherido a los tubérculos, solo o adherido a raíces de otras plantas desde países en los cuales la enfermedad ocurre o ha ocurrido en el pasado (CABI,2000).

Tiene un medio muy limitado de propagación y dispersión. La dispersión en el suelo por zoosporas está limitada (50 mm o menos) a las zonas de infección de la planta. El agua del suelo puede transportar zoosporas aguas abajo, aunque la esperanza de vida de una zoospora liberada es de 1-2 horas. Las lombrices de tierra pueden mover esporas de reposo distancias cortas. El viento es un agente de dispersión activo en regiones de fuertes vientos secos de verano. La dispersión local se ha demostrado en esporas de descanso en el suelo adjunto a los vehículos y el estiércol contaminado. La dispersión de largo alcance por el movimiento de tubérculos, especialmente en el comercio internacional, el suelo y las plantas adjuntas presentan problemas de control. El control de los métodos legales ha sido en gran parte exitoso debido a los medios de dispersión autolimitados del hongo. La enfermedad es esencialmente social, depende de los cultivos comerciales y del movimiento del suelo.

2.4.- Patogenicidad y hospedantes

Patogenicidad

El soma vegetativo o talo del patógeno existe sólo en el interior de las células hospederas. Después produce (y queda rodeado por) una pared gruesa, formando así el prosoro. Este último germina en el interior de la célula hospedera y el protoplasto, rodeado por una membrana, sale de su pared gruesa, en tanto sus núcleos se dividen varias veces. El protoplasto de la célula se divide y forma de 4 a 9 segmentos, cada uno de los cuales contienen de 200 a 300 núcleos. Cada uno de los segmentos forma un esporangio y al conjunto de esporangios se le denomina soros. Si la humedad y temperatura son favorables, los esporangios germinan por medio de los zoosporas e infectan al hospedero y repite el ciclo (Figura 1). Cuando predomina la sequía o las bajas temperaturas, las zoosporas de los esporangios se fusionan en pares y forman cigotos. Estos infectan a las células epidérmicas de manera semejante a como lo hacen las zoosporas. Ya en las células, forma una pared gruesa en torno a ellos y se transforman en esporangios de latencia, los cuales invernan. En la siguiente estación, los esporangios latentes forman zoosporas que son diseminadas y producen nuevas infecciones. Además de producir la verruga de la papa, es también el vector del virus X de la papa, el cual quizás las zoosporas lo lleven en su interior de planta en planta. (Agrios, G. 1991)

En el desarrollo de la enfermedad, los esporangios latentes sobreviven tanto en el

suelo como en las verrugas viejas y secas durante muchos años. Las zoosporas que producen los zoosporangios, o los esporangios de latencia, penetran directamente a través de las paredes celulares epidérmicas de las porciones de la yema. Ya en el interior de las paredes célula absorben los nutrientes de ella y secretan sustancias que estimulan el crecimiento en ésta en forma excesiva y hacen que las células corticales y epidérmicas circunvecinas se dividen y crezcan. Esto da como resultado la formación de hinchamiento en torno a las zonas de infección que en breve crecen un poco más, se ramifican intrincadamente y producen las verrugas. Un hecho real es que después de la infección inicial de una yema y de la producción de otras nuevas generaciones de zoosporas, se producen varias reinfecciones que hacen que otras células y yemas en reposo del tallo y de los tejidos de la hoja se dividan y crezcan excesivamente, dando como resultado la formación de una verruga blanda y enrollada. Los tejidos de esta verruga carecen de tejidos epidérmicos protectores normales, son dañados con facilidad e invadidos por microorganismos secundarios, su superficie se desintegra y, como consecuencia, la verruga se ennegrece. (Agrios, G. 1991)

En presencia de humedad y de un hospedante susceptible, los esporangios de descanso producen zoosporas, los cuales:

- Se movilizan por medio de flagelo.
- Alcanzan y penetran las células de los tejidos meristemáticos.
- La célula infectada se agranda.
- Produce prosores.
- Germinan los prosores, se desarrollan y originan sora que contiene los esporangios.
- Los esporangios de verano producen zoosporas móviles.
- Las zoosporas liberadas pueden unirse y formar zigotes.
- Los zigotes infectan células más profundas.
- Forman esporangios de descanso.

Hospedantes principales:

El principal hospedero es la papa *Solanum tuberosum*, aunque ha sido transferido experimentalmente a otras solanáceas. Algunos cultivares de tomate son susceptibles, así como solanáceas silvestres (e.g. *Solanum stolonifer*, *S. Vallis-mexici*) (Berg, 1994, CABI, 2000, Hampson, 1980).

3. ESTRATEGIA DE RASTREO Y MUESTREO

3.1- Rastreo en campo

El inspector de Salud Vegetal Integral del INSAI, debe realizar inspección en campo



cumpliendo con los siguientes aspectos:

- Previo a realizar la inspección fitosanitaria a nivel de campo el inspector verificará que dispone de todos los materiales y equipos necesarios, tales como: lupas, navaja, guantes de látex, tabla de campo y hojas para anotaciones, formatos oficiales de acta de inspección fitosanitaria, viales con alcohol al 70%, viales vacíos, Bolsas de celulosa de 2 kg, bolsas plásticas de 2 kg transparentes, de lámina gruesa, lápices y marcadores, etiquetas autoadhesivas de identificación de muestras, cinta adhesiva rotulada para el envío de muestras, precinto institucional.
- Deberá verificar las condiciones de la plantación a nivel de campo: Vigor de las plantas, detectar signos o síntomas en las plantas y en los tubérculos, descartar la presencia de verrugas las cuales se pueden encontrar en el tallo superior, la hoja y la flor, presencia de hojas que desarrollan "alas" hipertróficas, presencia de agallas por encima del suelo de color verde a café, las cuales se tornan negras en la madurez y luego se descomponen, presencia de agallas aparecen en las bases del tallo, las puntas del estolón y los ojos del tubérculo, los cuales puede que no sean evidentes hasta la cosecha, presencia de tubérculos desfigurados o completamente reemplazados por agallas.
- Durante las debidas inspecciones el material vegetal deberá ser recolectado con la metodología señalada en los manuales de procedimiento. (Ver Anexo 3) Manual de Normas y Procedimientos para la toma, conservación y envío de muestras de diagnósticos fitosanitarios. (Ver Anexo 4). Procedimiento para la toma, conservación y envío de muestras de suelo. (Ver Anexo 5). Procedimiento para la toma, conservación y envío de muestras de plantas y sus partes.
- Es importante que el inspector se asegure que todas las muestras colectadas para el diagnóstico preliminar se envíen a los laboratorios autorizado por el INSAI, siguiendo los procedimientos de envío y tomas de muestras antes indicados.
- El inspector deberá evaluar niveles de infestación del hongo en la plantación, malformaciones de tubérculos, entre otros.

a) Hospedantes principales: El único huésped cultivado es la papa, pero las especies silvestres de *Solanum* también están infectadas en México. Tomate y varias otras plantas solanáceas, incluidas *Schizanthus* sp., *Capsicastrum nanum*, *Physalis franchetii*, *Datura* sp. y *Solanum dulcamara* son huéspedes por inoculación artificial.

