

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Manejo Integrado de Organismos Plaga de la Papa *Solanum tuberosum* L;
en la Región de Navidad, Galena, Nuevo León

Por:

SEBASTIAN SOLÍS RODRÍGUEZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México.

Febrero 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Manejo Integrado de Organismos Plaga de la Papa *Solanum tuberosum* L;
en la Región de Navidad, Galena, Nuevo León

Por:

SEBASTIAN SOLÍS RODRÍGUEZ

MONOGRAFIA

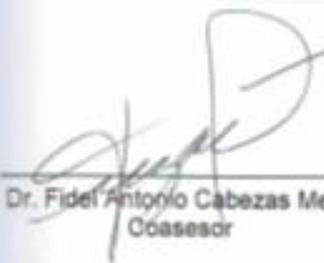
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

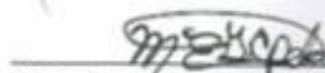
Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Melchor Cepeda Siller
Asesor Principal



Dr. Fidel Antonio Cabezas Melara
Coasesor



Dr. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2017

AGRADECIMIENTOS

A Dios por dejarme llegar a este momento feliz de mi vida y te pido que con luz me acompañes a lo largo de mi vida profesional.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por la formación que me brindo como profesionista.

Al Dr. Melchor Cepeda Siller, por el apoyo brindado para realizar este trabajo y además el apoyo y confianza brindada en toda la carrera.

Al Dr. Fidel Antonio Cabezas Melara, por su tiempo invertido en revisar el presente trabajo.

A la Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda, por el apoyo mostrado en toda mi formación profesional.

DEDICATORIA

Este trabajo está especialmente dedicado a mis padres Fidencio Solís Contreras y Eva Rodríguez Luna, por su amor incondicional, por su apoyo sobre todas las cosas, por estar conmigo en momentos buenos y malos, por sus consejos, por sus palabras de aliento, por ser los mejores padres del mundo.

Mi esposa María de la Luz Rodríguez Guerrero.

Gracias por tu apoyo, amor y comprensión en todo este camino que largo ya vendrán los frutos muchas gracias mi amor

Mi hijo Ethan Sebastián Solís Rodríguez

Tu eres mi mayor inspiración, eres lo mejor que me ha pasado en mi vida te amo.

A mi hermana Selene Solís Rodríguez y sobrino Gael Montes Solís, muchas gracias por todo su apoyo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	V
RESÚMEN.....	VII
INTRÓDUCCIÓN.....	VIII
OBJETIVO.....	IX
REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
Descripción del Sitio de Cultivo.....	10
Generalidades Sobre el Cultivo.....	11
Condiciones Ambientales para el Cultivo.....	13
Características del Vegetal.....	20
Labores de Cultivo.....	23
Aspectos Parasitológicos.....	27
Insecto Plaga.....	27
Gallina Ciega.....	27
Gusano de Alambre.....	30
Escarabajo de la Papa.....	33
Paratrioza.....	36
Pulga Saltón.....	43
Pulgón.....	46
Mosca Blanca.....	52
Palomilla de la Papa.....	55
Enfermedades por Hongos.....	63
Tizón Tardío de la Papa.....	63
Costra Negra de la Papa <i>Rhizoctonia solani</i>	68

Marchitez por <i>Verticillium albo-atrum</i>	70
Tizón Temprano de la Papa <i>Alternaria solania</i>	72
Enfermedades por Bacterias	75
Marchitez Bacteriana, Vaquita o Pudrición Parda de la Papa.....	75
Pudrición Blanda o Pierna Negra.....	79
Pudrición Anular.....	83
Sarna común.....	87
Enfermedades por Fitoplasmas	91
Punta Morada.....	91
Nematodos	93
Especies del Género <i>Meloidogyne</i>	93
El Nematodo Dorado de la Papa.....	101
Enfermedades por Virus	105
Virus: Potato Yellow Dwarf Virus (PYDV).....	105
Virus: Potato X Potexvirus: PVX.....	109
Virus: Potato Leafroll Virus: PLRV.....	114
Malezas	124
CONCLUSIONES.....	147
BIBLIOGRAFÍA.....	148

RESUMEN.

En la actualidad el cultivo de papa, es uno de mayor producción tanto mundial como nacional. En la región de Galena, Nuevo León es un cultivo que mayor nivel de derrama económica, deja al municipio grandes ganancias. Este cultivo resulta ser un cultivo que da muchas ganancias a los productores. Aunque la inversión inicial es costosa las ganancias son muy altas.

La problemática que se tiene con diferentes plagas y enfermedades, es la más importante, ya que eleva los costos de inversión para los productores, a causa de que los agroquímicos utilizados, son de precio alto, y se utilizan con frecuencia llegando a ser uno de los mayores problemas para el medio ambiente.

Las plagas y enfermedades, tienen forma de controlarse o mantenerse bajo el umbral económico si se aplican tratamientos a tiempo, y una buena opción se logra con un buen manejo integrado.

Palabras clave: Papa, enfermedades, plagas, manejo, integrado.

INTRODUCCIÓN

La papa *Solanum tuberosum* L. es uno de los productos alimenticios con mayor tradición en el continente americano desde hace más de 2,000 años, originaria del sur de América, en la zona andina en el sur de Perú y con una gran cantidad de variedades silvestres en Bolivia, Ecuador, Chile y México. En México, este cultivo tiene gran importancia, ya que es de los pocos cultivos que se desarrollan en casi todo el territorio nacional y se cultiva en 22 estados, aunque solo 6 aportan el 65.5 % de la producción total, mientras que la producción de semilla solo se realiza en los estados de Baja California, Sonora y Estado de México con una producción de 6,233.50 ton., para el año 2012.

Este cultivo ocupa el cuarto lugar en superficie sembrada, superado únicamente por los granos básicos, maíz *Zea mays* L, frijol *Phaseolus vulgaris* L y trigo *Triticum aestivum* L.

La relevancia de la papa se basa en dos aspectos: a) por su alto valor nutritivo ya que contiene carbohidratos, proteínas, celulosa, minerales, así como vitaminas A, C, G y vitaminas del complejo B. De igual forma se considera que bajo las condiciones apropiadas, la papa tiene un contenido mayor de nutrientes que los cereales y b) por ser una fuente generadora de ingresos a sus productores, así como la cantidad de jornales que genera en las diferentes regiones productoras, sobre todo durante el periodo de cosecha.

De este cultivo anual, de la familia de las Solanáceas la parte que se cosecha es un tubérculo, es decir, un engrosamiento subterráneo de los tallos que sirve para almacenar sustancias de reserva. Los tubérculos están cubiertos por una exodermis que aparece al romperse la epidermis que va engrosándose con el tiempo. Sobre su superficie existen hundimientos para resguardar las yemas vegetativas que originan los tallos, que están dispuestos forma helicoidal. Además, hay orificios que permiten la respiración, llamados lenticelas. De la domesticación de esta especie, se han generado diversas variedades, dentro de las cuales para

consumo humano destacan tres, de acuerdo al color y tipo de cascara: 1) Color rosado, 2) Cáscara lisa y de color blanco o amarillo y 3) Color rojo.

El cultivo de la papa, como la mayoría de los cultivos, es susceptible al ataque de un grupo variado de plagas que se alimentan de la planta y ello va provocando un deterioro en el rendimiento y calidad del cultivo y enfermedades provocadas por un sinnúmero de organismos como hongos, bacterias, virus, así como la interacción entre plagas y enfermedades que dañan al cultivo, y competencia con especies vegetales (malezas) de importancia económica.

OBJETIVO

- Que los productores de papa de la región tengan información actualizada sobre las plagas de mayor interés que afectan el cultivo de la papa.
- Tratar que lo productores lleven un buen manejo integrado de plagas y rotación de cultivos.

REVISIÓN DE LITERATURA.

Descripción del Sitio de Cultivo

En el Estado de Nuevo León la papa se cultiva sólo en la región llamada “Navidad” y en el municipio de Arteaga, estado de Coahuila, estas regiones destina una superficie aproximada de 5000 hectáreas, ya que posee las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del cultivo. En la actualidad estas regiones han adquirido una gran importancia socioeconómica. En el estado de Nuevo León, se encuentra el Campo Agrícola Experimental de Navidad, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (CAEN-UAAAN), que tiene una superficie de 200 ha. Localizado al Sureste de la Cd. de Saltillo, Coahuila; a 84 Km por la carretera federal 57 (México-Piedras Negras), tramo Saltillo-Matehuala; situado a 25° 00' 00" de Latitud Norte y 100° 32' 00" de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, a una Altura de 1895 msnm, el clima es semidesértico, con una precipitación anual de 400 mm; el suelo es limo-arenoso y tiene una profundidad de 35 cm; posee un lecho calcáreo de 15 cm de espesor, y un pH de 7.5, así como una temperatura media anual de 21.7 °C.

