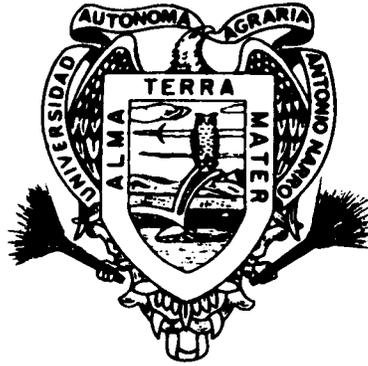


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Manejo de Plagas Cuarentenadas

Monografía

Presentada por:

Raúl Santiago Jiménez

como requisito parcial para obtener  
el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre de 1999

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

MANEJO DE PLAGAS CUARENTENADAS

MONOGRAFÍA

POR:

RAUL SANTIAGO JIMENEZ

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER ÉL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO  
PARASITÓLOGO

APROBADA POR:

EL PRESIDENTE DEL JURADO

-----  
DR. MELCHOR CEPEDA SILLER

-----  
M. C. JESUS GARCIA CAMARGO, M. C. MA. MAGDALENA RODRIGEZ VALDES

SINODAL

SINODAL

EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

-----  
M. C. REYNALDO ALONSO VELAZCO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, SEPTIEMBRE DE 1999

**DEDICATORIA**

A DIOS POR ESTAR CONMIGO EN TODO MOMENTO Y AYUDARME A CADA  
PASO DE MI VIDA

A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO” QUE A  
TRAVES DEL DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA RECIBÍ UNA  
FORMACIÓN PROFESIONAL.

A MIS PADRES:

Arnulfo Santiago López

Josefina Jiménez Ferrer

POR DARME LA VIDA Y SU GRAN APOYO

A MIS HERMANOS

**AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Melchor Cepeda Siller, por brindarme su apoyo desinteresado en la asesoría para la realización, conducción y revisión del presente trabajo.

Al M.C. Jesús García Camargo, por su disposición y asesoría en la ejecución de la presente monografía.

A la M. C. Ma. Magdalena Rodríguez Valdés, por sus aportaciones en la realización de este trabajo.

A la Profra. Ma. Olga Montes Ruiz, por su invaluable apoyo moral y económico durante mi estancia en Saltillo y en la realización del presente trabajo.

A la familia Herrera Lara, por su hospitalidad y sus estímulos para seguir adelante, durante mi estancia en la UAAAN.

A la familia Abrego Herrera, por su apreciable amistad y sus innumerables bondades.

Al Prof. Ezequiel Cázares Reboloso, por su apoyo espiritual sin el cual no es posible seguir en el camino de la vida.

A todos mis compañeros de la generación 85 y 86 de Parasitología Agrícola, por su amistad.

A todas aquellas personas que de alguna u otra manera contribuyeron en la realización del presente trabajo.

## **INDICE**

	Pag.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INTRODUCCION.....	1
PLAGAS INSECTILES.....	2
<i>Anthonomus grandis</i> Boheman. El picudo del algodnero.....	2
<i>Bemisia tabaci</i> Gennadius. La mosquita blanca.....	7
<i>Ceratitis capitata</i> Wiedeman. La mosca del mediterráneo.....	10
<i>Diaphania</i> spp. El barrenador de las cucurbitáceas.....	18
<i>Hypothenemus hampei</i> Ferr. La broca del fruto del café.....	21
<i>Phthorimaea operculella</i> Zeller. La palomilla de la papa.....	26
<i>Plutella xylostella</i> . La palomilla dorso de diamante.....	31
PLAGAS OCASIONADAS POR ACAROS.....	38
<i>Phyllocoptruta oleivora</i> . La negrilla de los cítricos.....	38
ENFERMEDADES FUNGOSAS.....	42
<i>Fusarium oxysporum</i> . La marchitez del tomate.....	42
<i>Hemileia vastatrix</i> . Berk y Br. La Roya del cafeto.....	45
<i>Mycosphaerella fijiensis</i> . La Sigatoka negra en plátano.....	53
<i>Sclerotium cepivorum</i> . La pudrición blanca del ajo.....	61
<i>Synchytrium endobioticum</i> . La Sarna verrugosa de la papa y tomate.....	64
<i>Tilletia indica</i> . El carbón parcial del trigo.....	67
ENFERMEDADES BACTERIANAS.....	75
<i>Erwinia amylovora</i> . El tizón del fuego del manzano.....	75
ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS.....	81
<i>Globodera rostochiensis</i> . El Nematodo Dorado de la Papa.....	81
<i>Meloidogyne</i> spp. El Nematodo Agallador.....	86
ENFERMEDADES VIROSAS.....	93
El Virus de la Tristeza de los Cítricos.....	93
El Virus Y de la Papa.....	96

ENFERMEDADES CAUSADAS POR FITOPLASMAS.....101  
El Amarillamiento Letal del Cocotero.....101  
LITERATURA CITADA.....108

## **INTRODUCCION**

El estudio de los síntomas, las causas y los mecanismos del desarrollo de las plagas y enfermedades de las plantas, se encuentra justificado desde el punto de vista científico y presentan una fuente de información intelectualmente muy interesante, pero sobre todo, es de gran utilidad debido a que permite el diseño adecuado de métodos para combatirlas y de esta forma se aumenta la cantidad y se mejora la calidad de los productos vegetales.

Los métodos de control varían considerablemente de un problema a otro, dependiendo del tipo de organismo, del hospedante y de la interacción que se establece entre los dos. En el control de las plagas y enfermedades, las plantas se consideran generalmente como poblaciones, más que como individuos, aunque ciertos hospedantes (en particular algunos árboles, plantas de ornato y a veces plantas infectadas por virus) pueden tratarse individualmente. Sin embargo, con excepción de los árboles, el daño o la pérdida que sufren una o varias plantas comúnmente se considera insignificante y, por lo tanto, las medidas de control se utilizan por lo general más para salvar a las poblaciones que a unas cuantas plantas individuales.

Considerando la regularidad con la que la mayoría de las plagas y enfermedades devastadoras de las plantas de cultivo aparecen en una zona año tras año, la rápida diseminación de la mayoría de ellas y la dificultad que presentan para curarlas, una vez que han empezado a establecerse o desarrollarse.

Los distintos métodos de control pueden clasificarse como reguladores, culturales, biológicos, físicos y químicos, dependiendo de la naturaleza de los agentes que se utilicen para controlar las plagas o enfermedades. Las medidas reguladoras de control ayudan a eliminar los organismos de sus hospedantes o de cierta área geográfica. La mayoría de las prácticas culturales y métodos de control evitan que las plantas entren en contacto con el organismo dañino y permiten erradicar o reducir la abundancia de este último en las plantas, en un campo o en una área geográfica. Los métodos de control biológico y algunos métodos culturales ayudan a mejorar la resistencia o favorecen el crecimiento de microorganismos que son antagonistas de la plaga o patógeno. Por último, los métodos de control físicos y químicos ayudan a proteger a las plantas contra la plaga o la enfermedad y a curar una infección que ya está.

Los métodos de control como la rotación de cultivos, la eliminación de hospedantes alternos y la fumigación del suelo reducen la cantidad de los organismos dañinos; la reducción de la cantidad de organismos dañinos, en general debe ir acompañada de un método de control (como la protección con compuestos químicos o la resistencia horizontal) que también disminuya la incidencia del problema.

A continuación presentaremos una descripción de las plagas cuarentenadas más importantes, así como su manejo.

## **PLAGAS INSECTILES**

## ***Anthonomus grandis* Boheman (El picudo del algodnero).**

### **INTRODUCCION**

El auge del algodnero en la regin norte de Tamaulipas al igual que en muchas regiones algodneras del pas, se ubica en la dcada de los 50's, poca en que llegaron a sembrarse ms de 250,000 hectreas con este cultivo en un ciclo agrcola.

En la dcada de los 70's, se empezaron a presentar problemas originados por el monocultivo; entre estos destacaron el incremento de plagas como: el picudo y gusano bellotero que hicieron se elevaran los costos de produccin, por otra parte se agudiz el ataque de la enfermedad conocida como "Putridin Texana", la cual hizo incosteable la produccin de algodn. Paralelamente a lo anterior, el mercado de esta fibra se torn incierto y el uso cada vez mayor de las fibras sintticas provoc un cambio en las formas de produccin de la regin.

En la actualidad con el avance tecnolgico en la formacin de variedades que facilitan la cosecha mecnica, los nuevos agroqumicos que permiten un mejor manejo de los problemas agronmicos y entomolgicos como la liberacin de variedades transgnicas resistentes a plagas como el gusano rosado, y la apertura comercial que existe, se ha incrementado en varias regiones el inter s por la siembra de este cultivo.

El cultivo de algodn se enfrenta a factores climticos como: temperatura, lluvias y vientos en algunas regiones; que estn fuera de su control; uno de los principales problemas entomolgicos es el picudo del algodnero lo cual puede ser minimizado mediante un correcto manejo de las prcticas culturales y trampeo adecuado (García, 1989).

### **ANTECEDENTES HISTORICOS**

El origen del Picudo del Algodnero es incierto, pues diversos autores lo ubican en lugares y fechas diferentes.

Fusté (1968), indica que el picudo del algodnero es originario de la Amrica Tropical y penetró a Texas desde Mxico hacia el ao 1890 y 1892. Desde entonces ha ido extendiéndose gradualmente por casi la totalidad de la regin algodnera de los Estados Unidos.

Pacheco (1986), cita que el hbitat de este insecto es Mxico o bien Amrica Central. Tambin menciona que algunos autores consideran que es originario de Monclova, Coahuila y de San Luis Potosí, ya que su propagacin se inici en 1856 y 1862; para despus localizarlo en 1892 en la regin de Matamoros, Tamaulipas, y el sur de Texas. As mismo seala que esta plaga fue descrita por Boheman en el ao 1843, de capturas realizadas en el estado de Veracruz. Documentos antiguos indican que desde 1848, el algodnero en Mxico

era dañado por esta plaga. En Cuba fue reportada en 1870. También menciona que en 1885, Kiley publicó el primer escrito sobre los lugares y fechas en los que esta plaga fue encontrada. En el año de 1849, fue reportada en Texas, en 1897, fue encontrada en la Comarca Lagunera; en 1903, se reportó en Louisiana; en 1907, en Oklahoma, Arkansas y Mississippi, y por último en 1912, se reportó en Florida.

Metcalf y Flint (1984), mencionan que ninguna plaga en el mundo ha merecido mayor notoriedad que el picudo del algodón, el cual ha sido señalado como la causa de pérdida en fibra y en semilla del algodón de más de 200 millones de dólares anualmente, desde 1909. También señala que a partir de 1892, el adulto se ha propagado hacia el Norte y el Este, a una distancia promedio de más o menos 76 km/año. Por lo tanto un promedio de más de 32,000 km<sup>2</sup> de territorio nuevo resultó infestado por el picudo en 35 años después de que éste había cruzado el Río Bravo. Actualmente se encuentra en toda el área algodonera de los Estados Unidos de Norteamérica, a excepción de los estados de Arizona y California.

### **IMPORTANCIA**

En 1987, debido a las fuertes infestaciones en todo el ciclo del algodón, fue necesario realizar aplicaciones postcosecha, para tratar de reducir las poblaciones de adultos en vías de hibernación.

De la Torre (1989), señala el éxito obtenido en la campaña contra el picudo llevada a cabo por los productores y autoridades agropecuarias de la Comarca Lagunera. Así mismo menciona que la incidencia poblacional del picudo en el año de 1987 fue alarmante, por lo que se implementó una campaña contra esta plaga, consistente en llevar a cabo tres aplicaciones intermedias extraordinarias, realizándose además, debido a lo fuerte del ataque dos aplicaciones postcosecha en una superficie de 18,493 ha que se consideraron problema. Los resultados obtenidos por esta campaña se apreciaron en la cosecha de 1988, ya que el porcentaje de infestación general de esta plaga se mantuvo bajo (4.1% general) en todo el ciclo del algodón.

Brow y Ware (1961), mencionan que la mayoría de los estados de la región algodonera en los Estados Unidos de Norteamérica han sufrido daños considerables casi todos los años durante largo tiempo, y que ha sido el factor de mayor importancia individual para causar cambios en el cultivo. Se ha tenido que sembrar algodón en lugares menos húmedos, donde su infestación está menos favorecida. También indican que a menos que se presenten condiciones climatológicas favorables el picudo no se multiplica en forma considerable ni se extiende mucho dentro de los campos o de un campo a otro. El clima ideal para la propagación del picudo durante el verano, es cuando se presenta una temperatura moderadamente alta combinada con lluvias abundantes. Por otro lado, un clima caluroso y seco podría contener una invasión fuerte.

Pacheco (1986), indica que el picudo del algodnero es uno de los insectos más destructivos y altamente está catalogado en Norte y Centro América como la plaga más importante, ya que destruye en un 20 a un 40% de la cosecha a pesar de las medidas tomadas para su control.

Kligman et al. (1980), señalan que el daño causado por las plagas, patógenos y malezas en la agricultura, en un año cuesta a los Estados Unidos de Norteamérica aproximadamente 12,000 millones de dólares. De esta cantidad el costo debido a plagas corresponde el 28% del total.

Coronado y Márquez (1980), citan que México es la cuna de varias especies plaga de relevancia económica para la agricultura, entre las que se encuentra el picudo del algodnero *Anthonomus grandis* Boheman; que prácticamente se encuentra en todas las áreas algodneras del país.

### UBICACION TAXONOMICA

Metcalf y Flint (1984), establecen la siguiente ubicación Taxonómica para el picudo del algodnero.

Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Coleoptera
Familia	Curculionidae
Género	<i>Anthonomus</i>
Especie	<i>grandis</i> Boheman

### MORFOLOGIA

#### Ciclo Biológico

García (1989), describe al picudo del algodnero de la siguiente manera.

#### Huevo

Presenta forma un tanto ovalada, con diámetro aproximado de 0.8 mm. Su color varía de transparente a aperlado, según el avance de incubación.

#### Larva

Son de color blanco cremoso, su cabeza y partes bucales son de color café; son ápodas y su cuerpo es rechoncho, curvado y de aspecto rugoso. Mide de 8.4 a 12.0 mm de longitud, presentando cuatro instares larvarios.

#### Pupa

Su forma y color varía de acuerdo al desarrollo, pero normalmente son de color blanco. Esta es tipo exareta.

#### Adulto

Son escarabajos de color café rojizo, de 7 a 10 mm de longitud, posteriormente con la edad, cambia a un color pardo oscuro, el cual obtiene debido a la pérdida parcial de sus escamas que son de color cenizo.

El picudo es un escarabajo de 6 mm de longitud; su color varía de amarillo a café, obscureciéndose con la edad. Tiene dos espuelas en el extremo del fémur delantero, siendo más larga la espuela delgada que la otra y tiene una sola espina en el fémur medio (Anónimo, 1963).

### **BIOLOGIA Y HABITOS**

Pacheco (1986), señala que el picudo del algodouero presenta metamorfosis completa (holometábola) e incluye como fases de desarrollo: huevecillo, larva, pupa y adulto. La duración del ciclo biológico de esta plaga varía de 16 a 29 días, dependiendo de las condiciones ambientales.

Fye et al. (1969), mencionan que el período de desarrollo desde huevecillo a emergencia de adulto del picudo *Anthonomus grandis* Boheman, varió desde 88.7 días a 15° C hasta 16.8 días a 30° C. el análisis de sus datos mediante regresión lineal simple arrojó una temperatura con umbral inferior de 11° C y requerimientos de 307 a 314 unidades calor para completar su ciclo de vida.

Cross (1973), cita que en Texas se han reportado 5 generaciones al año de *Anthonomus grandis* Boheman; y la cría de adultos requiere de 11 días en cuadros y de 31 días en bellotas.

Bachler et al. (1975), indican que el picudo del algodouero requiere en promedio para el desarrollo del huevecillo 42.35 unidades calor (con una temperatura umbral inferior de desarrollo de 12° C)., para la fase de larva 11.64 U. C., para el estado de pupa 82.26 U. C., y para la emergencia del adulto 29.20 unidades calor.

Pacheco (1986), menciona que el adulto del picudo se encuentra sobre el follaje del algodouero y más frecuentemente en las flores. En la punta del pico tiene un par de mandíbulas con las que agujera los botones florales (cuadros), buscando el polen, del cual se alimenta. Las flores agujeradas indican la presencia de adultos. En verano pueden vivir 50 días en promedio, mientras que algunos que entran en diapausa durante el otoño, pueden vivir hasta el siguiente verano.

En la región de Arizona, durante la primavera, antes de que aparezcan los primeros cuadros, los adultos se alimentan del brote terminal, peciolos, así como del polen de plantas silvestres de la misma familia del algodouero, como es el

caso de la “malva globosa” o “mala mujer”, *Sphaeracea* sp. (Anónimo, 1963).

Gutiérrez et al. (1979), señalan que esta plaga presenta un alto potencial de daño, debido a su gran capacidad reproductiva (más de 300 huevecillos/hembra), tiempo de generación corto (2 a 3 semanas) y larga vida del adulto.

El ciclo biológico del picudo del algodónero sigue el siguiente patrón; los huevecillos son depositados en forma individual tanto en cuadros como en bellotas. Cada hembra es capaz de poner de 100 a 300 huevos en un lapso de 30 a 40 días. El sitio preferido para la ovipostura son los cuadros desde el inicio hasta media temporada. El desarrollo de huevecillo a adulto se verifica en el interior del cuadro o bellota. Los cuadros infestados generalmente se abren y caen completando la larva su desarrollo. Las bellotas infestadas normalmente quedan en la planta. Los huevecillos incuban en 3 a 5 días; las larvas se alimentan de 7 a 14 días antes de pupar y así permanecen de 3 a 5 días (Anónimo, 1963).

## DAÑOS

Amaya (1974), señala que tanto adultos como larvas ocasionan daño. Los adultos lo hacen al alimentarse y ovipositar mientras que consumen completamente el contenido del cuadro y bellotas. Esta plaga prefiere perforar cuadros que tengan un tercio de crecimiento.

## CONTROL

García (1989), señala que el manejo de esta plaga incluye la realización de siembras tempranas dentro del período establecido. También deberá realizarse una buena sanidad de los lugares de invernación. El desvare y barbecho realizado lo más pronto posible después de la cosecha o primera helada debe ser tomada muy en consideración ya que previene su invernación. El picudo es difícil de controlar con insecticidas debido a los hábitos de alimentación de larva y adultos si aquéllos no son aplicados correctamente y en el momento oportuno.

Pacheco (1986), menciona que el insecticida más eficaz contra esta plaga sigue siendo el Parathion, que normalmente elimina adultos. Se sugiere que este insecticida vaya acompañado de otro de acción residual larga con el objeto de matar a los adultos que emerjan en los siguientes días después de la aplicación. Cuando se tenga de un 5 a 8% de daño en cuadros o bellotas con ovipostura, se debe iniciar el control químico de esta plaga. También señala que los estados inmaduros de este insecto escapan de ser depredados debido a lo poco que están expuestos.

Bodegas y Flores (1989), mencionan que utilizando cultivos trampa en la zona de Soconusco, Chiapas, fue una medida que facilitó el control del insecto más importante en el algodónero, ya que es considerado como la plaga clave por carecer de un control natural eficiente. La principal ventaja del uso de cultivos trampa es la de permitir tener 60 días para combatir el picudo fuera de la

plantación, lo cual trae como consecuencia, lograr que menor número de picudos lleguen de manera inicial al cultivo definitivo.

Pacheco (1986), menciona que los estados inmaduros del picudo del algodón escapan de ser depredados debido a lo poco que están expuestos. En el sur de Sonora, se ha encontrado a la avispa *Heterolaccus grandis* parasitando a larvas en cuadros, pero en porcentajes muy bajos, por lo que se considera que contribuye muy poco al control de la plaga. El mismo autor reporta 42 artrópodos parásitos de la larva o pupa. El adulto escapa a los parásitos principalmente por la dureza de su cuerpo y a los depredadores, particularmente por simular estar muerto cuando se le molesta.

### ***Bemisia tabaci* (Gennadius) (La Mosquita blanca).**

## **INTRODUCCION**

En la actualidad, la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) es considerada como una de las plagas de mayor importancia entre los productores de hortalizas en México, dado que este insecto ataca aproximadamente a 506 especies de plantas y es vector de más de 25 enfermedades virosas.

En el período comprendido entre 1986 a 1988, Bravo (1997) observó infestaciones severas de geminivirus en chile dulce, acompañados de grandes infestaciones de *B. tabaci* en la parte Este de la Costa de Tamaulipas, México.

## **TAXONOMIA**

Según Borror, et al. 1989, la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino Animalia  
Phylum Arthropoda  
Clase Hexapoda  
Orden Homoptera  
Familia Aleyrodidae  
Género *Bemisia*  
Especie *tabaci*

## **MORFOLOGIA**

La mosquita blanca es un insecto chupador, minúsculo y frágil que se localiza en el envés de las hojas, no son moscas verdaderas, puesto que son miembros del orden Homóptera.

El adulto tiene alas blancas, apéndices y cuerpos de color amarillo, mide en promedio 0.93 mm de longitud por 0.27 mm de ancho, presenta tarsos de dos artejos y antenas de siete segmentos (Bravo, 1997).

La identificación de la mosquita blanca se basa en el orificio basiforme y se realiza en ninfas de cuarto instar, también denominadas "pupas". Las pupas son

de color blanco, el cuerpo es elipsoidal, superficie dorsal convexa y el orificio basiforme triangular en *B. tabaci* (Rangel, 1995).

## **CICLO BIOLOGICO**

La mosquita blanca presenta metamorfosis incompleta, es decir, que su ciclo de vida pasa por un estado de huevo, ninfa y adulto.

### **Huevo**

Son semejantes a un pequeño balón de fútbol americano, de color verde pálido, con el polo anterior más agudo que el posterior. Miden aproximadamente de 0.089 a 0.186 mm y presentan el corion liso y brillante (Bravo, 1997).

### **Ninfas**

Forma oval, aplanadas, semitransparentes y de color verde pálido, pasa por cuatro instares, el último se llama "pupa".

### **Pupa**

Contorno liso, perfil convexo, el borde del cuerpo se aplanan suavemente en los bordes (Rangel, 1995).

### **Adulto**

Las características son las que se dieron anteriormente.

La temperatura influye grandemente en el ciclo de vida de este insecto. Si la temperatura es de 20° C, el tiempo que tarda en completar el ciclo es de 11.5 días y si la temperatura es de 30° C dura 5.4 días (Bravo, 1997).

## **SINTOMATOLOGIA**

Rangel (1995), menciona que la mosquita blanca se encuentra entre las principales plagas que afectan una gran diversidad de cultivos y vegetaciones silvestres, y que la alimentación de ninfas y adultos causa detención del crecimiento y marchitamiento del follaje, aunque el daño más importante se debe a su capacidad para transmitir virus fitopatógenos.

## **HOSPEDEROS**

*B. tabaci* es un polífago, dado que ataca 76 familias reportadas como hospederas (Bravo, 1997).

Por otra parte, Rangel (1995), menciona que la soya, la planta de noche buena, papa, malezas y otros cultivares han sido reportadas como excelentes

hospederas de alimentación para *B. tabaci*.

## **DISTRIBUCION**

Rangel (1995), reporta altas poblaciones de mosquita blanca en el Valle Imperial, del Edo. de California de E. U. A. y en el Valle de Mexicali, B. C. N., durante el ciclo agrícola de 1991. Esta incidencia correspondió al Biotipo B ó Poinsetia.

Generalmente es de áreas tropicales comprendidas entre los paralelos 30. En el trópico ocupa el nicho ecológico que les corresponde a los áfidos en áreas templadas del mundo.

## **CONTROL**

La SARH, a través de la Dirección de Sanidad Vegetal, implementó la campaña nacional contra Mosquita Blanca. En dicha campaña integran todos los métodos de prevención y control, posibles para evitar el daño económico a los cultivos por este insecto (Rangel, 1995).

### **Fecha de Siembra**

Bravo (1997), menciona que para manejar fechas de siembra en cada región productora, es necesario determinar la fluctuación poblacional de los vectores, para definir con mayor seguridad las fechas de siembra que evadan la invasión del vector.

### **Barreras Vegetales**

Bravo (1997), demuestra que con barreras alternas de maíz se tiene menor incidencia de virosis en chile con un 20% de diferencia al testigo que presentó un 40% de infección.

### **Uso de acolchados y cubiertas flotantes**

El uso de acolchados y cubiertas flotantes reduce mucho la incidencia de plagas y enfermedades (Bravo, 1997).

### **Alta densidad de plantas**

Bravo (1997), menciona que en base a los resultados de investigaciones se recomienda una densidad de 9 a 12 plantas por metro, ya que por solo este hecho, se obtuvieron 19 toneladas en 9 cortes, en chile, con infección viral del 30%.

### **Control Químico**

La mosquita blanca (*B. tabaci*) fue reportada en 1956 como susceptible a los insecticidas organofosforados y a los organoclorados, por lo que se recomendó hacer espolvoreos con una mezcla de insecticidas, DDT al 10% con Parathión al 2% ó este último más toxafeno al 20% (Rangel, 1995).

### ***Ceratitis capitata* (Wiedeman) (La Mosca del Mediterráneo).**

## **INTRODUCCIÓN**

La información científica y tecnológica, relacionada con las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos de valor económico, es vital para el diseño de estrategias y acciones tendientes al mejoramiento de la sanidad de los cultivos, que permitan edificar una barrera de contención para reducir los riesgos y las pérdidas de la producción.

Los frutales de importancia económica en México, frecuentemente son atacados por insectos que causan agusanamiento de los frutos, conocidos como gusanos de los frutos o moscas de los frutos, la mayoría de estas moscas, han coexistido a través del tiempo con los frutos propios de la zona, causando cierto daño económico. Pero dentro de la gran familia de las moscas de la fruta, a la Mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wiedeman), se le ha clasificado en primer lugar, considerándose como una de las plagas más destructoras en el mundo, debido a su amplia distribución, al extenso número de hospederos (más de 200) y a su alta capacidad de adaptación (SAG, 1976).

Al detectarse la presencia de la Mosca del Mediterráneo en enero de 1997, concretamente en la región del Soconusco en el estado de Chiapas, se creó un programa de control y erradicación sin precedentes con el objetivo de evitar la diseminación de la plaga hacia el interior del país y posteriormente la erradicación de la misma, contemplando también a largo plazo la eliminación de la mosca en toda Centroamérica.

Como parte de las estrategias de este programa se iniciaron desde 1979 liberaciones de moscas estériles producidas en el Laboratorio de Cría y esterilización de Moscas de Mediterráneo, ubicado en Metapa de Domínguez, Chiapas. Estas liberaciones aún se continúan realizando en forma masiva en 340,000 ha de la zona del Soconusco en su porción fronteriza con la República de Guatemala, como un apoyo decisivo en el control de esta plaga (Tejada, 1980).

## **UBICACION TAXONOMICA**

De acuerdo a Borror y Delong (1981) la mosca del Mediterráneo se ubica de la siguiente manera:

Phyllum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Diptera
Suborden	Cyclorrapha

Familia Tephritidae  
Género *Ceratitis*  
Especie *capitata*

## CICLO BIOLÓGICO

Los datos que enseguida se presentan, son el resultado de diversas investigaciones y reportes efectuados en muchos países y las observaciones personales del Ing. Jorge Gutiérrez Sampeiro, durante su permanencia en Costa Rica, como Jefe del Departamento de Sanidad Vegetal del OIRSA (Organismo Internacional Regional e Sanidad Agropecuaria) de 1966 a 1970 y posteriormente como Director Ejecutivo de este organismo en 1971 (SAG, 1976).

### Huevo

Bajo condiciones de temperatura de verano el período de incubación es de 2 a 7 días, pero puede prolongarse hasta 20 a 30 días en climas de invierno. La mortalidad embrionaria varía con relación a los frutos utilizados para ovipositar siendo mayor en aquellos con pericarpio duro y grueso y, en cítricos con exceso de aceite esencial, como el limón, o con resinas como el plátano verde o látex en el caso de la papaya verde.

### Larva

Producida la eclosión del huevecillo, la larvita excava hacia el interior de la fruta, haciendo galerías en todas direcciones y completa su desarrollo en 6 a 11 días, a una temperatura de 14 a 26° C pasando por tres estadios larvarios; la hospedera influye en el desarrollo larvario de esta mosca, acelerando o retrasando este estado. También se ha observado que las larvas maduran en menos tiempo cuando el fruto cae al suelo. Al terminar su etapa de alimentación, la larva abandona el fruto saltando, detalle muy característico, aunque no exclusivo de esta especie y busca un lugar adecuado para enterrarse; a veces basándose en saltos recorre distancias considerables. Cuando se entierra lo hace superficialmente, mas o menos de 1 a 5 cm de profundidad y si no queda protegida por tierra, hojarasca o algún otro material, pupa y muere al quedar expuesta sin ninguna protección. La pupación puede ocurrir también en cajones fruteros.

### Pupa

El período de pupa cubre de 9 a 11 días a una temperatura de 24.4° C o hasta varios meses bajo temperaturas invernales. También menciona que a 26°C este proceso se acorta a 6 días. La mosca emerge por sus propios medios abriéndose paso con ayuda de un órgano frontal llamado ptilinum. La humedad del suelo, su textura y calidad tienen poco efecto sobre la duración pupal, pero lo tienen muy marcado sobre la sobrevivencia.

## Adulto

Los adultos de la Mosca del Mediterráneo, de acuerdo a las condiciones ecológicas pueden vivir de 1 a 2 meses, aunque pueden prolongar este estado hasta por 10 meses en zonas templadas y frías o reducirlo hasta 60 días en climas cálidos. Las hembras alcanzan su madurez a los 4 o 5 días después de la emergencia, iniciando la ovipostura entre los 7 y 9 días después de emergidas, a temperaturas que oscilan entre los 24 y 27° C. La hembra adulta solo copula una vez en su vida. Los machos sexualmente maduros expiden un olor fuerte, muy peculiar que atrae a las hembras a la cópula. Los machos bajo las mismas condiciones, maduran sexualmente a los 3 o 4 días y como característica de este estado, mueven las alas y arquean el último segmento abdominal, prolongando el aparato sexual hacia arriba y secretan una gota cristalina ligeramente ámbar. Para el acto de la cópula prefieren posarse en el envés de las hojas.

## PARASITISMO

La forma en que ocasiona parasitismo, suele presentarse por el daño directo que hace este insecto en su estado larvario al alimentarse dentro del fruto.

La hembra adulta perfora la fruta con el ovipositor al poner sus huevecillos debajo de la cáscara, al efectuarse la eclosión de los huevecillos y convertirse en larvas, estas comienzan a excavar hacia el interior de la fruta, haciendo galerías en todas direcciones (favoreciendo la entrada de enfermedades bacterianas y fungosas) donde permanecen alimentándose hasta completar su madurez, eventualmente el fruto entra en estado de descomposición. Se ha observado que las larvas maduran en menor tiempo cuando el fruto cae al suelo, ya que la pulpa se reblandece y el jugo puede ser absorbido a través del tegumento del cuerpo.

El daño del fruto también puede ocurrir al ser picado por la mosca, aún cuando los huevecillos no hayan sido depositados, afectando así las cualidades comerciales de la fruta, a causa de las estrías que ocasiona la perforación.

Se menciona que el daño económico total y efectivo para moscas de la fruta incluye los daños siguientes, (SAG, 1976).

- a). Daño directo de frutos y vegetales.
- b). Costos de tratamiento y control extra.
- C). Reducción en el valor de la producción.
- d). Costo indirecto en las muchas medidas cuarentenarias.

## HOSPEDEROS

Para *Ceratitis capitata* se han reportado más de 200 hospederas que por varios motivos son atacadas en grados distintos e irregulares de un año a otro, en varios países infestados se puede observar que una fruta fuertemente atacada en un país, no lo es en otro y se debe generalmente a que los grados de infestación son limitados por la maduración de los frutos hospederos presentes en una determinada región, por lo que pueden ocurrir diferentes niveles de daño en el transcurso del año, de un país a otro y aún de una región a otra.

La Mosca del Mediterráneo invade cada día nuevas áreas agrícolas infestando nuevos hospederos, ocasionando una alarma justificada a los organismos encargados de proteger la agricultura de cada país. Enumerar toda la lista de hospederas reportadas a la fecha sería muy larga, en este trabajo se mencionarán únicamente las más comunes en la zona que han sido reportados infestadas por la plaga en varios países y por diferentes investigadores, reportados por Fernández (1995), en esta lista se señalan a los investigados por; (Tejada, 1980), en México en la región del Soconusco estado de Chiapas como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Hospederos de *Ceratitis capitata* (Wiedeman), comunes en la región del Soconusco, Chiapas (SAG, 1976).

<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE TÉCNICO</b>	<b>FAMILIA</b>
Caimito	<i>Crysophyllum cainito</i>	Sapotaceae
Café	<i>Coffea arabica</i> L.	Rubiaceae
Guayaba	<i>Psidium guajaba</i> L.	Myrtaceae
Pomarrosa	<i>Eugenia jambos</i> L.	Myrtaceae
Baricoco	<i>Micropholis</i> sp	Sapotaceae
Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i> Osb.	Rutaceae
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> B.	Rutaceae
Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i> L.	Rutaceae
Pomelo	<i>Citrus grandis</i> Osb.	Rutaceae
Chicozapote	<i>Achras zapota</i> L.	Sapotaceae
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae
Almendro	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae

## ORIGEN Y DISTRIBUCION

A la Mosca del Mediterráneo se le reportó inicialmente como una plaga de importancia económica de los frutales de la cuenca del mar Mediterráneo, de aquí que se le haya dado este nombre.

La distribución geográfica de *Ceratitis capitata* es de alcances mundiales. El primer registro es de Latreille en 1817, para la Isla de Mauricio, en el Océano Indico. En 1820, Wiedeman la describió como *Trypeta capitata* y reportó como lugar de origen las Indias Orientales. Posteriormente Filippo Silvestri, llegó a la conclusión de que el más factible origen de *Ceratitis capitata* el Africa Occidental,

con base en haber encontrado poco más de 20 especies diferentes del género *Ceratitis*, extensamente distribuidas, y entre éstas, la especie *capitata* (SAG, 1976)

Gracias a su alta capacidad de adaptación y alto índice reproductivo ha llegado a constituirse dentro del complejo de moscas de la fruta en una de las especies de mayor importancia en el ámbito mundial. Por otra parte, si consideramos que se vive en la era del masivo ultrasónico y se ha incrementado el transporte aéreo de productos vegetales e intercambio turístico, es difícil que una plaga permanezca confinada a una determinada área geográfica, siendo muy factible su transportación a zonas que se han preservado libres hasta ahora.

Esta mosca se encuentra actualmente en la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales de los cinco continentes, asociada con más de 200 especies de plantas, muchas de ellas de gran importancia económica. En las últimas décadas ha invadido regiones antes inaccesibles por las barreras geográficas (Tejada, 1980).