Se realizará un rastreo al 100 % del área cultivada de las principales especies hospedantes, con arreglo a las indicaciones siguientes:

Papa: Entre los 60 – 70 días de plantada.

b) Otros hospedantes: Se mantendrán bajo el sistema de vigilancia, con prioridad en las áreas de riesgo, principalmente aquellas con antecedentes de haber estado infectadas y

en su colindancia.

3.2.- Muestreo

a) Para la certificación cuarentenaria de unidades de producción de papa semilla

El muestreo se realizará al 100 % de estas áreas adoptando el esquema de las diagonales, conforme a la metodología de muestreo. La distribución será la siguiente:

Área del campo	Puntos de muestreo	Tamaño de la muestra
Hasta 5 ha	10 puntos de muestreo de 20 tubérculos cada uno	200 ± 4 tubérculos
+ 5 ha a 10 ha	20 puntos de muestreos de 20 tubérculos cada uno	tamaño de la muestra 400 ± 8 tubérculos
+ 10 ha	40 puntos de muestreos de 10 tubérculos cada uno	Tamaño de la muestra 400 ± 8 tubérculos

En todos los casos se trata de tubérculos obtenidos de plantas diferentes, para garantizar la representatividad y significación de la muestra.

b) Tubérculos de semillas de papa en almacén

El Inspector de Salud Vegetal Integral deberá realizar inspección en el almacén cumpliendo con los siguientes aspectos:

- Previo a realizar la inspección fitosanitaria de tubérculos semillas de papa el inspector verificará que dispone de todos los materiales y equipos necesarios, a saber: linterna, lupas, navaja, máscaras antipolvo, botas de seguridad, casco, chaleco reflectivo, lentes de seguridad, guantes de látex y guantes de algodón recubiertos con PVC., mesa de selección, pinceles entomológicos, mallas entomológicas, viales con alcohol al 70%, viales vacíos, Bolsas de celulosa de 2 kg, bolsas plásticas de 2 kg transparentes, de lámina gruesa, lápices y marcadores, etiquetas autoadhesivas de identificación de muestras, cinta adhesiva rotulada para el envío de muestras, precinto institucional y formatos oficiales.
- Deberá verificar las condiciones en el almacén: Higiene general: Deberá estar libre de restos de cosechas anteriores. Luz: Deberá contar con eficiente luminosidad para detectar signos o síntomas en los tubérculos. Temperatura: El almacén deberá estar entre 2 a 10 °C para la conservación del tubérculo. Humedad Relativa: Deberá presentar de 50 a 55%, para minimizar el riesgo de pudrición. Óptima circulación de aire, lo cual permitirá minimizar la ocurrencia de daños mecánicos y pudriciones.



- El inspector deberá evaluar el calibre, daños por pudriciones húmedas, pudriciones secas, sarnas, organismos vivos, daños mecánicos graves, malformaciones, mezcla varietal, restos de cosecha y suelo.

3.3.- Diagnóstico preliminar de la Verruga de la Papa

3.3.1 Síntomas

Los síntomas de diagnóstico de la enfermedad de la verruga son las agallas producidas en varias partes de la planta.

3-3-2 Síntomas aéreos

Los síntomas aéreos generalmente no son evidentes. Sin embargo, puede haber una reducción en el vigor. Las verrugas se pueden encontrar en ataques severos en el tallo superior, la hoja y la flor. Los tallos de las hojas pueden desarrollar "alas" hipertróficas. Las agallas por encima del suelo son de color verde a café, se vuelven negras en la madurez y luego se descomponen.

3.3.3 Síntomas subterráneos

Las agallas varían en forma, pero son en su mayoría esféricas, con superficies corrugadas, y varían desde tamaño de arveja hasta tamaño de puño <1 cm a> 8 cm de diámetro. Las agallas debajo de la tierra son de color blanco a marrón, volviéndose negras a medida que se descomponen. Estas agallas aparecen en las bases del tallo, las puntas del estolón y los ojos del tubérculo. Puede que no sean evidentes hasta la cosecha. En la cosecha, las agallas pueden desecarse o pudrirse. Los tubérculos pueden estar desfigurados o completamente reemplazados por agallas. Las agallas de los tubérculos pueden desarrollarse después de la cosecha, durante el almacenamiento. La patata huésped no se puede matar, pero el tejido meristemático de los brotes se puede atacar tan severamente que las plantas pueden no emerger de los tubérculos de semillas. *Synchytrium endobioticum* no ataca las raíces de la papa, pero ataca las raíces de otros huéspedes (por ejemplo, el tomate).

Durante las debidas inspecciones el material vegetal deberá ser recolectado con la metodología señalada en los manuales de procedimiento. (Ver Anexo n° 3) Manual de Normas y Procedimientos para la toma, conservación y envío de muestras de diagnósticos fitosanitarios. (Ver Anexo n° 4). Procedimiento para la toma, conservación y envío de muestras de suelo. (Ver Anexo n° 5). Procedimiento para la toma, conservación y envío de muestras de plantas y sus partes.

Es importante asegurarse que todas las muestras colectadas para el diagnóstico



preliminar se envíen a los laboratorios autorizado por el INSAI, siguiendo los procedimientos de envío y tomas de muestras antes indicados.

3.4.- Confirmación de diagnóstico de la Verruga de la Papa

Hay que tomar en cuenta, que la confirmación del diagnóstico es necesaria para respaldar con base científica las medidas fitosanitarias que se promulguen y para conferir seguridad a las notificaciones oficiales sobre el brote de la plaga. La falta de la confirmación del diagnóstico no será obstáculo para que se implementen acciones de emergencia contempladas en este programa, especialmente aquellas que estén orientadas a la erradicación o detección del brote. En este último caso, si los resultados de esta fase de confirmación del diagnóstico son negativos, se detendrá el proceso de alerta y se harán las notificaciones que sean necesarias para comunicar que la amenaza del brote ya no existe o que se trató de una falsa alarma.