Generalidades Sobre el Cultivo.

Origen

De Candolle (1883), citado por Montaldo (1984), afirma que durante el descubrimiento de América el cultivo de la papa ya se practicaba y parecía ser muy antiguo en las regiones de Chile hasta la Nueva Granada. (Báez; 1983) consideró dos centros de origen de la papa cultivada: Chile (*Solanum tuberosum*) y el otro Ecuador, Perú, Colombia, y México (*Solanum andigenum*).

Hawkes (1987), señala que la papa fue introducida a Europa desde Sudamérica a fines del siglo XVI; por su parte, Mendoza y Estrada (1979) indican que el centro de origen de la papa cultivada es de los altiplanos de América del sur. Huamán y Wissar (1988) afirma que el Centro de origen de la papa es de las tierras altas de Perú, más precisamente en el área comprendida entre Cuzco y los alrededores del lago Titicaca, que se extiende hacia Bolivia, Chile y Argentina, y por el Norte de Ecuador, Colombia, Venezuela, Centroamérica y México. Asimismo, de los andes de América del Sur comprendida en Colombia, Perú, Ecuador, y Bolivia, y su domesticación se remonta al año 2000 A.C.

Botánica

La papa es una planta anual, herbácea y de naturaleza perenne (Tamaro, 1981), produce varios tallos aéreos que crecen de 0.5 a 1 m de altura. Puede presentar flores terminales y dar resultado un fruto de 1 a 3 cm de diámetro, que contiene una gran cantidad de semillas. Los frutos (bayas) no son comestibles y la semilla se emplea solo en la siembra. El sistema fibroso raíces se extiende superficialmente y se desarrollan rizomas múltiples que terminan en los tubérculos conocidos como papa (Halfacre, 1984).

Raíz

Las raíces de la papa son de tipo adventicias, gruesas y pivotantes; la mayoría de ellas se encuentran en los primeros 40 cm de profundidad, estas son

muy ramificadas, finas y largas dependiendo de su desarrollo, por eso es necesario un suelo de muy buenas condiciones para su cultivo (Guerrero, 1981).

Tallos

Son angulares, generalmente de color verde, aunque pueden ser de color púrpura, son herbáceos cuando en etapas avanzadas de desarrollo la parte inferior puede ser relativamente leñosa (Hooker, 1981).

La papa posee un tallo principal y a veces varios tallos según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo; en las axilas de las hojas con los tallos se forman ramificaciones secundarias (Montaldo, 1984)

Los tallos son aéreos y subterráneos. Los aéreos son erguidos ramosos, huecos y algo pelosos. Los tallos subterráneos son estolones y tubérculos; los estolones son aproximadamente del tamaño de un lápiz y crece lateralmente a una distancia de 2.5 a 10 cm y en su extremidad se forman los tubérculos (Mier, 1986; Horton, 1987).

Tubérculos

El tubérculo de la papa es un tallo subterráneo ensanchado, en la superficie posee yemas axilares en grupo de 3-5 y protegidas por hojas escamosas (ojos) (Montaldo, 1984). Morfológicamente los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de la papa; el tubérculo tiene dos extremos: el basal o extremo opuesto, y el unido al estolón, que se llama extremo apical o distal. En la mayoría de las variedades comerciales la forma del tubérculo varía entre redondo, ovalado y oblongo. Además de estas formas, algunos cultivares primitivos producen tubérculos de diversas formas irregulares; en un corte longitudinal el tubérculo muestra los elementos siguientes, del exterior hacia el interior: peridermo o piel, corteza, sistema vascular, parénquima de reserva y tejido medular o medula (Huamán, 1986).

Hojas

Las hojas son alternas, igual que los estolones; las primeras hojas tienen aspectos de simples, vienen después las hojas compuestas imparipinadas con

tres o cuatro partes de hojuelas laterales y una hojuela terminal. (Montaldo, 1984; Mier, 1986).

Las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo, son de tipo compuesto con varios folíolos opuestos y uno grande como terminal; las hojas son un poco vellosas y miden de 8 a 15 cm de largo por 1 a 3 cm de ancho ovals y acuminadas; en las axilas, que se forman las hojas con el tallo, salen las yemas vegetativas (SEP, 1982; Mier, 1986).

Flores

Son pentámeras de colores diversos; tienen estilo y estigma simples, y ovario bilocular. El polen es dispersado por el viento y la autopolinización se realiza en forma natural (Hooker, 1986). Las flores nacen en racimos en la extremidad de los tallos; las flores individualmente son perfectas, pueden ser de color blanco, rosadas o violeta, según la variedad. La polinización se realiza de forma natural la cual es relativamente cruzada, y cuando esto sucede probablemente los insectos son los responsables (Horton, 1987).

Fruto

El fruto es una baya carnosa, redonda u ovoide, más o menos gruesa de 15 a 30 mm de diámetro, color verde (inmadura) y verde amarillento madura (madura) o verde azulado; cada fruto contiene de 50 a 300 semillas (Báez, 1983). Son redondos suaves, con un diámetro de aproximadamente 2 cm. Las semillas del fruto son pequeñas y aplastadas (SEP, 1982).

La forma del embrión es generalmente curvo como una U, orientada hacia el punto de unión con la placenta; el embrión tiene dos polos opuestos, de los cuales uno, la radícula, constituye el primordio radicular y el otro, la plúmula, contiene dos cotiledones (Huamán, 1986)

Condicionantes Ambientales para el Cultivo

Suelo

En cuanto a su topografía Navidad, Nuevo León es casi plana con muy poca pendiente, presenta un mosaico de suelos como respuesta a los diferentes

mecanismos de formación y a los materiales que les dieron origen, predominando los tipos xerosol y litosol. El tipo de suelo es considerado como ligero y clasificado como migajón de buena profundidad, medianamente salino y de reacción ligeramente alcalina con un PH de 7.5 a 7.6 y un contenido de nitrógeno de medianamente pobre a pobre, medianamente rico en fósforo asimilable y extremadamente rico en potasio intercambiable. Los cultivos que principalmente se siembran en la región son papa, trigo, cebada, maíz, hortalizas y en menor superficie, manzano (Narro, 1986)

Específicamente el suelo donde se va a cultivar presenta a grosso modo: Materia orgánica mediana, es pobre en nitrógeno (19.2 kg/ha), fosforo (21.6 kg/ha), y potasio (38.01 kg/ha), según los análisis realizados en los laboratorios del departamento de suelos de la UAAAN.

Generalmente la papa se cultiva en suelos migajones arenosos o migajón arcilloso y suelos orgánicos fértiles. En suelos minerales la adición de materia orgánica descompuesta es generalmente benéfica. La materia orgánica mejora la estructura y aireación haciendo al suelo más favorable para el desarrollo de los tubérculos (Edmon, 1981).

El suelo debe ser de textura media, abonado y fertilizado; los suelos arcillosos no deben de ser utilizados en su siembra, pues provocan grandes deformaciones en los tubérculos por su compactación (Montes, 1988).

Los mejores suelos para el cultivo de la papa son los porosos, friables y bien drenados, con una profundidad de 25-30 cm. Los suelos muy arenosos no son relativamente de humedad y por esto requieren de riegos frecuentes. Los suelos derivados de materia orgánica son los mejores y producen las más altas cosechas (Montaldo, 1984).

La reacción del suelo debe ser ligeramente ácida o neutra, con un mínimo de 2% de materia orgánica, profundidad de suelo mayor de 60 cm y buen drenaje interno que facilite una buena aireación de las raíces. La resistencia del suelo a la penetración de raíces, a la emergencia de brotes y al crecimiento de los tubérculos debe ser baja; el contenido de carbonatos totales también debe ser baja y no

deben existir problema de sales, sodio, sustancias tóxicas, ni parásitos o patógenos del cultivo (Narro, 1986).

PH del Suelo

Este cultivo se adapta a la mayoría de los tipos de suelos, teniendo un rango de pH que va desde 3.5-7.5, siendo los suelos francos los más adecuados para su producción (Báez, 1983).

En México la mayoría de los lugares productores de papa tienen un pH entre 6.5 y 6.8, habiendo lugares también con pH de 5.5 y otros con 7.5, estando éstos aún dentro del rango de adaptación. La acidez del suelo o el pH debe ser entre 5.5 y 7.0, la cantidad de sales debe ser 2 % como mínimo para que el suelo no forme costras (Christiansen, 1980).

Agua

En la región de Galeana, Nuevo León se presenta una precipitación anual de 57.7 mm, predominando las lluvias en los meses de mayo, junio y julio, siendo marzo el mes más seco. El clima es semi seco templado extremoso, con lluvias todo el año siendo más abundantes en el verano (Estación climatológica agro delta El Cuije – Municipio de Galeana, N.L.)