Según SAG (1976), su distribución es la siguiente: Africa (en toda su extensión), región del Mediterráneo (Israel, Líbano, Turquía, Albania, Grecia, Bulgaria, ocasionalmente Yugoslavia, Italia, Francia, España y las Islas de Malta, Chipre, Sicilia, Córcega y Cerdeña). En Europa Occidental Portugal e Inglaterra; en Europa Central (Bélgica, Holanda, Alemania, Austria, Hungría y Suiza).

En Asia Menor (Siria y Jordania). En las Islas Madeira, Azores, Canarias (Mallorca, Minorca e Ibiza) y las del Cabo Verde en el Atlántico Septentrional. En el Continente Asiático (India y algunas Islas del Archipiélago Malayo). También ha sido reportada en el Continente Australiano.

La primera ocasión en que se determinó su presencia más cercana al Continente Americano, fue el reporte de 1856 en las Islas Bermudas; En 1907 apareció en Hawaii y por primera vez se reportó en Norteamérica en 1929 en la parte del Sur de la Florida de E. U. A. invadiendo 20 condados, de donde se erradicó a los 18 meses y con un costo de 7.5 millones de dólares, reapareciendo en 1956 en 28 condados, y entonces se erogaron más de 10 millones de dólares en su erradicación. En 1962 se reportó un nuevo brote en la Florida y en 1966 fue detectada en Brownsville, Texas, E. U. A. y dentro del programa de erradicación se cubrió parte de Matamoros, Tamaulipas, México, como una medida de protección (SAG, 1976).

En América del Sur, ha estado presente en Argentina desde 1905, Brasil (1904), Colombia, Chile, Guyanas, Ecuador, Paraguay, Uruguay y Venezuela.

La Mosca del Mediterráneo fue detectada por primera vez en América Central en un lugar cercano a San José, Costa Rica a principios de 1955. Desde este año se ha dispersado gradualmente en todo Centroamérica, alcanzando en 1960 a Panamá y Nicaragua; en 1975 al Salvador y en 1976 a Guatemala.

Desde la aparición de este insecto en Guatemala, México intensificó las medidas preventivas, lo que permitió detectar la plaga a escasos 300 metros de la frontera con aquel país, en el municipio de Tuxtla Chico, región del Soconusco en el estado de Chiapas el 31 de enero de 1977. A partir de esta fecha iniciaron los preparativos que engendrarían la creación de un programa de control y erradicación sin precedentes. Este programa contempla el objetivo de evitar la diseminación de la plaga hacia el interior del país y posteriormente la erradicación de la misma. El programa fue creciendo y la plaga fue aumentando.

En 1978, se inició la construcción del Laboratorio de Cría y Esterilización de la Mosca del Mediterráneo de mayor capacidad en el mundo, en Metapa de Domínguez, Chiapas, México, cuyo fin es dar apoyo decisivo en el Control Integral de la plaga; este Laboratorio fue inaugurado en septiembre de 1979 utilizando lo más avanzado de la técnica para la cría masiva y esterilización de insectos, (en octubre de 1980 fue nombrado como Centro Internacional de Capacitación en la materia) por lo que se considera como el único laboratorio de su tipo en el mundo (Fernández, 1995).

## **MANEJO INTEGRADO DE LA PLAGA**

### **Control Cultural**

El saneamiento de las plantaciones es uno de los métodos de control de la mosca de la fruta más antiguo. Sus resultados son efectivos, si se logra la colaboración de todos los propietarios de árboles frutales hospederos de la plaga, para enterrar la fruta caída, en fosas cavadas, cubrirlas con tierra apisonada cuyo espesor no será menos de 50 a 60 cm, aplicando insecticidas apropiados en la superficie, como un margen de seguridad. Esta operación debe ser diaria.

Prácticas agronómicas para la cosecha de la fruta en forma temprana, para evitar la proliferación de la plaga han dado buenos resultados (Fernández, 1995).

### **Control Manual (Trampeo)**

Una red de trampeo que opere en forma sistemática, continua e intensiva, es de gran importancia para mantener una vigilancia constante, la localización de un brote de esta plaga, determinar su extensión y oscilaciones de población. Debe cubrir las áreas fronterizas, las de explotación frutícola, centros de distribución y almacenamiento (mercados y bodegas), aeropuertos internacionales y locales así también como sus alrededores, puertos marítimos, centros de atracción turística y lugares estratégicos a lo largo de carreteras principales y vecinales, especialmente la Panamericana y las que conducen de los centros de producción a los de consumo (Fernández, 1995).

Se han desarrollado diferentes tipos de trampas y sistemas de operación, utilizando como cebos tanto agentes físicos como químicos o químico-biológicos (SAG, 1976)

Según Tejada (1980), los tipos de trampas usados en Centroamérica y la región del Soconusco, Chiapas para la detección de la Mosca del Mediterráneo son:

TIPO	ATRAYENTE	ESPECIFICACIONES
PORTICI	Químico-biológico de tipo alimenticio como vinagre con melaza, levadura de cerveza o proteína hidrolizada. Por lo general líquido	De vidrio en forma de botella con el fondo invaginado con un orificio en el centro.
STEINER	Químico (Trimedlure) de tipo sexual	De plástico, en forma de cilindro con dos tapas de madera de bases con una parte libre y otra cubierta con tela de malla. En su interior una mecha de algodón impregnada con un atrayente. Mezcla de Lindano – Clordano como insecticida en polvo.
CARTULINA	Químico (Trimedlure) mezclado al 5% con una sustancia de tipo adhesiva.	Un triángulo de cartulina, con una laminilla de cartón insertada, que lleva barnizado un tipo de pegamento atrayente.
CELOTEX	Químico (Trimedlure) mezclado con stikem al 5%.	Un rectángulo de celotex, con un marco de fibra. En el celotex se barniza atrayente con pegamento.

### Control Legal

El establecimiento de cuarentenas internacionales se ha reforzado a fin de evitar la entrada de frutas u hortalizas procedentes o el tránsito por los países infestados. En cumplimiento con las disposiciones específicas que designan al OIRSA como el Organismo facultado para llevar a cabo tratamientos de productos agrícolas, vehículos de transporte, terrestre y aéreo se ha ampliado el radio de acción estableciendo nuevos servicios en puertos marítimos y fronteras. En las fronteras operan puestos de nebulización, utilizando equipo especializado que son termonebulizadores e insecticidas específicos para el combate de la Mosca del Mediterráneo. Todos los vehículos, tanto comerciales como de turismo que pasan por los puestos fronterizos, son tratados tanto interiormente como exteriormente, incluyendo el compartimento de equipaje. También se decomisan frutos y vegetales hospederos, los cuales son destruidos de inmediato (Fernández, 1995).

En las cuarentenas internas, se recomienda implantar servicios en lugares estratégicos, para inspección de vehículos de carga y transporte con destino a cualquier punto que se considere libre de la plaga, decomisar y destruir frutos o vegetales hospederos infestados.

Para mejor operación del servicio cuarentenario, se estima conveniente informar a las empresas de transporte terrestre y aéreo que realizan viajes al exterior e interior, que instruyan a sus usuarios en el sentido de evitar el transporte de frutas o vegetales hospederas de la Mosca del Mediterráneo y colaboren en el tratamiento de sus unidades (SAG, 1976).

### Control Químico

Se efectúa basándose en aspersiones terrestres o aéreas de insecticidas específicos contra la mosca de la fruta (Malathion y Lebaycid), a los que se les adiciona un cebo de tipo alimenticio especialmente a base de proteínas. El uso de cebos, evita una cobertura completa en toda el área a tratar.

Ambos tóxicos se aplican en forma de producto comercial (Malathion 95% y Lebaycid 87%) a razón de 148 cc/ha, con adición de 592 cc de proteína hidrolizada (Staley Pib-7).

La aplicación de insecticidas por aire es más costosa que las aplicaciones por tierra con equipo a alto volumen. Para bajar costos en los tratamientos se recomienda este método en aquellas zonas cuya topografía así lo permite para no depender exclusivamente de las aspersiones aéreas, que son más costosas.

También se está recomendando un insecticida adecuado para tratar la superficie del suelo que cubre las fosas para enterrar la fruta caída (Tejada, 1980).

### Combate Autocida (Técnica del Macho Estéril)

El empleo de los mismos insectos para combatir a su propia especie, aprovechando su propia cópula, constituye el llamado combate autocida. La cría, esterilización y liberación masiva son los elementos fundamentales, los insectos estériles liberados compiten por la cópula con los insectos silvestres resultando cópulas estériles. Cuando los apareamientos estériles exceden a los fértiles, la población silvestre disminuirá de generación en generación hasta desaparecer.

La técnica del insecto estéril fue concebida por Knippling hace más de 25 años, y desde entonces ha sido aplicada con éxito para el control y erradicación de alguna plaga, y destacan entre ellas, las moscas de la fruta y el gusano barrenador del ganado.

En México se utiliza en ambos casos, en moscas de la fruta, *Anastrepha ludens* y *Ceratitis capitata*. Dado el éxito alcanzado se debe considerar esta técnica como elemento importante de un programa de manejo integrado de la mosca de fruta, aunque su aplicación esté limitada a ciertos conocimientos especiales.

La tecnología que se aplica en el caso de la técnica del insecto estéril es muy avanzada y costosa. Generalmente los programas que se establecen,

funcionan y están apoyados por organismos internacionales como la FAO, OEA, IAEA (International Atomic Energy Agency) y además están financiados por varios países (Vázquez de la Peña, 1993).

### ***Diaphania* Spp. (El barrenador de las cucurbitáceas).**

## **INTRODUCCION**

Los insectos pueden ser perjudiciales para el hombre y causar grandes pérdidas económicas, ya que dañan y destruyen los cultivos, como lo es *Diaphania hyalinata* y *Diaphania nitidalis* a las cuales se les conoce como barrenador de las cucurbitáceas a ambas plagas.

Este género ocasiona pérdidas de hasta un 15% de la producción agrícola anual. Se ha estimado que estas pérdidas tienen valor económico de varios miles de millones de dólares al año.

El daño que ocasiona a la planta es en estado de larva, ya que se alimenta de la inflorescencia y de las enredaderas, y mina dentro de los frutos en desarrollo, arruinándolos por completo para propósitos comerciales.

Para lograr un control de la plaga, se requiere de estudios en los que se incluyan los factores ambientales favorables, morfología y ciclo de vida del insecto, nivel de población que debe existir antes de iniciar cualquier operación de control, parasitoides, en este caso el que tenga mayor especificidad y otros (Davidson, 1992).

## **UBICACION TAXONOMICA**

Según Borrór, et al. (1989) es la siguiente:

Reino	Animalia
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Lepidoptera
Superfamilia	Pyraloidea
Familia	Pyralidae
Subfamilia	Pyraustinae
Genero	<i>Diaphania</i>
Especies	<i>hyalinata</i>
	<i>D. nitidalis</i>

## **TAXONOMIA DEL INSECTO**

Borrór, et al. (1989), mencionan, que los Pirálidos, fueron insectos fabulosos que supuestamente vivían en el fuego. Ingles. : SNOUT and GRASS MOTHS. Español: Palomillas narizonas y de los pastos, pirálidos.

Los pirálidos son palomillas pequeñas y de cuerpo bastante delicado caracterizadas porque las AA son triangulares-alargadas y las AP amplias y redondeadas. Las AA con la M2 originada más cerca de M3. AP con la Sc+R1 y RS fusionadas o muy cerca de por una corta distancia más delante de la CD, después se separan. Con frecuencia los palpos son grandes y proyectados hacia el frente, de ahí el nombre común.

Esta es la familia más grande a nivel del orden; agrupa más de 1,230 especies norteamericanas. En general, los miembros del grupo muestran gran variación en apariencia, venación y hábitos. La familia se divide en varias subfamilias, algunas como la subfamilia Pyraustinae.

Subfamilia Pyraustinae. Las palomillas de esta subfamilia son parecidas a los pirálidos, pero pueden separarse de ellos porque tienen los palpos maxilares pequeños y delgados, raramente dilatados por escamas. Los palpos labiales son extendidos horizontalmente al frente. Muchos piraustinos son relativamente grandes y conspicuamente marcados. Entre las especies importantes se encuentra el barrenador del pepino y del melón, *Diaphania hyalinata*, y el barrenador del pepino, *Diaphania nitidalis*. (Borror, 1989).

#### *Diaphania hyalinata*

Las áreas de las alas de esta especie son de color blanco iridiscente aperlado, y los márgenes son de un negro aterciopelado (Davidson, 1922).

#### *Diaphania nitidalis*

La palomilla tiene alas bordeadas de color castaño oscuro, con el área central de color amarillo claro y envergadura de un poco más de 25 mm. La punta del abdomen presenta un penacho de pelos. (Davidson, 1992).

### **MORFOLOGIA Y CICLO BIOLÓGICO**

#### *Diaphania nitidalis*

Davidson (1992), menciona que, es una plaga grave cada año. La etapa en la cual causa daño es en estado de larva; se alimenta de la inflorescencia y de las enredaderas, y mina dentro de los frutos en desarrollo, generalmente por el lado inferior, arruinándolos por completo para propósitos comerciales.

Los nuevos adultos emergen de la pupa que inverna y son activos durante la noche; las hembras depositan sus diminutos huevos en racimos pequeños sobre las hojas, yemas y frutos. La eclosión ocurre en pocos días, y la larva de color verde claro con puntos negros, se alimenta por dos semanas o más hasta completar su desarrollo; entonces ocurre la pupación dentro de capullos de seda sobre las hojas. El adulto emerge en cinco días o más y deposita huevos que se

desarrollan para formar una segunda generación. Con frecuencia se producen dos generaciones en el hábitat del norte y cinco mas en el sur. (Davidson, 1992).

### *Diaphania hyalinata*

La biología es similar a *Diaphania nitidalis*

## **SINTOMATOLOGIA**

Las plantas se ven afectadas al momento de la floración, las larvas jóvenes se alimentan del follaje y de preferencia de las inflorescencias por lo tanto la planta tenderá a no formar fruto; mas tarde minan los tallos y los frutos, introduciéndose dentro de la planta. Los frutos dañados disminuirán su valor comercial (Coronado, 1970).

## **HOSPEDEROS**

Son las cucurbitáceas y dentro de éstas sus principales hospederos son el melón para *D. hyalinata*, y para *D. nitidalis* es el pepino, calabacita y melón (Coronado, 1970)

## **DISTRIBUCION**

### *Diaphania hyalinata*

Davidson (1992), dice que el gusano del melón no es común en los estados del centro de la Unión Americana, pero se han observado daños en regiones tan septentrionales como el norte de Kansas.

### *Diaphania nitidalis*

A latitudes tan septentrionales como la de los estados del centro de la Unión Americana, este insecto causa daño solo a intervalos comparativamente grandes; en los estados del Atlántico Sur de la Costa del Golfo (Davidson, 1992).

## **MEDIDAS DE CONTROL**

### *Diaphania nitidalis*

Los daños serios se producen relativamente tal en la estación; pueden evitarse hasta cierto punto mediante plantaciones tempranas. Los pepinos y melones almizclenios pueden ser protegidos plantando calabaza en verano como cultivo trampa. El arado profundo para enterrar los remanentes de cultivos que contienen pupas y otros estados de vida reduce la infestación.

Cuando este insecto aparece por primera vez, se comienza la aplicación de un plaguicida a intervalos de una semana (Davidson, 1992).

## *Diaphania hyalinata*

Es fácil el control de esta plaga, debido a los hábitos de alimentación en el follaje de las larvas jóvenes. Pueden ser envenenados fácilmente con el mismo plaguicida usado contra el barrenador de la guía de la calabaza (Davidson, 1992).

### MANEJO INTEGRADO

Aunado a las medidas de control antes mencionadas, es necesario integrar medidas biológicas y químicas en un solo programa unificado de control de plagas.

Un programa de manejo de población de *Diaphania* spp. ideado para mantener las poblaciones de la plaga a niveles de tolerancia económica, será aumentando la resistencia del medio y complementando éste con aplicaciones de insecticidas seleccionados, en el caso que sean amenazados los niveles de tolerancia económica (Coronado, 1970).

#### Control legal

Otra forma de control será la de Plagas Cuarentenadas, debido a que *Diaphania* spp. solo se le puede encontrar en áreas bien definidas, el control legal es una alternativa de medida de control, esto permitirá que no se disemine por todo el país y donde esté presente la plaga se realizarán actividades de control, como: Campaña contra *Diaphania* spp. Esta campaña se fortalecerá y estandarizarán las medidas fitosanitarias, lo que permitirá reducir los niveles de la población hacia una significancia económica y en su caso, reconocer huertos libres, zonas de baja prevalencia y zonas libres de la plaga (Davidson, 1992).

## ***Hypothenemus hampei*, Ferr. (La broca del fruto del café).**

### INTRODUCCION

La broca del fruto del café *Hypothenemus hampei*, Ferr., es el problema más importante de la cafecultura del país y a nivel mundial, disminuyendo rendimientos hasta en un 35% en beneficio. Tan sólo en algunos estados como Veracruz se encuentran infestadas por broca 16,244 ha dentro de las cuales existen comunidades que pueden alcanzar al final del ciclo hasta el 80% de cerezas perforadas.

Esta plaga ha sido la causa principal para que el cultivo del café desaparezca en algunos países como Ceilán y disminuye su producción en la mayoría de los países productores.

Por lo anterior, es necesario conocer todo lo relacionado sobre este insecto-plaga; realizar investigaciones para poder contrarrestar el desarrollo y crecimiento

de la broca del café, para que en años posteriores no muy lejanos deje ser un problema para los productores de café (Bravo, 1988).

## HOSPEDEROS

Café (*Coffea arabica*).  
Gandul (*Cajanus cajan*).

## DISTRIBUCION GEOGRAFICA

Nacional: Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Puebla, Guerrero y Nayarit.  
Internacional: Indonesia, Malasia, Filipinas, Arabia Saudita, Ceilán, Tailandia, Vietnam, Angola, Benin, Burundi, Camerún, República Centro Africana, Chad, Congo, Etiopía, Gabón, Ghana, Guinea, Kenia, Iberia, Malawi, Mozambique, Nigeria, Ruanda, Santo Tomás y Príncipe, Senegal, Sierra Leona, Sudán, Tanzania, Togo, Uganda, Zaire, Zimbabüe, México, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Surinam, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, República Dominicana, Jamaica, Puerto Rico, Fiji, Polinesia Francesa, Nueva Caledonia, Islas Marinas del Norte y Micronesia (Coste, 1969).

## MORFOLOGIA

Estos coleópteros tienen un pico muy corto o nada de él. Los escolítidos son muy pequeños, cortos, cilíndricos, con antenas cortas y acodadas, terminando en clavas grandes. Las tibias anteriores son aserradas o provistas de dientes a lo largo de la orilla exterior. La gran mayoría de las especies viven entre la corteza exterior y la madera sólida de los árboles frutales.

El adulto mide alrededor de 1.5 mm, es de color pardo-negro y tiene el cuerpo erizado de cerdas oscuras. Las larvas son ápodas, de color blanco y en forma de media luna (Metcalf y Luckmann, 1990).

## UBICACION TAXONOMICA

Según Borrór, et al. (1989), la ubicación taxonómica es la siguiente:

Reino	Animalia
Phyllum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Coleoptera
Suborden	Polyphaga
Familia	Scolytidae
Género	<i>Hypothenemus</i> .
Especie	<i>hampei</i> .

## CICLO DE VIDA

El ciclo evolutivo dura alrededor de un mes. Los huevecillos son incubados durante cuatro a diez días a temperaturas de 27 y 22° C, respectivamente (Velasco, 1995). El estado larvario se completa en 10 a 28 días; menciona que, las larvas hembras mudan dos veces y la de los machos una sola vez. La pupa completa su desarrollo en cuatro a nueve días. El ciclo de huevecillo a adulto se realiza en 27.6 días a 24.6° C (Bravo, 1988). La proporción sexual entre hembras y machos es 10:1. Esta proporción varía con la temporada y es en las secas cuando hay más hembras por su mayor capacidad de supervivencia. El macho emerge uno o dos días antes que la hembra y permanece en la galería de emergencia debido a su incapacidad de vuelo. La reproducción puede ser consanguínea dentro de la misma cereza, lo que reduce la variabilidad genética de la población. Esto se debe a que el ambiente dentro de la misma cereza es relativamente estable. La cópula ocurre cuando la hembra alcanza la madurez sexual (3 a 5 días después de la emergencia) y la mayoría de las hembras abandonan el fruto después de ser fecundadas. Estas ovipositan sólo cuando el peso seco del fruto es del veinte por ciento o más. Ovipositan en la galería un promedio de 30 huevecillos (Velasco, 1995).

## **HABITOS**

La hembra penetra al fruto por un agujero que hace en la parte superior (Bravo, 1988) además encontró que el 75% de insectos penetra por el lugar indicado por Le Pelley, el 20% lo hacen por la parte lateral y el resto por la unión del fruto con el pedúnculo; la hembra hace galerías en la pulpa del grano, en el trayecto realiza la ovipostura; también menciona que la hembra deposita de 5 a 20 huevecillos por grano; esta ovipostura tarda tres días y totaliza 70 a 80 huevecillos; al emerger, las larvas hacen galerías laterales en los granos con los que se alimentan; cuando completa su desarrollo larvario, entra en un período de prepupa de dos días y luego pupa. Una vez que emergen, las hembras copulan aún dentro del fruto, luego de aparearse abandonan el fruto y buscan uno nuevo; tres o cuatro días después inician las oviposturas. Los machos no abandonan los frutos y pueden fecundar hasta treinta hembras, no más de dos por día. Baker (1984), menciona que las hembras pueden volar durante períodos de hasta 22 minutos libremente y de 100 minutos cuando están sujetas. (Bravo, 1988) dice que las hembras generalmente realizan este vuelo de las 16:00 a las 18:00 horas. Por su parte Velasco (1995), menciona que las brocas son más activas en la obscuridad y con alta humedad relativa, con un 55% de humedad su actividad se reduce aún en la obscuridad y en estas condiciones la mortalidad aumenta, por otra parte dice que los cafetales de alturas (más de 1000 msnm) ocurren temperaturas más bajas, por lo que los niveles de infestación de la broca son menores.

## **TIPOS DE DAÑO Y SINTOMAS**

El daño puede ser a frutos jóvenes y aunque el insecto no se reproduce en ellos, puede causar su caída; el daño en semillas ya formadas es considerable, ya que el grano queda completamente destruido; un daño indirecto ocurre cuando se

muele grano sano junto con dañado: este café mezclado adquiere un mal sabor (Bravo, 1988). Velasco (1995), menciona que los daños son causados en primer término por las hembras que penetran en la corona del fruto tardando aproximadamente 4 horas para llegar a la semilla en donde forman su galería y oviposita. Entre los principales daños causados por el ataque de la broca se pueden mencionar.

- Fruto joven, sirve de alimentación de las hembras que provienen de los frutos negros del suelo, al ser más o menos perforado, se pudre y cae al suelo. Esta caída depende de la maduración del grano y puede variar del 5 al 10% de los frutos.
- El fruto verde ya formado semi-consistente o el fruto maduro atacado que cae, pierde peso en proporción al grano que es parasitado y consumido por el insecto
- El fruto dañado que no flota como vano, también pesa menos y puede provocar castigos en las partidas del pergamino u oro por su apariencia, lo que disminuye el valor comercial del café.
- Las pérdidas totales del fruto dañado pueden afectar significativamente el rendimiento desde 6 a 60%, cuando el nivel de infestación varía del 70 al 100%.
- Un lote de café pergamino u oro con más de 14% de humedad en el lugar de almacenamiento, permite la sobrevivencia de numerosas brocas que pueden constituir una fuente de infestación cerca de cuatro meses.

### **IMPORTANCIA ECONOMICA**

En Guatemala se reportan pérdidas hasta del 47% de la producción. Mientras que en la zona central de Veracruz en el ciclo 1993-1994, se reportaron pérdidas del 12 al 70%. Esto reviste gran peligro, ya que aún en infestaciones más bajas, el mínimo ataque a la almendra se considera como mancha y no alcanza el nivel de calidad para exportación, quedando el producto para el mercado nacional, en donde el precio es significativamente más bajo. Lo anterior repercute en el rendimiento, en beneficio, así como en los lotes de café oro para exportación, que se han visto seriamente afectados, pérdida que finalmente se transfiere a los productores a través de la disminución en el precio de compra del grano. En general las pérdidas totales de frutos dañados pueden afectar significativamente el rendimiento desde 6 al 60% por pérdidas de peso (frutos podridos, perdidos, granos vaciados, etc.) y disminución de la calidad (granos picados y manchados) (Velasco, 1995).

### **FACTORES DE DISPERSION**

La broca es atraída al fruto principalmente por su olor, aunque también influye el color y la forma, los desechos y heces de la broca en fruto dañado. Estudios de olfatometría indican diferencias de atracción entre especies y variedades de café. Aunque algunas brocas llegan a volar a 375 m, la mayoría vuelan menos de 50 m; su mayor actividad ocurre entre cuatro y seis de la tarde

(Velasco, 1995).

La dispersión ocurre por varias causas:

- Las hembras fecundadas buscan donde ovipositar.
- Las hembras buscan otra cereza por exceso de humedad o calor.
- Por inundación de las cerezas infestadas.
- El movimiento del personal, utensilios y materiales de campo.
- Por medio de transporte animal y mecánico.

## CONTROL

Para el control de esta plaga es necesario combinar métodos. El control legal es una medida de primera instancia; en México se tiene en operación la cuarentena interior número 12 contra la broca del café, misma que aunque no ha evitado en su totalidad su diseminación, se ha logrado retrasar el avance de la plaga en periodos de tiempo considerables, hecho que ha permitido tomar medidas preventivas necesarias en las áreas libres del problema. Como prácticas culturales se recomienda regular la sombra, ya que la broca del cafeto prefiere cafetales más sombreados; los frutos deben cosecharse conforme vayan madurando; recolectar y destruir frutos dañados que estén caídos o en el árbol. El control biológico de la broca del café se lleva a cabo por tres parásitos: *Prorops nasuta*, *Cephalonomia stephanoderis*, (Bethylidae) y *Hererospilus coffeicola* (Braconidae) (Bravo, 1988).

Los parasitoides utilizados contra la broca del café, también son originarios de Africa, pero en 1988, fueron introducidos a México vía Tapachula, Chiapas. Estos insectos son de tamaño pequeño, parecido al de la broca y parecen himenópteros alados. La hembra se introduce al fruto a través del orificio hecho por la broca y coloca sus huevecillos sobre las larvas y pupas. La larva del parasitoides se alimenta de la del insecto dañino, extrayendo todo el contenido corporal, durante 2 a 3 días.

El ciclo del parasitoides va de 18 días, con temperatura de 27° C.

En este tipo de control también son utilizados los hongos: *Beauveria bassiana* y *Spycaria javanica* (Coste, 1969).

El control químico puede hacerse con aspersiones de Thiodán 35% C.E., a razón de 4 ml/lt de agua cuando se detecta el daño; una segunda aplicación se da 26 días después cuando se encuentran más frutos dañados. Al suelo puede aplicarse Thiodán en polvo al 4% (Instituto Mexicano del Café, 1990).

***Phthorimaea operculella*, Zeller (La palomilla de la papa).**

## INTRODUCCION

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) es muy importante en la alimentación en el mundo compitiendo con el trigo y el arroz en la producción mundial. Como fuente de carbohidratos principalmente el almidón, la papa se ha convertido en el componente principal de las dietas desde que fue descubierta en América por los primeros colonizadores, quienes la introdujeron a Europa. Este cultivo ocupa a nivel nacional una superficie de 78,000 ha con un rendimiento de 12 a 14 ton/año, de las 43 hortalizas más comunes, la papa ocupa el primer lugar en superficie cosechada (Paredes, 1988).

México cuenta con tres regiones productoras; el Sur: Valle de Toluca, Puebla, Tlaxcala, Veracruz e Hidalgo; el Centro: Guanajuato; el Norte: Galeana, N. L., sierra de Arteaga, Coahuila, sierra de Chihuahua y Sinaloa (Cepeda, 1996).

Cabe mencionar que en los últimos años se han reportado pérdidas económicas arriba del 50% de la producción total en algunas zonas productoras: Bajío, Nuevo León, Puebla, Veracruz y Michoacán, las cuales representan el 20% de la superficie nacional cultivable (Paredes, 1988).

Durante el establecimiento y desarrollo del cultivo se ve afectado por diversos factores que limitan la producción y/o calidad del producto; señalando entre estos a la palomilla de la papa, la cual es plaga en estado larval, atacando como minador al follaje; como barrenador en tallos y tubérculos, además de proporcionar la entrada a patógenos secundarios como hongos, bacterias, insectos desintegradores que provocan la depreciación de la cosecha (López, 1988).

## UBICACION TAXONOMICA

Borrer et al. (1989), ubica a la palomilla de la papa dentro de la siguiente posición taxonómica.

Reino    Animalia  
Phylum    Arthropoda  
Clase        Insecta.  
Orden        Lepidoptera.  
Suborden    Dotrysia.  
Familia      Golenchiidae  
Género       *Phthorimaea*  
Especie      *operculella*

## BIOLOGIA Y ESTADOS DE DESARROLLO

## Huevecillo

Son ovalados, con un extremo ligeramente más ancho que el otro, de color blanco amarillo. Miden en promedio de 0.47 por 0.33 mm de longitud y ancho de la parte media. La duración del período de incubación es de 64.8 U.C. con un umbral de temperatura mínima de 11° C (Sánchez, 1989).

## Larva

Este insecto presenta cuatro estadios larvarios en el cual el color varía de acuerdo con su desarrollo. Los colores en los estadios son: primero, color blanco; segundo, rosa cremoso; tercero, cremoso, y el último varía de verde a rosado-gris y mide de 10 a 12 mm de largo, con cabeza ancha y placas protorácicas y anales café oscuro. El desarrollo larvario requiere de 18 días a 17° C; 30 días a 11° C y 60 días a 6° C ó 154.95 U.C. con UTI de 11° C (Sánchez, 1989).

## Pupa

La pupa se encuentra cubierta por un cocon grisáceo de seda el cual se encuentra adherido a piedrecillas y trozos de hojas secas; las pupas miden siete mm, las cuales adquieren un color café oscuro cuando están próximas a salir. El tiempo que dura este período es de ocho días a 17° C y 23 días a 6° C (Foot, 1979). Por su parte Sánchez (1989), menciona que requiere de 134.8 U.C. con UTI de 11° C.

## Adulto

En condiciones naturales los adultos demoran ocho días para emerger. Las palomillas adultas presentan cuerpo plateado y miden de 12 a 15 mm de envergadura. Las alas anteriores son de color gris a marrón, con pequeñas manchas oscuras y un borde angosto de pelos. Las alas posteriores son de color blanco grisáceo y abdomen plateado. La longevidad varía de 10 a 15 días. El ciclo biológico es de 392.27 U.C. con un UTI de 11° C (Sánchez, 1989).

La hembra oviposita de 150 a 200 huevecillos en forma aislada a temperaturas superiores a los 30.5° C; la hembra vive solo ocho días, presentando picos de ovipostura entre 1 y 3 días, decreciendo gradualmente.

## **HABITOS Y COMPORTAMIENTO**

Padilla y Ortega, (1962) mencionan que los sitios de oviposición preferidos son el suelo, la base de la planta, axilas de los tallos y partes bajas de las hojas en ramas terminales. Los huevecillos son ovipositados directamente en depresiones y grietas cerca de yemas de tubérculos. Las larvas se alimentan del follaje comportándose como minadoras haciendo un túnel a lo largo de la nervadura central.

En los tubérculos al eclosionar la larva realiza galerías irregulares que varían de profundidad. Una característica que permite diferenciar el daño de la larva es por la presencia de excrementos en puntos de entrada, además puede haber infección secundaria por microorganismos que penetran por heridas hechas por las larvas.

## **RELACION INSECTO-MEDIO AMBIENTE**

Temperatura. Se considera a la temperatura como el principal factor que influye en la biología de esta especie. Según investigaciones realizadas en México en la región de Navidad, N.L., López (1988), señala que la temperatura umbral es de 14.3° C con una constante de 340.95 U.C.; además, determina que el tiempo de vida de la hembra es mayor que la del macho a seis temperaturas constantes de desarrollo. De esta manera reporta que con temperaturas de 16.5° C permanece hasta 32 días de oviposición con un pico entre el 2° y 6° día, decreciendo paulatinamente.

El 50% de mortalidad de las hembras ocurre a los 27 días (Briese, 1981).

Humedad. Existe una fuerte correlación negativa entre lluvia y cantidad de individuos de esta especie.

Foot (1979), señala que las hembras no ovipositan en substrato húmedo; además que su mortalidad se incrementa cuando la humedad excede al 10%. Como una condición favorable a la biología de la palomilla se encuentra que el desarrollo del insecto, no son afectados cuando la humedad es reducida del 100 al 11%.

## **PLANTAS HOSPEDERAS**

*Phthorimaea operculella* además de la papa tiene una gran gama de plantas hospederas tanto de plantas cultivadas como de plantas consideradas como malezas; entre las cuales se consideran: tabaco, tomate, berenjena, chile, y otras solanaceas (Padilla y Ortega, 1962).

## **SINTOMATOLOGIA**

Durante el ciclo del cultivo, se pueden presentar varias etapas de ataque, el cual es logrado por varias generaciones.

La primera es la época de germinación en donde los tubérculos (semilla) se encuentran a poca profundidad; el daño es severo que ataca los brotes y puntas de crecimiento y puede llegar a impedir la germinación.

Un ataque cerca de la etapa de floración, no es significativo, si el ataque solo se restringe a las hojas; pero si la población es muy alta y barrena los tallos, provoca secamiento del follaje y pérdida del rendimiento.

Otra etapa es el ataque al aproximarse la cosecha, en donde el ataque va dirigido al tubérculo, principalmente superficial y la pérdida se expresa en calidad y peso del producto.

De ahí puede pasar al almacén y continuar el daño dejando la producción inutilizable (Paredes, 1988).

## **CONSIDERACIONES PARA DECIDIR EL CONTROL**

### Posición General de Equilibrio

Es el promedio de la densidad de población de los insectos durante un período largo, sin que se modifique por los efectos del control de plagas. La densidad de población fluctúa alrededor de este nivel medio como resultado de influencia de factores que dependen de la densidad, tales como parasitoides, depredadores y enfermedades (Metcalf y Luckmann, 1990).

### Nivel de Daño Económico

Es una medida cuantitativa de la densidad de una población de insectos, la cual determina si dicha densidad se puede considerar como plaga (Metcalf y Luckmann, 1990). Se han propuesto varias definiciones para describir el nivel de daño económico, tales como: “la más baja densidad de población que causa daño económico; el nivel en el cual el daño ya no es tolerable y por lo tanto, es necesario iniciar actividades específicas de control para alcanzar la tolerancia o antes; la densidad más crítica donde las pérdidas causadas por la plaga, igualan a los costos de las medidas de control de que se dispone”.