4. MEDIDAS CUARENTENARIAS DE PREVENCIÓN, MANEJO Y CONTROL

El programa está basado en los principios de epidemiología básica de prevención, ya sea para evitar la entrada de la plaga al país o para evitar que se trasladen productos, sub productos y partes de material vegetal enfermo hacia áreas libres de plagas.

En el caso de la República Bolivariana de Venezuela desde el año 2014 se comprobó la presencia de *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival. Por tratarse de un hongo que puede transmitirse por maquinarias, implemento agrícolas, animales, agua de riego e incluso por el hombre que puede trasladar partículas de suelos contaminados, material vegetativo, las medidas preventivas están orientadas a impedir la diseminación a través de la movilización de los materiales vegetativos o plantas que puedan presentar el riesgo de estar infectados con esta enfermedad.

4.1.- Principales medidas preventivas en el caso del *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival, tenemos:

- No permitir el traslado plantas, material vegetativo, semillas, plántulas, procedentes de estados afectados con *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival.
- Verificar que las plantas, material vegetativo, semillas, plántulas, u otras plantas hospedantes de *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival, estén libres de la enfermedad.
- Realizar inspección activa en los puntos nacionales de ingreso y egreso del país, a fin de garantizar la no diseminación de la enfermedad



- Utilizar semillas certificadas y regular el intercambio de semillas no certificadas entre productores.
- Realizar rotación de cultivos con plantas no hospedantes.
- Mantener los cultivos libres de malezas.
- Monitorear permanentemente las zonas productoras con el fin de detectar cualquier síntoma o signos visibles en el cultivo.
- Establecer puntos de desinfección en la entrada de la unidad de producción (pediluvios, maniluvios y rodaluvios).
- Desinfectar el material de trabajo antes de la siembra (yunta de bueyes, escardillas, botas, palas y picos), en todas las labores inherentes al sistema de producción.
- Realizar diagnósticos fitosanitarios a la semilla antes de la siembra.
- Realizar análisis fitosanitario y de fertilidad al suelo.
- Realizar aplicación de hongos antagonistas a la semilla, suelo antes de sembrar y en los momentos indicados con el manejo integrado de cultivos.
- Reportar ante el INSAI en caso de observar cualquier signo o síntoma similar al patógeno, tomar una muestra de los tubérculos, plantas completa y suelo, tal como se refleja en los manuales de procedimientos de toma de muestras, plantas y sus partes, y suelos.
- Desarrollar jornadas de formación y capacitación por parte de los técnicos(as) del INSAI, sobre el patógeno *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival.

4.2.- Procedimiento a seguir en las áreas donde se detecten focos.

En los campos infectados se delimitarán los focos existentes. Se entiende por foco el área compacta que abarcan las plantas afectadas, así como la zona aledaña comprendida en los tres (3) metros siguientes a partir del límite de dichas plantas. Cuando la incidencia de la enfermedad sea tal que impida la delimitación de los focos o su número sea considerable, se considera al campo completo como área focal.

En aquellos casos en que es factible la delimitación de focos se procederá del siguiente modo:

- a) Los focos delimitados serán saneados mediante la recogida e incineración en el propio lugar de las plantas, tubérculos, frutos, etc., procediendo a enterrar los restos de la combustión a una profundidad de 1 metros como mínimo. Seguidamente se procederá a efectuar la desinfección del área focal empleando hipoclorito de sodio al 5% cubriendo el lugar de ser posible con un manto negro si el área afectada no es muy grande.
- b) Los procedimientos antes señalados, se realizarán manualmente y el personal encargado de su ejecución tiene que cumplir con la desinfección del calzado y manos antes de abandonar el área focal.
- c) En el resto del campo se procederá (una vez concluido el saneamiento del foco) a la



recolección de los tubérculos aprovechables, desfoliándose posteriormente la plantación. Se garantizará invariablemente la recogida e incineración inmediata de todos los restos de cosecha.

4.3.- En los casos en que no es factible la delimitación de focos se procederá del modo siguiente:

- a) Defoliación y cosecha inmediata de la totalidad del campo garantizando el saneamiento de los tubérculos dentro de la propia área afectada.
- b) Recolección e incineración dentro del propio campo de todos los restos de cosecha, procediendo a enterrar los restos de la combustión a una profundidad de 1 metro como mínimo.

4.4.- Medidas de manejo ante la presencia de la enfermedad

- a.- Las áreas afectadas se protegerán por un sistema de zanjas perimetrales, que evite que las aguas del escurrimiento superficial se internen hacia las colindantes.
- b.- Los medios de transporte empleados en el traslado de estas producciones se desinfectarán antes de situarlos a la carga y una vez descargados, con o hipoclorito de sodio al 5%.
- c.- Tanto los equipos utilizados en la cosecha, como el calzado deben desinfectarse con solución de hipoclorito de sodio al 5% antes de salir a nuevas áreas y las manos del personal usando gerdex .Los campos afectados una vez cosechados se desinfectarán con hipoclorito de sodio al 5%, garantizando el riego posterior para evitar la evaporación del producto. En los casos de grandes extensiones comprometidas, como es el caso de los sistemas de riego, el área a desinfectar será delimitada teniendo en cuenta la localización de la afectación dentro de la misma.
- d.- Las áreas afectadas se mantendrán aisladas durante el período de cuarentena garantizando su cercado o la ubicación de obstáculos en sus posibles accesos.
- e.- Los campos afectados se mantendrán en barbecho limpio por espacio de 6 meses, contados a partir de efectuada la cosecha, período durante el cual se realizarán labores para remover el suelo y evitar la aparición de hierbas espontáneas, transcurrido el período de barbecho limpio se sembrarán en estas áreas cultivos no hospedantes, durante un año como mínimo, garantizando mantenerlos libres de hierbas espontáneas.
- f.- Durante el primer año de haber detectado la enfermedad, se recomienda establecer rotación de cultivo: como el maíz, hortalizas de hojas, entre otros cultivos que no sean de



la familias de solanáceas, ni rubros de raíces y tubérculos que pueda movilizar el patógeno por el sistema de riego o lavado que se realiza en la zona Andina, considerando que el mismo se disemina por suelo.

g.- Consultar Manejo Integrado de la Enfermedad *Synchytrium endobioticum* Sarna Verrugosa de la Papa. (Ver Anexo 2).

h.- Las producciones de estos campos se destinarán a la industria o al consumo en las zonas metropolitanas (capitales de estados) sin que mida período de almacenaje alguno, observando la diferenciación de los envases empleados, para su desinfección o incineración según proceda.