La planta de papa necesita una continua provisión de agua durante la etapa de crecimiento. La cantidad total de agua para el cultivo es de aproximadamente 500 mm; durante la primera etapa de desarrollo, la planta requiere de poca agua; pero después, y hasta la cosecha el consumo es mayor. Según Thompson y Kelly (1959), los mejores resultados bajo condiciones de riego se obtienen cuando el nivel de humedad está a menos del 50 % de la capacidad de campo (SEP, 1982).

La cantidad total de agua para el cultivo es de aproximadamente 500 mm durante la primera etapa de su desarrollo, y hasta la cosecha, el consumo de agua es alto. La falta de agua disminuye la producción y deforma el tubérculo. Una precipitación muy elevada y una humedad relativamente alta, provoca el rápido desarrollo de enfermedades (SEP, 1982).

Talavera (1983), considera que durante el ciclo de cultivo de papa exige abundante agua, especialmente durante la floración y la formación de tubérculos. Además menciona que las plantas de papa sometidas a fuertes calores superiores

de 30°C a 35°C, y que sufren falta de agua tienden a disminuir y finalmente paralizar el crecimiento de los tubérculos. Este crecimiento se normalizará cuando las condiciones hídricas se normalicen, este fenómeno trae como consecuencia crecimientos secundarios que pueden causar la mal formación del tubérculo. Así mismo, para facilitar la cosecha, el campo debe estar seco; cuando existen deficiencias de agua se provoca una disminución en la producción y hay malformación del tubérculo, por lo que deben evitarse periodos prolongados de sequías alternas con humedad, ya que disminuye la calidad del tubérculo (SEP, 1982).

Riego

Para lograr un buen manejo del agua, es indispensable la nivelación y un buen trazo de riego. El número de riegos depende de las condiciones ambientales, del tipo de suelo y de la etapa del cultivo, pudiendo ser de aproximadamente 10 riegos durante el ciclo del cultivo.

El exceso de agua se encuentra asociado a la presencia de enfermedades porque se propician las condiciones favorables para su desarrollo. Un riego excesivo al momento de la siembra puede provocar pudriciones en el tubérculo-semilla y, como consecuencia, originar fallas en la emergencia. Invariablemente, los riegos deben aplicarse oportunamente y en cantidad de agua suficiente. Se ha observado que cuando no se aplican en el momento adecuado, la reducción en rendimiento puede ser mayor del 50%.

Medio Ambiente

Clima

El clima para Navidad, Nuevo León se designa como β soh'w€, de acuerdo al sistema de clasificación de Koppen, modificado por García (1988) para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana, caracterizado por su grado de humedad como semiárido y por su temperatura como semicálido. Las heladas más severas se presentan en los meses de noviembre, diciembre y enero, aunque con frecuencia se presentan heladas tardías en el mes de febrero y aún en mayo. Los vientos en general durante el año predominan de oeste o del sureste.

Temperatura

En la región de Galeana, Nuevo León la temperatura media anual es de 14.3°C y una máxima de 41°C en los meses de junio y julio, la mínima extrema de -11°C en Enero, con una temperatura media anual de 16-18°C con frecuencia heladas de 20 a 40 días, a partir del mes de octubre hasta marzo, con una frecuencia de 48 días al año por lo que se tiene un periodo de 185 días libres de heladas (Estación climatológica Agro delta El Cuije – Municipio, Galeana, N.L.)

El cultivo de la papa, para su adecuado desarrollo requiere de días cortos y de temperaturas frescas, debido a que es un cultivo de clima templado-frio, la temperatura óptima requerida es de 15-18°C. (Harris, 1978 y Parsons, 1982), temperaturas menores a 17°C durante la época de tuberización, presenta una buena formación de tubérculos, pero a temperaturas mayores a 28°C hay inhibidores de tuberización y los rendimientos serán menores (Christiansen, 1967).

Durante su crecimiento el cultivo requiere de una variación de temperatura ambiental. Después de la siembra, la temperatura debe subir hasta 20°C para que la planta desarrolle adecuadamente; necesita una temperatura más alta para un buen crecimiento del follaje; aunque no debe pasar de los 30°C. Durante el desarrollo de los tubérculos es importante que la temperatura se encuentre entre 16 y 20°C. Especialmente en regiones más calientes es esencial que las noches sean frescas para ayudar a la inducción de la tuberización de los tallos (SEP, 1982). Según Parsons (1982) dependiendo de la variedad utilizada, será afectada por la temperatura, así tenemos que las variedades precoces tuberizan con 16 horas. de luz, ocurriendo lo contrario con las tardías. La planta muere cuando la temperatura desciende a 0°C, siendo que tolera un mínimo de 2°C. (Tamaro, 1981).

Fotoperiodo.

La formación de sustancias de tuberización por hojas y tallos depende de la variedad, de la temperatura y de la duración de la luz (fotoperiodo). En días cortos se produce más sustancias de tuberización que en días largos, en los cuales aumenta el crecimiento vegetativo de la planta (Guerrero, 1981). Vander, citado por Talavera (1983), considera que a mayor intensidad de luz la asimilación de

una planta de papa será mayor si las condiciones de humedad del suelo y temperatura ambiental son adecuadas. Se puede considerar que la producción de papa en zonas de mucha luminosidad es preferible a zonas frecuentemente nubladas. Una buena luminosidad puede incidir en una mayor distribución de materia seca en dirección a los tubérculos y favorecer a éstos en la relación crecimiento de follaje-crecimiento de tubérculos.

Altitud.

La papa se desarrolla desde alturas de 500 a 3000 msnm (Valadez, 1998); en México se siembra en zonas montañosas bajo temporal y a una altitud de 2750 y 3400 msnm (Mier, 1986).

Latitud.

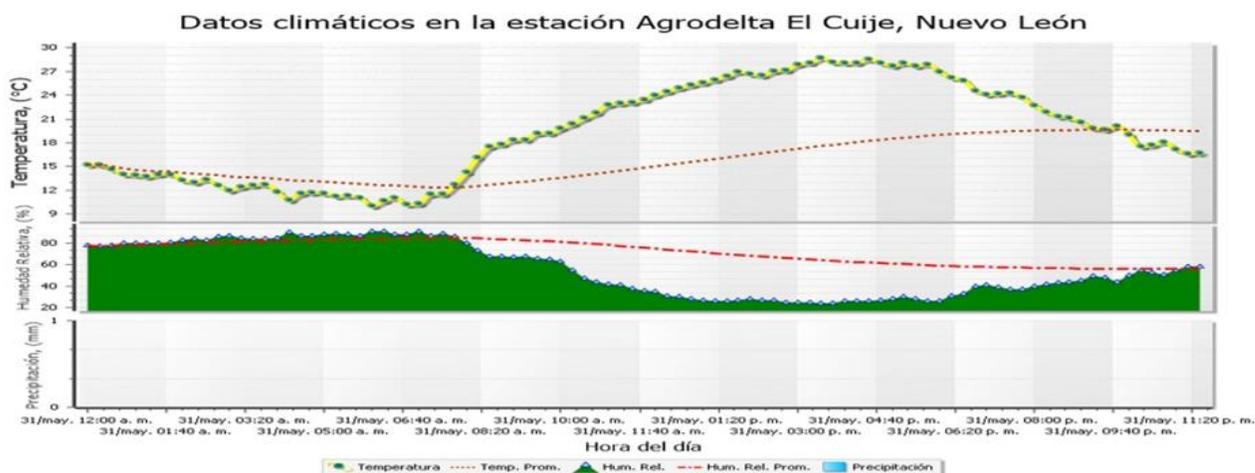
En su lugar de origen se desarrolla desde latitudes de 3 ° N hasta 27 ° S, pero después de su propagación por el mundo se ha adaptado a condiciones templadas como son los países europeos, hasta 60°N (Smith, 1975).

A continuación se presentan los datos climatológicos de la estación más cercana a Navidad, Galeana, Nuevo León. En este caso se tomó como referencia la estación agro delta (Estación agro delta, El Cuije, Galeana, Nuevo León). Fecha de lectura: 31/mayo/2014. 11:30:00 pm, Cuadro 1.