La determinación de los niveles de daño económico es una tarea muy difícil, pues en forma ideal tendría que basarse sobre evaluaciones precisas de la interacción: Nivel de infestación y reducción de la cosecha, más los conocimientos de los costos de control, los factores que afectan la relación infestación-daño. Además que para poder estimar los daños de una especie de insecto, se puede utilizar como criterio de evaluación, la reducción del valor económico del rendimiento de la cosecha. Lo anterior correlacionada con el número de insectos/área o la cantidad de insectos/planta u hoja (NAS, 1978).

### Umbral Económico

Se define como la densidad a la que se deben aplicar medidas de control con el fin de evitar el aumento en la población plaga, impidiendo así que lleguen a nivel de daño económico (Rodríguez, 1987).

El umbral económico siempre presenta una densidad de plaga menor que la del nivel de daño económico, con el fin de permitir el inicio de las medidas de control, de tal manera que se puedan llevar a cabo, antes de que la densidad de la

plaga exceda el nivel de daño económico. Tal optimización requiere de técnicas químicas, biológicas y de cultivo. La eficiencia del tratamiento radica en las necesidades que se tenga de él, para hacer que el uso de insecticidas en los programas de control sea eficaz y eficiente, es necesario determinar como se puede modificar el sistema de vida de la plaga para reducir su número a niveles tolerables, es decir por abajo del umbral económico.

Para el caso de *Phthorimaea operculella* en el cultivo de la papa, su control esta basado principalmente en el uso de insecticidas, los cuales se aplican sin el uso de marcos de referencia tales como: densidad de la población, expresado en larvas por planta o número de tubérculos dañados en almacén (Valencia, 1988).

Para el caso de daños de almacén el CIP (1963) indica que 60 larvas en 20 kg de papa dañan 100 tubérculos en 110 días a partir de la infestación.

En áreas de California, los criterios de aplicación son típicamente calendarizados, los cuales van de 10 a 14 días (Kennedy, 1975).

Por otra parte el uso de trampas, constituye una buena alternativa para determinar los picos máximos de la plaga durante el ciclo. Se ha determinado que los picos de los machos capturados coinciden con los picos de los huevecillos colectados en campo. Lo anterior revela que al conocerse los picos poblacionales de machos, indirectamente se puede conocer la actividad de oviposición en las hembras (Valencia, 1988). Cabe mencionar que la temperatura ambiental es el factor climático más importante en el desarrollo de los insectos dado su carácter poiquilotérmico.

Aprovechando esta reacción de los insectos al clima, se han caracterizado diferentes aspectos biológicos de los insectos plaga, lo cual permite predecir en base a la temperatura acumulada de cada especie el tiempo en que sucederá una etapa de desarrollo del insecto. Por lo tanto se ha permitido considerar a la influencia de la temperatura como un criterio más que permita determinar el momento oportuno de la aplicación de plaguicidas. (Foot, 1979; Briese, 1981).

## **MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA PALOMILLA DE LA PAPA**

### **Control Cultural**

Algunas actividades como el riego, profundidad de siembra y aporque, son factores que el agricultor puede manejar para crear condiciones desfavorables a la infestación de los adultos a los tubérculos expuestos o cercanos a la superficie. Pues dentro de las labores culturales como el aporque, Llanderal (1984), señala que en tubérculos sembrados entre 10 y 12 cm de profundidad, disminuye el daño entre un 25 y 39%.

En lo referente al riego, Shelton (1981), menciona que el cultivo de la papa sufre 58 veces más daño por palomilla cuando es regado por gravedad que

cuando es regado por aspersión. Así mismo señala que el suelo resulta más agrietado con riegos por gravedad que por aspersión.

### Control Biológico

Dentro de los parasitoides se encuentra *Copidosoma desantisi* (Hymenoptera; Encyrtidae) Parásito de larvas en zonas calientes y secas; otro parasitoide es *Copidosoma uruguayensis* (Hymenoptera; Encyrtidae) y *Orggillus lepidus* (hymenoptera; Braconidae) (López, 1988).

### Control Químico

El uso de insecticidas en papa tanto en el campo como en el almacén se ha incrementado rápidamente en los países en desarrollo, particularmente en donde se realiza una agricultura y en donde el cultivo se ha extendido a nuevas zonas.

May (1952), considera que las aplicaciones de insecticidas al follaje han producido incrementos por encima del 40%.

Shelton (1981), menciona que controlaron en forma efectiva a *Phthorimaea operculella* con azinfos metil y la combinación de metomil y metamidofos, pero encontraron que huevecillos y pupas no fueron afectados significativamente.

Raman y Palacios (1981), consideran que las aplicaciones al suelo con aldicarb, carbofuran y carbaryl no prevén adecuadamente la protección contra la palomilla; en cambio metomil y clorfenvinfos dan buen resultado.

En Derramadero, Coahuila, se encontró como producto más efectivo a las permetrinas, metomil y la combinación de azinfos metil-monocrotofos; siendo los menos eficientes paratión metilico y metamidofos (Rodríguez, 1987).

En el caso de la región de Navidad, N.L., Del Angel (1981), considera mantener bajas las poblaciones de palomilla de la papa, con tres aplicaciones dirigidas a los picos de máxima población de cada una de las generaciones.

### ***Plutella xylostella* (La Palomilla Dorso de Diamante).**

## INTRODUCCION

El cultivo de las crucíferas se considera uno de los sistemas productivos de mayor importancia socioeconómica en la región del Bajío. En la actualidad se siembra más de 30,000 has de brócoli y coliflor al año en los estados de Guanajuato y Querétaro.

El producto que se cosecha del cultivo de las crucíferas, se destina principalmente al mercado de exportación, representando con esto una importante fuente de divisas y un incentivo para los productores; estos cultivos revisten gran

importancia social por la gran cantidad de mano de obra que genera en forma directa para las labores propias del cultivo e indirecta por el personal que se ocupa durante el proceso, empaque y transporte, etc., dentro de las empresas procesadoras que exportan el producto al mercado norteamericano. Se estima que en los cultivos de brócoli y coliflor se utilizan alrededor de 110 jornales de trabajo al año por ha. La palomilla dorso de diamante se ha convertido en la plaga más importante de estos cultivos, junto con la presencia de otros insectos como el gusano falso medidor (*Trichoplusia ni* Hubner) y el pulgón (*brevicoryne brassicae* L.) (Bujanossr@mindvox.ciateq.mx.).

### CLASIFICACION TAXONOMICA

Según Borrór, et al. (1989), la ubicación taxonómica de la palomilla dorso de diamante es.

Reino	Animalia
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Lepidoptera
Familia	Yponomeutidae
Género	<i>Plutella</i>
Especie	<i>xylostella</i>

### HISTORIA, DISTRIBUCION Y ORIGEN

La palomilla dorso de diamante es originaria del área del Mediterráneo, centro de origen de las más importantes especies de plantas de la familia de las crucíferas; esta plaga está presente en todas las partes del mundo en donde se cultivan crucíferas y se estima que es la especie más cosmopolita de Lepidóptera. Una de las causas por la cual, la palomilla dorso de diamante ha adquirido gran importancia en muchas partes del mundo en ausencia de fauna benéfica natural, especialmente parasitoides. Una explicación a la escasez de parasitoides, es la capacidad de esta plaga para establecerse rápidamente en nuevas áreas productoras de crucíferas, en donde no existen estos organismos; es reconocida la habilidad de los adultos de dorso de diamante para emigrar a grandes distancias y no existen evidencias de la emigración de sus parasitoides más importantes. Otra de las razones de la falta de un efectivo control biológico en algunas áreas es por la destrucción de la fauna insectil benéfica debido al uso extensivo de Insecticidas organosintéticos a fines de los 40's, la palomilla dorso de diamante se consideraba una plaga de importancia secundaria en las crucíferas, sin embargo, con el amplio uso de los insecticidas a mediados de los 50's se eliminaron los insectos benéficos naturales más importantes.

En 1953, la palomilla dorso de diamante fue el primer insecto-plaga de cultivos agrícolas en el mundo que desarrolló resistencia hacia el DDT. Recientemente se descubrió que esta especie es el primer insecto que ha desarrollado resistencia de campo hacia el insecticida microbiano *Bacillus*

*thuringiensis*. En México, la palomilla dorso de diamante está considerada como una de las plagas más importantes en las principales regiones productoras de crucíferas, entre las que se encuentra la región centro-occidental del país, particularmente los estados de Guanajuato, Querétaro y Aguascalientes. Esta plaga fue registrada por primera vez en México en 1960 atacando cultivo de repollo en el Valle del Yaqui, Sonora (Bujanosr@cirpac.inifap.conacyt.mx).

## HOSPEDEROS

La palomilla dorso de diamante se alimenta básicamente de plantas de la familia de las crucíferas, entre las que se encuentran los cultivos: repollo, col (*Brassica oleracea* var. capitata), coliflor (*Brassica oleracea* var. Botrytis), brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica), rábano (*Raphanus sativus*), nabo (*Brassica rapae* var. Pekinensis), col de brucas (*Brassica oleracea* var. Gemmifera), repollo chino (*Brassica rapae* cv. Pekinensis), mostaza (*Brassica juncea*) y colza (*Brassica napus*) (Bujanosr@cirpac.inifap.conacyt.mx).

## DESCRIPCION MORFOLOGICA

Dorso de diamante es un insecto holometábolo, es decir, pasa por los estados biológicos de huevecillo, larva, larva pupa y adulto. Los huevecillos son de forma oval, color amarillo y miden aproximadamente 0.5 mm, los cuales son ovipositados principalmente en el envés de las hojas en forma individual o formando pequeños grupos de dos o tres huevecillos; su periodo de incubación es de tres a nueve días, dependiendo de la temperatura ambiental.

Después de eclosionar el huevecillo, la larva de primer estadio presenta un color amarillo blanquecino, con la cápsula cefálica oscura; se alimenta del envés de las hojas haciendo pequeños agujeros. Por lo general las larvas de primer y segundo instar minan entre las capas cerosas epidermales de las hojas, mientras que las larvas de tercero y cuarto instar se alimentan por el envés consumiendo toda la lámina foliar.

Las larvas maduras de cuarto instar miden poco menos de un centímetro de longitud y pueden ser de color verde pálido, ocre pálido, amarillo claro y castaño oscuro, con las manchas oculares negras. El último par de falsas patas se encuentra ampliamente separado formando una V invertida, ésta es una buena característica para identificar a las larvas de esta especie, también sirve para éste propósito el hábito de conducta que presenta el insecto al ser perturbado, éste consiste en realizar movimientos muy rápidos con su cuerpo y dejarse caer de la planta sosteniéndose con un hilo de seda.

La pupa mide de 0.5 a 0.8 cm de longitud y presenta un color amarillo claro, amarillo verdoso o verde claro con bandas longitudinales de color café oscuro. Durante el estado de prepupa la larva teje un cocón blanco dentro del cual se transforma en pupa; esta estructura la adhieren firmemente a diferentes partes de la planta y es una protección física contra algunos parásitos o depredadores.

El estado adulto de dorso de diamante, es una palomilla pequeña que mide de 1.2 a 1.6 cm de expansión alar y 0.6 a 0.8 cm de longitud. La hembra es de color gris pardo oscuro y por lo general es más grande que el macho. El macho presenta sobre su parte dorsal un patrón de color crema en forma de tres diamantes, los cuales se distinguen cuando las alas están plegadas; las alas anteriores de los machos tienen pequeños puntos negros en sus márgenes que le dan una coloración oscura resaltando la figura de los diamantes (Bujanosr@mindvox.ciateq.mx.).

## **COMPORTAMIENTO**

Las palomillas de dorso de diamante son más activas al atardecer y parte de la noche, la mayoría de estos adultos emergen durante la mañana y se encuentran listos para copular al atardecer del mismo día. Las palomillas hembras inician la oviposición de sus huevecillos inmediatamente después de su apareo y la mayoría de ellos son puestos entre las 19:00 y las 20:00 hrs durante la noche. Regularmente los huevecillos son depositados en el envés de las hojas y con baja frecuencia se localizan en peciolo y tallos; Sin embargo, a niveles de baja infestación y cuando la inflorescencia del brócoli está presente, pueden ser encontrados huevecillos en las “cabezas” del brócoli.

Después de la eclosión de los huevecillos, las larvas inician inmediatamente su alimentación en el follaje; El primero y el segundo instar larval actúan como minadores consumiendo los tejidos del mesófilo esponjoso, los demás instares larvales se alimentan usualmente del envés consumiendo todo el tejido de la lamina foliar, excepto la capa cerosa del haz, creando con esto pequeñas “ventanas” en las hojas.

Después que el cuarto instar larval ha completado su periodo de alimentación construye un cocón, tejiendo una red alrededor de su cuerpo dando inicio a un estado pupal. Posteriormente se transforma en pupa que dura de 6 a 13 días dependiendo de la temperatura. Las larvas presentes en las hojas jóvenes se mueven entre los floretes durante el tercer o cuarto instar para después pasar el período prepupal o de pupa, ocasionando con ello los daños por contaminación. Los adultos emergen principalmente en la tarde y se alimentan principalmente del néctar de las flores y de las gotas de agua que la humedad forma en las hojas (Bujanosr@mindvox.ciateq.mx.)

## **REPRODUCCION**

Los adultos de dorso de diamante normalmente están listos para aparearse al anochecer del mismo día de su emergencia y las hembras necesitan realizar al menos una cópula para quedar debidamente fecundadas. El 90% de las hembras oviposita huevecillos fértiles durante el mismo día de su emergencia, esto significa que éste porcentaje de palomillas realiza la cópula con éxito inmediatamente. Sin embargo, el período pre-reproductivo puede incrementarse, retrasando su período

de oviposición, si la temperatura máxima se incrementa, sobre todo si excede a los 33° C o bien, si la fuente de alimentación fueron crucíferas silvestres u hojas de brócoli senescentes. Los machos pueden aparearse al menos una ocasión cada noche y esto lo pueden realizar durante toda su etapa de adulto; las hembras vírgenes depositan huevecillos infértiles, en general la oviposición es estimulada por el apareamiento y la presencia de plantas hospederas (Bujanosr@cirpac.inifap.conacyt.mx).

## FACTORES DE MORTALIDAD

En las diferentes etapas de su ciclo biológico, la palomilla dorso de diamante se encuentra expuesta a un gran número de factores bióticos y abióticos de mortalidad; estos factores ejercen una influencia considerable sobre la densidad de sus poblaciones.

Huevecillo: Los huevecillos de dorso de diamante son parasitados por diversas especies de avispidas, entre las que se distinguen *Trichogramma confusum*, *Trichogramma pretiosum* y *Trichogrammatoidea bactre*, entre otras especies.

Larva: Varias especies de parasitoides e hiperparasitoides están asociadas con los estados biológicos de larva y pupa de esta plaga; más de 25 especies de Ichneumonidae y Braconidae están identificadas como parasitoides primarios o secundarios y constituyen uno de los factores de mortalidad más importantes. Las larvas también son depredadas por crisopas, coccinélidos, chinches, arañas, hormigas y pájaros. Se considera que las larvas son el estado biológico más vulnerable a entomopatógenos tales como: hongos, bacterias y virus. La lluvia también es un factor de mortalidad para las larvas de primer y segundo instar y para adultos de dorso de diamante.

Pupa: Además del principal factor de mortalidad constituido por el ataque de los parasitoides ya mencionados, la sobrevivencia de las pupas es afectada directamente por la temperatura y humedad. Otros factores como aves, bacterias, hongos y otros organismos influyen para regular sus poblaciones (Bujanosr@mindvox.ciateq.mx.).

## DAÑOS OCASIONADOS

La presencia de la palomilla dorso de diamante causa daño indirecto sobre los cultivos de brócoli y coliflor en la región; afectando la calidad al contaminar el producto comercial cosechado con la presencia de larvas y pupas.

En años recientes, la palomilla dorso de diamante se ha convertido en uno de los insectos plaga más importante del cultivo de las crucíferas en el mundo y su manejo ha ocasionado un alto incremento en los costos de producción de estos cultivos. Ello ha originado el estudio minucioso de sus hábitos y características, buscando generar el conocimiento que permita disminuir los daños que ocasiona (Bujanosr@mindvox.ciateq.mx.).

## COMPONENTES DEL CONTROL

Existen varias tácticas de manejo de la palomilla dorso de diamante, entre las que se incluyen: control biológico, control químico, control legal y prácticas culturales.

### Control Biológico

El control biológico es uno de los principales componentes del manejo integrado de plagas y se define como la suma de acciones emprendidas para favorecer la acción de enemigos naturales en el control de un insecto plaga. El combate biológico puede ser realizado en forma natural y/o inducido.

El control biológico resulta más complejo que la simple aplicación de insecticidas, dado que depende de organismos vivos y de sus interacciones con la palomilla dorso de diamante; este tipo de combate incluye: la introducción a la región de especies exóticas de enemigos naturales, del manejo de poblaciones naturales endémicas y de la programación de liberaciones masivas e inundativas de enemigos de la plaga (Bujanosr@cirpac.inifap.conacyt.mx.).

Los organismos más utilizados son:

- 1- *Diadema insolare* Crespo (Hymenóptera: Ichneumonidae)
- 2.- *Cotesia plutellae* K. (Hymenóptera: Braconidae)
- 3.- *Diadegma semiciausum* Hellén (Hymenóptera. Ichneumonidae)
- 4.- *Bacillus thuringiensis*

### Control Químico

La existencia del mercado de exportación de brócoli sin presencia de plagas, de sus daños y de una gran calidad, ha conducido al empleo de grandes cantidades de plaguicidas para asegurar estos índices de calidad. Los productos químicos ciertamente han contribuido a reducir los daños por contaminación, pero han generado otros serios problemas.

El uso intensivo y unilateral de los insecticidas favorece el desarrollo de resistencia de plagas, elimina enemigos naturales, favorece el surgimiento de plagas secundarias, además de que ocasiona un aumento en los costos de producción.

El manejo de insecticidas no se debe estandarizar, debido a que los mecanismos de resistencia de los insectos son un proceso dinámico influenciado en gran medida por los sistemas de producción propios de cada región, y dado que las poblaciones de insectos son diferentes de un lugar a otro y varían de un lugar a otro. Con el objetivo de frenar este problema, se ha diseñado una estrategia de manejo racional de insecticidas, la cual sirve de base para cada cultivo y ciclo agrícola (Bujanosr@cirpac.inifap.conacyt.mx).

La estrategia de manejo racional de insecticidas comprende los siguientes aspectos:

- a) El análisis del uso de insecticidas.
- b) La evaluación de su efectividad.
- c) Los estudios de resistencia adquirida en los insectos combatidos
- d) La observancia de la vigencia de su autorización y registro para su uso.

#### Control Legal

Se ha establecido oficialmente el uso de épocas de veda para la presencia de plantas de crucíferas cultivadas. El objetivo de esto es reducir las poblaciones de plagas para la siguiente estación del cultivo (Bujanosr@mindvox.ciateq.mx.). Las épocas de veda son las siguientes:

- a) En la región del Bajío, la época de veda es del 29 de abril al 15 de junio.
- b) En la región Norte de Guanajuato, la época de veda es del 16 de enero al 28 de febrero.
- c) En la región del sur de Querétaro, es del 2 de diciembre al 10 de febrero.
- d) En la región del centro de Querétaro, es del 18 de marzo al 15 de abril.

#### Control Cultural

Las prácticas que se han considerado como de las más importantes para reducir la emigración de adultos a nuevas plantaciones de brócoli o coliflor son:

- 1) Eliminar los residuos de la cosecha anterior. Esta práctica puede realizarse mediante un paso de rastra y en caso necesario dar un segundo paso de forma cruzada, o bien, realizar un barbecho para su incorporación total.
- 2) La rotación de cultivos, utilizando plantas no hospederas, sobre todo en el cultivo de relevo.
- 3) El uso de plántulas de crucíferas “limpias” de huevecillos y larvas de dorso de diamante, es particularmente importante para evitar la introducción y establecimiento de esta plaga en forma temprana en los cultivos (Bujanosr@cirpac.inifap.conacyt.mx).

### **MENEJO INTEGRADO DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE**

Un programa de MIP que permita alcanzar los objetivos antes señalados requiere de ciertos componentes básicos, entre los que se incluyen: supervisión de las plagas, de los enemigos naturales, del cultivo, del clima, de modelos fenológicos tanto de la plaga como del cultivo, de sistemas de información y extensión agrícola. Los cuatro primeros componentes se agrupan en dos conceptos, descritos como monitoreo biológico y monitoreo ambiental, estos, a

través de los métodos de muestreo y recolección de datos, proporcionan el flujo de información necesaria para los modelos fenológicos y de predicción. A partir de estos dos últimos, los responsables de los procesos de la toma de decisiones, obtienen predicciones sobre el estado que guardan las plagas y los organismos benéficos, con relación al cultivo y el clima y deciden las acciones de manejo requeridas (Bujanossr@cirpac.inifap.conacyt.mx).

En el manejo integrado de esta plaga se debe establecer el siguiente enfoque:

- a) Tomar la decisión de aplicar o no en base a los umbrales establecidos de larvas por planta.
- b) Ajustarse a la tecnología apropiada para la aplicación de plaguicidas, como son el uso de equipos calibrados, en buen estado de funcionamiento.
- c) Fomentar la proliferación de agentes de control biológico natural, principalmente parasitoides de las formas inmaduras y fomentar el uso de plaguicidas biológicos.
- d) Fomentar la adopción de buenas prácticas culturales, principalmente las que se refieren al adecuado manejo de los organismos dañinos.

## **PLAGAS OCASIONADAS POR ACAROS**

***Phyllocoptuta oleivora* (La Negrilla de los Cítricos).**

### **INTRODUCCION**

México cuenta con una amplia diversidad de climas y suelos con grandes cualidades productivas para el óptimo desarrollo de la fruticultura, por lo cual ocupa un destacado lugar en el ámbito frutícola mundial.

Específicamente el cultivo del naranjo *Citrus sinensis*, el cual actualmente se le explota a manera tecnificada, y uno de los obstáculos a los cuales se ha tenido que enfrentar, son los problemas de tipo parasitológicos, que en muchos de los casos son la principal barrera a vencer.

Entre de las múltiples plagas se encuentra el Arador o Negrilla *Phyllocoptuta oleivora*, este organismo es un ácaro que puede impactar seriamente la economía del fruticultor si no se toman las medidas adecuadas para su control.

La presencia de esta plaga se ha detectado desde hace años en todas las regiones cítricas del país, atacando varios géneros de cítricos, causando una alerta generalizada entre los agricultores, lo que ha originado una serie de medidas implementadas para el control de esta plaga en la cual la cuestión química es una de las más avanzadas (Palacios, 1978).

### **POSICION TAXONOMICA**

Doreste (1984), ubica taxonómicamente al Arador o Negrilla de los cítricos de la siguiente manera:

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Chelicerata
Clase	Arachnida
Subclase	Acari
Orden	Acariforme
Suborden	Actinedida
Familia	Eriophidae
Género	<i>Phyllocoptruta</i>
Especie	<i>oleivora</i>

### DESCRIPCION MORFOLOGICA

Bodenheimer (1951), indicó que los huevecillos de *Phyllocoptruta oleivora*, son esféricos, lisos semitransparentes y de color pálido, de un diámetro aproximado de 20 micras que puestos en forma individual en las rugosidades del fruto y de la hoja.

El cuerpo de los inmaduros es de color amarillo pálido y de forma alargada y lanceolada, mide 0.03 a 0.04 mm de longitud, y sus movimientos son muy lentos efectuados por cuatro patas cortas, situadas a un lado de la cabeza (Doreste, 1984).

Bodenheimer (1951), afirman que el estado adulto es de cuerpo cuneiforme, de color amarillo brillante, amarillo limón o blanco amarillento, inapreciable a simple vista ya que llega a medir de 0.1 a 1.14 mm, posee solamente dos pares de patas cortas, también se vale de dos apéndices locomotores o pseudopatas localizadas en el último segmento abdominal.

Praloran (1977), Comenta que el cuerpo de las hembras así como el de los machos, es de color amarillo pálido, de forma alargada y terminadas en punta, el abdomen presenta anillos y posee cuatro patas cortas y robustas a ambos lados y careciendo de ojos.

### CICLO DE VIDA

Di Lello (1980), Menciona que el ciclo del Arador o Negrilla de los cítricos *Phyllocoptruta oleivora*, comprende: el huevo, primera ninfa, segunda ninfa y el adulto; dicho ciclo tiene una duración de ocho días en verano y hasta 14 días en invierno.

Aunque por lo general estos ácaros se reproducen partenogenéticamente, ninguno ha demostrado ser exclusivamente de este tipo. La reproducción sexual es de forma interna y los espermátóforos son introducidos en el sistema reproductor femenino tanto de forma directa, como de forma indirecta ya que en

ocasiones el macho no encuentra a la hembra (Doreste, 1984).

Bodenheimer (1951), Menciona que esta especie se reproduce por partenogénesis y su oviposición ocurre dos días después de llegar al estado adulto y su período medio de incubación es de tres días en verano y cinco días en invierno.

Además Di Lello (1980), explica que si las condiciones son favorables al eclosionar los huevecillos; de estos nacen unas ninfas muy pequeñas que corresponden al primer estadio, luego mudan de pelecho y se transforman en ninfas de segundo estadio, para convertirse luego de seguir alimentándose en estado adulto.

Palacios (1978), menciona que según la época y la zona, el ácaro cumple su ciclo de vida; La hembra por lo general partenogénica, deposita sus huevos en hojas y ramas, y eclosionan entre los cuatro y ocho días, a los cuatro o seis días después de la cría ya se encuentra en estado y en una o dos semanas pueden aparearse nuevas generaciones, al cabo de un año una hembra es capaz de engendrar diez millones de individuos. Siendo las condiciones óptimas de esta plaga temperaturas que oscilan entre 12 y 25° C con una humedad relativa de 82%.

## SINTOMATOLOGIA

El ácaro conocido como negrilla o arador *Phyllocoptruta oleivora* ataca casi a todas las especies de cítricos, afectando principalmente el aspecto externo de la fruta. En el naranjo el daño lo ocasiona al raspar con sus mandíbulas la superficie del fruto, lo cual provoca que el tejido epidérmico se lignifique, además los aceites esenciales se oxidan al quedar expuestos a los factores ambientales y dan al producto una apariencia oscura que demerita considerablemente su valor comercial como fruta fresca.

El arador o negrilla *Phyllocoptruta oleivora* ataca a las hojas y principalmente a los frutos, picando las células epidérmicas adquiriendo los frutos del naranjo un color pardo café, mientras que las hojas pueden caer por ataques graves, Se reduce la calidad comercial de los frutos así como la vida de postcosecha (Flores, 1995).

Di Lello (1980), menciona que cuando el ataque se intensifica el fruto pierde tamaño y peso en relación con el fruto sano, debido a que se disminuye el contenido de agua y se incrementa el porcentaje de sólidos solubles o azúcares y su valor comercial disminuye hasta un 40 o 50%.

Flores (1995), señala que la importancia varía de acuerdo con la época y estado de desarrollo del fruto, ya que la naranja que es dañada a principios de primavera, muestra un agrietamiento pardusco y cicatrización en su superficie en tanto que cuando es atacada a fines de verano, la fruta ya madura toma una

aparición obscura y brillante. Concluye que el arador o negrilla de los cítricos *Phyllocoptruta oleivora* es capaz de dañar por día 0.048% de la superficie del fruto. Referente al mismo aspecto, calcula un daño de 0.001% en primavera y 0.01% en invierno en zonas cítricas de Florida.

## MANEJO INTEGRADO DE LA PLAGA

### Monitoreo de Poblaciones

Flores (1995), determinó un modelo para predecir el daño de *Phyllocoptruta oleivora*, llevando a cabo la selección de diez árboles en tres hectáreas y en cada uno de los árboles muestreados, se etiquetaron seis frutos sanos que no mostraban presencia de aradores. El recuento de ácaros y la evaluación de la superficie dañada se realizó tres veces por semana con la ayuda de una lupa de mano 10x. Sobre cada fruto se hicieron diez observaciones al azar.

Palacios (1978), Menciona que en Argentina se considera prudente comenzar los tratamientos cuando con la lupa de 10x se observen de uno a dos ácaros en algunas hojas, por esto, es necesario efectuar observaciones en distintas partes del árbol y tratar de analizar la plantación en forma diagonal; si se encuentra una infestación por pequeña que sea debe pulverizarse toda la plantación.

### Control Biológico

El arador o negrilla del naranjo es atacado por diversos depredadores y parasitoides; siendo reconocidas las crisopas, catarinitas, y depredadores como la mosca prieta y escamas; siendo el depredador más eficiente la crisopa *Chrisoperla rufilabris*, aunque no se recomienda la liberación de esta especie en estado de huevecillo por su alto riesgo de ser eliminados por factores bióticos (Palacios, 1978).

### Control Químico

Di Lello (1980), recomienda productos para el control de *Phyllocoptruta oleivora* tales como el azufre mojable, zineb azul 70%, zineb blanca 75%, akar (clorobenceno), kelthane 18.5%, ekatin 50% y acricid; haciendo la aclaración de que el azufre no debe aplicarse en días de mucho calor o si hay presencia de cochinilla, ya que ésta es enemigo natural.

## ENFERMEDADES FUNGOSAS

## ***Fusarium oxysporum* (La marchitez del Tomate).**

### **INTRODUCCION**

Esta enfermedad es prevaeciente y dañina en todas las áreas donde se cultiva tomate, aunque es un hongo de poca agresividad los daños no pueden pasar desapercibidos (Colloch, et al. 1972; León y Arosamena 1982).

*Fusarium* produce marchitamientos vasculares principalmente en flores, hortalizas anuales, plantas herbáceas perennes de ornato, plantas de cultivo y malezas (Agrios, 1996).

Los marchitamientos vasculares son enfermedades ampliamente distribuidas y muy destructivas, espectaculares y alarmantes, ya que manifiestan marchitez de una manera rápida, empardecimiento y muerte de hojas, los marchitamientos se deben a la presencia del patógeno en los tejidos xilémicos de las plantas. En pocas semanas el patógeno puede ocasionar la muerte de plantas completas o de sus órganos que se localizan por arriba del punto de invasión vascular, aunque en algunas plantas no muere sino hasta después de varios años a partir del momento en que fueron infectados por el hongo (Agrios, 1996).

Marchitez del tomate *Fusarium oxysporum schlecht f. Sp. radicles-lycopersici*.

### **ORIGEN**

La marchitez por *Fusarium* fue descrita por primera vez en Inglaterra en 1895. Esto es de importancia mundial, habiéndose reportado en al menos 32 países. En localización del sur de Estados Unidos y Europa, la enfermedad es destructiva en el campo pero en áreas del Norte ésta es limitada por temperaturas para los cultivos en el invernadero en los Estados Unidos, el área Este al río Mississipi y Sur al río Ohio han incurrido en grandes pérdidas (Blanoard, 1986).

### **MORFOLOGIA**

En *Fusarium oxysporum* y *Fusarium lycopersici*. El micelio es incoloro al principio y bajo ciertas condiciones adquiere una tonalidad rosa, pálido o púrpura. Este produce tres tipos de esporas sexuales, microconidios que tienen de una a dos células y son las esporas que el hongo produce con mayor frecuencia y mayor abundancia con todas las condiciones.

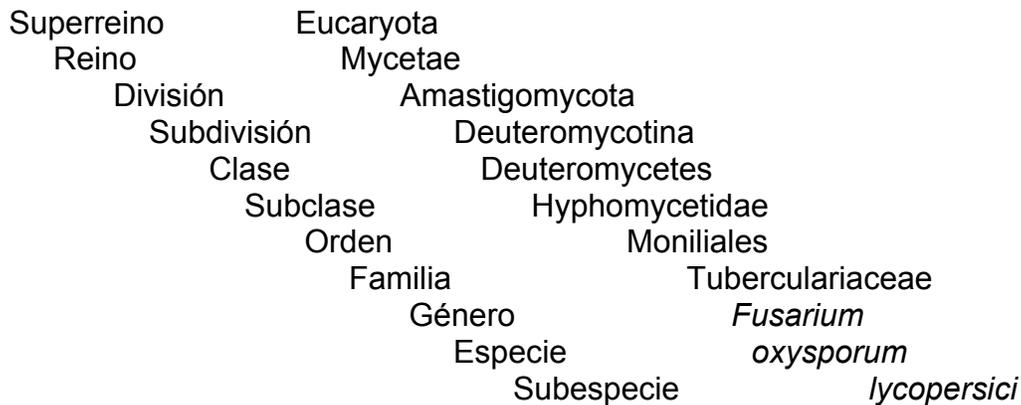
Son las esporas que el hongo forma con más frecuencia en el interior de los vasos de las plantas hospederas que han infectado los microconidios que son esporas típicas de *Fusarium*, están constituidas de tres a cinco células, se adelgazan gradualmente y se encorvan hacia ambos extremos.

Aparecen con gran frecuencia sobre la superficie de las plantas que han sido obstruidas por el patógeno y por lo común se forman en grupos similares a

los esporodoquios. El último tipo de esporas son las clamidiosporas que están constituidas por una o dos células, son de pared gruesa y son esporas redondas que se forman terminal o intercalaramente en el micelio más viejo o en los macroconidios del hongo. Estos tres tipos de esporas se forman en los cultivos del hongo y quizás también en el suelo aunque cabe decir que solo las clamidiosporas sobreviven en este último sustrato durante más tiempo (Agrios, 1996).

### CLASIFICACION TAXONOMICA

Según Alexopoulos y Mims (1979), la clasificación taxonómica es la siguiente:



### CICLO BIOLOGICO

El patógeno habita en el suelo, sobrevive entre los cultivos en los restos de plantas en forma de micelio y en cualquiera de sus formas de esporas pero lo hace con mayor frecuencia en forma de clamidiospora, se propaga a cortas distancias a través del agua y el equipo agrícola contaminado, se propaga a grandes distancias principalmente en los trasplantes o en el suelo que va en ellos, cuando las plantas sanas se desarrollan en suelo contaminado los tubos germinales de las esporas o el micelio penetran directamente en los puntos de las raíces o entrando en ellos a través de heridas o al nivel de la zona donde se forman las raíces laterales. El micelio se propaga intercelularmente a través de la corteza de la raíz penetrando después a los vasos xilémicos a través de las punteaduras, se mantienen y viajan de manera ascendente hacia el tallo y la corona de la planta, cuando el micelio se encuentra en los vasos se ramifica y produce conidios que son desprendidos y llevados hacia la parte superior de la planta en el torrente de la savia.

Los microconidios germinan en el punto donde cesa su movimiento ascendente, el micelio penetra la pared superior del vaso y el hongo produce más microconidios en el siguiente vaso. El micelio avanza también lateralmente en los vasos adyacentes en los que penetra a través de punteaduras (García, 1976).