Inmediatamente después de la cuarentena y cada 6 meses se le realizan pruebas de persistencia al área (con plantas indicadoras y medios de cultivo) diferenciando las muestras del área focal y las colindantes. A los fines del levantamiento de la cuarentena se tomarán los resultados de las pruebas de persistencia correspondiente a muestras tomadas a los 18 meses de la cuarentena.

4.5.- Acciones en las áreas colindantes con las infectadas (zona de peligrosidad inminente).

Se consideran áreas de mayor peligrosidad, las colindantes en un radio de 200 metros a partir de los límites de los focos. Estas áreas se mantendrán bajo el mismo régimen de rotación de cultivos, que las afectadas.

a.- Las áreas colindantes entre 200 y 500 metros se mantendrán bajo observación, pudiendo sembrar cultivos hospedantes de la enfermedad, pero cumpliendo en la rotación de las mismas la utilización de cultivos no hospedantes.

b.- Las áreas de auto consumo ubicadas dentro de los límites de la colindancia quedan sujetas a las mismas regulaciones cuarentenarias.

c.- Se prohíbe la ubicación de cultivos destinados a la obtención de semilla botánica y agámica, en las áreas incluidas dentro de los términos de la colindancia.

d.- Se prohíbe el traslado de plantas, partes de éstas destinadas a la reproducción, tierra y abono orgánico desde las zonas afectadas hacia las libres, con independencia de su ubicación territorial.

e.- En los casos de cultivos de ocumo y yuca por ser cultivos en contacto directo con el suelo cultivados en las unidades de producción afectadas, se podrán utilizar para semilla dentro de las áreas enmarcadas en estas unidades productivas, siempre que estén ubicados fuera de los límites de colindancia establecidos (Las condiciones de desarrollo de estos cultivos no son las mismas de las del hongo *Synchytrium endobioticum*).

f.- Todos los productores y empresas semilleras, tendrán que cumplir con las medidas fitosanitarias establecidas como son cercados de área, puntos de desinfección en las entradas de estos.

g.- Referente a los términos de colindancia y sus regulaciones, estas se ajustarán en la práctica, teniendo en cuenta la existencia de barreras tales como: vías de comunicación, límites de propiedad definidos (INTi), etc., y también de otros factores que pueden contribuir a la diseminación del hongo como son la existencia de sistemas de riego, escurrimiento superficial, etc., cuando por las mencionadas razones se estime aconsejable acortar los términos de colindancia establecidos, las oficinas regionales del INSAI los fundamentarán debidamente, solicitando su aprobación al INSAI central.

4.6.- Disposiciones generales

Las producciones obtenidas en las áreas cuarentenadas y las colindantes se destinarán al consumo en las zonas urbanas exclusivamente (capitales de estados, evitando su distribución en los Municipios periféricos y la agroindustria.

En las áreas afectadas y colindantes se procederá a la eliminación sistemática de las hierbas espontáneas hospedantes del patógeno.

5. PROCEDIMIENTOS REGLAMENTARIOS

5.1 Marco Legal sobre emergencias fitosanitarias

El Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral oficializará por medio de una resolución, las medidas fitosanitarias recomendadas para la detección, prevención, manejo y control de la sarna verrugosa de la papa, causada por el hongo *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival.

5.2 Acciones a Reglamentar.

Una vez publicada la presente, se procederá a elevar ante el Ministerio en competencia la propuesta para su aprobación la Resolución de detección, prevención, manejo y control de la sarna verrugosa de la papa, causada por el hongo *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival.

5.3.- Medidas Fitosanitarias específicas a ser reglamentadas, tales como:

- Prohibir la introducción de material vegetativo de papa, tomate u otros rubros de países infestados con *Synchytrium endobioticum* (Schilb.).



- Prohibir la importación de plantas hospedantes de *Synchytrium endobioticum* (Schilb.).



- Denunciar con carácter obligatorio la presencia o sospecha de la plaga por parte de productores(as) y público en general.

- Establecer las medidas de emergencias a ser aplicadas en caso de que se detecte un brote de *Synchytrium endobioticum* (Schilb.).

6.- FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA.

Es importante que sea considerado que en los estados Táchira, Mérida, Trujillo, Carabobo y Aragua sean asignados recursos especiales a fin de cubrir desde este instituto el desarrollo, control y vigilancia del programa de control.

La factibilidad técnica y económica es un factor importante en el programa del *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival y su implementación implicará costos directos e indirectos que pueden ser elevados debido a la superficie de los cultivos de papa, tomate, entre otros con diversidad de plantas hospedantes.

Es importante acotar que el manejo del *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival no cuenta con un control químico. El mismo estará enfocado a los controles biológicos y culturales a fin de minimizar su efecto en el cultivo de la papa y hospedantes secundarios.

Los costos directos de la implementación de este programa estarán constituidos por los costos asociados con la ejecución del programa de emergencia, tales como servicios de diagnóstico, servicios de transporte de encomienda para el envío de muestras sospechosas a laboratorios de diagnósticos fitosanitarios del INSAI y otras instituciones públicas tales como INIA, Universidades, entre otros; capacitación, divulgación, viáticos (para monitoreo y control), mano de obra para labores de control, papelería, costos administrativos y consultorías.

Los beneficios estarían constituidos en los ahorros directos en costos que podrían ocurrir si el programa no se ejecutara, entre estos, la prevención de pérdidas en las cosechas de plantaciones de papa y costos por controles adicionales de la enfermedad por los productores. La precisión de la estimación de los costos / beneficios dependerá de la capacidad de predecir el impacto del *Synchytrium endobioticum*.

Se recomienda al momento de ejecutar el programa, la sección 2.3 de la NIMF N°11, Análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias, incluido el análisis de riesgos ambientales y organismos vivos modificados, como referencia para la identificación y



clasificación, tanto de los costos como de los beneficios.

6.1 Factibilidad Técnica y Económica para el control del hongo *Synchytrium endobioticum*.

Introducida la enfermedad es difícil erradicarla con productos químicos y los esfuerzos van dirigidos a la prevención y control del mismo, a fin de que no se disemine hacia áreas libres de la enfermedad, para ello se deben localizar las plantaciones sintomáticas para su posterior control con productos biológicos.