Cuadro 1 Datos climatológicos estación El Cuije, Galeana, Nuevo León

Variables	Valor	Unidades	Estado actual
Temperatura	16.7	°C	
Precipitación	0	mm	
Humedad relativa	58	%	
Punto de rocío	8.4	°C	
Radiación global	0	w/m ²	
Velocidad del viento	0	km/Hr	
Dirección del viento	192.5	Grados azimut	

Cuadro 2. Fluctuación climática en la estación Agro delta



Cuadro 3. Promedios climáticos del día sábado, 31 de mayo de 2015

Temperatura	Humedad relativa	Velocidad del viento	Dirección del viento
19.5 °C	56%	2 km/Hr	232 ° Suroeste

Cuadro 4. Máximas y mínimas del día sábado, 31 de mayo de 2015

Variable	Valor	Hora
Temperatura máxima	28.70 °C	15:30:00
Temperatura mínima	10.00 °C	06:00:00
Radiación Global	1114.20 w/m ²	15:00:00
Velocidad del viento máxima	12.40 km/Hr	18:45:00
Velocidad del viento mínima	0.00 km/Hr	00:15:00

Cuadro 5. Datos estadísticos

Periodo	Precipitación acumulada (mm)	Temperatura °C			Humedad relativa (%) *	Viento *	
		Máxima	Mínima	Media		Velocidad (km/Hr)	Dirección (grados)
viernes, 30 de mayo de 2014	5	24.4	13.5	7.2	71.2	2.1	186.7 Sur
Últimos 8 días	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Cuadro 6. Precipitación en el año

Mes	2015 (mm)	2015 Acumulado (mm)	Promedio historico (mm)	Promedio histórico acumulado (mm)	Anomalía mensual (%)	Anomalía anual (%)
Enero	24.4	24.4	16.1	16.1	51.55	51.55
Febrero	0.8	25.2	10.13	26.23	92.1	3.93
Marzo	21.6	46.8	12.41	38.64	74.05	21.12
Abril	12.4	59.2	23.94	62.58	48.2	5.4
Mayo	51	110.2	40.8	103.38	25	6.6

Características del Vegetal

Semilla de Papa

Los tubérculos constituyen la "semilla". Estos deben tener brotes cortos y fuertes, sin decoloraciones o deformaciones visibles. Deben desecharse aquellos tubérculos que carecen de brotes o sean débiles. El tamaño de la semilla no debe ser demasiado pequeño, sino mediano. Antes de la siembra se recomienda exponer los tubérculos por unos días a la luz indirecta del sol para hacerlos más resistentes a las pudriciones (Parsons, 1982).

Se recomienda usar semilla certificada, la cual deberá ser producida bajo estrictas normas fitosanitarias para garantizar una mejor germinación y un menor número de plantas enfermas.

La semilla, generalmente está compuesta por una mezcla de tubérculos de diferente tamaño, por lo cual se recomienda separarlas por tamaños con el fin de

que al sembrar se tengan poblaciones homogéneas, debido a que los tubérculos grandes emiten más tallos que los tubérculos pequeños ya que tienen mayor número de yemas (Parsons, 1982).

La semilla de papa se clasifica en cuatro categorías, las cuales se muestran a continuación: Cuadro 9, dependiendo del tamaño de los tubérculos para la siembra, se requerirá de 1.5 a 4.0 ton/ha.

Cuadro 7. Clasificación de la semilla de papa, de acuerdo por su tamaño.

Categoría de Semilla	Diámetro (cm)	Peso (g)	Número de yemas	Kilogramos por hectarea
Primera	>7.0	230	17	4
Segunda	4.0 a 6.9	100	12	3
Tercera	3.0 a 3.9	45	9	2.5
Cuarta	<2.9	25	7	1.5
			Promedio	2.75

Cuando la semilla tiene un alto porcentaje de tubérculos grandes, se utilizará mayor cantidad de material para sembrar una hectárea; sin embargo, una forma de hacer rendir la semilla es fraccionar el tubérculo en dos partes. Se recomienda que el corte sea a lo largo del tubérculo.

Los tubérculos de papa tienen un periodo de reposo y luego brotan en forma natural. Sin embargo, muchas veces se requieren tubérculos "brotados" antes que se produzca el brota miento natural. Cuando se desee estimular la brotación artificial, y a la vez tratar la semilla para prevenir enfermedades, se recomienda el siguiente procedimiento:

Una vez que se haya tratado dicha cantidad de semilla, se procede a realizar una recarga para llenar el recipiente con una solución igual a la mencionada anteriormente y preparada con anticipación para continuar con el tratamiento.

Después del baño, la semilla se expone al ambiente, cuatro a cinco horas, para que se seque y posteriormente proceder a su almacenamiento en un lugar cerrado, pero con ventilación.

Segundo. Se procede a estimular la brotación mediante calentones de combustible (gas, gasolina o diésel) o braceros de carbón, tratando de mantener una temperatura ambiental de 18 a 25 grados centígrados durante un periodo de 21 a 30 días, al término del cual, se logra obtener tubérculos con brotes vigorosos para su siembra, estimulados por los tratamientos de temperatura y baño con giberelinas. Siguiendo este procedimiento es posible programar la brotación para cuando se desee sembrar.

Variedad de Semilla

De la domesticación de la especie *Solanum tuberosum* L, se han generado diversas variedades, dentro de las cuales para consumo humano destacan tres, de acuerdo al color y tipo de cascara: 1) Color rosado: Este grupo se produce en México, comúnmente en las zonas de temporal, que comprenden regiones de Puebla, Estado de México, Hidalgo, Veracruz y Tlaxcala.

2) Cáscara lisa y de color blanco o amarillo: Este grupo se siembra con más frecuencia en las distintas regiones del país y se destina a los diferentes mercados, tanto a consumo fresco como a uso industrial. Los estados productores de este tipo de papa son Sinaloa, Nuevo León, Sonora, Guanajuato, Coahuila, Chihuahua, Estado de México, Puebla, entre otros. Entre estos dos primeros grupos se abastecen los mercados de consumo fresco y de uso industrial. De las variedades para consumo fresco, en nuestro país, las más utilizadas son: Alpha, Atlantic, Adora, Bintje, Cardinal, César, Diamante, Escord, Felsina, Fianna, FL1867, Furore, Greta, Giant, Mundial, Prevalent, Procura, patrones, entre otras, y las variedades para uso industrial más comunes son Atlantic, FL1867, Fianna, Snowden y Lady Rosetta, entre otras. Y 3) Color rojo, éste grupo no se siembra aún en México, pero en Estados Unidos se establecen diferentes variedades, entre las que destacan Nordona, Red Norland y Red Pontiac, que registran muy buenos rendimientos y comúnmente son destinadas al mercado industrial.

La variedad regional más comúnmente usada en Navidad, Nuevo León es la denominada Alpha. Esta ha mostrado buena adaptación y buenos rendimientos, su madurez es de tipo intermedio, su ciclo vegetativo es de 105 a 115 días al desvare. Estas plantas posee muchas hojas y los tubérculos son de piel y pulpa

color amarillo claro; son de forma oval redondeada, con "ojos" muy superficiales y distribuidos en todo el tubérculo. La semilla se puede adquirir en la región productora de semilla de papa. Existen otras variedades que se siembran y que tienen buena capacidad de producción, estas son: Giant. Tiene tubérculos de forma oblonga, color de piel y pulpa amarilla, piel lisa con ojos superficiales y apicales. Patrones. Los tubérculos son ovals redondeados, color de la piel amarillo, pulpa color amarillo cremoso, piel rugosa, ojos superficiales dispersos, es utilizada en la industria para la elaboración de papas fritas Atlantic sus tubérculos son redondos, de piel amarilla y pulpa color crema, piel rugosa y ojos superficiales. Tiene características para uso industrial, principalmente de papas fritas (Sifuentes, Macías, Apodaca, Cortes, sf)

Labores del Cultivo

Preparación de Terreno

Para producir papa es necesario preparar bien el suelo para facilitar la siembra y favorecer el desarrollo de las raíces y tubérculos. (Parsons, 1982).

Subsuelo

Se realiza para romper la capa compactada que se formó en el suelo después del paso constante de maquinaria. El subsuelo tiene la finalidad de facilitar la penetración de las raíces, favorecer la absorción y retención de humedad, además de lograr una mejor aireación del suelo. Dependiendo del terreno, se debe realizar cuando el arado para voltear la tierra no penetre más de 30 cm. (Parsons, 1982).

Barbecho

Esta práctica se hace con el fin de romper, aflojar y voltear la capa arable, además de enterrar los residuos de la maleza y de la cosecha anterior. Al enterrar esos residuos se promueve su descomposición y, de esta forma, se aumenta el contenido de materia orgánica. El barbecho ayuda a eliminar parcialmente las plagas del suelo al exponer los huevecillos, larvas y pupas al frío, al sol y al aire.

Se debe realizar cuando el suelo tenga la humedad necesaria que permita que se entierre el arado a una profundidad de 25 a 30 cm. Se recomienda barbechar después de la cosecha del cultivo anterior para aprovechar la humedad residual. (Parsons, 1982).

Rastreo

Al igual que el barbecho, el rastreo se debe efectuar cuando el suelo tenga humedad adecuada para poder desbaratar los terrones y dejarlo bien mullido; además, se requiere sujetar a la rastra un tablón o riel para emparejar el suelo. Si existen aún terrones grandes se puede dar otro paso de rastra, en sentido perpendicular al primero. En caso de que el terreno quede desnivelado, se recomienda realizar la labor de nivelación. (Parsons, 1982).