### SINTOMAS

Los primeros síntomas que se manifiestan consisten en una pérdida de coloración o clorosis de las nervaduras pequeñas, una inclinación de los peciolo y una clorosis de las hojas inferiores que frecuentemente afectan un solo lado de la planta, dichos síntomas son más acentuados al inicio de la floración o poco después de la misma. A medida que la enfermedad progresa, el amarillamiento y la marchitez se acentúan hasta que la planta muere en ocasiones sin producir frutos.

Al abrir los tallos de una planta enferma se observan estrías oscuras en los tejidos vasculares extendiéndose de las raíces a las ramas y peciolo bajo condiciones de alta humedad y temperatura, los signos de la enfermedad se observan de un color blanco rosado en heridas o cicatrices de plantas muertas o severamente atacadas (Lawrence, 1964; García, 1976; León y Arosamena, 1982; Cepeda y Ayala, 1984; Agrios, 1986).

En los frutos causa un ligero resumidero de agua, hundimiento, ablandamiento y arrugamiento de los tejidos. Puede haber una o más lesiones por fruto. La aparición precoz en el centro de la lesión de una masa ligeramente saliente de moho blancuzco o rosado es la característica más importante para el diagnóstico de la descomposición del fruto (Colloch, et al. 1972).

## HOSPEDEROS

Entre los hospederos más importantes podemos mencionar a la berenjena, pimiento, tomate, entre otros.

## CONTROL

Según Agrios (1969), el control se divide en tres épocas importantes en las cuales se puede realizar y son las siguientes:

- **Durante el cultivo:** no existe actualmente medio eficaz para combatir esta enfermedad con el fin de permitir a las plantas subsistir el mayor tiempo posible, deben aplicarse las medidas siguientes.
- Aporcar las plantas para favorecer la emisión de raíces nuevas que puedan suplir las raíces antiguas necrosadas. En cultivos sin suelo (sobre tuba o solana + turba), puede aportarse turba en el cuello para obtener un enraizamiento complementario.
- Puede aplicarse localmente tratamiento fungicidas a base de benomilo en riego al pie de las plantas (esta forma de aplicación permite una mejor distribución del producto a nivel de las raíces) o por medio del sistema de fertirrigación. Su eficacia es aleatoria; razas de *Fusarium oxysporum f. Sp radisis-licopersici* resistentes al benomilo, se han encontrado después de repetido uso, además este producto puede ser fitotóxico.
- Eliminar sistemáticamente las plantas muertas y en particular su sistema radical y cuello (el hongo esporula abundantemente sobre los chacros a menudo presentes sobre este).

- **Cultivo siguiente:** Evitar cultivos susceptibles a este patógeno.
- Desinfectar el terreno a sembrar para producir las plantas, utilizar sustratos sanos, evitar colocar los sepellones de las plantas en contacto con el suelo, en el vivero no utilizar plantas procedentes de explotaciones contaminadas.
- Uso de variedades resistentes

### ***Hemileia vastatrix* Berk y Br. (La Roya del cafeto).**

#### **INTRODUCCION**

En el café se presentan enfermedades en su gran mayoría causadas por hongos. Sin duda alguna la más importante es la roya del cafeto causada por *Hemileia vastatrix* Berk y Br catalogada como una de las diez enfermedades más devastadoras en el mundo y que a partir de 1981 se encuentra afectando los cafetos en este país. Indudablemente que este problema se hace prioritario y los mayores esfuerzos humanos, físicos y económicos se concentran en la problemática de ésta enfermedad; sin embargo, existen otras de carácter endémico que adquieren importancia regional ya que se presentan en alguna fase del cultivo y épocas marcadas que contribuyen a la limitación del desarrollo y producción de la planta (Castillo, 1991).

La cafeticultura mexicana está amenazada por la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*, Berk & Br.), sin duda la enfermedad más seria de dicha planta. La roya fue descrita por primera vez en 1869 al detectarse en plantaciones de Ceilán, que era el centro productor más importante del mundo (Villaseñor, 1979).

González (1977) menciona que la roya del café, es la enfermedad más importante del cafeto (*Coffea* spp). Desde su aparición se empezó a expandir rápidamente hacia Africa, Asia y Oceanía.

En 1970 se descubrió la roya del café en Brasil, siendo la segunda vez que esta enfermedad atacaba el continente americano. La primera vez fue en 1903, fecha en que apareció en Puerto Rico, a donde fue llevada por medio de plantas infectadas, pero se le descubrió oportunamente y fue erradicada.

#### **IMPORTANCIA**

Es la enfermedad más grave de ésta planta, en algunos países a causado serios trastornos a su economía, por otra parte la roya del cafeto ha sido un factor de aceleración en el desarrollo tecnológico de la cafeticultura de algunos países; es decir, su aparición ha obligado a crear una cafeticultura más tecnificada.

Actualmente la roya se encuentra dispersa en más de 60 países del mundo y la disminución de los rendimientos ha alcanzado cifras catastróficas. En México su diseminación ha ocurrido de manera más lenta debido a factores naturales como las barreras geográficas que separan las zonas cafetaleras, la oportuna

detección de focos de infección y el tratamiento de los mismos mediante una enérgica campaña fitosanitaria, no obstante en 1984 se tenía cerca de 100,000 has afectadas por la enfermedad, después de tres años de haber aparecido en el país. Por otra parte, se ha tratado de unificar esfuerzos interinstitucionales, nacionales e internacionales tratando de que el impacto del hongo no afecte considerablemente la economía de los países que como el nuestro, basan su economía en la exportación de este producto agrícola, así se han elaborado programas de control químico, la rehabilitación de cafetales, la intensificación de prácticas culturales y las campañas fitosanitarias tendientes a detectar oportunamente nuevos focos de infección; a largo plazo se contempla la introducción y adaptación de progenies resistentes y el estudio de la resistencia horizontal cuyas posibilidades son halagadoras (Castillo, 1991).

## TAXONOMIA

Según Alexopoulos y Mims (1979), la clasificación es la siguiente:

Reino Fungi	
División	Mycota
Subdivisión	Eumycotina
Clase	Basidiomycetes
Subclase	Heterobasidiomycetes
Orden	Pucciniaceae
Familia	Uredinales
Género	<i>Hemileia</i>
Especie	<i>vastatrix</i>

## ETIOLOGIA

Uredio en el envés, densamente disperso rara vez más o menos circinado, muy pequeño, de cerca de 0.1 mm transversalmente, de color naranja claro, cambiando a amarillo pálido, pulverulento, proyectándose a través de los estomas y rara vez rompiendo la epidermis; urediosporas bilaterales, ligeramente ovadas, lisas en el lado ventral de 20-28 por 30-40 micras; pared de color amarillo pálido, de 1-1.5 micras de espesor, algo gruesa y toscamente papilosa en el lado dorsal y con tubérculos puntiagudos, de dos a cuatro micras de largo y de 1-1.5 micras de diámetro, en el lado ventral; lisa y con poros oscuros. Telio en el envés, sobresaliendo a través del uredio, densamente disperso, muy pequeño, de cerca de un mm transversalmente, de color amarillo pálido o aparentemente incoloro, delgado de una micra, ligeramente grueso hacia arriba, pedicelo delgado hialino, de un cuarto a una vez la longitud de la espora, rara vez se observan (Alarcón, 1991).

## BIOLOGIA DEL HONGO

El hongo que causa la roya del café, pertenece al género *Hemileia*, de la clase de los Basidiomicetos. Entre las Hemileias, las uredosporas de *Hemileia vastatrix* pueden desarrollarse solamente en plantas del género *Coffea*, que pertenece a la familia Rubiaceae. Nunca se ha observado infección por *Hemileia vastatrix* en otro género de plantas de esta familia.

De la roya del café se conocen dos tipos de esporas: uredosporas y teliosporas. Las teliosporas solamente han sido observadas esporádicamente en Ceilán, India, Africa del sur y recientemente en Nicaragua. Las uredosporas, que son las más importantes en la enfermedad, son unicelulares; las jóvenes son amarillas o anaranjadas, y las viejas se vuelven hialinas debido a la decoloración de los lipocromos. Para una máxima germinación las uredosporas requieren alta humedad y temperaturas de 21 a 25° C por algunas horas. En este ambiente favorable la germinación comienza a las pocas horas con la producción de un tubo germinativo. Otro factor que afecta la germinación es la intensidad de luz. Por ejemplo, las uredosporas no germinan bajo condiciones óptimas de humedad y temperatura si se les expone a luz intensa, esto indica que la germinación se efectúa generalmente en la noche. Por otro en luz difusa, como la que se encuentra en una plantación sombreada, éstas pueden germinar tanto en el día como en la noche.

El micelio del hongo crece dentro de la hoja. La infección se lleva a cabo únicamente a través de los estomas del envés o parte inferior de la hoja y nunca a través de la cutícula. El periodo de la incubación, o sea el tiempo necesario para la producción de nuevas uredosporas, puede variar según las condiciones ambientales.

El desarrollo de pústulas y la formación de las uredosporas es más rápido en hojas jóvenes que en las hojas maduras o viejas. Una pústula requiere desde que comienza la producción de uredosporas, cerca de tres semanas para llegar a su tamaño máximo dependiendo de los factores ecológicos. Se sabe que una pústula bien desarrollada puede producir hasta 300,000 uredosporas. Estas pueden ser dispersadas por el viento, la lluvia, los insectos, plantas, así como por animales y el hombre (González, 1977).

## **COMPORTAMIENTO DE LAS ESPORAS EN EL DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD**

La información siguiente contiene datos resumidos de investigaciones en laboratorio y de observaciones en campo realizadas por diversos autores en países afectados con la enfermedad más grave del cafeto (Castillo, 1988).

### **Germinación**

La germinación requiere de un mínimo de 4 horas de obscuridad. La infección de grado máximo necesita por lo menos de nueve horas de obscuridad. Por el contrario, la exposición solar y la intensidad lumínica limitan la germinación

de las esporas y su infección.

Para germinar las esporas requieren de un medio acuoso, que les es proporcionado por las gotas de lluvia en el envés de las hojas o por el rocío.

Bajo condiciones de laboratorio y temperaturas diferentes a 22° C afectan la germinación de las esporas.

Castillo (1991), comprobó que la humedad relativa hasta de 98% no influía en la germinación, pero que el agua de lluvia o rocío sobre la hoja era esencial para aquella. En hojas jóvenes y bien desarrolladas la germinación es de dos a cuatro veces mayor que en las hojas más viejas.

#### Viabilidad

Esporas conservadas en un ambiente seco y en un tubo herméticamente sellado, son capaces de germinar después de 6 semanas.

#### Tubo germinativo

Hay observaciones de laboratorio que permiten señalar que, en campo, la germinación de las esporas se inicia antes del amanecer y que en las primeras horas del día el tubo germinativo sigue creciendo.

#### Infección

Actualmente se considera que las infecciones más frecuentes se llevan a cabo por el envés o reverso de las hojas, generalmente durante las primeras horas de la noche.

Castillo (1991), concluyó que las inoculaciones en hojas viejas no producen infecciones. Las hojas nuevas desarrolladas casi por completo son las más susceptibles y las más frecuentemente infectadas en el campo. Esto hace suponer que la susceptibilidad decae a medida que avanza la edad de las hojas. La infección de las hojas tiernas resulta baja o sin importancia debido a las propiedades físicas de su superficie.

#### Periodo de incubación

Es muy variable y está íntimamente ligado con la temperatura, humedad y raza fisiológica del hongo.

Cualquiera que sea el promedio o el periodo de incubación más frecuente en el campo, no existe duda de que a veces puede ser muy prolongado. El periodo máximo es de 10 semanas a partir de la inoculación. (Castillo, 1991).

#### Liberación de esporas

De las pústulas son liberadas las esporas por corrientes de viento más o menos fuertes y por el movimiento mecánico de las hojas.

#### Dispersión de las esporas

Existen tres medios de dispersión de esporas que son: el viento, el lavado por la lluvia y el transporte por insectos.

Los dos primeros agentes se relacionan considerablemente, ya que solamente una parte del recorrido de la spora se efectúa por el viento, mientras que su depósito en el envés de las hojas ocurre por medio de lavado producido por la lluvia.

### EPIFITIOLOGIA

Méndez (1984), refiere que el tiempo que las esporas necesitan para germinar, varían con la temperatura. La óptima es de 20-25° C, en el cual toman de una a tres horas para empezar la germinación.

El tiempo necesario para comenzar la penetración es mayor. De acuerdo a investigaciones a los 23° C se inició después de solamente 4.5 a 6 horas. Debido a que el agua en la superficie inferior de las hojas puede evaporarse rápidamente en el curso del día.

La germinación puede tener lugar, principalmente, en la noche. Si las hojas se humedecen a las 10:00 a.m. en Kenya, la penetración puede ocurrir, si las hojas permanecen húmedas, hasta la mañana siguiente.

El tiempo transcurrido entre la penetración y la producción de esporas nuevas es variable, encontrándose que la fluctuación en Kenya era de cinco semanas. Con temperaturas calientes, el periodo de incubación puede ser de 12 a 16 días, aunque en lugares altos de Kenya el periodo se prolonga y el número de generaciones que puede ocurrir durante el lapso de una temporada húmeda se reduce. El nivel de infección al final de la estación húmeda es en consecuencia ilimitada.

La incidencia de *Hemileia* es estacional y varía con la cantidad de lluvia. El período de incubación aparente varía de acuerdo con la especie y la variedad, puesto que es más rápido en algunas plantas susceptibles.

La altitud de las zonas cafetaleras también juega un papel importante en la epidemiología del hongo, de tal manera que las máximas infecciones y como consecuencia los peligros más graves por efecto de la enfermedad se presentan en las zonas bajas y medias, entre 0 y 900 msnm. En las zonas altas mayores de 900 m la infección es mínima haciéndose casi imperceptible desde mayo hasta septiembre.

## SINTOMAS

Los primeros síntomas aparecen en forma de pequeñas manchas amarillentas en la parte inferior de las hojas, cuyo tamaño oscila de 1 a 1.5 mm de diámetro como máximo. El número de manchas depende de la intensidad de la infección. El tamaño de las pústulas alcanza originalmente en un corto unos tres mm de diámetro. En ésta etapa las uredosporas presentan una granulación amarilla que va cambiando de tono hasta rojo ladrillo. Las pústulas continúan aumentando su diámetro hasta dos cm o más. Las uredosporas poseen espínulas con las cuales se adhieren fácilmente a la superficie de la hoja. El centro de las manchas más viejas es de color café debido a la necrosis de los tejidos.

Pronto aparecen también en el haz de la hoja manchas amarillentas con un halo verde claro. Cuando la infección es muy fuerte las pústulas se unen hasta cubrir gran parte de la superficie de la hoja, luego ésta se seca y cae a las pocas semanas.

La defoliación prematura debido a una fuerte infección, produce una carencia de nutrientes que son esenciales para el desarrollo del fruto. En éste caso la punta de las bandolas muere y el fruto se seca.

Un efecto perjudicial directo sobre la planta del café no se puede comprobar en el primer año, pero debilita y por la defoliación prematura produce menos ramas fructíferas. Esto puede causar en el período de vegetación siguiente un detrimento en la producción. Si el ataque continúa por varios años la cosecha puede mermar considerablemente hasta provocar incluso la muerte de las plantas (Castillo, 1991).

## RANGO DE HOSPEDANTES

Se conoce que *Hemileia vastatrix* ataca solo al género *Coffea*; sin embargo, dentro del género se ha encontrado atacando con diferentes grados de intensidad a las especies: *C. arabica*, *C. bengalensis*, *C. congensis*, *C. dybowckil*, *C. engenioides*, *C. excelsa*, *C. ibo*, *C. liberica*, *C. myrtifolia*, *C. racemosa*, *C. canephora*, *C. stenophylla* y *C. travancorensis* (Castillo, 1991).

## DISTRIBUCION EN MEXICO

La roya se encuentra diseminada en los estados de: Hidalgo, San Luis Potosí, Querétaro, Tabasco, Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla y Guerrero en una superficie de 256,973 has. Esta enfermedad se ha combatido mediante manejo integrado del cultivo, lo cual ha permitido proteger una superficie de 495,830 has área que aún se encuentra libre de dicho problema (Carreón, 1980).

## CONTROL CULTURAL

El comportamiento presentado por la enfermedad de acuerdo a las zonas altitudinales, permite implementar prácticas de control que evitan la aplicación de productos químicos, sin deterioro de la producción. Estas prácticas contribuyen a formar una abundante área foliar y una productividad de la plantación aún cuando esté presente la enfermedad. Las siguientes labores deben de realizarse en cada ciclo y considerarse como prioritarias:

- a) Poda. Existen diferentes tipos de poda que permiten la formación de la planta y el aumento de renuevos, así como rejuvenecimiento de cafetos que ya tienen más de 20 años de edad. Mediante estas podas que deben de realizarse después de cada cosecha el inóculo que permanece en las hojas viejas se elimina, al mismo tiempo que mantiene constante una adecuada densidad foliar importante para las funciones nutrimentales de las plantas.
- b) Fertilización. La práctica de poda forzosamente debe ir acompañada de la fertilización. El fertilizante se aplica al cafeto en dos épocas: al iniciar las lluvias y al salir de la cosecha, después de la práctica de poda se puede realizar una tercera aplicación pero antes de iniciar la cosecha. El cafeto requiere de una fórmula completa; comúnmente se utiliza 18-12-6, incluyendo elementos como Calcio, Magnesio, Boro y Hierro.
- c) Regulación de sombra. La sombra más adecuada para este cultivo es la que proporcionan los árboles del género *Inga*, que también requiere podas de formación y de una distribución sistematizada dentro de la plantación, para permitir el paso de luz, aire y evitar ambientes de exceso de humedad favorables a la roya y otras enfermedades. El cafeto en México, debe de cultivarse bajo sombra pues el éxito del cultivo se basa en la conservación de un equilibrio ecológico, lo que permite una cefeticultura de productividad sostenida.
- d) Destrucción de malas hierbas. El control de la maleza es de mucha importancia para el cultivo del café. Las malas hierbas afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas al competir con ellas por agua y nutrientes de suelo. Además estas aumentan la humedad del aire creando un ambiente más propicio para el desarrollo de enfermedades. Los cafetales deben limpiarse de malezas dos a cuatro veces durante la época de lluvias, eliminando del terreno los zacates y malezas de rizomas (*Digitaria scalarum*, *Cynodon spp.*, *Cyperus rotundus*) entre otras (Villaseñor, 1979).

## **CONTROL QUIMICO**

La roya se presenta con mayor severidad en zonas bajas en las que, adicionalmente a las labores culturales debe prevenirse el aumento de la tasa de infección con la aplicación oportuna de un fungicida a base de cobre. Pruebas experimentales del INIFAP han llegado a la recomendación del oxiclورو de cobre al 50%, aplicando tres kg./ha con equipo de motor, dirigiendo la aspersion al envés de las hojas.

Dos aplicaciones del producto son suficientes para reducir considerablemente el nivel del inóculo, siempre que se realicen en la fase de establecimiento de la enfermedad, es decir, entre los meses de mayo a julio. La segunda aplicación debe hacerse 25 días después de la primera. Estas aplicaciones también tienen efecto sobre otras enfermedades como el “ojo de gallo” y “mal de Hilachas” (Méndez, 1984).

### **CONTROL GENETICO**

Existe amplia información sobre el comportamiento de materiales de café con resistencia vertical del hongo. Los cafetos más conocidos son los denominados “catimores”, derivados de cruzamientos entre Caturra y el híbrido “Timor”. Estos materiales ya se encuentran avanzados en nivel generacional F4 y F5 y son estudiados en diferentes zonas cafetaleras para observar su comportamiento agronómico y su adaptación. Actualmente se seleccionan algunos cafetos dentro de las series siete y nueve, ya que destacan por sus buenas características. Estas selecciones podrían cultivarse en zonas bajas donde la roya presenta mayor importancia (Bayer, 1980).

### **CONTROL BIOLÓGICO**

Estudios realizados por Alarcón (1991), demuestran que *Verticillium lecanii* parasita con éxito las pústulas de *Hemileia vastatrix* en condiciones de campo y con aspersiones artificiales; sin embargo, se necesita estudiar con profundidad las concentraciones del hiperparásito, las épocas de liberación y su efecto en la dispersión de uredosporas de la roya en base a la curva epidemiológica de ésta.

### **CONTROL LEGAL**

Para prevenir la entrada de la roya a un país que todavía esté libre de esta enfermedad, es necesario aplicar las siguientes medidas cuarentenarias específicas:

1. Prohibir la importación de todo tipo de plantas vivas, granos, frutos o bayas de café procedentes de los países afectados. En el caso en que se requiera importar semilla de café para introducción de variedades resistentes, deberán ser sometidas a inspecciones especiales a la entrada del país.
2. Desinfectar los animales, muebles, equipos importados o cualquier tipo de transporte (vehículo, barco, etc.) de los países que tienen la enfermedad.
3. Cuarentenar, decomisar, devolver o fumigar dependiendo del caso, cualquier producto o subproducto agrícola procedente de los países afectados o ubicados en el área de influencia que constituyan un riesgo para introducir la roya del café (Castillo, 1991).

***Mycosphaerella fijiensis* (La Sigatoka negra en plátano).**

## INTRODUCCION

En México se cultivan 70,045 has de bananos y plátanos en las regiones tropicales de la costa del Golfo de México y Océano Pacífico. Los principales clones de musaceas explotados de manera comercial son: Gran enano y Valey (subgrupo Cavendish, *Musa* AAA), Plátano macho o falso cuerno (subgrupo Plantain, *Musa* AAB) y plátano manzano ó Silk Fig (*Musa* AAB). La aparición de Sigatoka negra (*M. fijiensis*, Morelet) en todas las áreas productoras de México, representa actualmente una amenaza seria para la producción comercial de estas Musaceas.

La Sigatoka negra es la enfermedad más importante que afecta la producción comercial de bananos y plátanos (*Musa* spp.) en la mayoría de las regiones productoras del mundo (Fullerton, 1994; Fullerton y Stover, 1990; y Valmoyor, 1991). En el continente Americano, la Sigatoka negra se identificó por primera vez en Honduras en el año de 1992 (Stover y Dickson, 1976), de donde se diseminó a todos los países de América central, México y parte de América del sur (Fullerton y Stover, 1990; Stover, 1980). En México se identificó por primera vez en el sureste del país en 1981, en los estados de Chiapas y Tabasco (Contreras, 1983; Holguin y Avila, 1983) y actualmente se encuentra en todas las regiones productoras de bananos y plátanos de México

La Sigatoka negra es una de las enfermedades más destructivas en el mundo. La severidad de este tipo de patógenos se magnifica en un sistema agrícola como el del plátano, en el cual la propagación vegetativa y su cultivo en grandes extensiones de tierra de un clon genéticamente uniforme lo hace altamente vulnerable a ataques epidémicos de enfermedades (Orozco, 1996).

La presencia de la Sigatoka negra en América ha ocasionado graves pérdidas en todas las regiones productoras de banano, ya que ha modificado el manejo de las plantaciones, principalmente los programas de aspersión de fungicidas (Stover, 1980). La producción comercial de plátanos no es posible, si no se cuenta con un programa de manejo integrado de la Sigatoka negra (Sulyo, 1992). Esto ha traído como consecuencia un incremento en los costos de producción del cultivo. Actualmente el combate de la Sigatoka negra en las plantaciones bananeras del país depende básicamente del uso de productos químicos y es apoyado por algunas prácticas de cultivo (Orozco, 1996).

## ORIGEN Y DISTRIBUCION DE LA SIGATOKA NEGRA

La Sigatoka negra es una enfermedad que afecta al follaje de Musaceas y que se identificó por primera vez en la isla de Fiji en 1964. La primera aparición de la Sigatoka negra fuera de Asia se realizó en el continente Americano, específicamente en el país de Honduras en 1972 (Stover y Dickson, 1976), de donde se diseminó a los países de América central, el caribe y parte de América del sur. Durante 1973-1974, la enfermedad se presentó de manera epidémica en Honduras y su segundo registro en América fue en Belice en 1975. En la década

de los 70's, la Sigatoka negra fue detectada en Guatemala, El Salvador, Nicaragua, y Costa Rica (Stover, 1980). En 1981, se encontró en Panamá y su primer registro en América del sur fue en Colombia (Merchan, 1990). Posteriormente se detectó en Ecuador en 1987 y en Venezuela en 1990 (Anónimo, 1991).

La detección más reciente de Sigatoka negra fue en Bolivia en Marzo y Junio de 1997 (Tejerina, 1997)

## DESCRIPCION DEL PATOGENO

Agrios (1996), nos dice que el hongo *M. fijiensis* var. *difformis* produce espermacios en espermogonios, ascosporas en peritecios y conidios del tipo de *Cercospora* en esporodoquios. Dicha especie produce esporodoquios en las manchas recién desarrolladas y sus hifas se desplazan de un estoma a otro, haciéndola con esta característica, diferente a *M. musicola*.

Mendoza y Pinto (1985), nos señalan que el Pseudotecio está inmerso en el tejido de 47-85 $\mu$  de diámetro, paredes café-oscuro con numerosas ascas bitunicadas obclavadas, ascosporas hialinas, biseriadas con una septa, ligeramente constreñidas en la septa, fusiformes, conidioforos originados en el envés, en pequeños grupos de dos a ocho o en forma individual.

Stover (1980), nos señala que *M. fijiensis*, produce más Pseudotecios y ascosporas que *M. musicola*.

## TAXONOMIA DEL HONGO

Según Alexopoulos y Mims (1979), la clasificación taxonómica es la siguiente.

División: Eumycota

Subdivisión: ascomycotina

Clase: Loculoascomycetes

Orden: Dothideales

Familia: Dothideaceae

Género: *Mycosphaerella*

Especie: *fijiensis*, Morelet.

## CICLO DE VIDA

El hongo que causa la Sigatoka negra tiene la característica de reproducirse sexual y asexualmente durante su ciclo de vida. La fase asexual, que corresponde al género *Paracercospora* (Pons, 1987), se presenta al inicio del ciclo desde los primeros estadios de desarrollo de las lesiones hasta que llegan al estado de mancha; sus estructuras de propagación son los conidios. La fase sexual, pertenece al género *Mycosphaerella* (Mulder y Stover, 1976), y se

presenta posteriormente cuando las lesiones están en las etapas finales de mancha o de quema, y como resultado se forman las ascosporas.

El tiempo que tarda el ciclo de vida del hongo desde que aparecen los síntomas hasta que las lesiones llegan a la etapa de quema, está en función principalmente de factores climáticos como son la temperatura y la humedad en forma de rocío y lluvias, de manera que en la época de lluvias se acortan de 30 a 50 días y en la época seca se presentan ciclos largos de 120 a 150 días (Quiñón, 1972; Ramírez, 1988; Martínez, 1989; Merchan, 1990).

### **CARACTERISTICAS DEL PATOGENO**

El hongo tiene la característica de reproducirse repetitivamente durante el curso de la epidemia, por lo que se considera una enfermedad policíclica, que se refiere a una secuencia sin fin de infección, colonización, esporulación, y dispersión, y de infección ramificada porque existen dos formas de esporas (conidios y ascosporas) aunque no necesariamente en forma alterna (Zadocks y Schein, 1979).

Producto de esta gran capacidad reproductiva, el hongo ha alcanzado una amplia variedad genética y patogénica que le ha permitido adaptarse a diversas condiciones ambientales y del cultivo en casi todas las regiones productoras del mundo, pero también a la presión de selección ejercida por los fungicidas sistémicos usados para combatirla (Stover y Dickson, 1976; Carlier, 1993).

### **CARACTERISTICAS DE LA ENFERMEDAD**

La Sigatoka negra presenta durante el año una variación estacional en los niveles de severidad en función de las condiciones climáticas prevalecientes. Durante los meses más secos del año, la enfermedad se encuentra en una fase endémica, no hay condiciones de humedad para la formación y liberación de conidios que produzcan nuevas infecciones, el ciclo del hongo se alarga considerablemente y las lesiones en la hoja no se desarrollan, como consecuencia se registran los menores niveles de severidad y daños a la producción (Ramírez, 1988; Merchan, 1990; Gauhl, 1990; Avila, 1991).

### **SINTOMATOLOGIA**

Se pueden distinguir cinco estados de desarrollo de las lesiones:

- Raya inicial. Aparecen pequeñas rayas de 0.25 mm de diámetro, de color café rojizo en el envés de la hoja. Frecuentemente se encuentran en los márgenes de la vena central de la hoja, cerca del ápice.
- Segunda raya. Las manchas son claramente visibles, de 20 mm de longitud y de dos mm de ancho con la parte alargada paralela a las venas de las hojas.
- Primer estado de manchado. Aparece una mancha de color café brillante y de borde acuoso alrededor de la mancha.
- Segundo estado de manchado. El centro café sufre una depresión y el borde

acuoso se hace más profundo. En este estado, se presenta tejido de la hoja, de color oscuro amarillento rodeando el borde acuoso.

- Estado maduro de la mancha. La parte central de la mancha, toma un color gris y se hace más marcada la depresión. La mancha se redondea de un halo bien definido de color café oscuro o negro, posteriormente, la hoja se torna clorótica y se marchita (Mendoza y Pinto, 1985).

## **HOSPEDEROS E IMPORTANCIA**

*Mycosphaerella fijiensis* var. *deformis*, ataca principalmente al plátano y al banano. Los bananos y plátanos se utilizan para muchas cosas, pero se conocen más que todo como cultivos alimenticios. Los bananos dulces para postre se comen generalmente crudos, en tanto que los plátanos y bananos de cocción se comen hervidos, cocinados al vapor, fritos o asados. Los bananos y los plátanos se encuentran en la mayoría de hogares en los trópicos y son los más aceptados y digeridos por los niños. En efecto, los bananos son por lo general el primer alimento sólido que comen los infantes.

Los bananos y los plátanos tienen un alto contenido de carbohidratos y bajo contenido de grasa, lo que los hace populares en las dietas bajas en grasa, colesterol y sal. Como alimento básico, su nivel proteico es bajo comparado con los principales cereales. También son una fuente de vitaminas y minerales, particularmente vitamina A, B6, C y potasio (Anónimo, 1991).

## **OTROS USOS IMPORTANTES**

Producción de alcohol

En Africa central y del Oeste, el jugo de la fruta madura de variedades conocidas como “bear bananas” (o bananas para cerveza) se puede tomar fresco o fermentado como una cerveza de bajo contenido de alcohol y corto periodo de almacenamiento.

Fibra

La fibra de banano, que se produce en los pecíolos secos y pseudotallos, es fuerte y resistente, se utilizó para fabricar cuerdas para la marina y para la industria de la pesca por su resistencia a la humedad y al agua salada.

Alimento para animales

Los bananos de rechazo se utilizan para alimento, especialmente para alimentar cerdos y vacas lecheras. Los pseudotallos de los bananos y plátanos también se pueden dar frescos, cortados o ensilados, al ganado bovino y porcino.  
Usos medicinales.

Al contener vitamina A, los bananos y plátanos ayudan a la digestión y se informa que la fruta hervida y procesada como puré sirve para estreñimiento,

especialmente cuando se combina con otras plantas recomendadas.

#### Empleo de las hojas

Las hojas se usan como sombrillas, como platos desechables, también se usan para envolver alimentos para su cocción (Orozco, 1996).

### DAÑOS EN EL CULTIVO

La enfermedad causa daño importante en las hojas de banano y plátano. Así las hojas severamente infectadas llegan a ser no funcionales. El resultado será entonces, plantas con muy pocas hojas. Considerando que la hoja es el centro de elaboración de alimentos (fotosíntesis) para la planta, menos hojas debido a la Sigatoka negra significa más fruta pequeña, la cual no llena los requisitos del mercado internacional. Algunas veces la reducción de crecimiento del fruto es tal que debe ser cortado y descartado. El precio de la fruta llega a ser afectado (Agrios, 1986).

### DISTRIBUCION NACIONAL E INTERNACIONAL

El cultivo de banano y plátano en México ocupa una superficie de 70,041 ha, distribuidas en las regiones tropicales de la costa del Golfo de México y Océano Pacífico. Los principales estados productores son: Chiapas, Veracruz, Tabasco, Nayarit, Colima, Michoacán, Oaxaca, Jalisco y Guerrero, los cuales se agrupan en tres regiones productoras (Orozco, 1996).

Regiones productoras de bananos y plátanos en México.

Región (estados)	Grupos taxonómicos	Superficie (ha)
Golfo de México		
Tabasco	AAA, AABp, AA	12,100
Veracruz	AAA, AABp	14,356
Oaxaca	AABp, AAB	3,970
Pacífico centro		
Colima	AAA	4,324
Michoacán	AAA	4,122
Jalisco	AAA	1,710
Nayarit	AAA, AAB, AABp, ABB	6,752
Pacífico sur		
Chiapas	AAA, AABp	21,541
Otros	AAA, AAB, AABp, ABB	1,170
Nacional		70,045

AABp= Subgrupo Plantain.

Según Orozco (1996), el cultivo del banano y plátano internacionalmente se encuentra distribuido de la siguiente manera:

País	Producción total de bananos y plátanos 1995, TM	Total de bananos y plátanos para exportación 1995	Porcentaje exportado 1995
Uganda	10 099 000	2 000	0.02
India	9 934 600	1 000	0.01
Ecuador	6 084 221	3 410 484	56.05
Brasil	5 679 780	12 493	0.22
Colombia	4 883 465	1 360 278	27.85
Filipinas	3 304 428	1 231 411	46.72
China	3 297 636	47 285	1.43
Zaine	2 674 398	0	-
Indonesia	2 600 000	55 318	2.13
Costa Rica	2 503 000	2 284 825	91.28
México	2 032 652	100 066	4.92
Ruanda	2 002 000	0	-

### MÉTODOS DE CONTROL

Los métodos de control de la Sigatoka negra son el químico, genético, cultural y biológico.

#### Control Químico

El control químico es el más utilizado ya que se cuenta con diferentes productos efectivos para el control de la Sigatoka negra, sin embargo, y a pesar de ser un método eficiente, tiene el inconveniente de ser costoso, ya que requiere de aplicaciones continuas de fungicidas, además provoca resistencia del hongo y repercusiones en la flora y fauna.

Los otros métodos de control son menos utilizados ya sea por el poco conocimiento o bien porque se tienen pocas alternativas entre ellos (Mendoza y Pinto, 1985).

Algunos fungicidas autorizados para usarse contra la Sigatoka negra del plátano (CICOPLAFEST, 1990) Citado por (Orozco, 1996)

Nombre común	Nombre comercial	Presentación	
Mancozeb	Fungicidas protectantes		
	Manzate 200, 80%	PH	
	Manzate 200/Vandozeb 75, 75%	GD	
	Vandozeb 80, 80%	PH	
	Mancozeb micro 80, 80%	PH	
	Dithane M 45, 80%	PH	
	Dithane KMB, 43%	SAC	
	Flonex MZ 400, 40%	SA	
	Dithane 05, 35%	SO	
	Clorotalonil	Bravo 720, 72%	SA
		Bala 720, 72%	SA
		ECO 75 GD, 75%	GD
		Talonil 75, 75%	PH
Venomil 2787 W-75%		PH	
Benzimidazoles	Fungicidas sistémicos.		
	Benomyl	Benlate DD, 50%	PH
		Promyl 50%	PH

### Control Genético

Consiste en la utilización de variedades de plátano tolerantes o resistentes a Sigatoka negra, sin embargo en la actualidad las variedades comerciales que se cultivan son Cavendish y Gross Micgel (AAA) que son susceptibles a la enfermedad. Por lo que es importante generar variedades resistentes.