Esta búsqueda de plantaciones afectadas, debe realizarse constantemente ya que la sintomatología es poco visible, sin embargo puede haber una reducción del vigor de la planta.

Se recomienda a los países que todos los esfuerzos, recursos humanos y económicos disponibles deben ser dirigidos a la detección oportuna del hongo, a través de las plantas asintomáticas.

Cuando el hongo sea detectado en una unidad de producción, entonces, es de prioridad inmediata para su manejo y control; a través del uso de controladores biológicos (hongos antagonistas).

Debido a que la planta infectada se constituye en fuente de inóculo del hongo, es imprescindible que sea controlada y/o eliminada lo más pronto posible, por parte del productor.

Por otra parte es importante implementar el programa de certificación de áreas libres del hongo en cada país que se vaya importar tubérculos de papa *solanum tuberosum* que oferte a la demanda de tubérculos sanos.

Los costos más importantes que se pueden asumir al implementar el presente programa, lo constituyen las actividades de vigilancia fitosanitaria (encuestas, inspecciones, muestreos, registros), equipos de aplicación de insumos biológicos, diagnósticos de laboratorio, cuarentenas, capacitación y divulgación e implementación de un programa de certificación de áreas libres de la enfermedad *Synchytrium endobioticum*.

7. ORGANIZACIÓN A LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA

Es conveniente que en todos los estados productores de papa, existan mecanismos

apropiados para afrontar el ingreso de plagas cuarentenarias. Lo recomendable es mantener activo al personal del Departamento de Salud Vegetal Integral a nivel regional, cuando se presenten los eventos fitosanitarios, tales como: reducción en el vigor de la planta, agallas por encima del suelo son de color verde a café, las cuales se vuelven negras en la madurez y luego se descomponen, ataques severos de verrugas en el tallo superior, la hoja y la flor, entre otros.

El Departamento de Salud Vegetal Integral regional de cada estado productor de papa, tendrá un papel protagónico en la integración de esfuerzos estatales y privados en cuanto a la prevención, manejo y/o control del hongo *Synchytrium endobioticum*, donde, se recomienda que cada uno mantenga la vigilancia fitosanitaria activa.

Entre las responsabilidades de la Dirección Nacional de Salud Vegetal Integral del INSAI se tiene:

- a) Evaluar el brote y recomendar las medidas fitosanitaria a tomar.
- b) Elaborar y aplicar la normativa legal de Emergencia Fitosanitaria.
- c) Gestionar el financiamiento para la ejecución del programa.
- d) Incluir acciones en el Plan Operativo en cualquier etapa de ejecución a fin de decidir sobre la continuidad del mismo o cambios de estrategias (de erradicación- eliminación a medidas alternativas o viceversa, considerando la factibilidad técnica y económica).

7.1 Activación de la Emergencia.

La activación de la Emergencia, debe considerar el siguiente procedimiento:

- a. Diagnóstico oficial, confirmado y certificado por el INSAI.
- b. Activar el Programa para el control del hongo *Synchytrium endobioticum* sarna verrugosa de la papa.
- c. Hacer cumplir los artículos 12, 14, 84, 85, numeral 3 del artículo 86, artículos 87 al 90, del Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley de Salud Agrícola Integral.

7.2 Procedimientos para la Evaluación Preliminar

Encuesta de delimitación del hongo *Synchytrium endobioticum*

Con la confirmación de un brote de la enfermedad en un área determinada, la evaluación preliminar se limita a un monitoreo más detallado del área real afectada. Esto implica un muestreo más minucioso y la toma de un mayor número de muestras para su posterior diagnóstico de laboratorio. Su objetivo es determinar el área geográfica abarcada por la enfermedad.

7.3 Respuestas operacionales según evaluación preliminar

En el caso de *Synchytrium endobioticum*, la estrategia epidemiológica es la prevención de que otras plantaciones no se infecten, para ello, la metodología se basa en los principios básicos de control epidemiológico atacando las plantas afectadas.

7.4 Implementación del Programa de Emergencia

Al ser confirmado el o los brotes del hongo, en áreas determinadas por el diagnóstico preliminar confiable y oficial, se activará el Programa para detección, prevención, manejo y control de la sarna verrugosa de la papa, causada por el hongo *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival; para la República Bolivariana de Venezuela. El Director Nacional de Salud Vegetal Integral, informará a las Direcciones regionales, para la ejecución del mismo.

7.5 Formación

La Dirección Nacional de Salud Vegetal Integral coordinará las actividades del plan de formación del personal técnico a través de seminarios, talleres, nacionales e Internacionales sobre las características del hongos y su control, a su vez, deberán ejecutar actividades de entrenamiento y formación a nivel técnico y de productores, en cada región.

Los entrenamientos deben ser impartidos por técnicos formados en sarna verrugosa de la papa y deben contemplar los aspectos de las características de la enfermedad a nivel teórico y práctico, tomando en cuenta las disposiciones legales y los recursos para su manejo y control. Los temas que se recomiendan sean abordados son: Distribución Mundial del *Synchytrium endobioticum*, daños, síntomas y transmisión, hospedantes, epidemiología, entre otros temas de interés.

7.6 Supervisión y Control

La Dirección Nacional de Salud Vegetal Integral y las coordinaciones de Salud Vegetal regionales de los estados productores de papa, sostendrán reuniones permanentes, en base a los informes de seguimientos elaborados y así evaluar las estrategias aplicadas y realizar supervisiones periódicas, a nivel de campo y almacenes.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acuña, I.; Muñoz, M.; Sandaña, P.; Orena, S.; Bravo, R.; Kalazich, J.; Tejada, P.; Castro M.P. y C. Sandoval. 2015. Manual Interactivo de la papa INIA. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Chile. <http://manualinia.papachile.cl/?page=consumo&ctn=58>
- Agrios, G. 1991. Fitopatología; 1ª edición; Editorial. Limusa; México. 756 p
- [CABI, 2017. Synchytrium endobioticum. https://www.cabi.org/isc/datasheet/52315](https://www.cabi.org/isc/datasheet/52315)
- CABI. 2000. Data sheet for *Synchytrium endobioticum*. Crop Protection Compendium. Global Module. 2nd. Edition. CAB International. UK.
- Chang, L.W.H. & A.Y. Rossman. 1987. Peste not known to occur in the United States or of Limited Distribution N° 92: *Synchytrium endobioticum*. USDA-APHIS-PPQ, Sept. 1987. 12pp.
- EPPO. 1980. *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival. EPPO Data Sheets on Quarantine Organisms. EPPO. Francia.