Surcado

Los surcos deben hacerse con una pendiente menor del 2 %, siguiendo las curvas a nivel del terreno para lograr la distribución uniforme del agua de riego y evitar encharcamientos. La distancia entre surcos puede variar de 80 a 85 cm, dependiendo del tipo de maquinaria con que se cuente, y la profundidad debe ser de 15 a 20 cm. (Parsons, 1982).

Densidad de Población

La densidades de población varía entre 39,200 y 62,500 plantas/ha cuando se use 30 cm entre planta y 85 cm entre surcos; o bien, 20 cm entre plantas y 80 cm entre surcos, respectivamente. La cantidad de semilla por hectárea dependerá del tamaño del tubérculo. Considerando que el tamaño óptimo es de 3.5 a 6.0 cm de diámetro, se requieren aproximadamente 2.5 toneladas para esta superficie. La semilla deberá tener brotes fuertes y coloreados, de 1 a 2 cm de longitud. (Parsons, 1982).

Época de Siembra

La papa se siembra en dos épocas: febrero y julio. La más recomendable comprende del 10 al 30 de febrero porque la planta tiene mejor desarrollo en virtud de las condiciones ambientales frescas favorecen la formación y desarrollo de tubérculos. Mientras tanto, las siembras de julio, por exponerse a un ambiente más cálido, reducen significativamente la producción, pudiendo bajar el

rendimiento hasta en un 40 por ciento, en comparación con la siembras de febrero. (Parsons, 1982).

Método de Siembra

La semilla se deposita en el fondo del surco a una profundidad de 15 a 20 cm, e inmediatamente después, se sugiere aplicar productos químicos para prevenir el daño causado por plagas y enfermedades. Para ello pude utilizar Furadán 350 L (Carbofuran) que es un insecticida-nematicida para el control de insectos del suelo como el Gusano de alambre (*Agrotis* sp.) o Gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) y un fungicida como el Tecto (Tiabendazol), para el control de los hongos *Fusarium* spp y *Rhizoctonia* spp.

Si decide aplicar productos químico para el control de plagas y enfermedades, se sugiere hacer una mezcla de 4.0 Litros de furadán más 1.0 kg de tecto diluidos en 400 litros de agua por hectárea. La aplicación se hace con aspersora, cubriendo la mayor parte del área del suelo y procurando bañar totalmente al tubérculo. Después de aplicar el producto químico, se debe tapar la semilla lo más pronto posible para evitar la deshidratación del tubérculo y garantizar la emergencia de la planta. (Parsons, 1982).

Fertilización

Se manejará un nivel de fertilización con la fórmula 300-350-70 de NPK, el cual da un rendimiento de 35 toneladas/hectárea, y considerando los resultados del laboratorio, podemos restar a la formula origina, quedando de la siguiente manera

Formula a completar: 283.8-64.6-219.2

Fuentes de la fertilización:

Nitrato de amonio: 33.5-0-0

Fosfato mono amónico: 12-61-0

Sulfato de potasio: 0-0-50

Esto arroja una necesidad por hectárea de:

Nitrato de amonio: 654.3 kg/ha

Fosfato mono amónico: 538.36 kg/ha

Sulfato de potasio: 63.98 kg/ha

Finalmente esto permite calcular que para las 80 hectáreas, será necesario:

Nitrato de amonio: 52.344 toneladas.

Fosfato mono amónico: 43.068 toneladas.

Sulfato de potasio: 5, 118.4 toneladas.

Durante el desarrollo de las plantas, es necesario realizar al menos dos cultivos mecánicos, complementados con deshierbes manuales; el primer cultivo se puede realizar cuando las plantas tengan una altura de 15 a 20 cm y el segundo antes de que el follaje cierre el surco para no dañar las plantas. Otra opción que se tiene para el control de la maleza, es la aplicación de productos químicos; uno de ellos puede ser el herbicida Sencor (Metribuzin) a razón de 750 ml/ha, que es capaz de controlar la aparición del quelite, verdolaga, mostacilla, lengua de vaca, zacate Johnson y zacate guinea. Este producto se puede aplicar en pre emergencia y post emergencia (Parsons, 1982).

Aspectos Parasitológicos

Insecto Plaga

Gallina Ciega

Ubicación Taxonómica

Según Borrór et al (2005), la ubicación taxonómica de la gallina ciega es la siguiente:

Reino Animal
Phyllum Arthropoda
Clase Insecta
Orden Coleoptera
Suborden Polyphaga
Familia Scarabidae
Género *Phyllophaga*
Especie *Phyllophaga sp.*

Nombres Comunes

Abejón de mayo, ronrón, chicote, chicatana y mayate.

Importancia Económica y Daños.

La gallina ciega (larva de escarabajo) es una de las plagas del suelo más importantes en México, esta plaga es de importancia para muchos cultivos ya que pueden causar pérdidas importantes principalmente en cultivos jóvenes. El escarabajo gallina ciega presenta metamorfosis completa: huevo, larva, pupa y adulto, el cual puede durar de 1 a 2 años. Figura 1. (Metcalf y Flynt, 1978)



Figura 1. Ciclo de vida de gallina ciega *Phyllophaga* sp (izquierda) y *Cyclocephala* sp (derecha)

El problema en el cultivo lo ocasionan las larvas al alimentarse de raíces, provocando que las plantas se debiliten por la falta de anclaje y de absorción de nutrientes, lo que se traduce en la aparición de manchas amarillas debido a la descomposición de la vegetación, y posteriormente sectores de suelo sin vegetación. Los daños más grandes ocurren cuando las plantas pequeñas mueren y las plantas sobrevivientes tienen un crecimiento raquítico, además de que las larvas mastican los tubérculos dejando grandes orificios, profundos y curvos, e incluso muchas veces este daño abarca la mayor parte del tubérculo. Figura 2. Además se pueden presentar problemas por la entrada de patógenos como hongos del suelo, los cuales causan pérdidas considerables en el cultivo (Metcalf y Flynt, 1978)



Figura 2. Daño en tubérculo por larva de gallina ciega

Medios de Control

Control Cultural

Las medidas de combate de la gallina ciega a través de medios culturales se basan en tres observaciones respecto al ciclo de vida:

1. La larva prefiere alimentarse de plantas de la familia de las gramíneas tales como el maíz y otros cereales, de papa y fresa principalmente, mientras que las leguminosas como el trébol, alfalfa y frijol soya son mucho menos dañadas. Consecuentemente, en la tierra donde se encuentran numerosas gallinas ciegas al estar arando el suelo no debe sembrarse maíz, papa u otras plantas que sí son dañadas severamente, sino frijol soya, trébol, alfalfa o cultivos de grano pequeño.

2. Los adultos prefieren poner sus huevos en los campos con pastos y hierbas, y no en campos de tréboles o alfalfa, a menos que éstos tengan una mezcla considerable de hierbas y/o pastos.

3. Mientras que las gallinas ciegas son problemáticas un año, los daños más severos acontecen en ciclos regulares de tres años. Esto se debe a que la mayoría de los insectos alcanzan el estado adulto tres años después de que se presentó una infestación severa. Se presenta el daño severo después de que los adultos son abundantes y ponen sus huevos, o sea el segundo año de su ciclo de vida. Durante los años que se esperan vuelos copiosos de adultos, los cultivos deben mantenerse libres de pastos y malezas durante los meses de abril, mayo y junio, así como tratar de mantener ocupados los campos con leguminosas. Esto

reducirá la cantidad de huevos puestos en los terrenos. Al año siguiente de que hubo vuelos numerosos de mayates, debe evitarse sembrar maíz y papa en los campos que tuvieron crecimiento de malezas (Metcalf y Flynt, 1978).

Al barbechar los campos infestados, a fines del verano o a principios del otoño que es cuando la mayoría de gallinas ciegas están pupando, se matarán muchas pupas y adultos casi transformados, también se matarán muchas larvas y otras se expondrán a los pájaros. De nada servirá el barbecho tardío o cuando el clima sea frío ya que esta plaga tiende a introducirse más abajo de la profundidad que el arado alcanza (Delorit y Ahlgren, 1983). Los cultivos y sus alrededores deben mantenerse libres de malezas. Deben hacerse rotaciones de cultivos, arar y rastrear con anticipación (Montaldo, 1984).

Control Biológico

Las gallinas ciegas son atacadas en el suelo por varios insectos parásitos, especialmente por larvas de avispas como *Tipia* spp y *Elis* spp del orden Hymenoptera de la familia Scoliidae, que a veces reducen considerablemente su población. También son atacadas en sus diferentes estadios por hongos entomopatógenos como *Metarhizium* spp. (Rosenstein, 1992).

Control Químico

Lagunés (1987) dice que el control químico de esta plaga es de carácter preventivo, en él puede mezclarse el insecticida con el o los fertilizantes por utilizar, aplicados al fondo del surco durante la siembra o en banda lo más ancha posible. Los insecticidas que se utilizan para su control son Carbofurán, Clorpirifos y Diazinón, entre otros.