En Jamaica se obtuvo una variedad de bananos tetraploide resistente a Sigatoka negra denominada TU8 lo cual tiene un período de siembra o cosecha mayor que el "Williams" también el peso del racimo y tamaño del fruto es más pequeño y el tamaño de la planta es mayor. Con esto se muestra que no todos los híbridos con resistencia a Sigatoka negra pueden ser explotados de manera comercial. Actualmente en América la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola a generado una serie de híbridos tetraploides resistentes al hongo, de los cuales dos han sido evaluados bajo condiciones de climas y suelo de las regiones bananeras de México y que pueden ser utilizados como alternativa de producción tanto de bananos como de plátanos. Estos dos híbridos son el FHIA-01 y el FHIA-21.

FHIA-01 es un híbrido tetraploide obtenido de la cruce entre el plátano enano (AAB) y el diploide SH-3124 que posee resistencia a Sigatoka negra, nematodos y mal de panamá raza 4 (Daniells, 1991).

### Control Cultural

Las prácticas de cultivo tienen una asociación directa sobre el control de la Sigatoka negra y el rendimiento. Los otros métodos de control de la enfermedad deben estar apoyados por las prácticas de cultivo.

Las prácticas de cultivo están encaminadas a proporcionar el medio adecuado para un buen desarrollo de la planta y a la vez evitar condiciones favorables para el desarrollo del hongo (Ramírez, 1988). Entre las prácticas de cultivo que debemos considerar están las siguientes:

#### Material de siembra

En una nueva plantación se pueden utilizar como material de propagación plántulas de cultivo de tejidos o bien cormos desinfectados, de esta manera se evita la diseminación del inóculo (Gauhl, 1990).

#### Drenaje

El suelo debe tener un drenaje adecuado para evitar que se presenten encharcamientos, después de una lluvia o riego. Un mal drenaje propicia humedad que beneficia la proliferación del hongo (Gauhl 1990).

#### Riegos

Esta práctica se hace principalmente por gravedad con láminas muy pesadas que ocasionan encharcamientos por lo que se debe efectuar el riego con láminas ligeras, aunque con intervalos más cortos. En la actualidad se utiliza un sistema de riego presurizado como el riego por goteo o bien el de microaspersión (Gauhl, 1990).

#### Densidad de población

Se considera que a mayor cantidad de plantas existe un mayor daño por Sigatoka negra, esto se debe a que al transpirar provocan mayor humedad en el ambiente y poca ventilación, por lo que la densidad de población debe ser de 1900 a 2500 plantas/ha, según la región, y debe utilizarse mayor población en climas secos y menos luminosidad (Gauhl, 1990).

#### Fertilización

Una planta bien nutrida resiste más al ataque de las enfermedades. Los nutrientes más importantes son: N, P y K, las cantidades a aplicar (kg./ha/año) fluctúan de 200 a 250 para N, 50 a 200 de P y de 150 a 400 de K (Gauhl, 1990).

#### Deshoje

Al realizar esta práctica se disminuye la cantidad de inóculo en la planta, ya que al quitar la hoja dañada se evita que el hongo esporule. Consiste en cortar las hojas dañadas y destruirlas (Gauhl, 1990).

#### Control de malezas

Se debe realizar un eficiente control de malezas, para que estas no sirvan de hospederos del hongo (Gauhl, 1990).

#### **Manejo Integrado**

Se ha implementado un programa de control de la enfermedad basado en un enfoque integrado de manejo, en la mayoría de las plantaciones de bananos y plátanos en el país (Holguín y Avila, 1983). El programa de manejo integrado esta basado en:

- a) Generalización de las medidas de control.
- b) Adopción de prácticas de manejo adecuadas.
- c) Implementación de un sistema de pronóstico bioclimático de los tratamientos con fungicidas.
- d) Uso de fungicidas sistémicos y de contacto, en mezclas con aceite en tratamientos aéreos a bajo volumen, y
- e) Uso de clones resistentes.

#### ***Sclerotium cepivorum* (La Pudrición blanca del ajo).**

### **INTRODUCCION**

El ajo (*Allium sativum*) es una planta que se utiliza principalmente como condimento alimenticio, además de tener reconocidas propiedades medicinales. En México este cultivo es de vital importancia debido a los distintos usos que se le da.

El ajo es una hortaliza que tiene una amplia distribución en el mundo por tal motivo tiene problemas con plagas y enfermedades bacterianas y fungosas como lo es la pudrición blanca *Sclerotium cepivorum*.

Esta enfermedad fue descrita por primera vez en el año de 1841 por Joseph Miles Berkeley en Inglaterra. En el año de 1918 esta enfermedad causó graves daños en la zona noreste del estado de Oregon, E.U.A., (López, 1997).

Esta enfermedad es constantemente transportada en el suelo, la cual ataca en la raíz de las plantas de cebolla en el campo y necesita un rango de temperatura óptima de 10-20° C. Las infecciones tardías en el campo pueden continuar su desarrollo en el almacenamiento de la cosecha, pero la enfermedad es inhibida bajo altas temperaturas.

## CLASIFICACION TAXONOMICA

Según Alexopoulos y Mims (1979), la clasificación taxonómica es la siguiente.

Reino	Plantae
División	Mycota
Clase	Deuteromycetes
Orden	Agomycetales
Género	<i>Sclerotium</i>
Especie	<i>cepivorum</i>

## CICLO BIOLOGICO

El esclerocio y el micelio, son los principales componentes del ciclo biológico de *Sclerotium cepivorum*. Los esclerocios miden de 200 a 500 micras y poseen una corteza externa en una de las dos capas más gruesas y son altamente pigmentados. Las primeras señales de la germinación de los esclerocios, son la formación de protuberancias en la superficie de los esclerocios, seguido de la ruptura de la corteza y la expulsión del micelio (Alexopoulos y Mims 1979).

## DISTRIBUCION

Actualmente la distribución de esta enfermedad es mundial (Eguiza, 1984). En México esta enfermedad ha sido observada en los estados de Guerrero, Puebla y Tlaxcala (García, 1984).

## PARASITISMO

López (1997), observaron que *Sclerotium cepivorum*, produce ácido oxálico tanto en los medios artificiales de cultivo, como en los tejidos infectados del ajo y cebolla.

## SINTOMATOLOGIA

El primer síntoma de la infección es el amarillamiento y muerte progresiva da las hojas, que inicia apicalmente y continua en sentido descendente. La velocidad de este avance varía según se presenten las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de este hongo (Eguiza, 1984).

El decaimiento gradual de la planta puede prolongarse por varios días y aún semanas. En las plantas jóvenes el marchitamiento y colapso es común. Las raíces y las zonas basales del bulbo son atacadas por este hongo y frecuentemente son acompañadas por la formación de un micelio algodonoso de color blanco, en el cual se puede observar los esclerocios (Manzanares, 1995).

Las plantas afectadas por este hongo, llegar a morir debido a la pudrición del cuello, observándose en esta zona la epidermis agrietada y cubierta con un filamento fino, algodonoso y blanquecino. Las raíces se presentan podridas y frecuentemente se observan manchones en el terreno, que corresponden a superficies contaminadas (García, 1984).

Las plantas enfermas se hacen notar por el amarillamiento y caída de las hojas, empezando por las basales o de la parte baja. Una característica de esta enfermedad es el modelo de infección: las plantas enfermas se hallan esparcidas en el campo y su número depende de la cantidad de inóculo para el tiempo en que ocurra la clorosis del follaje. Se observa el amarillamiento de las hojas, que se marchitan totalmente y por último caen. Los bulbos se cubren de un moho abundante, algodonoso y blanco, que luego desaparece para dar lugar a una infinidad de corpúsculos de color negro. (Manzanares, 1995).

### **DAÑOS**

Si se arranca una planta podrá observarse que las raíces, el bulbo y la base de las hojas ya se encuentran podridos y cubiertos por un micelio blanco, de donde se originó el nombre de "pudrición blanca"; también se podrá notar que las escamas tienen un color negro, lo cual se debe a que el micelio de inmediato procede a formar esclerocios pequeños, esféricos y justamente de color negro, la pudrición del bulbo es suave y aguanosa. El hongo sobrevive en el suelo por un tiempo muy largo, algunos fitopatólogos opinan que de 8-10 años (López, 1997).

### **CONTROL**

Los medios recomendables son rotación de cultivos por 8 a 10 años, transplante de plántulas y erradicación de cebolla silvestre. En lotes pequeños es posible esterilizar el suelo con formaldehído, vapam o mylone, (López, 1997).

García (1984), recomienda eliminar las plantas atacadas tan pronto se localicen en el suelo contaminado, debe aislarse para su tratamiento con "terraclor" (PCNB) a la dosis de 120 gramos por metro cuadrado. En cultivos anuales se recomienda incorporar el "terraclor" a una profundidad de 18 cm de suelo de cultivo antes de la siembra.

López (1997), menciona que hoy existe un método incluso curativo de las plantas atacadas, el cual consiste en rociar el cuello de la planta con alguno de los siguientes productos: benlate y carbamato no tóxico de acción sistémica.

Manzanares (1995), recomienda para su prevención, previo a la siembra remojar la semilla durante 30 minutos con Ronilan 50 a razón de 2 kg del producto por tonelada de semilla.

Agrios (1996), menciona que se deben hacer rotaciones con maíz y trigo, que al parecer no son afectados por el patógeno, en parte de las prácticas

agrícolas que comprenden desde el barbecho profundo de la tierra, hasta el enterramiento de los esclerocios del hongo en los restos vegetales, aplicaciones de fertilizantes que contengan amonio y de la aplicación de compuestos de calcio, y en algunos casos, de la aplicación de fungicidas como el pentacloronitrobenzeno (PCNB), captafol y diclorán antes de realizar la siembra o bien en los surcos durante la siembra.

### ***Synchytrium endobioticum* (La sarna verrugosa de la papa y tomate).**

## **INTRODUCCION**

La papa es considerada como uno de los alimentos más importantes del mundo, y ha sido clasificada en cuarto lugar en importancia mundial debido a la elevada obtención de proteínas.

La importancia radica en el valor nutritivo, en la superficie sembrada y en la gran demanda de mano de obra que necesita para su desarrollo agrícola (de 70 a 85 jornales/ha) en algunos países Europeos y en E. U. Su consumo per cápita de 180 kg./año y en México existe un consumo per cápita anual de 16 kg./año.

Por otra parte el Tomate está considerado como la segunda hortaliza más importante en México por la superficie sembrada y como la primera por su valor de producción. A esta hortaliza se le encuentra en los mercados durante todo el año, y se consume tanto fresca como procesada, ocupa un lugar preponderante con relación al desarrollo económico y social de la agricultura a nivel mundial, reportándose que requiere de 140 jornales/ha. En lo que respecta a la superficie sembrada, existen más de 90 mil ha de las que aproximadamente el 33% se sitúa en el estado de Sinaloa (Domínguez, 1972).

Una de las enfermedades que ataca a estos cultivos es la conocida como Sarna verrugosa (*Synchytrium endobioticum*).

## **ORIGEN DE LA ENFERMEDAD**

Es probable que la verruga negra de la papa se encuentre ampliamente distribuida por todo el mundo, aunque parece ser más severa en Europa. Esta enfermedad se descubrió en el año de 1918 en algunos estados del Este-centro de los E. U, pero solo fue localizada a través de medidas de cuarentena y desde entonces no se ha vuelto a aparecer. La verruga negra de la papa produce pérdidas al disminuir la cantidad de tubérculos de papa (y en mayor grado su calidad), ya que produce grandes verrugas o agallas irregulares y de aspecto desagradable. La enfermedad afecta también al tomate y a otras especies del genero *Solanum* (Agrios, 1996).

## **MORFOLOGIA DEL HONGO**

Tiene pared celular pero carece de un micelio verdadero; la mayoría de ellos forman un rizomicelio y producen zoosporas (Manners, 1986)

## TAXONOMIA

Según Alexopoulos y Mims (1979), la clasificación taxonómica es:

Superreino Eucaryota  
Reino Mycetae  
Clase Phycomicetes  
Subclase Chytridiomycetes  
Orden Chytridiales  
Género *Synchytrium*  
Especie *endobioticum*

## CICLO BIOLÓGICO

El soma vegetativo o talo del patógeno existe solo en interior de las células hospederas. Después produce y queda rodeado por una pared gruesa, formando así el soro. 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 de cuatro a nueve segmentos, cada uno de los cuales contiene de 200 a 300 núcleos. Cada uno de los segmentos forma un esporangio y al conjunto de esporangios se le denomina soro. Si la humedad y la temperatura son favorables, los esporangios germinan por medio de zoosporas e infectan al hospedero y se repite el ciclo (Sarasola y Roca, 1975).

## PARASITISMO

*Synchytrium endobioticum* es un parásito holocárpico, biotrófico obligado. El hongo coloniza células individuales del huésped y se pueden percibir los soros como cuerpos pardo-dorados en el tejido; los soros de verano, que contienen de 2 a 7 esporangios, se desarrollan a partir de zoosporas haploides; los soros durmientes, con un esporangio, solo emergen a partir de cigotos haploides, tras la conjugación de dos zoosporas (isogametos); un único esporangio contiene alrededor de 100 a 300 zoosporas (Smith, 1992).

## SINTOMATOLOGIA

Todas las zonas meristemáticas superficiales de la planta son susceptibles a la sarna verrugosa, aunque no pueden atacar a las raíces; como regla, los ataques tienen lugar en órganos subterráneos como brotes, estolones, tubérculos jóvenes y ojos de tubérculos maduros. Los síntomas típicos son tumores desde blanco marfil a pardo oscuro, del tamaño de un guisante hasta el de una nuez o mayores y con forma de coliflor. Las zoosporas y los cigotos invaden las células meristemáticas y dan lugar a soros de verano o durmientes, respectivamente; en

torno a la célula invadida, estimuladas probablemente por la producción de sustancias químicas, las células vecinas se dividen y multiplican; en caso de una densidad de infección alta las partes atacadas de las plantas se convierten en órganos deformados, proliferativos. Las infecciones sucesivas por las zoosporas de los soros de verano que maduran y las divisiones celulares sucesivas dan lugar a la formación posterior de nuevos tumores; las infecciones únicas, o una densidad de infección muy baja, dan lugar a pequeñas agallas típicas de las Synchytriaceae. Tras la podredumbre de los tumores los soros durmientes permanecen infestando al suelo durante mucho tiempo (Agrios, 1996).

## HOSPEDEROS

Parasita solanaceas, especialmente a muchas especies y subespecies del género *Solanum* productoras de tubérculos. Son huéspedes importantes el tomate y malas hierbas corrientes como *Solanum nigrum* y *Solanum dulcamara*, pero el huésped principal es la patata (Smith, 1992).

## IMPORTANCIA ECONÓMICA

Según el grado de ataque la cantidad de daño oscila entre pérdida total de cosecha o una reducción leve de la calidad. La mayoría de las regulaciones nacionales, sin embargo, decretan que las patatas de focos con sarna deben consumirse directamente por el agricultor en su finca o en su casa.

Es difícil realizar una estimación absoluta del daño total, ya que la mayoría de los focos tienen lugar en huertos o campos pequeños; según distintos datos las pérdidas medias en plantaciones comerciales son muy bajas (Sarasola y Roca, 1975).

Las limitaciones administrativas posteriores al descubrimiento de focos de sarna tienen una importancia máxima: Aparte de prohibirse el cultivo de la patata la mayoría de las regulaciones nacionales para el control de la sarna verrugosa implican restricciones adicionales en las áreas adyacentes (por ejemplo no cultivar para producción de semillas, o no se permite cultivar variedades susceptibles al patotipo local); además todas las instrucciones de cuarentena requieren tolerancia para *S. endobioticum* la aparición del hongo o la sarna (especialmente de patotipos nuevos), causa en general limitaciones a la exportación en extensas áreas de cultivo de patata (Manners, 1986).

## DISTRIBUCION GEOGRAFICA

La mayoría, si no es que todos, los países productores de patata han señalado al menos un caso de *S. endobioticum*. Sin embargo, para su establecimiento permanente de forma endémica se requieren condiciones climatológicas con veranos relativamente frescos y húmedos e inviernos largos y fríos, como las que caracterizan a las áreas centrales y septentrionales de Europa.

La opinión predominante es que *S. endobioticum* es originario de los Andes, centro genético de la patata; se cree que la introducción a Europa se debe a la importación de material genético de América del Sur tras la catástrofe debida a *Phytophthora infestans*; sin embargo hay una opinión alternativa que considera que el hongo vivía originalmente en Solanaceas silvestres y que cambió a su nuevo huésped al cultivarse éste de forma masiva (Smith, 1992).

## **CONTROL DE LA ENFERMEDAD**

Los soros durmientes, de paredes gruesas de *S. endobioticum* son extremadamente resistentes a tratamientos químicos, cuya dosis a menudo excede los umbrales de fitotoxicidad antes de que muera la mayoría de ellos existen algunos datos sobre el efecto positivo de compuestos químicos en tratamientos al suelo, especialmente con dinitrocresoles, carbamida, cianamida y bromuro de metilo, el método más seguro de control sigue siendo el de la mejora genética y el uso de cultivares resistentes, la aparición de patotipos nuevos parece proceder lentamente. Según la literatura los nuevos cultivares multirresistentes resisten a la mayoría o a todos los patotipos europeos conocidos del hongo.

Una medida de control importante es evitar por medios legales la dispersión, sobre todo la prohibición de cultivar patatas en focos con sarna y la tolerancia cero en importaciones (Agrios, 1996).

***Tilletia indica* (El Carbón Parcial del trigo).**

## **INTRODUCCION**

Carbón Parcial del trigo causado por *Tilletia indica* ((sinónimo *Neovossia indica* (Mitra) Mundkur)) ha originado el establecimiento de regulaciones fitosanitarias y cuarentenas en la última década, para evitar su introducción y establecimiento en nuevas regiones y países. Estas medidas han ocasionado preocupación en la comunidad científica, especialmente en lo referente al movimiento e intercambio de germoplasma. Sin embargo, en comparación con las royas u otros carbones que atacan al trigo, la enfermedad es considerada de menor importancia por su distribución geográfica y por su potencial de causar daños económicos. Para las autoridades regulatorias y cuarentenarias la diseminación del hongo por medio de la semilla y grano infectado o contaminado es el aspecto más importante de esta enfermedad. Sin embargo, hace falta mayor investigación acerca de aspectos epidemiológicos y de su potencial de establecerse en nuevas regiones (Fuentes et al., 1993).

Actualmente, la cuarentena decretada por los Estados Unidos al trigo producido en México, así como a los vagones de ferrocarril que al entrar a dicho país contengan granos de este cereal, está afectando al país económicamente, ya que no solamente interfiere con la exportación de diversos productos a los EUA, sino también hacia otros países.

También, algunas de las regulaciones fitosanitarias en México tienen un efecto perjudicial para los agricultores y productores de grano y semilla de trigo (Fuentes, 1995).

## **DISTRIBUCION MUNDIAL, EN MEXICO E IMPORTANCIA**

El carbón parcial fue identificado por primera vez en la India, posteriormente se reportó en México, Pakistán y Nepal. En México, a partir de 1980-81 la incidencia en general se ha incrementado, presentándose epifitias en algunos años. Inicialmente la enfermedad se encontraba limitada a los valles del Yaqui y Mayo en el sur de Sonora, pero posteriormente se extendió a los estados vecinos de Sinaloa y Baja California Sur. Recientemente, a partir del ciclo de 1991-92 la enfermedad también se ha encontrado en la Costa de Hermosillo y Caborca (Fuentes, 1995)

En 1983, el gobierno mexicano impuso medidas legales para contener la diseminación de la enfermedad, mediante restricciones en la siembra de trigo en campos afectados. En el Valle del Yaqui, campos donde se encontraron niveles de infección menores al 1% de granos infectados, quedaron exentos de las restricciones cuarentenarias; aquellos con niveles entre 1 y 2%, pudieron ser sembrados solo con trigo duro o triticale; y campos con niveles mayores al 2% quedaron cuarentenados durante tres años, es decir, trigo o triticale no se sembraron durante ese período. En 1987 (SARH), decretó la cuarentena interior número 16 contra el Carbón Parcial del trigo, con el fin de llevar a cabo un control fitosanitario de este cultivo y de evitar la diseminación de la enfermedad. Los artículos de este decreto determinan las áreas cuarentenadas, el carácter de la cuarentena, los requisitos para la producción de semilla, grano, industrialización, medios de transporte, puntos de control cuarentenado, envíos a otros países, tratamiento químico, germoplasma experimental, uso de inóculo para propósitos de investigación, y sanciones.

En un estudio realizado en el noroeste de México, Brennan et al., (1990) determinaron dos formas principales de pérdidas económicas debidas al Carbón Parcial: costos directos debidos a la pérdida en rendimiento (6%), pérdida en la calidad de granos infectados (37%), pérdidas por la falta de exportación de semilla (16%); y costos indirectos debidos a las pérdidas por las restricciones en la siembra (29%), costos adicionales por el transporte de semilla de áreas libres de carbón parcial (8%), y pérdidas debidas a los rechazos de grano infectado por la industria, tratamiento a la semilla y fumigación de grano. El costo total anual asciende a 7.02 millones de dólares (EUA), representando el 2% del valor promedio del cultivo en las áreas afectadas. Estas estimaciones no toman en consideración los costos relacionados con las cuarentenas de los vagones de ferrocarril -los cuales se tienen que someter a un lavado especial si se les encuentra un grano de trigo al pasar a los Estados Unidos- así como de la descarga-lavado-carga de camiones mexicanos que transportan otros productos hacia los EUA y que similarmente se les encuentre algún grano de trigo.

El daño directo del Carbón Parcial sobre el rendimiento, y la viabilidad de la semilla, es menor, comparado con su impacto sobre la calidad del grano y la harina es posible hacer pan y galletas para consumo humano, con grano mostrando niveles de 10%, siempre y cuando fueran sometidos a un lavado antes de la molienda (Figueroa y Espinoza, 1988). Medina (1985) reportó que con el aumento en el nivel de granos infectados, la fuerza y la tenacidad de la masa para pan es significativamente reducida.

En cuanto a la calidad del grano, para la industria molinera en el noroeste de México, es importante considerar, que el límite máximo permitido es de 3% de granos infectados para producción de harina y pan; lotes que presentan niveles mayores sufren un descuento del 20% en el precio, siendo destinados solamente para consumo animal. Sin embargo, muchos de estos granos pueden eliminarse en el proceso de la limpieza, y los lotes resultantes pueden mezclarse con otros de bajo nivel de infección, para producir el producto para consumo.

Estudios toxicológicos utilizando niveles de 25 y 50% de granos infectados en las dietas de ratas, así como extractos de granos infectados suministrados a pollos, y 70% de granos infectados en dietas de monos, no mostraron ningún efecto tóxico o anomalías en el funcionamiento de los órganos que se evaluaron histopatológicamente. Similarmente, los estudios realizados en los granos infectados con carbón parcial, mostraron ausencia de micotoxinas conocidas o alcaloides (Medina, 1985).

## **CICLO DE LA ENFERMEDAD**

Las teliosporas de *Tilletia indica* que se encuentran confinadas en la semilla bajo el pericarpio, se liberan durante el proceso de la cosecha y trilla, pudiendo ser depositadas en el suelo, o adheridas a los granos sanos como contaminante externo. Las teliosporas recién formadas generalmente presentan muy bajos porcentajes de germinación, y se considera que tienen un período de dormancia de varios meses. Aún después de este período, el porcentaje de germinación varía generalmente en un rango de 10 a 60%. La temperatura óptima para la germinación es de 15- 25° C disminuyendo considerablemente debajo de 5 y arriba de 30° C. La germinación ocurre sobre un rango de pH 4.0-10, siendo la óptima entre 5-9 (Krishna and Singh, 1982).

Al germinar, cada teliospora produce generalmente un promicelio, del cual se origina un agregado de esporidios primarios en su punto apical. Durante la germinación, el núcleo diploide pasa por el proceso de meiosis, y varias mitosis producen un gran número de núcleos haploides que migran por el promicelio, y pasan individualmente a cada uno de los esporidios primarios. Después de una o dos divisiones mitóticas, los esporidios pueden presentar hasta cuatro núcleos separados por septas. Los esporidios primarios pueden germinar directamente produciendo hifas mononucleares, laterales y terminales de varias células, o indirectamente producir esporidios secundarios, las cuales también germinan directamente o por repetición. La multiplicación del hongo en suelo esterilizado,

sobre hojas y espigas superficialmente desinfectadas, sugiere que bajo condiciones naturales, el inóculo producido a partir de las teliosporas en el suelo, constituyen el inicio de las epifitias. Se desconoce el momento y lugar donde el proceso de dicarionización se lleva a cabo. El hongo penetra a través de los estomas de las glumas, lemas y/o paleas. La infección se inicia cerca del embrión, extendiéndose por la sutura del grano, dejando el pericarpio parcialmente intacto. La porción afectada es cubierta por teliosporas de color café oscuro a negras, acompañadas de células estériles (teliosporas inmaduras), las cuales son subhialinas o amarillentas y de menor tamaño. En general, los granos infectados son destruidos parcialmente y en pocas ocasiones ocurre una destrucción total; aunque el hongo puede penetrar al embrión, no necesariamente causa daño. Los granos parcialmente infectados pueden producir plantas sanas, sin embargo aquellos severamente afectados pierden su viabilidad, o presentan una germinación anormal. Alta humedad relativa, temperaturas moderadas y lluvia durante la floración, favorecen el desarrollo de la enfermedad. Aunque la lluvia durante la floración del trigo propicia una mayor incidencia de la enfermedad, ésta por si sola no siempre es un factor para que ocurra (Fuentes, 1995).

Los síntomas son visibles después del estado masoso del grano. No todas las espigas de una planta, ni todos los granos en una espiga son infectados, encontrándose ambos distribuidos al azar; los granos infectados emiten un mal olor parecido al de pescado podrido debido a la producción de trimetilamina. En casos leves de infección, la enfermedad puede ser fácilmente confundida con punta negra. Existe una relación inversamente proporcional, entre el aumento en la severidad de la infección, y la reducción de peso de 1000 granos. (Fuentes, 1995).

#### El Programa de Investigación sobre Carbón Parcial

Las principales líneas de investigación y trabajo de este programa son:

- Mejoramiento genético para resistencia a *T. indica*
- Epidemiología
- Control químico y
- Aspectos fitosanitarios

### **RESISTENCIA GENETICA**

Debido a la presencia errática de la enfermedad en forma natural, tanto en la India como en México, la identificación de fuentes de resistencia genética, está basada en inoculaciones artificiales para que de esta manera se pueda hacer una selección confiable (Fuentes, 1995).

Desde hace varios años, el programa de trigo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y trigo (CIMMYT) inició un proyecto de mejoramiento para resistencia a carbón parcial, enfocado principalmente en trigo harinero, ya que esta especie es la más consumida por el hombre, pero también la que presenta los niveles más altos de susceptibilidad entre las especies afectadas. Los objetivos

de este proyecto consisten en: a) la identificación de fuentes de resistencia a *Tilletia indica*, b) la realización de hibridaciones para incorporar la resistencia en genotipos deseables, y c) la evaluación y selección de progenies para desarrollar líneas avanzadas resistentes que puedan ser utilizadas por los programas agrícolas nacionales, principalmente en aquellas regiones donde el Carbón Parcial representa un problema económico, político y social.

Este proyecto se ha estado realizando en las instalaciones del CIANO (Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste) en el valle del Yaqui, Sonora (27° 20' N, 105° 55' O, con una elevación de 39 msnm) por (Fuentes et al., 1993).

Paralelamente a este proyecto, hemos llevado a cabo estudios para mejorar las metodologías utilizadas, así como para entender los mecanismos y genes de resistencia que operan en este sistema. Ya que las inoculaciones artificiales y evaluaciones se realizan una vez al año, es menester sembrar el germoplasma experimental en varias fechas para evitar la posibilidad de escapes.

Para preparar el inóculo, se utilizan teliosporas de aproximadamente 1 año de edad de granos de trigo infectados en forma natural, provenientes de diferentes localidades del valle del Yaqui, para de esta manera asegurar una composición genética heterogénea de la población del hongo. El aislamiento de las teliosporas se lleva a cabo agitando vigorosamente granos infectados en una solución de agua y Tween-20 durante unos 15 segundos, filtrándose luego a través de una malla de 60  $\mu\text{m}$  para remover las partículas mayores y centrifugándose a 3000 r.p.m. Para proporcionar una mejor germinación, se conservan en la solución (agua+Tween 20) durante 24 horas. Posteriormente, se desinfectan superficialmente, con hipoclorito de sodio al 0.5% durante 2 minutos mientras se centrifugan, para luego enjuagarlas dos veces con agua esterilizada, y finalmente sembrarlas en cajas Petri con agar- agua al 1.5%. Las cajas se incuban a temperatura ambiente (20-22° C), iniciando la evaluación de la germinación 5 días después. Pedazos de agar sobre los cuales el hongo está creciendo, se transfieren invirtiéndolos sobre las tapas de cajas petri conteniendo papa- dextrosa- agar (PDA) para propiciar la producción del inóculo y para mayor multiplicación. Posteriormente, el incremento y la multiplicación del inóculo se llevan a cabo añadiendo agua esterilizada a las colonias producidas, raspándolas e inoculando más cajas. Una vez que el hongo cubre la superficie del medio (después de 8-10 días), se cortan trozos pequeños, los cuales se invierten sobre las tapas de cajas petri de vidrio, agregándoseles a estas últimas un poco de agua esterilizada; cada 24 horas, los esporidios se colectan y se cuentan con un hematocímetro, ajustando la concentración a 10,000 esporidios alantoides por ml

Diez espigas por línea experimental en estado de embuche (estadios 48-49), se inoculan entre las 4 y las 6 de la tarde, inyectando 1 ml de la suspensión de esporidios. Para favorecer el desarrollo del hongo, se utiliza un sistema de riego por aspersion. La variedad susceptible WL-711 se utiliza como testigo. Ya maduras, las espigas inoculadas de cada línea y del testigo se cosechan y trillan a mano, para determinar el porcentaje de infección mediante el conteo de granos

sanos e infectados.

Desde que se inició este proyecto, se han probado alrededor de 20,000 genotipos provenientes de diferentes partes del mundo, evaluándose alrededor de 50,000 espigas por ciclo. Las líneas que han presentado niveles menores del 5% de infección se seleccionan para pruebas continuas durante varios años. Los trabajos recientes de nuestro programa, demuestran un alto nivel de resistencia al Carbón Parcial presente en algunos trigos de origen chino, brasileño y de la India (Fuentes-Davila et al., 1993). Las diferencias en los niveles de infección entre los genotipos resistentes y el testigo susceptible son mayores del 57%. También se ha encontrado un alto grado de resistencia en algunos trigos duros y triticales (Fuentes-Davila et. al., 1993), así como trigos sintéticos derivados de *Triticum tauschii*.

La utilización del germoplasma resistente para llevar a cabo cruzas con variedades comerciales o líneas de alto potencial de rendimiento, que además deben poseer resistencia a roya de la hoja y niveles aceptables de calidad, ha producido un grupo considerable de poblaciones en diferentes etapas de segregación, la cual forma la base del progreso en el corto y largo plazo.

Durante el ciclo 1990-91 Fuentes et al. (1993), probaron específicamente para resistencia al carbón parcial, las siguientes poblaciones:

GENERACIÓN	NUMERO DE POBLACIONES
F3 (Cruzas Triples)	56
F3	200
F4	569
F5	128
F6	6
F7	4
Líneas Avanzadas	266

Del primer grupo de líneas avanzadas hubo 129 que tuvieron un porcentaje muy bajo de granos infectados (0-5%) en comparación con el testigo susceptible WL-711 (73%). Noventa y dos mostraron un rango de infección de 5.1-10% y 45 arriba de 10%. Todas las variedades comerciales de trigo harinero mostraron niveles de infección superiores al 14%, siendo las más cultivadas Bacanora, Oasis y Opata con 36, 24 y 50% de infección, respectivamente.

Las variedades de trigo Duro Altar y Aconchi mostraron 1.58 y 4% de infección. Sesenta y ocho líneas avanzadas mostraron niveles similares o superiores de resistencia a los mostrados por los trigos duros siendo su rango de 0-2.5%, indicándonos que se tuvo éxito en transferirles genes de resistencia. Pruebas adicionales de tres líneas hermanas derivadas de progenitores Chino y Mexicano mostraron rangos de infección de 0.16 a 3.68% en comparación con el testigo susceptible WL-711 con una media de 73 y 83% durante 1990-91 y 1991-

92, respectivamente.

Pruebas experimentales mostraron que las líneas seleccionadas tuvieron un rendimiento por ha (arriba de las 6 toneladas) similar a Bacanora y un poco superior a Oasis.

## CONTROL QUIMICO

La eficacia de los fungicidas aplicados a la semilla infectada con *Tilletia indica*, se ha evaluado a través de la capacidad de germinación de las teliosporas después del tratamiento. Una gran cantidad de productos químicos han sido probados por diferentes investigadores, obteniendo por lo general, un control parcial. Fuentes et al. (1993), encontraron que Panogén 15 L y Terrazán 75 PH (pentacloronitrobenzeno) controlaron la germinación de las teliosporas durante dos meses; por otro lado, reportaron un control completo hasta por 18 meses con Patogén 15 L y Ceresán 15.4 D. Sin embargo estos productos están prohibidos debido a los efectos nocivos en humanos y en el medio ambiente. Figueroa y Espinoza (1988) demostraron la alta eficiencia de clorotalonil para inhibir la germinación de las teliosporas. Sin embargo, este producto como muchos otros, principalmente inhibe la germinación y no se sabe que proporción de teliosporas es la que muere (sí es que el producto tiene la capacidad de matarlas).

Otro aspecto importante que se tiene que considerar, es que en casos de puntos de infección en los granos, las teliosporas están bien protegidas por el pericarpio y es difícil el acceso para el fungicida.

Otra alternativa de control químico, es la aplicación de fungicidas durante el período de floración. Fuentes (1995) reportó una reducción significativa en infección bajo condiciones de campo, con una sola aplicación durante el estado de embuche del trigo, con benomyl (Benlate), carbendazim (Bavistin), mancozeb (Dithane-M45), o hidróxido de trifeniltin (Duter). Salazar-Huerta et al. (1994), reportaron que en experimentos realizados durante 1986-1989, tanto en parcelas experimentales como en campos comerciales, Propiconazol (Tilt) fue el producto que consistentemente demostró mayor eficiencia en controlar la enfermedad con dos aplicaciones a razón de 0.5 L por ha de producto comercial; la primera aplicación se lleva a cabo cuando el cultivo tiene un 25% de espigamiento, y la segunda 10 días después. Esta práctica ha resultado en un eficiente control de la enfermedad, particularmente en años de alta incidencia.