- EPPO. 2000. European and Mediterranean Plant Protection Organization. EPPO. Plant Quarantine Retrieval System. PQR. Version (3.10).
- Hampson, M.C. 1980. Verruga, Roña negra. En Compendio de Enfermedades de la Papa. W.J.Hooker editor. The American Phytopathological Society. St Paul, Minnesota. pp. 51-53.
- Hampson, M.C. 1996. A qualitative assesment of wind dispersal of resting spores of *Synchytrium endobioticum*, the causal agente of wart disease of potato. Plant Disease, 80(7):779-782. En EPPO Reporting Service 1996-10-01 Rep. Serv. 1996, N°10.
- http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/73/EDA_Manual_Produccion_Papa_09_08.pdf?sequence=1
- James Stangoulis y Sison Cristina 2009. Protocolos para muestreo de cultivos y análisis de sus micronutrientes. HarvestPlus. 20p.
- Marcko Theodoracopoulos, Salvador Arias, y Hugo Avila 2008. Manual de Producción Producción de Papa. Mca-Honduras / Eda. 47p.
- Noble, M. & M.D. Glynne, 1970. Wart Diseases of Potatoes. FAO Plant Prot. Bull. 18(6):125-135. Smith, I.M., McNamara, D.G., Scott, P.R., Holderness, M. 1997. *Synchytrium endobioticum*. Data Sheets on Quarantine Pesta. pp. 925-929. En: Quarantine Pest for Europe. second ed. CAB International & EPPO.UK 1425 p.

ANEXO 1: FICHA DESCRIPTIVA DE LA SARNA VERRUGOSA DE LA PAPA

Synchytrium endobioticum (Schilb.) Percival

FICHA TECNICA PARA ANALISIS DE RIESGO

Etapa I

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

Clasificación Taxonómica

Reino: Fungi

Phylum: Chytridiomycota

Subdiv. Mastigomycotina

Clase: Chytridiomycetes

Orden: Chytridiales





Familia: Synchytriaceae

Agente Causal

Synchytrium endobioticum (Schilb.) Percival

Hospederos

El principal hospedero es la papa *Solanum tuberosum*, aunque ha sido transferido experimentalmente a otras solanáceas. Algunos cultivares de tomate son susceptibles, así como solanáceas silvestres (e.g. *Solanum stolonifer*, *S. vallis-mexici*) (Berg, 1994, CABI, 2000, Hampson, 1980)

Distribución Geográfica

Synchytrium endobioticum es originario de la zona andina, de ahí fue introducido a Europa en los años 1880s. Se propagó ampliamente en Europa, pero por medidas estatutarias su distribución fue restringida. Existen reportes no confirmados de Egipto y Líbano, de Asia (China, Irán, Corea) y de África (Zimbabwe) (CABI, 2000). De los Estados Unidos fue erradicado de los Estados de Maryland, Pennsylvania y Virginia. De Chile fue erradicado y de México fue reportados en el pasado (CABI, 2000).

Sintomatología

Los síntomas aéreos no son usualmente aparentes sin embargo puede presentarse una reducción en el vigor de la planta o las hojas pueden presentarse de un color verde oscuro y ligeramente más grandes de lo normal. Pueden formarse pequeñas verrugas de color verde en los brotes o en la base de los tallos. Las hojas también pueden ser atacadas (CABI, 2000).

El hongo afecta los tubérculos pero no las raíces. Infecciones tempranas en los tubérculos jóvenes en desarrollo resultan en su distorsión y aspecto esponjoso. En los tubérculos viejos solamente los ojos son infectados formándose verrugas de forma de coliflor las cuales son blancuzcas al inicio o verdes si son expuestas a la luz, gradualmente se oscurecen y eventualmente se pudren y desintegran. El tubérculo entero puede ser totalmente reemplazado por proliferación de verrugas. Las verrugas que se desarrollan en papa almacenada en la oscuridad tienen el mismo color que la piel del tubérculo (EPPO, 1980, CABI, 2000, Berg, 1994, Hampson, 1980)

Ciclo biológico

Synchytrium endobioticum es un parásito obligado y no produce hifas. Su talo o soma vegetativo está en el interior de las células hospederas produciendo una pared gruesa y formando el prosoro, el cual germina dentro de la misma célula. El protoplasto se divide de 4 a 9 segmentos conteniendo cada uno de 200 a 300 núcleos

denominándose cada uno como esporangio y su conjunto, soro. Con humedad y temperatura favorables, los esporangios germinan por medio de zoosporas que infectan de nuevo al hospedante. Bajo condiciones adversas, las zoosporas se fusionan en pares formando cigotos que pueden infectar también las células del hospedero formando esporangios de latencia que pueden sobrevivir por muchos años (hasta treinta años) y son capaces luego de formar zoosporas y producir nuevas infecciones (Agrios, 1985, Berg, 1994, Hampson, 1980, CABI, 2000).

Biología

Los soros o conjunto de esporangios se desarrollan en las células epidérmicas del tejido meristemático de los puntos de crecimiento, yemas, extremo de los estolones o primordio de las hojas jóvenes. Las células invadidas y las que rodean a estas se agrandan. La rápida división celular después de la infección provocada ya sea por cigotos o por zoosporas haploides ocasiona el incremento del tejido meristemático, proporcionando nuevos puntos de infección.

La agalla o verruga es un sistema complejo de ramificaciones malformadas que está compuesto por células meristemáticas de paredes delgadas. En cultivares semi-inmunes, las verrugas son superficiales y tienen apariencia de sarna, mientras que en los cultivares resistentes las zoosporas mueren poco después de la invasión debido a la necrosis prematura del tejido infectado (reacción de hipersensibilidad) (Hampson, 1980).

Epidemiología

El hongo tiene mayor actividad durante la producción de tejido susceptible en la etapa de crecimiento de los brotes, estolones, yemas y ojos. Los esporangios requieren de agua para su germinación y distribución de las zoosporas. El desarrollo de la enfermedad se ve restringido en presencia de veranos frescos con un promedio de temperatura de 18°C o menos y en inviernos de aproximadamente 160 días en los que la temperatura es de 5°C o menor y la precipitación anual es de 700 mm. La reacción del suelo no tiene mayor importancia, ya que la enfermedad se presenta en un rango entre 3.9 y 9.5 de pH. La infección se ve favorecida a temperaturas entre 12 a 24°C. El hongo sirve de vector del virus X de la papa (PVX) (Hampson, 1980).