Gusano de Alambre

Ubicación Taxonómica

Según Borrór et al (2005), la ubicación taxonómica del gusano de alambre es la siguiente:

Reino Animal
Phyllum Arthropoda
Clase Insecta
Orden Lepidóptera
Suborden Homoneura
Familia Noctuidae
Género *Agrotis*
Especie *Agrotis* sp.

Nombres Comunes

Gusano del alambre, alfilerillos, alambrillos, orovivos o doradillas.

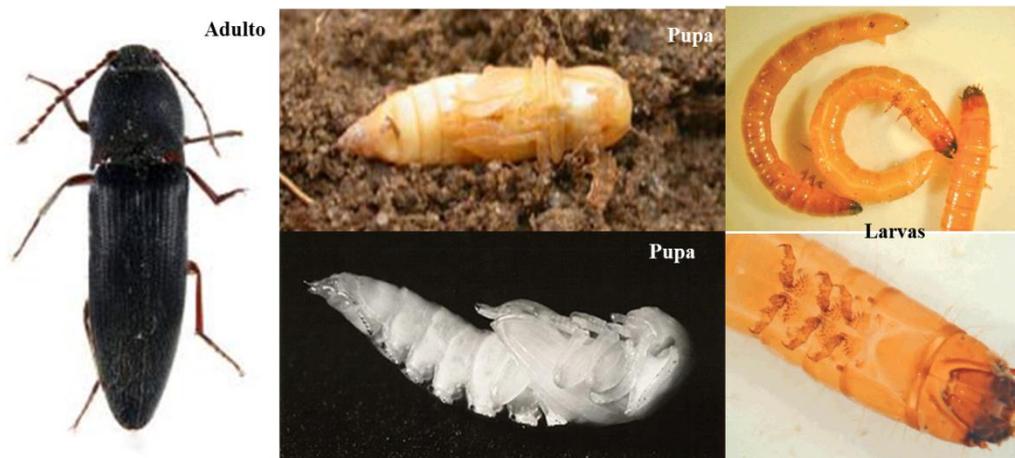


Figura 3. Ciclo de vida del gusano de alambre

Importancia Económica y Daños

Las larvas de gusanos de alambre son las que son perjudiciales a los cultivos, son muy polípagas y durante todo su ciclo larvario viven en el suelo en donde se alimentan sin salir al exterior. De los huevos que las hembras depositan en el suelo húmedo, salen las larvas que atacan gravemente las semillas y las

raíces, y hasta barrenan los tallos de las plantas pequeñas afectando el vigor de las plantas al dañar los tejidos conductores.

Las larvas dañan la semilla y raíces jóvenes de la papa durante el establecimiento del cultivo, la cual es destruida por las larvas, u originan un deficiente anclaje de las plantas y desarrollo posterior. En la etapa de tuberización también pueden dañar la fruta, donde causan heridas que cicatrizan, pero afectan su apariencia y calidad, además hace túneles dentro del tubérculo a medida que se va alimentando. Figura 4. Estas lesiones pueden dar lugar a otras infecciones de otro tipo como bacterias y hongos de suelo. Es común que se presenten manchones a través de la superficie del terreno producto del gusano de alambre. (Metcalf y Flynt, 1978).



Figura 4. Daño en tubérculo de papa por gusano de alambre



Figura 5. Orificios ocasionados por gusano de alambre

Medios de Control

Control Cultural

La población de gusanos de alambre se mantiene a niveles bajos no perjudiciales mediante la rotación de cultivos que requieren de labranzas frecuentes ya que con esto se logra exponer los huevéenlos y larvas al sol (Rosenstein, 1992).

Metcalf y Flynt (1978) comentan que la población de dicha plaga puede reducirse grandemente con los barbechos de verano, el descanso de la tierra de dos o tres años, evitando el crecimiento de todo tipo de malezas den-y cerca de los cultivos, especialmente de hierbas grandes en la primera parte de verano. Arar a una profundidad de 25 cm a principios de verano y permitir reposar el suelo seco aterronado sin perturbarlo por unas cuantas manas, mata un gran número de larvas, pupas y adultos al romperse sus celdas en el suelo y estar expuestos al calor, dado que no lo resisten. En lugares donde el agua de riego es suficiente pueden eliminarse todos los estadios de los gusanos de alambre por medio de la inundación de la tierra, tal manera que el agua se estanque a sólo unos cuantos centímetros de profundidad durante una semana en épocas de calor, cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 15 cm promedia 21 °C o más.

Control Químico

Con los primeros síntomas de daño, es necesario iniciar el control de gusanos de alambre con insecticidas que contengan Diazinón, Clorpirifos o Metoxicloro. Debe aplicarse de 15 a 20 cm de profundidad de la superficie del suelo (Smith, 1993). Asimismo, es necesario aplicar insecticidas sistémicos granulados al momento de la siembra en el fondo del surco (Rosenstein, 1992).

Escarabajo de la Papa.

Ubicación Taxonómica

Según Borrór et al (2005), la ubicación taxonómica del escarabajo de la papa es la siguiente:

Reino Animal
Phyllum Arthropoda
Clase Insecta
Orden Coleoptera
Suborden Polyphaga
Familia Chrysomelidae
Género *Leptinotarsa*
Especie *L. decemlineata*

Importancia Económica y Daños

Es un insecto defoliador de la papa de mucha importancia a nivel mundial. Este escarabajo presenta metamorfosis completa: Huevo, larva, pupa y adulto y un ciclo de vida complejo, diverso y muy adaptado a los hábitats agrícolas. El escarabajo de la papa es una plaga destructiva en altas poblaciones. Tanto los adultos como las larvas se alimentan sobre el cultivo de la papa, llegando a destruir hojas, brotes y tallos tiernos, causan defoliación completa de las plantas atacadas, y paralización del desarrollo de los tubérculos, con considerables pérdidas del rendimiento. Más aun, este insecto también contribuye a dispersar varias enfermedades de la papa. En poblaciones altas, la cosecha se reduce grandemente. Se considera que el periodo crítico de defoliación de la papa es inmediatamente después de la floración, aunque los ataques producidos no influyen en la calidad de la papa, que sigue siendo apto para el consumo, sino solo en la cantidad de cosecha. Contribuye a dispersar varias enfermedades de la papa, incluyendo el marchitamiento de las solanáceas (*Ralstonia solanacearum*) y podredumbre anular de la papa (*Clavibacter michiganensis*) (Dominguez, 1986).



Figura 6. Ciclo biológico del escarabajo de la papa



Figura 7. Daños por larvas y adultos del escarabajo de la papa

Medios de Control

Control Cultural

Con objeto de eliminar las pupas que se encuentran hibernando en el suelo, se recomiendan las labores de barbecho profundo en el invierno. Mantener libre de malezas el terreno es una buena práctica para el control de esta plaga, sobre todo de cardo de arena, *Solanum rostratum*, maleza que fuera su hospedero principal (Metcalf y Flynt, 1978).

Control Biológico

Estudios realizados por el CNRCB (1995), demuestran que este insecto puede ser controlado mediante el uso de liberaciones de crisopas, así como

también el uso de entomopatógenos como el hongo *Encarsia formosa* para la etapa adulta y *Metarhizium anisopliae* cuando se encuentra hibernando.

Control Químico

Aplicar Azinfós metílico; Carbaryl, Endosulfan, Malatión, Metamidofos o Paratión metílico cuando se observe que las larvas o los adultos atacan el follaje (Lagunés, 1987). Según Pedigo (1991), esta plaga pudo controlarse a partir de 1865 cuando se inventó el verde de París, que consistía en un veneno estomacal. Tanto los adultos como las larvas se combaten por aspersion y espolvoreación del follaje con Thiodán a razón de 0.625 a 1.250 kg por ha. Estos tratamientos deben hacerse en cualquier momento en que aparezcan en las guías tanto las catarinitas como las larvas.

La pubescencia de las plantas también funciona como barrera ante la locomoción de algunos insectos. Gibson (1976), citado por Maxwell y Jennings (1984), observó que las vellosidades lobulares tetralobuladas de las hojas y tallos de la especie de papa *Solanum polyadenium* liberan una sustancia gajosa cuando las tocan las larvas del escarabajo de la papa del Colorado, *L. decemlineata*; la sustancia se acumula y se endurece alrededor los tarsos de las larvas inmovilizando a algunas y haciendo que otras se caigan de las plantas.

Paratrioza

Ubicación Taxonómica

Según Borrór et al (2005), la ubicación taxonómica de la Paratrioza es la siguiente:

Reino Animal
Phyllum Arthropoda
Clase Insecta
Orden Hemíptera
Suborden Sternorrhyncha
Familia Triozodae
Género *Bactericera*
Especie *B. cockerelli*.