Fumigación de teliosporas en el suelo a 5 y 10 cm de profundidad, dio un porcentaje de germinación de 0 y 0.02% con bromuro de metilo, mientras que el porcentaje de germinación fue de 2.41 y 0.60% con dazomet. El testigo sin tratar, tuvo 9.91 y 7.16% (Fuentes, 1995).

### **Algunas Prácticas agronómicas relacionadas con la incidencia de carbón parcial.**

La incidencia de Carbón Parcial (CP) se ha visto afectada por algunos aspectos del manejo agronómico del cultivo del trigo, tales como: la aplicación de nitrógeno, densidad de población y distancia entre surcos bajo condiciones de infección natural. Se ha observado una respuesta lineal en algunos casos y cuadrática en otros, entre porcentaje de granos infectados y dosis de nitrógeno aplicados como urea a la siembra. Al aumentar de 0 a 75 kg/ha de N, la incidencia de CP se incrementó de 0.06 a 0.19% y luego a 0.39, 0.58 y 0.62 con 150, 225 y 300 kg/ha de N. Esto se puede deber a que: a) a mayores niveles de nitrógeno, mayor es el área foliar expuesta al patógeno el cual teóricamente llega a las espigas después de multiplicarse en las hojas; b) a mayores niveles de N los estomas están más abiertos facilitando la entrada del patógeno a la planta; y c) también el follaje está transpirando más, provocando un microambiente más favorable para el desarrollo del hongo (Ortiz-Monasterio et al., 1993).

En la variedad Oasis, se ha encontrado que a mayor número de plantas por metro cuadrado, mayor es el nivel de CP. El porcentaje de granos infectados en 100 plantas/m cuadrado (40 kg/ha de semilla) fue de aproximadamente 0.53%, mientras que con 250 plantas (100 kg/ha) fue de 1.52%. Sin embargo, en la variedad Rayón no se observó efecto de la densidad de población, manteniéndose un nivel bajo de granos infectados (alrededor de 0.1%).

Utilizando las mismas variedades en siembras de surcos y melgas, se observó que la incidencia de CP fue similar para Rayón (0.15% de granos infectados) bajo ambos métodos, sin embargo para Oasis fue mayor en melgas (1%) que en surcos (0.75%) (Fuentes, 1995).

Efecto de la Enfermedad en el Movimiento de Germoplasma de Trigo y Aspectos Fitosanitarios.

Además del impacto económico, el flujo de germoplasma experimental dentro de México y en el ámbito internacional ha sido afectado. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo con sede en México, ha utilizado la metodología de tener dos generaciones por año en su programa de mejoramiento de trigo; la generación de invierno-primavera se obtiene en el valle del Yaqui, Sonora, y la generación de verano-otoño en el altiplano mexicano. Durante muchos años, CIMMYT estuvo utilizando para sus envíos internacionales, semilla de excelente calidad producida en el Valle del Yaqui, y los agricultores de la región fueron partícipes de la revolución verde, exportando grandes cantidades de semilla a diferentes partes del mundo.

Durante un largo período, el CIMMYT ha estado involucrado en la problemática del Carbón Parcial por operar en una zona afectada y por su misión de desarrollar y distribuir germoplasma de trigo internacionalmente. Para mantener el dinamismo en sus trabajos de intercambio y envío de germoplasma alrededor del mundo, el CIMMYT ha tenido que tomar medidas de seguridad para garantizar la limpieza de la semilla y evitar la diseminación del patógeno (Ortiz-Monasterio et

al., 1993).

Además de la creación de un laboratorio para determinar y garantizar la sanidad de la semilla que entra y sale del CIMMYT, el germoplasma de los viveros internacionales es multiplicado en localidades libres de la enfermedad y con cuidados fitosanitarios tanto durante el cultivo, como durante la cosecha, trilla, lavado y tratamiento de la semilla con fungicidas más eficaces. El movimiento de germoplasma dentro de México, se realiza bajo estrictas medidas fitosanitarias asegurando que esté limpio de material infectado; que la semilla se trate adecuadamente bajo supervisión de personal técnico de Sanidad Vegetal; que el empaque se haga en sobres y cajas limpias; que las líneas avanzadas se hayan tratado químicamente durante la floración; que el envío del germoplasma se haga de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Dirección General de Sanidad Vegetal, así como registro detallado del material que se está movilizandoy su destino de siembra (Fuentes, 1995).

La liberación de líneas avanzadas con resistencia a Carbón Parcial para uso comercial en las afectadas de México tendrá un efecto positivo en la economía de los agricultores. Los resultados que se esperan del uso comercial de estos genotipos son: un aumento en el rendimiento; una disminución en los rechazos de lotes de grano por la industria molinera; una reducción en el nivel de inóculo en el suelo; un aumento del área sembrada con trigos harineros, sobre todo en aquellos campos cuarentenados por las regulaciones fitosanitarias; un aumento en el intercambio de germoplasma; y una disminución en el uso de agroquímicos para tratar de controlar la enfermedad.

Los avances alcanzados recientemente en el conocimiento de los mecanismos y genes de resistencia al Carbón Parcial (Fuentes, 1995), permitirán desarrollar en forma más eficiente, trigos resistentes a Carbón Parcial y que además posean características apropiadas para regiones con factores agroecológicos muy específicos.

## **ENFERMEDADES BACTERIANAS**

***Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow, (El tizón del fuego); en el cultivo del manzano (*Pyrus malus* L.).**

### **INTRODUCCION**

El tizón del fuego es la enfermedad más destructiva del peral en la región media oriental de los Estados Unidos, dañando también a huertos de perales y manzanos de Canadá, Nueva Zelanda, Japón, Inglaterra y otras partes del mundo.

Recientemente en los Estados de Coahuila y Nuevo León, se han incrementado las enfermedades en el cultivo del manzano, especialmente la enfermedad del tizón de fuego, siendo la causa de una reducción significativa en la producción y calidad de la fruta, primordialmente en manzanos de la variedad

Golden Delicious (Castillo, 1984).

Cepeda y Hernández (1983), en base a una compilación de literatura, mencionan que entre las enfermedades más comunes del manzano en la República Mexicana, en los que a bacterias se refiere, el tizón del fuego *Erwinia amylovora* ocupa un importante lugar en cuanto a la distribución del organismo y daño que causa en algunas regiones productoras del país.

Manners (1986), reporta que el tizón de fuego es muy importante en el estado de Morelos, encontrándose presente en un 90% de los huertos de peral.

## HISTORIA

Castillo (1984), menciona que el tizón de fuego era provocado por la bacteria *Micrococcus amylovorus*; posteriormente Trevisan la describió como *Bacillus amylovora* y finalmente la Sociedad Americana de Fitopatología la reconoció como *Erwinia amylovora*.

## CLASIFICACION TAXONOMICA DEL PATOGENO

Walker (1973) citado por Cepeda y Hernández (1983), reporta la siguiente clasificación para el tizón del fuego.

Reino	Vegetal
Clase	Schizomycetes Nägeli, 1857.
Orden	Eubacteriales.
Familia	Enterobacteriaceae
Género	<i>Erwinia</i>
Especie	<i>amylovora</i>

## DESCRIPCION DEL PATOGENO

*Erwinia amylovora* es una bacteria en forma de bacilo de 0.7-1.0 por 0.9-1.5 micras, encontrándose en pares y ocasionalmente en cadenas cortas; se moviliza por medio de flagelos peritricos, siendo una bacteria anaeróbica facultativa del tipo Gram negativo; produce una toxina denominada amilovorina (Agrios, 1996).

## CICLO BIOLOGICO DE LA ENFERMEDAD

Desarrollo de la Enfermedad.- Las bacterias invernan en los bordes de los cánceres formados durante la estación anterior y sobre los cánceres que aparecen en otros hospederos y quizá en las yemas y al parecer en los tejidos leñosos sanos; sobreviviendo con mayor frecuencia en las ramas grandes y rara vez en las ramitas que tienen menos de 1 cm de diámetro. En la primavera, las bacterias vuelven a mostrar actividad, se reproducen y se propagan hasta la corteza sana adyacente. Cuando el clima es húmedo, las colonias bacterianas absorben agua y aumentan de volumen más allá de la capacidad de los tejidos, lo cual provoca el

exudado a través de las lenticelas y su salida hasta la superficie del tejido; este exudado bacteriano consiste de savia de la planta y millones de bacterias y subproductos bacterianos. Por lo común, dicho exudado aparece en primer término casi en el momento en que se produce la floración del manzano; varios insectos tales como las abejas, moscas, hormigas y otros, son atraídos por el exudado dulce pegajoso impregnándose del; cuando posteriormente estos insectos frecuentan otras flores diseminan a la bacteria. En algunos casos, las bacterias son llevadas desde los cánceres hasta las flores por salpicaduras; cuando el exudado se seca suele formar filamentos aéreos que pueden ser diseminados por el viento y servir como inóculo (Tellez, 1945).

Las bacterias se reproducen con rapidez en el néctar, llegan a los nectarios y penetran en los tejidos de la flor. Las abejas que frecuentan a las flores infectadas transportan a las bacterias desde el néctar hasta las inflorescencias que posteriormente visitan. Una vez en el interior de la flor. Las bacterias se propagan con gran rapidez, las sustancias que secretan degradan algunos componentes de la lámina media y de las paredes celulares (Agrios, 1996).

### **CONDICIONES QUE FAVORECEN LA ENFERMEDAD**

El tizón de fuego es más grave en las regiones cálidas y húmedas:

- a) Humedad.- una alta humedad relativa favorece tanto la diseminación como la incidencia de la enfermedad.
- b) Temperatura.- temperaturas de 28 a 30° C favorecen la diseminación e incidencia. Las temperaturas de 43 a 46° C son letales (Tellez, 1945).

Castillo (1984), menciona que en la región frutícola del estado de Morelos cuando las temperaturas medias en los meses de noviembre y diciembre son de 18° C y la humedad relativa es de 75%, la infección sucede con mayor frecuencia en las flores; cuando la temperatura media es de 13° C y la humedad relativa de 60%, la infección solo se presenta en ramas, quedando las flores libres de infección.

- c) Lluvia.- días nublados o lluviosos con temperaturas de 25° C favorecen la multiplicación de la bacteria.
- d) Tiempo de la poda.- la fase más crítica de susceptibilidad es el período de crecimiento vegetativo por lo que la poda debe ser efectuada en época de frío.

### **INVERNACION DEL PATOGENO**

*E. amylovora* inverna en los márgenes de los cánceres, sobre otras hospederas y posiblemente en yemas y tejidos de madera aparentemente sanos (Agrios, 1996).

### **DISEMINACION**

La diseminación varía de acuerdo a la planta hospedera, región y estación pudiendo ocurrir por:

- a) Medios mecánicos.- Cuando el hombre realiza las operaciones de poda.
- b) Aves.- Los pájaros pueden transmitir la enfermedad porque frecuentemente dañan a las ramitas con su pico o garras a las que se adhieren las bacterias.
- c) Insectos.- Abejas, moscas y hormigas son atraídas por el exudado dulce y viscoso y actúan como vectores del patógeno, también puede ser vector la palomilla de la manzana, áfidos, avispas y escarabajos de la corteza. Así mismo el exudado atrae los insectos en primavera. Después de visitar los exudados las moscas y hormigas van a los racimos florales llevando con ellas a la bacteria. La lluvia también es importante para diseminar el patógeno de la superficie cancerosa a los racimos florales.
- d) Lluvias.- La bacteria puede ser llevada desde los cánceres a las flores por salpique.
- e) Viento.- Existen filamentos bacterianos que son transportados por corrientes de aire y disueltos por la humedad de las nubes; la temperatura a cierta altura es tal que los filamentos podrían permanecer viables y retornar a las huertas de frutales en gotas de lluvia (Tellez, 1945).

Algunas bacterias patógenas, tales como *E. amylovora* sobreviven en la planta hospedera, mientras que en el suelo su número disminuye con gran rapidez. El patógeno ha sobrevivido en los vectores, hospederos y en material vegetal de patógeno, sin embargo, no se ha adaptado a vivir en el suelo (Agrios, 1996).

## SINTOMATOLOGIA

Signo.- Se puede observar fácilmente el exudado (mucilago lechoso), que contiene gran cantidad de bacterias que solo sobreviven unos días.

Bajo condiciones de humedad, sobre la superficie de cualquier órgano recién infectado pueden aparecer gotitas de un exudado pegajoso y de color lechoso de la bacteria *E. amylovora*. Por lo común, dicho exudado se empardece poco después de ser expuesto al aire. Las gotitas coalescen para formar grandes gotas que pueden escurrir y formar una capa sobre algunas zonas de la superficie de la planta (Manners, 1986).

Síntomas.- Los primeros síntomas del tizón del fuego aparecen con frecuencia sobre las flores, las cuales se hacen aguanosas y se marchitan con rapidez, luego se empardecen hasta adquirir un color café negro y pueden desprenderse o mantenerse pendiendo del árbol (Agrios, 1996).

Frutos: La infección del fruto generalmente tiene lugar en el pedicelo; los frutos pequeños e inmaduros son aguanosos y de un color café, se arrugan,

momifican y finalmente toman un color negro; estos puede quedar adheridos al árbol durante varios meses; también los frutos presentan lesiones castaño oscuras con grietas gomosas; la planta parece chamuscada (Cepeda y Hernández, 1983).

Ramas y ramitas: Cuando el patógeno ataca a las ramitas terminales y chupones, estas estructuras se marchitan desde la punta hacia abajo; su corteza se vuelve de color negro pardusco y se ablanda al principio, pero más tarde se contrae y endurece. La punta de las ramitas se dobla y las hojas se ennegrecen y permanecen adheridas. Desde los pedicelos del fruto y ramitas terminales, los síntomas avanzan hacia las ramas de soporte, donde forman cánceres. Al principio, la corteza de la rama infectada aparece aguanosa, pero más tarde, se deshidrata y se seca. En caso de que el cáncer se extienda y cubra la rama, la porción de ella que se encuentre por arriba de la infección, muere. Cuando la infección cesa poco después de haber cubierto a la rama se transforma en un cáncer latente o inactivo que posee bordes profundos y en ocasiones agrietados, con escurrimientos gomosos color ámbar en las axilas o en grietas de la corteza (Agrios, 1996).

Hojas: En poco tiempo los síntomas se extienden hasta las hojas o ramitas cercanas, iniciándose manchas pardo oscuras a lo largo de la nervadura central para luego extenderse a toda la hoja. Conforme avanza el ennegrecimiento, las hojas se enrollan y marchitan, cuelgan de la planta persistiendo durante el invierno y a menudo se adhieren a las ramitas atizonadas y enrolladas (Sarasola y Roca, 1975).

La bacteria en general ataca toda la parte aérea, pero rara vez se observa en todos los órganos al mismo tiempo (Cepeda y Hernández, 1983).

## **HOSPEDEROS**

Agrios (1986), cita que el tizón del fuego es más destructivo sobre peral, limitando fuertemente el desarrollo de la pera comercial, ciertas variedades de manzano como el Golden Delicious, membrillos, rosales, frutales de hueso y algunas ornamentales cultivadas y silvestres.

## **DISTRIBUCION GEOGRAFICA**

Además de haberse reportado esta enfermedad por primera vez en los Estados Unidos (E.U.A.) pronto fue encontrada en otros países como en el sur de Francia, Sicilia, Suiza, URSS, China, India, Canadá, Nueva Zelanda, Japón, Inglaterra, Este de Europa, Italia y México (Rodríguez y Cepeda, 1993).

## **MEDIDAS DE CONTROL**

a) Control Cultural.- Durante el invierno, todas las ramitas atizonadas, ramas, cánceres e incluso árboles completos (si es necesario), deben cortarse aproximadamente a 10 cm por debajo del último punto de infección visible y quemarse posteriormente. La poda de las ramitas atizonadas y chupones disminuye la cantidad de inóculo y previene la formación de grandes cánceres sobre las ramas. La poda debe hacerse aproximadamente a 30 cm por debajo del punto de infección visible (Agrios, 1986).

Cultural.- Raspar las lesiones de ramas y troncos con un cepillo de alambre acerado, excediéndose no menos de tres centímetros y profundizando hasta la madera de los troncos. Todos los desechos, junto con las hojas, ramas y frutos caídos deben quemarse inmediatamente. Todas las lesiones deberán desinfectarse con pasta bordelesa, alquitrán fenicado o pintura vinílica. Los instrumentos de labranza deben desinfectarse con bicloruro de mercurio al uno por ciento, alcohol o hipoclorito de sodio al 10%. Debe evitarse el uso excesivo de abonos nitrogenados (urea), procurando un buen drenaje del suelo, combate de insectos y eliminación de plantas secundarias susceptibles (Rodríguez y Cepeda, 1993).

Considerando que el desarrollo del tizón de fuego se ve favorecido por la presencia de tejos suculentos y tiernos, se recomiendan ciertas prácticas de cultivo que favorecen el crecimiento moderado de los árboles. Dichas prácticas incluyen el crecimiento de los árboles en tierras enhierbadas, una fertilización balanceada, especialmente evitando la estimulación excesiva del crecimiento debido a las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y la poda limitada del frutal. Así mismo, se debe implementar un buen programa de control de insectos durante la temporada de postfloración de los árboles a fin de disminuir o eliminar la diseminación de las bacterias, por medio de aquellos, hacia las ramitas tiernas (Agrios, 1986).

b) Control Químico.- Asperjar cobre tribásico durante toda la primavera hasta antes de la floración, aplicar Captán 50 PH. durante todo el resto del ciclo de producción, de esta manera se reduce la cantidad de inóculo primario desarrollado en primavera y además se protegen las heridas provocadas en la cosecha y la zona de abscisión.

El control satisfactorio del tizón del fuego con compuestos químicos se logra sólo cuando se efectúa una combinación de las medidas mencionadas. Las aspersiones con sulfato de cobre (480 en 100 litros de agua) antes de que broten las yemas, o con la mezcla bordelesa (1.5:1.5:100) que contenga un 2% de aceite misible durante el período de latencia retardada, le proporcionan cierta protección (aunque no importante), a los manzanos ante el ataque del tizón de fuego. La mezcla bordelesa (en la proporción de 0.25:0.75:100) o la estreptomina a una concentración de 100 ppm, (60 gr. en 100 litros de agua) son los únicos compuestos eficaces aplicados en forma de aspersión sobre las inflorescencias. La mezcla bordelesa debe aplicarse durante los períodos de rápida sequía a fin de evitar en la medida de lo posible el arrosamiento de los frutos. La estreptomina

actúa sistémicamente hasta cierto grado y debe aplicarse cuando las temperaturas máximas sean mayores de 18° C durante la noche, ya que ambas condiciones permiten que los tejidos del hospedero absorban el antibiótico. Pueden ser necesarias de una a cuatro aplicaciones de estreptomycin para lograr el control satisfactorio del tizón en las inflorescencias; en ocasiones se utiliza la mezcla bordelesa o la estreptomycin para controlar el tizón en las inflorescencias en árboles portadores y no portadores, pero ninguna de ellas han dado un control definitivo de esta fase de la enfermedad. Sin embargo, en muchas áreas se encuentran cepas de la bacteria resistentes a la estreptomycin, de ahí que este antibiótico no tenga la efectividad en alto porcentaje en el control de la enfermedad en esas áreas (Agrios, 1986).

Cepeda y Hernández (1983) mencionan que el producto agrimycin 100 es en la actualidad el mejor para controlar al tizón de fuego a dosis de 60 gramos en 100 litros de agua, aplicado cuando se presente en el 10% de la floración y continuar las aspersiones cada 5 días durante la floración. Además mencionan que las aplicaciones con productos fungicidas tales como Cuproside, Gycop, y Trixil a la dosis de 300 g por cada 100 l de agua, aplicados durante la floración podrían dar protección.

## **ENFERMEDADES OCASIONADAS POR NEMATODOS**

***Globodera rostochiensis* (El Nematodo dorado de la papa).**

### **INTRODUCCIÓN**

Los antecedentes históricos del género están muy relacionados con el nematodo dorado de la papa *Globodera rostochiensis*, ya que su estudio dio como resultado elevar al subgénero *Globodera* a la categoría de género.

En 1881, en Alemania, durante la campaña contra *Heterodera schachtii* (nematodo de la remolacha), Kuhn observó quistes en las raíces de la papa y consideró que se trataba de una subraza de la misma especie. En 1914, en Alemania, Zimmerman lo catalogó como un nematodo peligroso para dicho cultivo, nombrándolo, en 1927, *Heterodera schachtii solani*. Wollenweber, en 1923, comparó quistes de este organismo con los encontrados en la remolacha, y observó diferencias, por lo que concluyó que se trataba de una especie diferente, a la que llamó *Heterodera schachtii rostochiensis*.

Posteriormente, en 1940, Franklin realizó un minucioso trabajo en el que reconoce a *Heterodera rostochiensis* como una nueva especie. Para 1959, Skarbilovich ubicaba a los nematodos de quistes esféricos y piriformes como especies del género *Heterodera*, subgénero *Globodera*, y a los quistes con cono vulvar (citriformes) dentro del género *Heterodera*, subgénero *Heterodera*. En 1976, Mulvey y Stone, con base en consideraciones detalladas de nematodos enquistados y diferencias morfológicas y biológicas de hembras maduras, quistes y machos, propusieron que el subgénero *Globodera* se elevara a la categoría de

género, debido a la forma esférica peculiar y ausencia de cono vulvar de sus hembras enquistadas. Por otra parte, aquellos nematodos piriformes enquistados, que anteriormente se incluían en el género *Heterodera*, se agruparon dentro del género *Punctodera*, en tanto que los quistes citriformes mantuvieron el nombre de *Heterodera* (Cepeda, 1996).

## TAXONOMIA

Según Cepeda (1996), la posición del género *Globodera* es la siguiente.

Phylum	Nematoda.
Clase	Secernentea.
Orden	Tylenchida.
Suborden	Tylenchina.
Superfamilia	Tylenchoidea.
Familia	Heteroderidae.
Subfamilia	Heteroderinae.
Género	<i>Globodera</i>
Especie	<i>rostochiensis</i>

## MORFOLOGIA

El huevo se localiza en el interior del quiste formado por la hembra, la cobertura del huevecillo es hialina y sin marcas visibles, llega a tener una longitud de 42 a 48 micras y una anchura de 9.5 a 11 micras.

El primer estadio larvario tiene poca semejanza con los subsiguientes. La región cefálica no está diferenciada, el estilete no está presente, el esófago empieza a tomar forma; al madurar la larva, va desarrollando el estilete y las anulaciones de la cabeza van apareciendo conforme avanza el ciclo, siendo entonces cuando termina de formarse el estilete, aparecen las ornamentaciones de la cabeza y la diferenciación del esófago, al completar el primer estadio, muda para pasar al segundo, siendo ésta la fase en que emerge del huevo (Cepeda, 1996).

En la segunda fase larvaria J-2 el cuerpo del nematodo es estrecho en sus extremos, pero más en la parte posterior o terminal el cual se observa hialino, con una longitud que varía de 3.7 a 4.7 micras. El diámetro del cuerpo en la parte media varía de 19 a 26 micras. La cabeza está ligeramente separada, con cinco anulaciones; a su vez la región cefálica está fuertemente esclerotizada; el estilete que llega a medir de 21 a 23 micras está bien desarrollado presentando unos nódulos prominentes; y un bulbo medio bien diferenciado. La cola es pequeña con una longitud de 44 a 55 micras, con la parte terminal hialina de 18 a 30 micras y se inicia apenas la formación de fasmidias cerca de la mitad de la cola (Jatala, 1986).

Los machos son cilíndricos, vermiformes, sin variar morfológicamente durante su ciclo como sucede en las hembras. Tienen una longitud de 0.89 a 1.27

mm, con anulaciones prominentes en la cutícula. La cabeza esta ligeramente separada, con seis anulaciones, la región cefálica esclerotizada, con el estilete muy fuerte, de 25 a 27 micras y unos nódulos basales prominentes y laterales. En la base del estilete hay un anillo que lo circunda, envuelto a la vez éste por otros anillos. El bulbo medio es elipsoidal; posteriormente en la parte media del cuerpo hay un ensanchamiento que mide entre 31 y 46 micras. Los machos principalmente se distinguen de los otros estados inmaduros por el desarrollo y maduración de los órganos sexuales, presentando un solo testículo; la cola es corta y variable en su longitud y forma, desde 1.7 a 6.87 micras, cuyas puntas son redondas pero no bifurcadas.

La hembra inmadura presenta su cuerpo aperlado y blancuzco, de forma esférica, con un cuello protuberante, redondeado en la punta que sobresale. Tiene una longitud de la cola a la cabeza de 0.4 a 0.64 mm y una anchura de 0.27 a 0.43 mm (Cepeda, 1996).

Las hembras van adquiriendo cambios en su coloración conforme madura, desde amarillo hasta un dorado claro; la cutícula es rugosa con puntuaciones en la superficie; la cabeza está ligeramente separada. El estilete es mas o menos fuerte, midiendo alrededor de 22 a 24 micras, con nódulos basales bien desarrollados, dirigidos hacia atrás. El bulbo medio grande, casi esférico con una válvula bien desarrollada; sus glándulas esofágicas casi oscuras (Montes, 1988).

### **CICLO BIOLÓGICO**

El ciclo de vida empieza con el segundo estadio larvario recién emergido del huevecillo dentro del quiste; algunos atribuyen dicho fenómeno de eclosión a la presencia de exudados radicales. Las larvas recién emergidas son atraídas por la rizósfera de la planta y penetran por las raíces cerca de la punta o en algunos sitios de nuevas raíces laterales.

El sexo de los adultos es determinado ambientalmente por la cantidad de alimento disponible; si hay pocos nematodos y la comida es abundante, la población será predominantemente de hembras; por el contrario, si hay una fuerte infestación de nematodos y la disponibilidad de comida es limitada, prevalecerá una población de machos (Montes, 1988).

Conforme el nematodo madura, el cuerpo de la hembra se hincha, rompe las células radicales y sale de la raíz, a excepción de la cabeza y el cuello, que quedan inmersos en el tejido radical. Los machos maduros dejan la raíz y fertilizan a las hembras sedentarias. Los machos tienen 10 días de vida y no se alimentan durante ese tiempo.

Después de que la hembra muere, la cutícula del cuerpo esférico se somete a un proceso de cambios químicos llamado curtimiento, que la convierte en dura y tenaz. Este es el quiste, dentro del que puede haber cerca de 50 a 600 huevecillos embrionados viables, de ahí quedan protegidos de la desecación y de los

agroquímicos, hibernan y pueden permanecer viables normales durante siete a diez años, aunque se sabe de casos de sobrevivientes de 20 a 30 años (Aguilar, 1997).

Se ha observado que no todos los huevecillos eclosionan en una temporada, algunos por razones que se desconocen, permanecen en reposo y no eclosionan en varias temporadas. De 60 a 80% de huevecillos de un quiste eclosionan el primer año, y el mismo porcentaje de huevecillos remanentes eclosionarán cada año después; algunos lo harán sin la presencia de un hospedero. En climas templados se ha observado que las poblaciones declinan en 30% por año cuando no hay hospedantes presentes (Montes, 1988).

## **PARASITISMO**

Cuando se siembra papa en un campo que ya ha sido infestado por *Globodera rostochiensis*, las raíces son invadidas antes que emerjan. Los brotes de larvas de segundo estadio cortan las paredes celulares y penetran la raíz, dejando un rastro de células rotas; las áreas de la raíz más atractivas para las larvas son la cofia, la zona de elongación y el área pilosa. Las larvas se empiezan a mover desde la punta de la raíz y a través de ésta, depositándose en un lugar donde se alimentarán de células del periciclo, cortex o endodermis. La saliva producida por la glándula esofágica se inyecta a las células de la raíz donde la cabeza del nematodo está embebida. Estas células agrandadas se convierten en reservorios permanentes de alimento y son necesarias para continuar el desarrollo del nematodo. Esta actividad dentro de las raíces del hospedero da como resultado disturbios en el transporte de agua y nutrientes para el desarrollo de la planta (Aguilar, 1997).

## **SINTOMATOLOGIA**

El interés que ha despertado en el hombre la existencia en el suelo del nematodo dorado, nació a raíz del daño que causa al cultivo de la papa, ya que las plantas afectadas presentan en el campo un aspecto variable y confuso para el diagnóstico a simple vista; puede presentarse como un síntoma de deficiencia de elementos mayores y menores; clorosis y raquitismo, con la tuberización deficiente; a la vez con una marchitez total o parcial; en la parte radicular, pueden presentarse escasos o múltiples nódulos; en cambio se dice que los daños se reconocen por la presencia de hembras pequeñas, que miden menos de 1 mm de diámetro, redondas, blancas, amarillas, o por quistes de color marrón que representan la presencia de hembras maduras; esto repercute en que las plantas afectadas parecieran decoloradas, marchitándose durante los períodos calientes y secos del día; y que los tubérculos se desarrollen más pequeños; se tiene un desarrollo radical pobre, también se observa que las raíces laterales no se desarrollan tanto como las principales y la cosecha es reducida por la senescencia temprana de las plantas (Aguilar, 1997).

## **HOSPEDEROS**

En la actualidad se conoce que el nematodo dorado únicamente ataca solanáceas, encontrándose entre ellas cultivos de gran importancia agrícola como son: papa (*Solanum tuberosum* L.); tomate (*Lycopersicon esculentum*); berenjena (*Solanum melongena*). En México las especies de solanáceas que pudieran ser fuentes de reproducción del nematodo y que se encuentran en forma silvestre en grandes áreas son las pertenecientes a los géneros *Solanum*, *Lycopersicon*, y *Physalis*; y una especie de gran importancia en el país es *Datura stramonium* L. conocida comunmente como “toloache” (Aguilar, 1997).

## EL CULTIVO DE LA PAPA

### Importancia

La papa tiene mayor valor nutricional por unidad de superficie cosechada, que muchos otros cultivos, además posee proteína balanceada de alta calidad con un alto contenido de lisina (aminoácido básico), contiene también cantidades substanciales de vitamina C y tres vitaminas del complejo B, niacina, tiamina y riboflavina. La papa es de fácil digestibilidad, y es un potencial productivo lejos de agotarse.

La papa es uno de los cuatro productos alimenticios más importantes en el mundo, por su gran consumo, superado únicamente por los cereales: trigo, arroz y maíz. Entre los países que utilizan la papa como alimento básico, que están más desarrollados y que no tienen problemas nutricionales figuran: Inglaterra, Holanda, Alemania y Suecia (CIP, 1988).

### Distribución

La papa se halla extendida por todo el mundo, con excepción de los países tropicales. Se puede encontrar en las Islas Británicas, Alemania, Holanda, Francia, Rusia, Argelia, Estados Unidos de América, Canadá, Perú, Bolivia, Ecuador y México (CIP, 1988).

### Importancia mundial del cultivo

Los principales países productores son: Polonia con 2,336,000 ha con una producción 26,400,000 ton lo que equivale al 11.70% de la producción mundial; Estados Unidos con 468,000 ha, con una producción de 13,653,000 ton, lo que equivale al 6.05% de la producción mundial; China con 1,464,000 ha y una producción de 12,537,000 ton, lo que equivale al 5.55% de la producción mundial. El área que se cultiva papa en el mundo, es de alrededor de 22 millones de hectáreas con una producción promedio de 13.3 ton/ha sembrándose la mayor parte bajo temporal (Aguilar, 1997).

### Importancia nacional del cultivo

En la República Mexicana la papa se cultiva en los estados de Puebla, Sinaloa, Veracruz, México, Chihuahua, Guanajuato, Sonora, Coahuila y Nuevo León, habiéndose reportado en 1989 una producción nacional de 1,698,951 toneladas. En este último estado la papa se cultiva solo en la región de Navidad municipio de Galeana, que posee las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del cultivo; en esta región se sembraron 2,083 ha durante el ciclo primavera-verano de 1991, superficie que rindió un promedio de 30 ton/ha (Aguilar, 1997).

Daño en el cultivo por nematodo dorado de la papa

Los nematodos en el cultivo de la papa causan pérdidas considerables, pero muchos de los daños que ocasionan no son reconocidos por el hecho de que atacan raíces y tubérculos y a menudo son adjudicados a otras causas (CIP, 1988).

### **MANEJO DEL NEMATODO DORADO DE LA PAPA**

En los países donde se encuentra presente el nematodo dorado, las medidas cuarentenarias son una de las primeras medidas de control que se practican. Este control legal evita medidas o retarda el establecimiento del nematodo dentro de las zonas libres. La desventaja de este método radica en que las medidas cuarentenarias de los países infestados varían inversamente proporcional con el grado de infestación (Aguilar, 1997).

Manejo integrado

El control del nematodo dorado se ha llevado a la práctica empleando los diferentes métodos de combate (legal, cultural, genético y químico), teniendo resultados positivos con alguno de ellos, pero sobre todo cuando se combinan y se ponen en la práctica en forma integrada. Un manejo integrado recomendado es el siguiente: cultivo no hospedante, variedades resistentes y nematicidas. Otra forma de manejo integrado es, la combinación de certificación de semillas y la rotación de cultivos. Una última recomendación de manejo integrado es la siguiente: Tratar el suelo con nematicidas, el segundo y tercer año cultivar legumbres no hospedantes y el cuarto año otro cultivo (CIP, 1988).

***Meloidogyne* spp. (El Nematodo Agallador).**

### **INTRODUCCION**

El estudio sistemático y taxonómico de los nematodos reviste gran importancia, ya que se tienen evidencias de que son altamente dañinos a los cultivos, donde ocasionan graves pérdidas económicas no solamente en México, sino en todo el mundo.

Dentro de algunos géneros de nematodos, que son de gran importancia parasítica en la mayoría de las plantas cultivadas, están los nemátodos

agalladores *Meloidogyne*, los cuales reducen el rendimiento y el valor comercial del producto por el aspecto verrugoso del tubérculo (Jatala, 1986).

Los nematodos agalladores de raíces atacan a más de 2000 especies de plantas, incluyendo a la mayoría de las plantas cultivadas (Agrios, 1986).

El cultivo de la papa *Solanum tuberosum* ha sido durante años atacado por nematodos agalladores debido al monocultivo que practican los campesinos productores de tal cultivo, esto trae como consecuencia, que el nematodo encuentre las condiciones ambientales adecuadas para su crecimiento, desarrollo y reproducción.

Esto ha obligado a los agricultores a desarrollar métodos adecuados y eficientes para el manejo del nematodo agallador en terrenos donde se cultiva papa; sin embargo, hoy en día no existe un método que controle completamente a dicho nematodo, por lo que es necesario echar mano del control legal, mediante el establecimiento e implementación de cuarentenas, en zonas afectadas (Jatala, 1986).