Diseminación

Synchytrium endobioticum tiene muy baja capacidad de diseminación natural, por lo cual es posible llevar un control efectivo de medidas estatutarias una vez establecido (CABI, 2000). La diseminación dentro del cultivo es por medio de las zoosporas a través del agua o en el suelo en forma de zoosporas o esporas de latencia, (Agrios, 1991) aunque se ha determinado que el viento podría tener alguna importancia



(Hampson, 1996).

Este hongo es transportado hacia áreas nuevas en tubérculos de papa infectados. La dispersión ocurre también por medio del movimiento de materiales contaminados con las esporas latentes de larga vida que son portadas por el suelo. Los materiales contaminados pueden incluir tubérculos sanos, material de plantación no huésped, suelo, estiércol de animales como abono, contenedores, herramientas, zapatos y animales. Cuando el hongo permanece latente bajo condiciones de almacenamiento con poca humedad, utilizado para semilla de papa, el patógeno puede permanecer sin ser detectado hasta después de la cosecha (Berg, 1994). Los esporangios pueden resistir la digestión de los animales y pueden ser propagadas por las heces (CABI,2000).

La principal propagación del hongo a largas distancias es por medio de tubérculos infectados, en infecciones latentes en tubérculos de variedades resistentes o en suelo adherido a los tubérculos, solo o adherido a raíces de otras plantas desde países en los cuales la enfermedad ocurre o ha ocurrido en el pasado (CABI,2000).

Importancia Económica

Esta enfermedad es considerada como una de las peligrosas de las enfermedades de importancia económica del cultivo de la papa. Dependiendo del grado de ataque, el daño podría estar en el rango de pérdida total de la producción a solamente una leve reducción de la calidad (Smith, 1997). La incidencia y la severidad de la verruga de la papa dependen del cultivar, patotipo, clima, humedad del suelo concentración del inóculo y otros factores (Chang & Rossman, 1987). Las plantas susceptibles en suelos muy infestados pueden rendir como caso extremo, menos del peso de las semillas que fueron sembradas y raramente producen más del 50% de un cultivo normal.

Aunque el uso de cultivares resistentes reducen las pérdidas al mínimo, esta ganancia se ve contrarrestada por la evolución de patotipos virulentos que infectan cultivares que eran resistentes (Bojnansky, 1984).

La enfermedad puede continuar en papas almacenadas, especialmente bajo condiciones de alta

Húmedas usada en almacenamiento de papas para consumo (Noble & Glynn, 1970). Las papas muy susceptibles pueden podrirse totalmente en almacenamiento en 2 a 3 semanas (Chang & Rossman, 1987).

Synchytrium endobioticum considerado tan importante que por más de 65 años se han mantenido medidas cuarentenarias internas y externas alrededor del mundo para prevenir su propagación. Una vez que la verruga de la papa ha sido introducida en un campo, la cosecha total puede resultar no comerciable, además por su persistencia en el suelo no se podría sembrar papas por muchos años una vez que la infestación ha



ocurrido y tampoco podrían usarse esas tierras para siembras de plantas destinadas a su exportación. (EPPO, 1980).

Control

Las medidas cuarentenarias estrictas y la restricción contra la siembra de cultivares susceptibles han limitado exitosamente la propagación de *Synchytrium endobioticum*. Sin embargo el riesgo de introducción siempre es alto debido al movimiento internacional de material vegetal de papa. (Noble & Glynne, 1970) La siembra de cultivares resistentes es el único medio práctico de control. La rotación con plantas no hospederas no es efectiva ya que el uso continuo de cultivares susceptibles permite un incremento del inóculo en el suelo (Berg, 1994) No se conoce control químico que no sea perjudicial al suelo o los cultivos o que tenga aplicación práctica. Las esporas latentes son muy resistentes a los fungicidas (Hampson, 1980)

Etapas II

Evaluación del Riesgo

Criterios geográficos y regulatorios

Es una plaga de importancia cuarentenaria que actualmente se encuentra reportada en Venezuela, en los estados Mérida y Táchira. De acuerdo a la NIMF N°. 5, donde se categoriza como Cuarentenaria, ya que es una 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 (FAO, 2006).

Criterio de Importancia Económica

Potencial de establecimiento

Se considero ALTO, por las siguientes consideraciones

Puede venir Asociado en los tubérculos de papa y a través zoosporas o esporas de latencia (Cab internacional, 2006).

Las condiciones climáticas de Venezuela, le son altamente favorables, está presente en países como con climas tropicales, así como otros países de climas parecidos, se adaptó en los estados Mérida y Trujillo.

En Venezuela se siembran comercialmente los cultivos hospedantes de dicha plaga, que es *Solanum tuberosum*.

Tiene gran capacidad de reproducción en tubérculos de papa.



Su rango de hospederos incluye cultivos comerciales de importancia en Venezuela.

Potencial de propagación después del establecimiento

Se considera ALTO su propagación debido a que:

Las semillas de papa son productos que se importan de otros países de climas similares al de Venezuela y se comercializan en todo el territorio nacional, siendo esto un potencial de propagación inducido.

Importancia económica potencial

Se considera ALTA debido a factores como:

Synchytrium endobioticum está considerada una plaga importante a los cultivos de papa, en los países donde está presente.

La enfermedad de la verruga de la papa es tan importante que una legislación cuarentenaria ha estado en vigor a nivel mundial por más de 65 años para prevenir la dispersión y diseminación de la enfermedad. En los 50`s y 60`s se desarrollaron numerosas publicaciones de la EPPO dedicada a la enfermedad.

S. endobioticum se encuentra en la lista cuarentenaria A2 de la EPPO (OEPP/EPPO, 1982) y también se encuentra en las cuarentenas significantes en todas las organizaciones regionales para la protección de las plantas donde se han establecido listas cuarentenarias. Aunque se encuentre presente en otros países, existe una distribución muy restringida con ellos, quienes justifican.

Potencial de entrada

El potencial de entrada se considera ALTO debido a los siguientes factores:

Las importaciones de semilla de papa se realizan en grandes embarques por lo que se dificulta detectar pequeñas infestaciones.

La contaminación de productos debido al hábito de las larvas de esconderse dentro de los granos y semillas y lugares como grietas y ranuras de paredes y pisos, hacen muy difícil su detección, además en el mercado nacional no está disponible el atrayente específico (feromona sexual) para el insecto para detectarlo, sin embargo, se pueden

emplear otros métodos visuales.