Nombre Común

Pulgón Saltador, Salerillo

Importancia Económica y Daños

Insecto de la orden hemíptera con metamorfosis simple o gradual, Figura 8. Es un insecto chupador, reconocido como pulgón saltador, psilido del tomate o de la papa, en el que los estados inmaduros y el adulto tienen el mismo mecanismo de alimentación, presenta tres fases en su ciclo de vida: huevo, ninfa y adulto con una duración de 15-30 días aproximadamente. Existen normalmente tres o cuatro generaciones por temporada, las cuales se pueden traslapar.

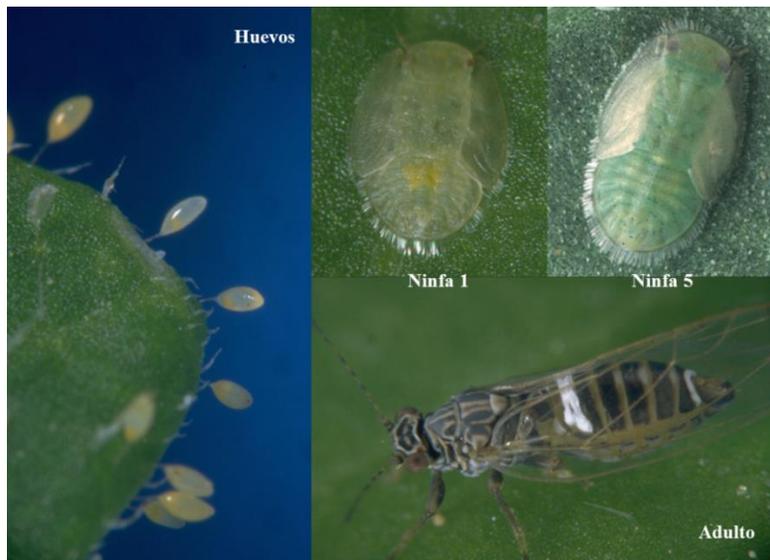


Figura 8. Ciclo de vida de *Bactericera cockerelli*

El psilido de la papa *Bactericera cockerelli* es una plaga que se alimenta de la savia de las plantas hospedadoras y puede ocasionar daños directos e indirectos, como transmisor de una toxina o como transmisor de organismos tipo fitoplasma y bacterias (Davison, 1992).

Daño Directo

Este daño lo causan solo las ninfas, debido a la inyección de una toxina, la cual ocasiona trastornos fisiológicos en las hojas de la papa conocidas como amarilla miento de la papa y que en algunos casos llega a causar el manchado del tubérculo. Los daños ocasionados por las ninfas pueden matar a las plantas si se establecen en sus hojas antes de la floración. En las hojas colonizadas por las ninfas se ha encontrado una actividad anormal tipo hormonas. Las plantas se ven amarillentas y raquílicas, deformación de las hojas inferiores, necrosis, aborto de flores con la merma del rendimiento y tubérculos pequeños, de poca calidad comercial. Si las ninfas permanecen en la planta, también llega a causar el manchado del tubérculo; no obstante, este como semilla produce plantas normales si no fue infectado por el patógeno. Anormalidades adicionales causadas por la alimentación del psilido de la papa, incluyen necrosis del floema que ocurre en los tallos, estolones, raíces, y raicillas laterales, ésta necrosis es más severa en tallos y estolones. Además las ninfas producen secreciones cerosas blanquecinas con apariencia de sal (salerillo), Figura 9. Que se deposita sobre las hojas y los frutos que afectan su calidad (Dominguez, 1986).



Figura 9. Daños ocasionados por la alimentación del psilido de la papa (Munyanza, 2005).



Figura 10. Amarillamiento de la papa provocado por alimentación de *Bactericera cockerelli*

Daño Indirecto

Se considera más importante que el directo. La principal enfermedad es Punta morada de la papa, ya que es ocasionado por fitoplasmas asociados con el amarillamiento del aster (Western aster yellows) del Grupo I, aunque hay virus (PVY, PVX, PLRV) y hongos (*Fusarium* sp.) asociados al síndrome de la punta morada, transmitidos tanto por las ninfas como por adultos, en forma semi persistente es decir, puede transmitirse a partir de 15 minutos de adquirido, y tiene un período de transmisión de 12 días. Esta enfermedad puede ser causada también por otros fitoplasmas transmitidos por chicharritas, por hongos como *Fusarium* sp y *Verticillium* sp, que afectan la raíz o por *Phytophthora infestans* cuando infesta la base del tallo.

Los síntomas de la punta morada se caracterizan por un achaparramiento de la planta, abultamiento del tallo en los lugares de inserción de las hojas, formación de tubérculos aéreos y una decoloración en las hojas superiores, las cuales tienden a tornarse moradas en algunas variedades. Los tubérculos provenientes de plantas con síntomas de punta morada desarrollan un pardeamiento interno y generalmente no brotan, o si lo hacen, sus brotes son muy delgados o ahilados (Dominguez, 1986).



Figura 11. Síntomas de punta morada. Izquierda (Crosslin, et. al. 2010), derecha (Munyanenza, 2005)



Figura 12. Síntomas de punta morada de la papa (Garzón, et. al. 2007)

Otras enfermedad importante es el manchado del tubérculo (Zebra chip), asociada u ocasionada por *Candidatus Liberibacter solanacearum*, el cual se dispersa por plantas infectadas a plantas sanas por injerto e insectos vectores (chicharritas y psilidos), muy asociado con *B. cockerelli*, los cuales los transmiten de una forma persistente, donde el vector adquiere a la bacteria por la alimentación e incorporación a la microflora del intestino. (Crosslin, 2010, et. al. Garzón, et. al. 2007)

Numerosos síntomas se han observado en plantas de papa afectadas por Zebra chip. Los síntomas iniciales de infección son espesamiento o concentración

de almidón ocasionado por el taponamiento de los rayos medulares y anillo vascular en el tubérculo de papa, más avanzada la infección estos anillos medulares se van tornando más oscuros hasta volverse de color café por la necrosis, este síntoma es claramente visible en el corte trasversal del tubérculo fresco. Los tubérculos afectados por zebra chip rara vez brotan, y si lo hacen, con frecuencia producen brotes en hilacha o hilados y plantas débiles. (Crosslin, et. al 2010)

Se incluyen retraso en el crecimiento, quemaduras en las hojas, clorosis, proliferación de yemas axilares, formación de tubérculos aéreos, tallos retorcidos con apariencia de zigzag, nudos engrosados, decoloración vascular y marchitez foliar, oscurecimiento del sistema vascular en las porciones subterráneas de tallos, lenticelas dilatadas, coloraciones anormales de color café en el anillo vascular de tubérculos, necrosis a manera de pecas de los tejidos internos del tubérculo, y oscurecimiento de rayos medulares, se observa además una necrosis en la sección o corte trasversal de tubérculos de papa como un oscurecimiento de los haces vasculares o manchas oscuras discontinuas distribuidas en la sección transversal del anillo vascular cerca del centro y que se extendían a través de la parte final del tallo. (Crosslin, et. al. 2010)

Otros síntomas del tubérculo incluyen debilidad, peridermis rugosa, e interrupción de dormancia que se presenta en tubérculos brotados en suelo antes de la cosecha o en el almacenamiento temprano. Cuando los tubérculos infectados son plantados, se observa una posición deforme de tallos débiles o brotación de tricomas múltiples.

Las infecciones ocasionadas por Zebra chip reducen drásticamente la calidad de las papas y el valor comercial en el mercado, que ocasiona pérdidas de rendimiento y calidad del tubérculo por el orden del 40 %.



Figura 13. Daños por *Candidatus Liberibacter solanacearum*: Clorosis severa (Izquierda), tubérculos aéreos (Derecha) (Crosslin, et. al. 2010).

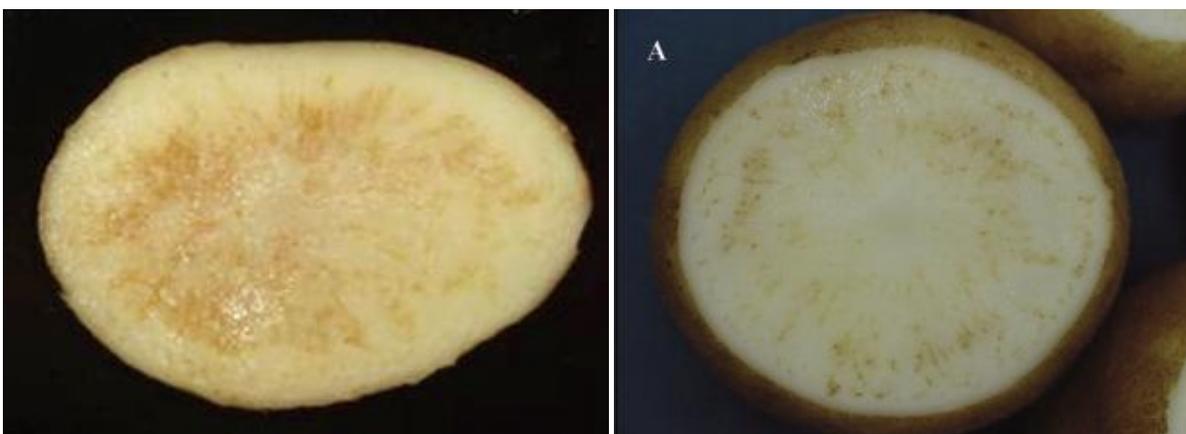


Figura 14. Izquierda: Haces medulares en tubérculos recién cortada de la papa afectados por el zebra chip (Crosslin, 2010). Derecha: Síntomas en tubérculo; semilla infectado con *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Munyanza, 2005).