## ANTECEDENTES

El primer reporte sobre nematodos formadores de agallas en las raíces es el de Berkeley quien los descubrió en un invernadero de Inglaterra, en 1855, al estudiar las vesículas de las raíces de plantas de pepino. Según Taylor y Sasser, en la provincia de Río de Janeiro, Brasil, fue Jobert en 1878 quien al analizar árboles de café enfermos encontró raíces con numerosas agallas, algunas de ellas terminales, otras a lo largo de la raíz, otras más escasas, en las raíces laterales (Calderoni, 1978).

## DISTRIBUCION

Sasser (1977) menciona que los nematodos del género *Meloidogyne*, están distribuidos ampliamente en todo el mundo y son considerados como uno de los fitoparásitos, que afectan económicamente la producción de los cultivos.

La amplia distribución de estos patógenos puede atribuirse a varios factores; por una parte la característica del organismo de soportar condiciones adversas, y, por otra, las condiciones ambientales favorables para que se incrementen rápidamente las poblaciones; a esto debe agregarse el efecto de transportar material vegetal o implementos y maquinaria agrícola infestados (Hernández, 1987).

Sasser (1977), indica que se puede hacer dos grupos de especies; uno que incluye las más comunes y más ampliamente distribuidas como: *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla*, que son las que causan el 90% o más del daño y el otro, comprenderá el resto de las especies de menor distribución. Además indica que el origen de la mayoría de las especies de *Meloidogyne* es

desconocido, ya que la amplia distribución de material vegetativo infectado con estos nematodos hace difícil distinguir las especies originarias de una región de las diseminadas o introducidas en el lugar, los autores señalan que *M. hapla* es característica de zonas frías, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* de zonas tropicales, subtropicales o templadas.

## ANATOMIA Y MORFOLOGIA

Los nematodos del género *Meloidogyne* presentan dimorfismo sexual, el macho es filiforme y la hembra globosa sin llegar a formar quistes. La larva o juvenil de segundo estadio es vermiforme, con longitud aproximada de 0.280 a 0.0.500 mm, la cutícula es anillada; es migratoria y se le define "estado infectivo". La longitud del estilete varía de 10 a 20 micras, es delgado y con nódulos basales definidos, el esófago es típicamente tilencoide y la cola conoide (Calderoni, 1978).

La hembra de tercer estadio se caracteriza por la ausencia casi total del estilete y al avanzar en su desarrollo aumenta de tamaño, adquiriendo la forma de pera o subesférica, excepto por una elongación en la parte anterior que se denomina cuello. La cutícula del cuerpo de la hembra esférica es blanca y de textura suave, cola ausente, el estilete de la hembra es punzante y pequeño, nódulos basales desarrollados, el poro excretor se encuentra a nivel, o un poco anterior al bulbo medio. Esófago desarrollado con bulbo medio grande con vulva, istmo corto y grueso y una glándula que se sobrepone ventralmente al intestino; la longitud de las hembras varía de 0.4 a 1.3 mm, son didélficas, con ovarios grandes y reflejados, varias veces; en la región perineal la cutícula presenta estrías ligeras, las cuales, en conjunto con vulva, ano y fasmidias, dan lugar a patrones o modelos característicos que permiten diferenciar a las especies (Cepeda, 1996).

Los machos, a diferencia de las hembras no son esféricos, son vermiformes, una vez que alcanzan el estado adulto presentan longitud de 1,000 a 1,500 micras, no obstante, en las primeras fases de su desarrollo larvario, su cuerpo es ligeramente engrosado. La longitud labial de los machos es alargada, presentando labios laterales; el estilete presenta nódulos basales prominentes y el poro excretor está localizado a nivel del anillo nervioso; el esófago presenta desarrollo normal del procorpus y del bulbo medio valvulado, teniendo istmo estrecho y región glandular sobrepuesta ventralmente al intestino, pero no tan fuertemente desarrollada como las hembras. Actualmente las características morfológicas de la cabeza de los machos son usadas para identificar con precisión, las especies más comunes de este género (Jatala, 1986).

Las espículas y el gubernáculo están localizados cerca de la parte final del cuerpo por lo que prácticamente no existe cola, con bursa ausente. Dependiendo de la nutrición, durante el desarrollo del macho se pueden formar uno o dos testículos, pero los individuos diórquicos son infértiles; aunque la mayoría de las especies de *Meloidogyne* son partenogenéticas, se supone que después de llevar a cabo la función de copular, el macho muere (Brodie, 1984).

## POSICION TAXONOMICA

La caracterización en cuanto a morfología no ha producido una definición objetiva de lo que constituye una especie de *Meloidogyne*. Se reproduce por partenogénesis; esto significa que el concepto de especie biológica no puede ser aplicado a *Meloidogyne*, o al menos debería de hacerse con algunas aclaraciones (Sasser, 1977).

Según Cepeda (1996), la posición del género *Meloidogyne* es la siguiente:

- Clase Secernentea, Von Linstow 1905, Dougherty 1958.
- Subclase Diplogasteria, Chitwood y Chitwood 1937.
- Orden Tylenchida Thorne 1949.
- Suborden Tylenchina, Chitwood 1950.
- Superfamilia Tylenchoidea, Orley 1880.
- Familia Heteroderidae Filipjev, Schuurmans Stekhoven 1941.
- Subfamilia Meloidogynae Skarbilovich, 1959.
- Género *Meloidogyne*, Goeldi, 1892.

## CICLO BIOLÓGICO

Las diferentes especies del género *Meloidogyne*, presentan un desarrollo biológico aparentemente similar. Sin embargo, los estudios realizados por El CIP (1988), indican que el tipo de hospedero y condiciones ambientales como luminosidad, temperatura, altitud, pH, textura del suelo, etc. hacen que varíe el ciclo de vida de estos nematodos.

El ciclo se inicia con el huevecillo en el cual tiene lugar el desarrollo embrionario, éste es ovalado alargado. En la primera etapa de desarrollo se divide en dos células, conteniendo cada una un núcleo; cada una de estas células se dividen para dar lugar a 4 metámeros, aunque ocasionalmente podemos ver tres en vez de cuatro, debido a que la división de las dos primeras células no ha sido simultánea; luego se observan 8, 16, 32, etc., posteriormente pasan por las fases de mórula, blástula y gástrula, y finalmente viene la formación de la larva para la cual aún no se sabe el número de células necesarias para su formación, al terminar el desarrollo embrionario, la larva sufre la primera muda, quedando doblada varias veces dentro del corion; a esta etapa de desarrollo se le llama "huevecillo-larva" (Cepeda, 1996).

Si las condiciones ambientales son favorables, las larvas emergen dando lugar al segundo estadio juvenil o "estado infectivo" que queda libre en el suelo, este estadio es el que penetra las raíces y fue descrito por Linford en 1939.

Montes (1988), afirma que en este estadio las larvas no están diferenciadas sexualmente y una vez dentro de los tejidos, se establecen cerca del parénquima vascular; en el momento de la penetración, la larva se mueve dentro de los espacios intercelulares del tejido de la planta hospedante, hasta llegar al sitio

donde se fija y se hace sedentaria, iniciando su alimentación sobre las células cercanas a su cabeza, estas células se deforman y coalescen varias de ellas, para dar origen a un sincicio al cual se le llama célula gigante.

La formación del sincicio es inducida por sustancias de tipo enzimático que salen por el estilete del nematodo y son inyectadas a las células, éstas enzimas provienen de la glándula esofágica dorsal. Una vez establecida la larva, se engruesa y después muda para dar origen al juvenil del tercer estadio; en éste, el sexo se define y se inicia también el desarrollo de las gónadas; al finalizar el tercer estadio, los órganos reproductores se desarrollan ya que están perfectamente diferenciados, por lo que se puede distinguir fácilmente a las hembras de los machos. Llegado el momento, se efectúa la tercera y finalmente la cuarta muda, durante esta etapa las hembras sufren un engrosamiento mayor del cuerpo, adquiriendo la forma piriforme o casi esférica, pero conservando el cuello. (Calderoni, 1978).

Si el vegetal es un hospedante favorable, las hembras comienzan a depositar huevecillos después de 20 a 30 días de haber penetrado la raíz, secretando con anterioridad la "matrix" gelatinosa que sirve como barrera protectora y mantiene a los huevecillos aglomerados; al final del desarrollo, el extremo posterior de la hembra puede sobresalir de la raíz, pero si esto no sucede, se localiza cerca de la superficie para que los huevecillos salgan fácilmente al exterior, en donde se observan en forma de masas compactas, estas masas de huevecillos presentan un color amarillo claro o marrón (Brodie, 1984).

Si el cuerpo de la hembra se encuentra profundamente introducido en el tejido del hospedante, como sucede en los tubérculos o raíces suculentas, las masas de los huevecillos se acumulan dentro de los tejidos de la planta. Existen casos como el tubérculo de la papa, en que las masas pueden encontrarse encerradas en una especie de membrana en forma de saco, que se forma como reacción del vegetal.

Después de llevarse a cabo la incubación, la larva puede emerger y quedar libre en el suelo, para buscar nuevas raíces e iniciar su ciclo o permanecer y desarrollarse en la misma raíz, reinfectando el mismo tejido en que se originó; esto es menos frecuente ya que los tejidos del vegetal están diferenciados y maduros, siendo más difícil la penetración de ellos (Jatala, 1986).

En el caso de los machos, al llegar al cuarto estadio larvario, recuperan el aspecto filiforme y la movilidad, aunque permanecen dentro de la exuvia del tercer estadio juvenil; al mudar por última vez, quedan libres en el suelo. En ocasiones se han encontrado poblaciones altas de machos, lo que se atribuye a condiciones ambientales desfavorables, tales como la falta de alimento.

Las hembras empiezan a depositar sus huevecillos a los 19 días después de haber penetrado a la raíz, la oviposición termina a los 35 días. El promedio de huevecillos por hembra, es de 23 a 30 diarios (Calderoni, 1978).

Montes (1988), menciona que un número de 2,882 huevecillos produce una hembra de 9 semanas, después de la penetración en chícharo canadiense silvestre. El mismo concluye que en condiciones óptimas, el número de huevecillos depositados diariamente por cada hembra varía de 27 a 120. La salida de las larvas de los huevecillos, sucede de inmediato, en comparación con las especies formadoras de quistes; tampoco requieren de los efectos estimulantes de las secreciones radicales. Bajo condiciones de sequía y de temperaturas bajas, la eclosión de huevecillos se detiene por periodos limitados; así se ha visto que después de una sequía prolongada, las lluvias pueden ocasionar que un elevado número de larvas de segundo estadio queden libres en el suelo.

## **SINTOMATOLOGIA**

Los síntomas del ataque de nematodos fitoparásitos en la parte aérea de los vegetales pueden confundirse con los provocados por el ataque de otros organismos, tales como insectos, hongos, bacterias, virus, y aún por deficiencias nutricionales. Afortunadamente para el caso de los nematodos agalladores de raíces, el problema se facilita porque la mayoría de los hospederos forman agallas que le dan un aspecto muy característico al sistema radical.

Plantas atacadas por *Meloidogyne* spp., presentan marchitez en días cálidos y cuando las poblaciones de nematodos son altas, las plántulas pueden morir sin presentar huellas de formación de agallas, lo que se ha comprobado con un examen al microscopio al observar docenas de hembras fijadas a la raíz por la cabeza y con sus masas de huevecillos cubiertas por partículas de suelo (Calderoni, 1978).

Se ha encontrado que *Meloidogyne incognita* forma agallas en las hojas de *Sideris fuscata* H. E. Moore y dichas agallas generalmente se forman a lo largo de las venas de las hojas o en la vena central, allí se encuentra a las hembras adultas, huevecillos viables y larvas. Se presentan también células gigantes que se forman por fusión de células en el tejido vegetal de la agalla (Brodie, 1984).

## **HOSPEDEROS**

Los nematodos del género *Meloidogyne* se alimentan de una gran diversidad de plantas, a tal grado que se consideran que casi todos los vegetales cultivados son susceptibles a este patógeno, algunos son poco susceptibles y no son dañados seriamente pero otros, por el contrario, son muy susceptibles a una o más especies (Agrios, 1996).

También se tiene información de la antigua Unión Soviética, en la que se señalan pérdidas totales en cultivos de zanahorias atacadas por *Meloidogyne*.

## **CONTROL**

Existen muchos trabajos sobre los diferentes métodos de manejo de las poblaciones de nematodos fitoparásitos, sean estos físicos, biológicos, culturales y químicos. La selección de ellos dependerá del problema particular que se trate y por su puesto de la rentabilidad del tipo de trabajo. Hacer mención a ejemplos de trabajos experimentales donde se haya logrado éxito en el manejo de un problema particular mediante algún método de control, servirá de poco o nada señalarlo, dado que cada situación es un problema diferente (Calderoni, 1978).

#### Control Físico

En cuanto a los métodos físicos de control puede considerarse: el calor seco o húmedo, agua caliente, vapor, baja temperatura, electricidad, irradiación o una combinación de ellos, etc.

#### Control Biológico

Existe literatura sobre el control de nematodos por métodos biológicos; se señalan como enemigos naturales a los virus, rikettsias, bacterias, hongos y nematodos depredadores.

#### Control Cultural

En lo que respecta a medidas culturales puede utilizarse el barbecho, inundación, cultivos de cobertura, rotación de cultivos, fechas de siembra, abonos orgánicos, eliminación o destrucción de plantas infectadas, cultivos trampa y antagonicos, solarización, saneamiento, cuarentenas, etc.

#### Control Genético

La producción de variedades resistentes es limitada y solo se dispone de algunas en determinados cultivos (CIP, 1988).

#### Control Químico

El control mediante productos químicos es el más utilizado por los agricultores debido a los resultados inmediatos que se obtienen; actualmente se dispone de nematicidas fumigantes que se difunden en forma de gas en el suelo y actúan mas bien como biocidas, para todo tipo de microorganismos y hasta semillas de malas hierbas; por otra parte se tienen los no fumigantes que vienen formulados a concentraciones más bajas y por lo tanto presentan menor riesgo de intoxicación para las personas, requieren de menor gasto de aplicación y son más selectivos. Al aplicar productos nematicidas deben tomarse en cuenta varios factores que están involucrados en el buen éxito del control; por mencionar alguno de ellos, está el tipo de suelo y sus condiciones, humedad y temperatura, profundidad de aplicación, cantidad y método de aplicación (Agrios, 1996).

### **ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS**

## **El Virus de Tristeza de los Cítricos.**

### **INTRODUCCION**

La producción mundial de los cítricos es de 60 millones de toneladas anuales; de esta cifra el 29.1% la aportan los países sudamericanos; el 23.3% es aportado por Asia; 23% por Norte y Centro América; 11% por Europa; 8% por Africa y el restante 5.6% por Oceanía y por la ex-Unión Soviética. Del total de la producción, el porcentaje que corresponde por cítrico es de 66.2% para naranjas, 15.6% mandarinas, 8.8% toronjas, 8.5% limones y el restante 0.9% con otras especies.

Los principales países productores de cítricos son: Brasil (23.7%), Estados Unidos (15.2%), España (7.5%), China (6.45%), Italia (5.3) y México que ocupa el sexto lugar con un 4.9%; en total estos países aportan más del 60% de la producción mundial (Becerra, 1993).

### **SITUACION NACIONAL DE LOS CITRICOS**

México tiene un total de 313,000 ha con una producción de 2,118,000 ton, siendo el principal productor de limón mexicano a nivel mundial y sexto en producción de naranja. Con lo anterior se benefician 38,500 productores mexicanos (Becerra, 1993).

A nivel nacional la superficie destinada a cítricos ocupa el 23% del total destinado a frutales, dicha superficie se distribuye en los Estados de Veracruz, Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas, que aportan el 75% de la producción nacional, constituida por naranja, mandarina y toronja; los estados limoneros (Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca) aportan el 14.9%; Yucatán, Sonora, Sinaloa y Tabasco el 9.5% y otros estados aportan el 0.6% restante (Becerra, 1994).

### **ANTECEDENTES DEL VIRUS DE LA TRITEZA DE LOS CITRICOS (VTC)**

La enfermedad de VTC se considera el principal problema de los cítricos a nivel mundial, ya que puede disminuir gradualmente la calidad y rendimiento de los frutos o matar los árboles en un corto período.

En Venezuela, Argentina, Brasil y Estados Unidos han sido afectados millones de árboles injertados sobre el patrón de naranjo agrio; otros países donde la enfermedad aún no se presenta, son amenazados por este virus que presenta gran variación de razas, las cuales provocan diversos síntomas al interaccionar con las condiciones climáticas, portainjertos utilizados, especies empleadas para la producción y edad del árbol (Bar-Joseph and Lee 1990).

El VTC afecta a la mayoría de las especies, cultivares e híbridos intergenéricos de cítricos y algunos otros géneros de la familia Rutaceae. En

general, las mandarinas son especialmente tolerantes a la infección; naranja dulce, naranjo agrio, limón rugoso y lima Rangpur son usualmente asintomáticos, pero pueden reaccionar hacia algunas razas severas (Becerra, 1993).

Los síntomas más comunes provocados por esta enfermedad son:

1. Amarillamiento de plantas o SY (seedling yellows). Se presenta sobre limón, naranjo agrio y toronja causando severo enanismo, clorosis o amarillamiento.
2. Picado del tallo de toronja. Los árboles afectados de toronja o pomelo manifiestan enanismo, fruto pequeño y deforme, siendo la producción considerablemente reducida, la madera del tronco y ramas gruesas presentan picaduras con depresiones longitudinales, las ramas principales son tableadas, torcidas y distorsionadas.
3. Picado del tallo del naranjo dulce. Las razas severas del VTC provocan hundimiento del tejido del tallo y decaimiento del vigor en ciertas variedades de naranja dulce, a pesar de la combinación del patrón, también puede presentarse a menudo clorosis, las ramitas son quebradizas, los hundimientos evidentes en el tallo cuando la corteza se remueve de la madera del tallo.
4. Muerte descendente del limón. Mancha las venas en las hojas jóvenes, pica severamente la madera de ramitas y ramas, causa enanismo de árboles con secamiento y eventual muerte del mismo.
5. Declinación del naranjo agrio o QD (quick decline). Causa enanismo a menudo clorosis del follaje y decaimiento del vigor; la enfermedad comienza con el amarillamiento, marchitamiento y caída de las hojas del árbol, sólo permanecen los frutos pegados al árbol muerto.
6. Síntomas ligeros o benignos. Algunas razas no manifiestan efectos sobre variedades comunes y comerciales de cítricos, pueden causar solamente ligero hundimiento del tallo, poco o no visible aclaramiento o manchado de las venas sobre limón mexicano (Monteverde et al. 1981).

A nivel nacional se utiliza casi en un 100% el patrón naranjo agrio con una gran cantidad de variedades injertadas sobre él. La combinación de naranjo agrio o cucho (*Citrus aurantium* L.) con naranjo Valencia como la combinación más susceptible al VTC.

En tal situación, se corre el riesgo de que desaparezcan 160,202 hectáreas plantadas con cítricos en Veracruz y otras más en diversos estados del país.

Por otro lado, es urgente que se establezcan estrategias integrales de manejo y control de la enfermedad, considerando los antecedentes de la movilización del vector más eficiente (*Toxoptera citricidus*), proveniente de Sudamérica, y actualmente presente en Nicaragua y Cuba (Becerra, 1993).

Formas de diseminación

El virus de la tristeza de los cítricos se transmite de dos formas: a través de yemas infectadas y por vectores (Becerra, 1993).

### Especies de Vectores

Existen varias especies de áfidos que hospedan los cítricos, como se dijo, pero el vector más eficiente es *Toxoptera citricidus*, también llamado áfido oriental de los cítricos o áfido café de los cítricos. Este áfido al presentarse en altas poblaciones, puede afectar considerablemente a los renuevos o brotes tiernos de los árboles. Aunque en México todavía no está reportada la presencia del mencionado áfido, se enlistan otros vectores de menor eficiencia que están reportados en este país.

- *Aphis gossypii*, insecto responsable de la diseminación en campos afectados de California (E.U.A); sin embargo, requiere de poblaciones altas para infectar a los árboles, pero generalmente no es muy abundante en los cítricos.
- *Aphis citricola*, vector menos eficiente, pero más frecuente y abundante sobre cítricos y puede ser más importante en la diseminación del VTC en el campo ya que está ampliamente distribuido en la mayoría de las zonas citrícolas del mundo.
- *Toxoptera aurantii*, probablemente no es muy significativo como vector; está presente en casi todas las áreas productoras de cítricos y puede adquirir y transmitir el VTC bajo condiciones experimentales después de un periodo de alimentación e incubación de 30 minutos. La transmisión del virus es de manera semipersistente por estos insectos y no presenta período de latencia, la infectividad se pierde a las 48 horas de adquisición (Rocha-Peña et al. 1992).

El primer reporte de VTC en nuestro país se dio en 1983 en el Estado de Tamaulipas sobre tres variedades en un vivero; el segundo en 1986-87 en un Campo Agrícola Experimental y un lote demostrativo en el Estado de Veracruz sobre 21 variedades; el tercer reporte se presentó en 1992 nuevamente en Veracruz en los mismos sitios sobre 26 plantas y dos viveros; el cuarto reporte se presentó en 1993 en 14 viveros de los Distritos de Desarrollo Rural de Martínez de la Torre y Tuxpan, Veracruz. En cada uno de los casos se eliminaron completamente todas las plantas afectadas; en el cuarto reporte se erradicaron en 1994 todos los sitios positivos (Becerra, 1993).

### Acciones realizadas hasta 1994:

- Elaboración del Manual Técnico Operativo para la Producción de Material Propagativo de cítricos de vivero (marzo, 1993).
- Elaboración de un Programa de Registro y Certificación de Cítricos (noviembre, 1993).

- Curso de aprobación de evaluadores de laboratorios fitosanitarios (mayo, 1994).
- Evento para la aprobación de profesionales en diagnóstico fitosanitario (agosto, 1994).
- Curso para acreditación para VTC (agosto, 1994).
- Acreditación de laboratorios.
- NOM (Norma Oficial Mexicana).

### **FORMAS DE CONTROL DE LA ENFERMEDAD**

Para prevenir la diseminación del VTC Becerra (1994), recomienda lo siguiente:

- Control legal. Consiste en:  
Certificación de viveros libres de virus.  
Establecimiento de huertos madre.

Una vez que está bien establecida, la enfermedad se puede controlar de varias formas:

- Control Biológico,  
Mediante el uso de agentes fitopatógenos en contra de los vectores.
- Control cultural consiste en:  
Eliminación de plantas hospederas de vectores.  
Uso de patrones tolerantes.  
Protección cruzada.  
Desarrollo de patrones y cultivares resistentes a razas severas mediante ingeniería genética.

### **El virus Y de la Papa**

#### **INTRODUCCION**

La importancia económica de las enfermedades virosas asociadas al cultivo de la papa, no solamente está relacionada con las pérdidas en cantidad y calidad que sufre la producción, sino por las grandes sumas de dinero destinadas para su control, ya sea a través del uso de plaguicidas para eliminar a los insectos vectores, y también por la organización de servicios muy especiales para el mantenimiento de cultivares destinados a la producción de material vegetativo libre de virus para las siembras. Las virosis son consideradas como problemas de difícil solución en los programas de certificación de semilla.

Las enfermedades virosas pueden llegar a convertirse en la principal limitante para la producción de este cultivo, esto se debe a que la papa se

reproduce por tubérculos, y los virus se transmiten de un ciclo a otro a través de los mismos. Los tubérculos “semilla” constituyen una fuente de inóculo, importante para las epidemias causadas por los virus X, Y y S de la papa, ocasionando pérdidas de 10 a 80%, de la producción total cuando no se lleva un control fitosanitario adecuado (Bokx, 1980).

El efecto de los virus en la producción de papa probablemente se subestima ya que con frecuencia las plantas no presentan síntomas evidentes.

En la región productora de Coahuila y Nuevo León, se desconoce la incidencia de las enfermedades por virus y el impacto que éstas tienen en el rendimiento. Todo esto trae como consecuencia que no se tomen medidas para su control (Cruz, 1994).

### **DESCRIPCION BASICA**

PVY es el miembro tipo del grupo de los potyvirus. Las partículas del virus tienen estructura helicoidal, son de forma filamentosa, flexibles y miden unos 730 x 11nm. Sedimentan con un único componente con un coeficiente de 150S. las subunidades proteicas constan de un único polipéptido de unos 33,000 d de Pm. PVY es altamente inmunogénico (Smith, 1992).

### **TRANSMISION**

El PVY se transmite por la inoculación de jugos, por injerto de tallo y por pulgones. En forma natural se transmite por áfidos. El PVY es un virus no persistente llevado por los estiletes de los pulgones *Myzus persicae* se considera que es un vector efectivo y generalmente responsable de casi toda la propagación en campo; otros pulgones que pueden transmitir el PVY son: *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis fabae*, *A. frangulae*, *Cavariella pastinacea*, *Neomyzus circumflexus*, *Myzus certus* y *M. ornatus*.

El Dr. Steve Johnson, informa que el PVY es diseminado por los áfidos y que puede ser transmitido por sus estiletes en cosa de segundos. El virus también puede diseminarse mecánicamente por la actividad humana, de modo que el productor debe reducir al mínimo el tránsito de personas y de vehículos por los campos de papa (Aylsworth, 1998).

### **HOSPEDEROS**

Probablemente la gama natural de huéspedes se limita a las Solanaceas, pero mecánicamente se ha transmitido el virus a miembros de otras familias (por ejemplo, Chenopodiaceae, Fabaceae, Asteraceae). La gama de huéspedes incluye más de 100 especies (Bork, 1980).

### **SINTOMAS**

En la papa varían mucho según la cepa del virus y la variedad de la papa. En cuanto a su severidad, oscila desde síntomas leves (algunas variedades incluso son asintomáticas) hasta necrosis graves y muerte de las plantas infectadas. Con determinadas variedades y ciertas razas, aparece un mosaico leve, cierta rugosidad y muchas variedades reaccionan con síntomas de encrespamiento. Cualquier variedad puede reaccionar en forma diferente con distintas razas. Las sensibles reaccionan con necrosis grave en las hojas y tallos. Dicha necrosis severa puede, en última instancia, provocar el colapso de las hojas viejas, ya sea con su caída (denominada leafdrop streak) o con la permanencia de las hojas en la planta, pero colgando (llamada palm tree type). Por supuesto que la capacidad productiva se reduce en cualquiera de los dos casos (Bork, 1980).

La necrosis es generalmente mucho más grave después de la primera infección que luego de la segunda. Las plantas infectadas en forma secundaria son menos necróticas, pero presentan enanismo y son frágiles, con hojas arrugadas y que se agrupan.

Ciertas cepas del PVY causan un moteado leve o una leve deformación de las hojas; pero otras cepas dan síntomas más notables (Smith, 1992).

### **CEPAS**

Pueden distinguirse tres grupos de cepas según los síntomas que causan en tabaco, patata y tomatillo. PVY<sup>o</sup> son las cepas comunes, PVY<sup>N</sup> son las cepas causantes de necrosis o de necrosis de venas de tabaco y PVY<sup>C</sup> son las cepas causantes de estriado punteado (incluyendo al virus C de la patata). Sin embargo hay cepas que no pertenecen a ninguno de estos grupos. Existen diferencias serológicas entre cepas, pero no se correlacionan de forma consistente con los grupos mencionados anteriormente; en general las diferencias serológicas entre cepas no pueden demostrarse por reacciones cruzadas de la prueba de la precipitina utilizando antisueros convencionales pero sí por técnicas de absorción cruzada o por pruebas de ELISA con anticuerpos monoclonales (Smith, 1992).

### **IDENTIFICACION Y DIAGNOSIS**

La mejor forma de identificación rápida es por medio de pruebas serológicas de inmunodifusión; con anticuerpos seleccionados cuidadosamente pueden obtenerse buenos resultados tras degradar los extractos de hojas con pirrolidina utilizando la prueba de inmunodifusión radial o añadiendo SDS al gel de agar, en el caso de la prueba de doble difusión. En planes de certificación de papa se usan pruebas serológicas como la de microprecipitina en gota, inmunodifusión radial o, con más frecuencia, bioensayos con hojas desprendidas de determinadas especies; en estos casos aparecen lesiones localizadas necróticas tras la inoculación con la mayor parte de las cepas. Recientemente se ha demostrado que una forma más viable de diagnosis en masa es usando el método ELISA doble sándwich (Aylsworth, 1998).

## SEROLOGIA

Se puede preparar un antisuero de alta concentración contra el PVY, se puede inyectar a los animales con preparaciones parcialmente purificadas a partir de plantas de tabaco infectadas. A pesar de que es posible detectar el PVY en forma serológica, ésta no constituye una rutina; la relación es a veces dificultosa de determinar y se necesita experiencia. La prueba es también poco práctica para su uso rutinario debido a la demora desde la mezcla del anticuerpo y el antígeno hasta determinar la reacción (Smith, 1992).

## PLANTAS INDICADORAS Y OTROS HOSPEDANTES

Las plantas indicadoras confiables son "A6" y *Solanum demissum* "Y". Otras plantas indicadoras incluyen: *Physalis florida* que reaccionan con síntomas locales o sistémicos; *Datura strumariumk* se utiliza a veces para aislar el PVY de una mezcla de PVX y PVY: el PVX provoca síntomas sistémicos, lo que no ocurre con PVY. Para distinguir los diversos grupos de PVY se pueden emplear ciertas variedades, como Eerteling (sinónimo de "Duke of York") que reacciona a la inoculación de PVY<sup>C</sup> con síntomas graves de listado necrótico mientras que el PVY<sup>O</sup> provoca encrespamiento grave y el PVY<sup>N</sup> encrespamiento más ligero (Smith, 1992).

## DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y TRANSMISION

PVY se encuentra en todo el mundo y se transmite en la naturaleza de forma no persistente por varias especies de pulgones de las que el vector más eficaz es *Myzus persicae*. La transmisión de PVY y otros potivirus por pulgones puede depender de la presencia de los extractos de la planta de un componente de ayuda que es una proteína codificada por el virus (Bork, 1980).

## IMPORTANCIA ECONOMICA

Según la cepa de virus, el cultivar de la papa y el momento de infección, PVY puede causar pérdidas de producción del 10 al 80%. Aunque menos graves en cuanto a la reducción de la producción, durante los años 50<sup>'s</sup>, las cepas PVY<sup>N</sup> han causado en Europa epidemias ruinosas en algunos cultivares aprobados de papa. En tabaco, cepas PVY<sup>N</sup> son altamente destructivas en los cultivares sensibles y pueden causar la pérdida completa de la cosecha (Aylsworth, 1998).

## CONTROL

PVY es principalmente un problema de cultivos al aire libre. La producción de material de siembra libre de virus ha sido la base de un control efectivo. Las principales medidas de control son:

- 1) Tratar con aceites minerales ligeros o utilizar superficies reflectantes o amarillas pegajosas para disminuir la dispersión de PVY en campo.

- 2) No cultivar solanaceas susceptibles cerca de otros cultivos susceptibles.
- 3) En el caso de cultivos para producción de papa de siembra, cosechar temprano las papas tras destruir la parte aérea, para impedir la destrucción de los tubérculos por los virus.
- 4) Mejora genética de la resistencia, los cuales se están desarrollando en la actualidad con gran éxito (Aylsworth, 1998).

## **INVESTIGACION REALIZADA PARA EL CONTROL DEL VIRUS “Y” DE LA PAPA**

El virus Y de la papa es uno de los virus patogénicos de la papa más predominantes en las áreas productoras de papa. Si bien los síntomas pueden variar según la cepa del virus y la variedad del cultivo, el virus causa un mosaico capaz de hacer que la cosecha entera sea imposible de vender, a continuación se cita el estudio realizado por (Smith, 1992).

Como se Condujo el Estudio:

Para el estudio se estableció anualmente un experimento de cuatro tratamientos con repeticiones, usando semilla de fundación Russett Burbank plantada a una distancia de 36 cm; cada lote tenía cuatro surcos de plantas y estaba separado de los lotes adyacentes por una banda de avena de 1.83 m de ancho. En otras repeticiones se plantó semilla de otras variedades, usualmente Shepody, infectada con PVY para incrementar la presencia del virus hasta un 5%.

Los tratamientos fueron:

- 1- Aplicación de Monitor (Metamidofós, de Bayer) en el umbral económico actual para la producción de papa para semilla.
- 2- Aplicación de Monitor en el umbral económico para producción de papa para mesa y para procesar.
- 3- Aplicación de DiSyston (disulfotón de Bayer) a la siembra seguida de aplicaciones semanales de Monitor y de aceites para evitar transmisión del virus por estiletes.
- 4- Testigo sin tratamiento. Para determinar cuando se iniciaba la infección, se usaron como indicadores cuatro plántulas jóvenes y sanas de Russett Burbank en cada lote sin tratamiento, cada semana. Después de varios días fueron llevados al invernadero para continuar su crecimiento, y luego se examinaron por la presencia de PVY.

En otoño, después de la muerte del follaje, se tomaron muestras de tubérculos de 13 matas distintas en cada surco de cada lote, y estas muestras fueron clasificadas en el invernadero durante el invierno por presencia de PVY, y en primavera se plantaron en el campo para determinar la cantidad de PVY diseminada en los distintos tratamientos.

El estudio demostró que un programa estricto con DiSyston al tiempo de la siembra, y tratamientos semanales con Monitor y aceite para evitar la transmisión

del virus por estilete, era la mejor defensa contra la diseminación del PVY. Concluimos que un productor diligente puede usar este método y lograr control significativo del PVY aunque su semilla traiga el máximo legal de virus.

No obstante, se recomienda plantar la mejor semilla, con la menor cantidad posible de virus, y que se hagan recuentos de áfidos regularmente.

Los tratamientos foliares para el control de los áfidos deben comenzar tan pronto aparezcan esos vectores, pues pueden transmitir el PVY cuando las plantas recién emergen, especialmente durante épocas cálidas y húmedas, dice Sewell. Si bien los insecticidas sistémicos ayudan a mantener bajas las poblaciones, no actúan lo suficientemente rápido para evitar que los áfidos transmitan el PVY.

## **ENFERMEDADES CAUSADAS POR MICOPLASMAS**

### **El Amarillamiento Letal del Cocotero.**

#### **INTRODUCCION**

El amarillamiento letal aparece en forma de tizón que mata a las palmeras al cabo de 3 a 6 meses después de la primera aparición de los síntomas. Esta enfermedad aparece en Florida y en la mayoría de las islas del Caribe, en Africa Occidental y en otras partes del mundo. Se identificó por primera vez en 1955 y en los siguientes 5 años destruyó casi  $\frac{3}{4}$  partes de los cocoteros de esa región. La enfermedad apareció en el área de Miami en tierra firme de Florida en el otoño de 1971 y ha destruido, una cantidad estimada de 15,000 árboles hasta octubre de 1973 y 40,000 cocoteros en agosto de 1974. En agosto de 1975 se informó que el 75% de los cocoteros de Dade Country (dentro del área de Miami), habían sido destruidos o se encontraban moribundos debido a la enfermedad del amarillamiento letal. Además de atacar a los cocoteros (*Cocos nucifera*), parece ser que esta enfermedad afecta a varios tipos de palmeras que crecen en el sur de Florida, incluyendo a *Veitchia*, *Pritchardia*, *Phoenix* y *Corypha* (Oropeza, 1993).