Esta enfermedad es considerada como una de las peligrosas de las enfermedades de importancia económica del cultivo de la papa.

Una vez que el patógeno ha sido introducido al campo de cultivo de papa, la cosecha entera podría ser devastada e invendible.

Conclusión

Una vez analizada esta etapa se considera a *Synchytrium endobioticum* como una plaga de importancia cuarentenaria para tubérculos de semilla, ya resulto el potencial de establecimiento ALTO, el potencial de propagación después del establecimiento ALTO, la importancia económica potencial ALTA y el potencial de entrada ALTO, Por tanto se concluyo como de **ALTO RIESGO**.

ETAPA III

Manejo del Riesgo

Luego de realizar el ARP y con el fin de disminuir el riesgo de introducción de plagas de campo y como *Synchytrium endobioticum* en cargas importadas de semilla de papa *Solanum tuberosum*, se establecen los siguientes requisitos fitosanitarios:

El certificado fitosanitario del país de origen deberá indicar en la declaración adicional que el producto viene libre del hongo *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival.



- Se debe firmar un Protocolo de acuerdo para los Embarques de Semillas de Papa Certificada y Papas de Consumo del país interesado a Venezuela.
- El producto deberá venir acompañado del certificado fitosanitario del país de origen, tal como lo establece el artículo segundo de la resolución 459 del ministerio de agricultura y cría del 11/11/81.
- La importación debe ceñirse al los términos especificados en este documento. Cualquier variación o enmienda anula este permiso.
- Este permiso es válido para un (1) solo embarque.



NOTA: En caso de no poder cumplir los requisitos anteriores se prohíbe la importación del producto, por su alto riesgo cuarentenario.

Bibliografía

Chang, L.W.H. & A.Y.Rossman. 1987. Peste not know to occur in the United States or of Limited Distribution N° 92: *Synchytrium endobioticum*. USADA-APHIS-PPQ, Sept. 1987. 12pp.

CABI. 2000. Data sheet for *Synchytrium endobioticum*. Crop Protection Compendium. Global Module. 2nd. Edition. CAB International. UK.

EPPO. 2000. European and Mediterranean Plant Protection Organization. EPPO. Plant Quarantine Retrieval System. PQR. Version (3.10).

EPPO. 1980. *Synchytrium endobioticum*(Schilb.) Percival. EPPO Data Sheets on Quarantine Organisms. EPPO. Francia.

Hampson, M.C. 1980. Verruga, Roña negra. En Compendio de Enfermedades de la Papa. W.J.Hooker editor. The American Phytopathological Society. St Paul, Minnesota. pp. 51-53.

Hampson, M.C. 1996. A qualitative assesment of wind dispersal of resting spores of *Synchytrium endobioticum*, the causal agente of wart disease of potato. Plant Disease, 80(7):779-782. En EPPO Reporting Service 1996-10-01 Rep. Serv. 1996, N°10.

Noble, M. & M.D. Glynne, 1970. Wart Diseases of Potatoes. FAO Plant Prot. Bull. 18(6):125-135. Smith, I.M., McNamara, D.G., Scott, P.R., Holderness, M. 1997. *Synchytrium endobioticum*. Data Sheets on Quarantine Pesta. pp. 925-929. En: Quarantine Pest for Europe. second ed. CAB International & EPPO.UK 1425 p.

ANEXO 2: MANEJO INTEGRADO DEL HONGO *Synchytrium endobioticum*

Nombre Común y Científico	Control Biológico				Control Cultural	Control Químico INGREDIENTES ACTIVOS Ver etiqueta de los productos comerciales para la dosis
	Medio de Control	Dosis	Modo de Aplicación	Momento y Frecuencia		
Manejo del Suelo	<i>Trichodema harzianum</i> (Th) + <i>Microorganismos Benéficos</i> (MB) o <i>Microorganismos Eficientes</i> (ME)	1 dosis Th + 1 L MB / 200 L agua /ha	Realizar Riego a la zona infectada	Zonas Aledañas a los focos: 1 vez/ mes una vez detectado los focos en la zonas circundante / 3 meses evaluar y readecuar aplicación Zonas Afectadas: 2 veces/ mes cada 15 días / 3 meses evaluar y readecuar aplicación Zonas no afectadas: 1era aplicación: riego de asiento al momento de la siembra 2da aplicación: a los 20 días despues de la siembra (dds) 3era aplicación: a los 55 dds 4ta aplicación: a los 80 dds Se debe aplicar a tempranas horas de la mañana o en horas de la tarde-noche.	1.- Realizar monitoreo constante para detección temprana. 2.- Realizar control de hierbas espontáneas. 3.- Eliminar restos vegetales después de la cosecha y plantas espontáneas del terreno. 4.- Practicar la rotación de cultivos con plantas no hospedantes. 5.- Desinfección de los equipos e implementos utilizados en las practicas de manejo. 6.- Contar con un protocolo de desinfección de entrada y salida a la unidad de producción. 7.- Establecer un sistema de canales para evitar dispersión de enfermedades a otras áreas y unidades de producción.	—
Manejo del recurso agua Pozo profundo o en Reservorio	<i>Microorganismos Benéficos</i> (MB) o <i>Microorganismos Eficientes</i> (ME)	1 L MB / 200 m ³ / cada	Colocar en el contenido en el pozo o reservorio	A tempras horas de la mañana o final de la tarde preferiblemente.	—	—
Manejo del recurso agua Residual del sistema de producción	—	—	—	—	Establecer un sistema de canales para evitar la dispersión del agua y posibles enfermedades a otras zonas de la unidad, a otras unidades de producción y contaminación de afluentes de aguas.	—
Control de Hierbas espontáneas	—	—	—	—	Realizar monitoreo constante y realizar el control manual durante el aporque y dependiendo de la superficie atendida.	Pre-siembra: 1.- Napropamida 2.- Eptc Pre-emergente: 1.- Alaclor 2.- Metribuzin 3.- Linuron Post-emergente: 1.- Diquat 2.- Cicloxidim 3.- Diuron

ANEXO 3: MANUAL DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA TOMA, CONSERVACIÓN Y ENVÍO DE MUESTRAS DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO. Consultar página web del INSAI

ANEXO 4: PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA, CONSERVACIÓN Y ENVÍO DE MUESTRAS DE SUELO. Consultar página web del INSAI

ANEXO 5: PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA, CONSERVACION Y ENVIO DE MUESTRAS DE PLANTAS Y SUS PARTES. Consultar página web del INSAI