#### **ORIGEN**

Esta enfermedad se identifico por primera vez en Key West (Cayo Hueso) en el año de 1955.

#### **CLASIFICACION TAXONOMICA (MYCOPLASMA)**

Clase	Mollicutes.
Orden	Mycoplasmatales.
Familia	Mycoplasmataceae.
Género	Mycoplasma.

#### **MORFOLOGIA DE LA ENFERMEDAD**

Estos fitopatógenos carecen de una pared celular verdadera y tienen una membrana trilaminar. Son organismos unicelulares que contienen citoplasma, ribosomas y ácido desoxirribonucleico; son pleomórficos, su forma varía de esférica a filamentosa; carecen de flagelos no producen esporas y son gram negativos (Agrios, 1996).

## CLASIFICACION TAXONOMICA DEL INSECTO VECTOR

Según Borror y DeLong (1981), la clasificación es la siguiente.

Reino	Animalia
Phylum	Arthropoda.
Clase	Hexapoda.
Orden	Homoptera.
Suborden	Auchenorrhyncha.
Familia	Cicadellidae
Género	<i>Myndus</i>
Especie	<i>crudus</i>

## MORFOLOGIA DEL INSECTO

La chicharrita pálida *Myndus crudus* es el insecto vector del amarillamiento letal del cocotero; las características de este insecto son: longitud de 4.0 a 5.0 mm, cabeza y tórax de color pajizo a café claro, abdomen en unos casos verdusco, alas anteriores hialinas con venas claras o café claro (Borror et al., 1989).

## SINTOMATOLOGIA

1. Caída de los frutos de todos tamaños
2. Una inflorescencia necrótica
3. Dos o más inflorescencias necróticas
4. Amarillamiento de hojas inferiores
5. Amarillamiento de hojas inferiores y medias
6. Todas las hojas amarillas excepto hoja espada
7. Hoja espada muerta, permaneciendo algunas verdes
8. Hoja espada muerta, todas las hojas amarillas
9. Muerte de la palma (tronco con apariencia de poste telefónico) (Zizumbo y Robert, 1990).

## HOSPEDEROS

El amarillamiento letal del cocotero ataca por lo menos 34 especies de la familia Palmaceae, entre ellos el cocotero *Cocos nucifera*, teniendo como hospederos del vector, algunas especies de las familias Graminaceae, Pandanaceae y otros (Agrios, 1996).

## **DAÑOS AL CULTIVO**

El amarillamiento letal es la enfermedad más devastadora del cocotero, porque provoca la muerte de la palma afectada, de los tres a seis meses después de que se manifiestan los primeros síntomas usuales. En la península de Yucatán ha causado la muerte de alrededor de 600 mil palmeras (Zizumbo y Robert, 1990).

## **DISTRIBUCION**

Esta enfermedad aparece en Florida y en la mayoría de las islas del Caribe, y en Africa occidental (Oropeza, 1993).

## **CONTROL DE LA ENFERMEDAD**

### Control Cultural

Se deben realizar las siguientes prácticas culturales:

- a) Eliminación de maleza: se realiza con el fin de mantener al cultivo libre de maleza hospedera del vector, puede realizarse en forma manual, mecánica o mediante la aspersión de herbicidas adecuados, ya que existen diversas especies de gramíneas y maleza de hoja ancha que son hospederas del insecto vector (chicharrita pálida).
- b) Derribo e incineración de palmas afectadas: el derribo de las palmas enfermas se debe realizar en forma manual o mecánica, utilizando motosierra, con el objeto de disminuir la posibilidad de que el insecto vector adquiera al patógeno al alimentarse de savia de palmas enfermas y con esto lograr el confinamiento de la enfermedad. Tomando en cuenta la distribución actual de la enfermedad, esta medida se debe realizar solamente en áreas de avance de la misma (Zizumbo, 1997).

### Control Genético

El control genético del amarillamiento letal del cocotero debe ser mediante el uso de materiales tolerantes, tales como el Cocotero Enano Amarillo Malayo y el híbrido tolerante obtenido de la cruce del progenitor madre Enano Amarillo Malayo y el progenitor padre Alto Pacífico, que se producen exclusivamente en las huertas madre, a continuación se presenta la investigación hecha por (Oropeza, 1993).

La utilización de cocotero Enano Amarillo Malayo es importante como planta de ornato siendo utilizado en mejoramiento genético por ser tolerante al amarillamiento letal. El cocotero Alto es el más cultivado en México; en la región del Golfo de México el material plantado es susceptible y los del Pacífico presentan diferentes grados de tolerancia a la enfermedad. El híbrido, resultado de la cruce Enano Amarillo Malayo por Alto Pacífico, combina las mejores características de los progenitores, obteniendo la robusticidad y el tamaño grande de la fruta con el consecuente aumento del contenido y calidad de la copra, agua,

concha y cáscara del progenitor padre; del progenitor madre hereda su precocidad, la producción de mayor número de frutos, adaptación a condiciones de sequía y exceso de humedad y la resistencia al amarillamiento letal.

El empleo de material híbrido tolerante al amarillamiento letal del cocotero es para replantar aquellas áreas que han sido devastadas por esta enfermedad o sean susceptibles de ser afectadas. Los progenitores del híbrido deben reunir las siguientes características:

I) Progenitor Femenino:

- Ser cocotero del tipo Enano Amarillo Malayo.
- Producir cuando menos 15 racimos al año y madurar un promedio de ciento veintitrés cocos por palma por año.
- Edad promedio entre 5 y 6 años.
- Estar completamente sanos y no tener palapas secas.

II) Progenitor Masculino:

- Ser cocotero del tipo Alto Pacífico.
- Producir cuando menos 12 racimos al año y madurar un promedio de cien cocos.
- Edad promedio entre 15 y 30 años.
- Estar completamente sanos y no tener palapas secas.
- Tener el tallo robusto y la copa redonda con más de 25 palapas verdes.
- No debe de haber palmas secas a su alrededor.
- El cocotero Alto Pacífico es la única fuente de polen y debe ser de palmas altamente rendidoras que se hayan elegido por su registro de producción de al menos cuatro años.

Los progenitores masculinos se marcan dentro de la huerta seleccionada para localizarlos fácilmente y se destinan exclusivamente a la producción de polen.

### Establecimiento de la Huerta Madre

El establecimiento de huertas madre se realiza con variedades de cocotero Enano Amarillo Malayo u otras variedades enanas tolerantes y ecotipos seleccionados de cocotero Alto Pacífico y puede efectuarse de dos formas:

- a) De una población exclusivamente de Enano Amarillo Malayo u otras variedades enanas tolerantes, a la cual se realice polinización artificial controlada.
- b) Donde existan progenitores masculinos intercalados en menor número que los femeninos en la misma plantación, donde se llevará a cabo polinización natural in situ. En este caso, el arreglo topológico tendrá una relación de 5 plantas femeninas por 1 planta masculina.

Para evitar la contaminación de polen extraño, es necesario establecer las huertas madre en sitios alejados de plantaciones de cocotero en producción o establecidos; de tal forma, que la plantación madre esté rodeada de al menos 200 metros de vegetación natural, con alturas mayores de 5 metros; cuando no exista esta barrera natural, el huerto se debe instalar a 300 metros mínimo de las plantaciones de cocotero, con una cortina tipo rompevientos, de árboles de rápido crecimiento.

Producción de cruzas de Enano amarillo malayo por Alto pacífico

En la crusa de Enanos por Altos, se aplicarán tres sistemas fundamentales: el de la polinización masal controlada, el de la polinización artificial, el de la polinización natural. En los primeros 2 sistemas la cosecha, el manejo y el almacenamiento del polen son actividades de importancia de las cuales depende en muchos casos el éxito de la polinización.

Los híbridos obtenidos deben cumplir con las siguientes características

- Tolerancia al amarillamiento letal.
- Aumento del contenido de copra por nuez, heredado por el progenitor alto.
- Incremento del número de nueces por racimo, heredado por el progenitor Enano.
- Incremento de la precocidad en el inicio de la producción.
- Calidad de copra.
- Adaptación a condiciones adversas como son: la sequía y el exceso de humedad.

Para la producción de híbridos tolerantes se debe de realizar lo siguiente

- Emasculación de las plantas de coco del tipo Enano Amarillo Malayo, que consiste en eliminar y destruir las flores masculinas de la planta enana, para evitar la autopolinización.
- Una vez emasculada la inflorescencia se procede a cubrirla con una cubierta (POLICAPS) para introducir el polen en el momento de la maduración de los ovarios, el cual se mezcla con material inerte pulverizado y se aplica a los estigmas.
- Manejo de polen.

Para efectuar la polinización se debe coleccionar y almacenar el polen en forma anticipada

- Recolección de flores masculinas. Se realiza con aquellas inflorescencias que han madurado y que pueden proporcionar polen viable. Los raquídeos que portan a estas flores se cortan y separan. Se deben de clasificar las bolsas que contendrán las inflorescencias para

evitar contaminación

- Secado de flores. Las flores en un inicio deben ser ligeramente maceradas para exponer el néctar secretado en la base de las anteras; posteriormente, el secado será a temperatura ambiente por algunos días o en un horno en un cuarto de secado especialmente construido, a 40° C por un tiempo de 24 a 40 horas, o bien en una cama secadora de drenado de fluidos de 40 a 60° C por tres o cuatro horas.
- Después del secado, las flores son tamizadas, ligeramente proporcionan una cantidad de polen equivalente al 1.5 a 2.5% del peso maceradas por segunda ocasión y cribadas de nuevo. Este método fresco de las flores tiene una viabilidad del 40%.
- Almacenamiento del polen. El polen será usado inmediatamente o almacenado en recipientes cerrados por veinte días en un refrigerador. Para periodos más largos de almacenamiento se puede utilizar el método de secado-congelado al vacío.
- Viabilidad del polen. Antes de usarse se debe realizar una prueba de viabilidad del polen. Esto se realizará mediante un medio de cultivo compuesto de azúcar, gelatina neutra (agar), y agua destilada, en la proporción por peso de 2:7:20; se realizará la mezcla y se vierte una capa aún caliente y lo más delgada posible en una caja de Petri; al condensarse y enfriarse, se espolvorea el polen con un cepillo o pincel. Después se pone en una cámara de incubación por 1 a 5 horas a 30° C. posteriormente la germinación se puede observar bajo microscopio estereoscópico.

## Control Químico

El tratamiento químico debe ser dirigido hacia el insecto vector y a la maleza presente en el cultivo, cuando se trate de plantaciones aisladas y compactas.

Para el control del vector en zonas afectadas, se deben realizar aplicaciones con diazinón en solución de 1 litro por cada 250 litros de agua, efectuando la aspersion necesaria para cubrir la copa de las palmeras.

Para el control de la maleza se aplicará al tronco, el herbicida Tordon al 75 o 100%, a dosis de 50 ml. Además, es importante mantener el cultivo libre de malezas, porque algunas de estas son hospederas de la chicharrita.

Para acelerar la muerte de las palmeras afectadas, debe aplicarse el herbicida Piclorán + 2,4-D a dosis de 50 ml por palma a una concentración de 75 a 100% inyectado al tronco (Agrios, 1996).

## CONCLUSION

Dada la apertura de los mercados para los productos agrícolas a nivel internacional, como el Tratado de Libre Comercio (TLC), la agricultura mexicana se ve en la necesidad de conocer más a fondo el manejo de las plagas de importancia cuarentenaria, para evitar la diseminación de las mismas y para que nuestros productos puedan competir en el mercado internacional.

## **LITERATURA CITADA**

- Agrios, George N. 1969. Plant Pathology, Academic Press., New York, U.S.A. 629 p.
- Agrios, G. N. 1986. Fitopatología, 1ª edición. Editorial LIMUSA, México, D. F. 736 p.
- Agrios, G. N. 1996. Fitopatología, 2ª edición, Ed. UTEHA. México, D. F. 838 p.
- Aguilar, M. R. 1977. Nematodos asociados al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 200 p.
- Alarcón, F. R. 1991. Aplicación de *Verticillium lecanii* como control biológico de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*). Tesis de Lic. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Zona Xalapa, Ver., Méx.
- Alexopoulos, C. J. y Mims, C. W. 1979. Introducción a al Micología, 3ª edición, Editorial Jhon Wiley, New York, USA. 632 p.
- Amaya, R. R. 1974. Picudo del algodouero. Memorias del II Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. Mazatlán, Sinaloa. P 225-227.
- Anónimo, 1963. Boletín sobre identificación y combate de las plagas y enfermedades del algodouero en la región de Caborca, Sonora. No. 2. Urias. Hermosillo, Sonora, Méx. pp. 14-16.
- Anónimo, 1991. Aprendiendo a vivir con la Sigatoka negra. FONAPAI. Maracay, Venezuela. 6 p.
- Avila, A. D. 1991. La Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) del plátano y su impacto en la región del Soconusco, Chiapas, México. Tesis Licenciatura, Parasitología Agrícola. UACH. 68 p.
- Aylsworth, V. T. 1998. Controle el virus Y de la papa. Productores de Hortalizas. Revista del mes de Enero. México D. F.
- Bachler, J. S., J. W. Jones, J. R. Badley, and H. D. Bowen. 1975. The effect of temperature on development and mortality of boll weevil immature stages Env. Ent. 4:808-810.
- Baker, P. 1984. Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in To its control in Sounthern México (Coleóptera: Scolytidae). Folia Entomológica Mexicana, No. 61: 9-24.
- Bar-Joseph, M. and Lee R. F. 1990. Citrus tristeza virus. Description of plant virus No. 353 (No. 33 revised). Commonwealth mycological Institute/Association of Applied Biologists. Kew Surrey U. K. pp. 7

Bayer, 1980. La roya del café en Guatemala. Información técnica. Circular No. 27. Bayer de Guatemala, S. A. 33 p.

Becerra, L. E. N. 1993. Virus de la Tristeza de los cítricos. Folleto Técnico Núm. 8 SARH-INIFAP-CIRGOC-CECOT Cotaxtla, Veracruz, México. 20 p.

Becerra, L. E. N. 1994. Situación Actual Del Virus de la Tristeza de los Cítricos. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario, Segunda Asamblea Anual. Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC-INIFAP-SARH. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Cotaxtla, Veracruz, México. 30 p.

Blanoard, D. 1986. Enfermedades del tomate, observar, identificar, luchar. Ed. MUNDI-PRENSA MADRID, Barcelona, España. 73 p.

Brennan, J.P., Warham, E. J., Hernández, J., Byerlee, D., and Coronel, F. 1990. Economic Losses from Karnal bunt of wheat in México. CIMMYT Economic Working Paper 90/02.

Bodegas, P.R. y Flores G. R. 1989. Uso de feromonas sexuales para la detección y manejo del Picudo del algodnero en México. S.A.R.H. pp. 387-393.

Borror, D. J. and DeLong, D. M. 1981. An introduction to the study of insects. Holt, Rinehart and Winston Inc. 852 p.

Borror, D. J., Triplehorn, Ch. A. y DeLong, D. M. 1989. An Introduction to the Study of Insects, 5ª edición. , Saunders College Publishing, Filadelfia, Estados Unidos. 827 p.

Bodenheimer, T. S. 1951. Citrus Entomology in the Middle east. Edited by W. Junk Groninge, Holland. pp. 590-597.

Bokx, J. A. 1980. Virosis de la papa y de la semilla de papa. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. 233 p.

Bravo, L. L. 1997. Importancia de fuentes de inóculo y vector en la incidencia del virus texano en Chile. Tesis Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx. 133 p.

Bravo, M. H. 1988. Plagas de frutales en México. Centro de Entomología y Acarología del C. P. México. 363 p.

Briese, D. T. 1981. The incidence of parasitism and disease in field population of the potato moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) in Australia J. Aust. Ent. Soc. 20: 319-326.

Brow, H. B. and Ware, J. O. 1961. Algodón, 1ª edición Hispano-Americana. México, D.F. 623 p.

Brodie, B. B. 1984. Nematode parasites of potato, In: Nickle, W. r (Editorial) Plant and insect nematodes. Marcel Dekker, New York, USA. pp. 166-212.

[Bujanosr@mindvox.ciateq.mx](mailto:Bujanosr@mindvox.ciateq.mx) (Información de Palomilla Dorso de Diamante).

[Bujanosr@cirpac.inifap.conacyt.mx](mailto:Bujanosr@cirpac.inifap.conacyt.mx) (Información de Palomilla Dorso de Diamante).

Calderoni, A. V. 1978. Enfermedades de la papaya y su control. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 143 p.

Carlier, J. G. 1993. DNA restricción length polimorphum in *Mycosphaerella* sp, causing banana leaf spot diseases. Proceedings VII International, Congress of, Plant Pathology. Montreal. Jul. 28, Ago. 5.

Carreón, M. A. 1980. Evaluación de la resistencia genética del cafeto a la roya anaranjada. IMECAFE. México, D. F. 30 p.

Castillo, M. B. 1984. El cultivo del Manzano (*Pyrus malus* L.) en La República Mexicana. Monografía. Tesis Lic. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mex. 150 p.

Castillo, P. G. 1988. Avances de investigación sobre epidemiología de la Roya del Cafeto. CIFAP-VER, CEAXAL. 22 p.

Castillo, P. G. 1991. Epidemiología de *Hemileia vastatrix* Berk y Br. En zona altitudinal media de Huatusco, CIFAP-VER, Veracruz, México.

Centro Internacional de la Papa (CIP). 1963. Central de la palomilla de la papa con Feromonas. Lima, Perú. Circular Núm. 11, 3 p.

Centro Internacional de la papa (CIP). 1988. Manejo Integrado de Plagas. Informe anual 1988. Lima, Perú. pp. 101-111.

Cepeda, S. M. y Ayala, C. L. 1984. Revisión bibliográfica de las enfermedades causadas por *Fusarium* spp. En Diferentes cultivos. Boletín No. 20. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx. 29 p.

Cepeda, S. M. y Hernández, C. F. D. 1983. Revisión Bibliográfica de enfermedades Asociadas al Cultivo del manzano (*Pyrus malus* L.) Boletín No. 8 UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx. 29 p.

Cepeda, S. M. 1986. Control cultural, genético, legal y biológico de nematodos parásitos de plantas. Boletín No. 34. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 34 p.

Cepeda, S. M. 1996. Nematología agrícola. 1ª edición. Editorial Trillas. México. pp. 127-137.

Colloch, M. C., Cook, H. M., and Wright, W. R. 1972. Market disease of Tomatoes, peppers and eggplants. U. S. Department of Agriculture, Washignton. D. C. 102 p.

Contreras, M. de E. M. 1983. El Chamusco Negro (Sigatoka) una nueva enfermedad de la hoja de los plátanos. UACH. Chapingo, México. Rev. De Geografía Agrícola 4: 61-102.

Coronado, P. R. 1970. Introducción a la Entomología. Editorial Limusa. México, D. F. 282 p.

Coronado, P. R. y Márquez, D. A. 1980. Introducción a la Entomología, Morfología y Taxonomía de los Insectos, Editorial Limusa. México. 282 p.

Coste, R. 1969. El café. Editorial Blume. Barcelona, España. 285 p.

Cross, W. H. 1973. Biology, control, and eradication of the Boll weevil. Ann Rev. Entomol. 18: 17-46.

Cruz, F. M. 1994. Estimación de daño causado por virus Y, X y S en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), Tesis Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx. 57 p.

Cruz, B. O. 1997. Efecto de los virus X, Y y S de la papa y su interacción con *Verticillium dahliae* en el cultivo de la papa Variedad Gigant bajo condiciones de Invernadero. Tesis profesional. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx. 82 p.

Daniells, J. W. 1991. Sigatoka disease resistant variety for back yards bananatopics. Australia. Vol. 1 pp. 4-5

Davidson, R. H. 1992. Plagas de Insectos Agrícolas y de Jardín. Primera Traducción. Editorial Limusa. México, D. F. 743 p.

Del Angel, A. V. 1981. Estudio preliminar para la determinación del período crítico del combate químico de *Gnorimochema operculella* (Zeller) (Lepidóptera: Gelechidae) en el cultivo de la papa en Navidad, N. L. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 71 p.

De la Torre, R. 1989. Resumen de actividades y resultados económicos de la Región Lagunera en 1988. Sección especial. El Siglo de Torreón. Torreón, Coahuila. pp. 4-5.

Di Lello, J. R. 1980. Guía Fitosanitaria para los Cítricos. Editorial La Técnica Impresora. Buenos Aires, Argentina. pp. 46-49.

Domínguez, G. T. F. 1972. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas, Editorial DOSSAT, Madrid, España. 995 p.

Doreste, S. E. 1984. Acarología. Editorial IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). San José, Costa Rica. p. 85, 183-205.

Eguiza, R. J. E. 1984. Enfermedades de la Cebolla (*Allium cepa* L.), Monografía, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx. 124 p.

Fernández, S. J. M. 1995. Programas de Manejo Integrado para la erradicación de las moscas de la fruta en el estado de Sonora. Monografía, Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 62 p.

Figueroa, P. L., y Espinoza, T. S. 1988. Tratamiento químico con fungicidas a la semilla de trigo para el control del carbón parcial *Tilletia indica* Mitra en laboratorio. Informe técnico del campo agrícola experimental del valle del yaqui. CAEVY-CIANO-INIFAP, México.

Flores, V. M. A. 1995. Evaluación de carbo-sulfán para el control del Arador de la negrilla (*Phyllocoptruta oleivora*) de los cítricos. Tesis Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx. 57 p.

Foot, M. A. 1979. Bionomics of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidóptera: Gelechiide). No. 2 Journal Zool. 6: 623-636.

Fuentes, D. G. 1995. Carbón Parcial del trigo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Boletín Núm. 66, Apdo. postal 6-641, México, D.F.

Fuentes, D. G., S. Rajaram, W. H. Pfeiffer, O. Abdalla, M. Van-Ginkel, A. Mujeeb-Kazi and R. Rodriguez-Ramos, 1993. Resultados de inoculaciones artificiales del 5º vivero de selección para resistencia a *Tilletia indica* Mitra. Revista Mexicana de Micología 9:57-65.

Fullerton, R. A. and Stover, R. H. 1990. Sigatoka leaf spot diseases of bananas: Proceeding of an International Workshop. INIFAP. San José, Costa Rica. 374 p.

Fullerton, R. A. 1994. Sigatoka leaf diseases. In: Compedium of tropical fruit diseases. APS. Press. St. Paul, Minnesota, USA. pp. 12-14

Fusté, J. 1968. Introducción a la Entomología. 2ª ed., Editorial Omega, Barcelona, España. 536. p.

Fye, R. E., R. Potana, and W. C. Mc Ada, 1969, Developmental periods for boll weevils reared at several constant and fluctuating temperatures. J. Econ. Entomol. 62: 14-25

García, A. M. 1984. Patología Vegetal Práctica. Editorial LIMUSA, 2ª edición. pp. 137-138.

García, A. M. 1976. Enfermedades de las plantas en la República Mexicana. Ed. LIMUSA. México. pp. 93-95

García, G. F. 1989. Plagas del algodón en México. En: Insectos que atacan a cultivos industriales en México. (J.L. Ayala O. y J.M. Valdés C.) U.A.CH. Chapingo, Méx.

Gauhl, F. 1990. Epidemiología y ecología de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano (*Musa* sp), en Costa Rica. Unión de Países exportadores de banano. Panamá. 126 p.

González, R. J. 1977. La roya del cafeto y su combate en Nicaragua. Editada por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. pp. 1-39.

Gutiérrez, A. P., R.G. Daxi, L.A. Falcon, and G.L. Quant. 1979. Estimating thresholds for bollworm, and boll weevil damage in Nicaragua Cotton. Environ. Entomol. 10: 872-873.

Hernández, R. S. 1987. Identificación y Distribución del Nematodo Agallador *Meloydogyne* spp. En el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Navidad, Nuevo León. Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 71 p.

Holguín, M. F. y Avila, A. L. 1983. Chamusco negro del plátano (*Mycosphaerella fijiensis* var. *Difformis*), en Tabasco. X Cong. Nal. De Fitopatología. Culiacán, Sinaloa, México. El vector 3(2): 1.

Instituto Mexicano del Café. 1990. Bibliocafé. Julio- Diciembre. Xalapa, Veracruz. pp. 14-18.

Jatala, P. 1986. Nematodos Parásitos de la papa. 2ª edición, Centro Internacional de la Papa (CIP). Boletín de información técnica 8, Lima, Perú. 19 p.

Kennedy, G. C. 1975. Trap design and other factors influencing capture of male potato tuberworm moths by Virgin female baited traps. Journal of Econom. Entomol. 26: 153-137.

Kligman, G. C., M.A. Floyd and L. J. Noordhoof. 1980. Estudio de las plantas nocivas. Principios y prácticas. Limusa. México. 449 p.

Krishna, A., and Singh, R. A. 1982. Effect of physical factors and chemicals on the teliospore germination of *Neovossia indica*. Indian Phytopathology 35:448-455.

Lawrence, O. 1964. Enfermedades de las Hortalizas. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 228 p.

León, G. y M. Arosamena, D. 1982. El cultivo del tomate para consumo fresco en el Valle de Culiacán. INIA-SARH. 183 p.

López, G. H. 1988. Biología y ecología de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidóptera: Golenchidae). Curso integral del manejo integrado de la palomilla. (Lepidóptera: Golenchidae) de la papa. ICA-CIP. Bogotá, Colombia, 130 p.

López, H. J. M. 1997. El cultivo del ajo (*Allium sativum*). Sus Principales Plagas y Enfermedades. Monografía Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx. pp. 44-45.

Llanderal, T. B. 1984. La palomilla del tubérculo de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidóptera: Golenchidae). Boletín.

Manners, J. G. 1986. Introducción a la Fitopatología. Ed. LIMUSA, 1ª edición. México, D. F. 295 p.

Manzanares, Z. R. 1995. Producción de Cebollas (*Allium cepa*). En México. Monografía. Licenciatura, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx. 68 p.

Martínez, F. O. 1989. Determinación del ciclo biológico del patógeno de la Sigatoka negra del plátano en Teapa, Tabasco. Tesis Licenciatura. UNACH. Villaflores, Chiapas, México. 71 p.

May, A. W. S. 1952. Potato moth *Gnorimochema operculella* (Zeller) investigations in Sothern Queensland, Qld, J. Agric. Sci. 9: 142-168.

Medina, C. L. 1985. Efecto de diferentes niveles de infección con carbón parcial en la calidad de trigo y las características organolépticas del pan. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Química e Ingeniería Química, Ciudad Obregón, Sonora, México. pp. 63.

Mendez, L. I. 1984. Desarrollo y comportamiento de la roya del cafeto en tres estratos altitudinales de la Costa de Chiapas. VII Simposium Sobre Cafeticultura Latinoamericana. IICA-Promecafe. San José, Costa Rica.

Mendoza, Z. C. y Pinto, C. B. 1985. Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos. UACH. Chapingo, México. 311 p.

Merchan, V. V. M. 1990. Update of research on *Mycosphaerella* spp. In Colombia. INIFAP. San José, Costa Rica. pp. 374.

Metcalf, C. L. y Flint. W. P. 1984. Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y control, 4ª edición. Editorial CECSA. México. D. F. 1208 p.

Metcalf, R. L. y Luckmann, W. H. 1990. Introducción al manejo de Plagas de insectos. Traducido por García, T. A. Editorial Limusa. México. D. F. 710 p.

- Montes, B. R. 1988. Nematología Vegetal en México: Investigación documental. Ed. Sociedad Mexicana de Fitopatología. México. 158 p.
- Monteverde, E., Espinoza M., y Ruiz J. 1981. Síntomas de Tristeza en plántulas de limón criollo *Citrus aurantifolia* (Christim.)Swing, usadas como indicadoras del virus. *Agronomía Tropical*. 31: 1-11.
- Mulder, J. L. and Stover, R. H. 1976. *Mycosphaerella* species causing banana leaf spot. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 67: 77-82.
- National Academy of Sciences (NAS) 1978. Manejo y control de los insectos. Vol. 3. Editorial Limusa. México, D. F. 522 p.
- Oropeza, C. 1993. La investigación del amarillamiento letal en CICY. Simposio internacional. Noviembre 15-20 de 1993. Mérida Yucatán, México. 16 p.
- Orozco, S. M. 1996. Eficacia del fungicida fenarimol sobre el control de Sigatoka negra en plátano enano gigante. XXIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Guadalajara, Jalisco, México. Resumen No. 19.
- Ortiz-Monasterio, I., K. D. Sayre, G. Fuentes-Davila, M. Camacho C. y O. Moreno. 1993. Algunas prácticas agronómicas relacionadas con la incidencia de Carbón Parcial. En: Taller sobre las estrategias para el control del Carbón Parcial del trigo (*Neovossia indica*) en el estado de Sonora. Publicación Especial Num. 6. Campo Experimental "Valle del Yaqui"-CIRNO. pp. 47-48.
- Pacheco, M. F. 1986. Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. CIANO-INIA-SARH. Ciudad Obregón, Son. pp. 3-9.
- Padilla, A. R. y Ortega, C. R. 1962. Algunas observaciones sobre biología y el combate de la palomilla de la papa. *Gnorimochema operculella* (Zeller) en el Bajío. *Agric. Tecn. en México*. II 3: 126-132.
- Palacios, J. 1978. Citricultura moderna. Editorial Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires, Argentina. pp. 8, 195-201.
- Paredes, T. A. 1988. Manual de producción de la papa en el Cofre de Perote. SARH. INIFAP. CIFAEN. CAEAP. Folleto de producción No. 1.
- Pons, N. 1987. Notes on *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 89: 120-124.
- Praloran, J. C. 1977. Los Agrios. Colección de Agricultura tropical. Editorial Blume. Barcelona, España. 520 p.
- Quiñón, V. 1972. Epidemiology and control of black leaf streak disease of bananas caused by *Mycosphaerella fijiensis* in Phillipines. PhD. Thesis. University of Hawaii.

142 p.

Raman, K. V. and Palacios, D. M. 1981. Screening potato for resistance to potato tuberworm. *J. Econ. Entomol.* 75: 47-49.

Ramírez, S. G. 1988. La Sigatoka negra del plátano en Tabasco: Análisis de la epidemia y desarrollo de un modelo de pronóstico. Tesis M. C. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 79 p.

Rangel, C. U. 1995. Control de la maleza para retardar el arribo de Mosca Blanca, *Bemisia tabaci*. Tesis Lic. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx. 58 p.

Rocha-Peña, M. A., Peña del Río M. de los A. y Lee, R. F. 1992. El Virus de la Tristeza y sus insectos vectores: Amenaza potencial para la citricultura de México. INIFAP-CIRNOR-CAENO. Publicación especial Núm. 1.

Rodríguez, L. J. 1987. Evaluación de insecticidas para el control químico de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) en el ejido de San Juan de la Vaquería. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 59 p.

Rodríguez, R. H. y Cepeda, S. M. 1993. El Manzano. Primera Edición, Editorial Trillas, México. 208 p.

SAG. 1976. La Mosca med *Ceratitis capitata* Wied. DGSV. México, D. F.

Salazar-Huerta, F. J. Figueroa-López, P., Fuentes-Davila, G., and Smilanick, J. L. 1994. Chemical control of Karnal bunt of wheat with foliar fungicide applications in northwest México. *crop Protection*, en revisión.

Sánchez, V. V. M. 1989. Informe de investigación 1988, ciclo de vida de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) expresado en tiempo fisiológico. SARH. INIFAP. CIFAP, Coahuila. Campo experimental de Sierra de Arteaga, Arteaga, Coahuila. 13 p.

Sarasola, A. A. y Roca de S. M. A. 1975. Fitopatología, Curso Moderno. Tomo No. 4. Dosiogenicas-Prácticas en fitopatología. 1ª edición. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. 285 p.

SARH. 1987. Cuarentena interior No. 16 contra el Carbón Parcial del trigo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Diario Oficial, (jueves) 12 de Marzo de 1987, México.

Sasser, J. N. 1977. Worldwide dissemination and importance of the root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp). *J. Nematol.* 9(1): 26-29. USA.

Shelton, E. L. 1981. Effects of commonly used insecticides on the potato tuberworm and its associated parasites and predators in potatoes. *J. Econ.*

Entomol. 74: 303-308.

Smith, I. M. 1992. Manual de las enfermedades de las plantas. Ediciones; Mundi-prensa. Edición Española, Bilbao.

Stover, R. H. and Dickson, J. D. 1976. Banana leaf spot caused by *Mycosphaerella musicola* and *M. fijiensis* var. *difformis*: a comparison of the first central American epidemics. FAO plant protection Bulletin 24: 36-42.

Stover, R. H. 1980. Sigatoka leaf spot of bananas and plantains. Plant diseases. FAO Plant Protection Bulletin 64: 750-755.

Sulyo, Y. 1992. Major banana diseases and their control. IARD journal 14 (3 & 4): 55-58.

Tejada, L. O. 1980. Estudio sobre los hospederos potenciales de la mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* Wied. SARH. Soconusco, Chiapas, México. 95 p.

Tejerina, J. C. 1997. First report of black Sigatoka in Bolivia. Plant disease 81: 1332.

Tellez, O. 1945. El peral y El Manzano. Ed. Bartolomé, Truco, España. 103 p.

Valencia, L. 1988. Seguimiento de las poblaciones en campo de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* en Tibaitata, Bogotá, Colombia y su importancia en el manejo integrado. Curso internacional de manejo integrado de la palomilla (Lepidóptera: Gelechiidae) de la papa ICA. CIP. Bogotá, Colombia. pp. 34-40.

Valmoyor, R. V. 1991. Banana diseases in Asia and the Pacific. Proceeding of a regional technical meeting on diseases affecting banana and plantain in asia and the pacific. INIFAP. Brisbane, Australia. 180 p.

Vázquez de la P. J. L. 1993. Efecto de la irradiación sobre los órganos genitales de la Mosca del Mediterráneo *Ceratitis capitata* Wiedeman, factor limitante en la producción agrícola. Tesis Lic. ICCAC-UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 77 p.

Velasco, P. H. 1995. La broca del café. PIDRCAFE. UACH. Chapingo, México. 29 p.

Villaseñor, L. A. 1979. La cafecultura mexicana ante la roya del cafeto. Editada por el departamento de Divulgación del Instituto Mexicano del Café. pp. 5-39.

Zadoks, J. C. and Schein, R. D. 1979. Epidemiology and plant disease management. Oxford Uni. Press, New York. 472 p.

Zizumbo, V. D. y Rober, M. L. 1990, La problemática del amarillamiento letal del cocotero en México. CICY. Yucatán, México.

Zizumbo, V. D. 1997. El cocotero en México: historia, variación morfológica y diversidad genética. Tesis doctorado, Instituto de Ecología-UACP. y P/CCH. UNAM. México, D.F.