Medios de Control

El campo de la investigación de repelentes de insectos no ha progresado mucho en los últimos 100 años, ya que el repelente más eficaz contra los defoliadores todavía es el caldo bórdeles inventado en Francia en 1882, que actúa como repelente contra el psilido de la papa *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Metcalf 1978).

Control Químico

Se controla con el uso de productos químicos comerciales que contengan Azinfós Metílico, Diazinón, Paratión, Metamidofos o Carbaryl (Diccionario de Especialidades Agroquímicas-DEÁQ, 1997).

Pulga Saltona

Ubicación Taxonómica

Según Borrór et al (2005), la ubicación taxonómica de la pulga saltona es la siguiente:

Reino Animal
Phyllum Arthropoda
Clase Insecta
Orden Coleoptera
Suborden Polyfaga
Familia Chrysomelidae
Género *Epitrix*
Especie *E. cucumeris*.

Nombres Comunes

Pulguillas de la papa.

Importancia Económica y Daños

Es una especie que produce ataques ocasionales, especialmente cuando las condiciones climáticas o algunas prácticas de manejo del cultivo les son favorables. Este insecto presenta metamorfosis completa: Huevo, larva, pupa y adulto. Figura 15.



Figura 15. Ciclo de vida de la pulga saltona.

Los daños en la planta lo ocasiona las larvas y adultos, las larvas se alimentan de las raíces, estolones y tubérculos. En los tubérculos las larvas raspan la superficie o producen minas superficiales. Estos daños favorecen el ingreso de hongos patógenos que se encuentran en el suelo. El ataque es más frecuente en condiciones de prolongadas e intensas épocas secas mientras que las lluvias o la aplicación de riego, disminuyen drásticamente el nivel de daño.

El daño por el adulto es ocasionado cuando se alimentan de las hojas y brotes tiernos haciendo agujeros pequeños y redondos diferentes tamaños, o bien cicatrices redondas y claras en la haz de las hojas, conocidos como tiros de munición, en infestaciones fuertes las plantas pequeñas retrasan su desarrollo, las hojas pueden secarse completamente, lo que afecta la capacidad de fotosíntesis y el cultivo sufre daños considerables. Figura 16. (Davidson, 1992).



Figura 16. Daño por *Epitrix* sp. En planta de papa

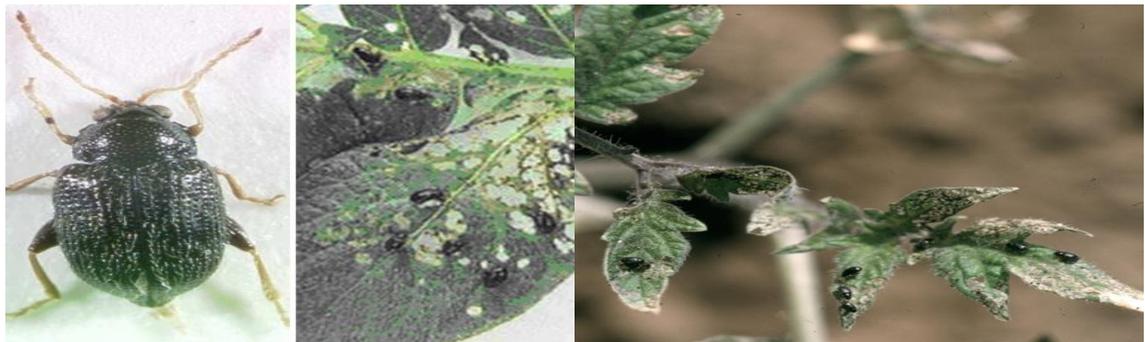


Figura 17. Colonia de *Epitrix* sp. En planta de papa

Medios de Control.

Control Cultural

Es necesario eliminar todos los residuos de cosecha para evitar lugares de hibernación a los adultos (Smith, 1993). Asimismo, es necesario mantener el campo de cultivo libre de malezas, que con frecuencia es el método más importante para mantener disminuida esta plaga, puesto que los adultos se alimentan de hierbas a principios de primavera y fines de otoño (Davidson, 1992).

Control Químico

Para esta plaga, Lagunés (1987) recomienda el uso de productos químicos que contengan como ingredientes activos al Azinfós metil, Carbaryl, aplicaciones al suelo de Carbofurán repitiendo los tratamientos de siete a 10 días, Ometoato, Malatión, Metamidofos y Paratión metílico, entre otros.

De acuerdo con Smith (1993), se dice que las pulgas saltonas pueden combatirse con aplicaciones de Metoxicloro ó Malatión, las pulgas adultas se combaten con Thiodán ó Carbofurán. El combate de la pulga saltana debe iniciarse cuando las hojas empiecen a mostrar los daños característicos, con insecticidas que contengan ingredientes activos como el Carbaryl, Diazinón, Metoxicloro ó Piretrinas, todos según las dosis comerciales recomendadas en los productos. Las aplicaciones deben dirigirse a los tallos de las plantas y observarse una semana después para ver si hay daños, con el fin de valorar la posibilidad de otra aplicación.

Por su parte, Lagunés (1987), propone iniciar el tratamiento cuando se observen en promedio de tres a cinco insectos por cada planta pequeña o cuando 10 de cada 100 plantas muestran perforaciones características de este insecto en sus hojas. Cuando la plaga se presenta, se recomiendan aplicaciones cada 12 o 15 días, hasta llegar a un número de aplicaciones de tres o cuatro dependiendo del grado de infestación.

Pulgón.

Ubicación Taxonómica

Según Borror et al (2005), la ubicación taxonómica del pulgón es la siguiente:

Reino Animal
Phyllum Arthropoda
Clase Insecta
Orden Hemiptera
Suborden Sternorrhyncha
Familia Aphididae
Género *Myzus*
Especie *M. persicae*.

Nombres Comunes

Afidos, pulgones

Importancia y Daño Económico

Los áfidos o pulgones, constituyen uno de los grupos de insectos de mayor importancia agrícola en el ámbito mundial, especialmente en su papel de transmisores de virus. Los áfidos presentan metamorfosis simple con tres fases: huevo, ninfa y adulto. El adulto del áfido verde del melón *M. persicae*, es un insecto que tienen un tamaño que oscila entre 1.6 y 2.4 mm de longitud, la cabeza se distingue porque lleva un par de antenas de tres a seis segmentos y presentan aparato bucal picador-chupador.



Figura 18. Adulto de *Myzus persicae*

El pulgón verde de la papa *M. persicae* es un pulgón grande, de forma alargada de 3 mm aproximadamente y color verde amarillento o rosado un poco oscurecido en cabeza, con los ojos rojos. Las antenas son más largas que el cuerpo y los tubérculos antenales divergentes (señalan hacia afuera).



Figura 19. Adultos ápteros y ninfas de *Myzus persicae*

A los pulgones se les puede encontrar en la planta de papa, especialmente sobre las hojas superiores, brotes, tallos y flores. El daño ocasionado por los áfidos puede ser de tipo directo al succionar la savia de las plantas inyectando una saliva tóxica, provocando que las hojas se enrollan hacia abajo y se arrugan; prosigue el marchitamiento y la decoloración de la hoja, debilitamiento, pérdida de vigor, deformaciones, detección del crecimiento y con ello la cosecha; así como excreción de mielecilla la cual cubre las plantas ocasionando la atracción de moscas y hormigas, así como del hongo *Capnodium* sp (fumagina) que reduce el proceso de la fotosíntesis y calidad de frutos. El daño más importante que originan los áfidos en papa es la diseminación de virus que enferman a las plantas, como el virus de la hoja enrollada de la papa (PLRV), transmitido por *M. persicae*, el cual se caracteriza porque las plantas afectadas muestran las hojas jóvenes erectas, ligeramente enrolladas, frecuentemente con coloración violácea en su base y con clorosis internervial destacándose las venas de un verde más

intenso y en daño más grave presentan un fuerte enrollamiento de las hojas, en especial las inferiores, textura tiesa y quebradiza y clorosis internervial del follaje y enanismo severo de toda la planta.

El virus Y de la papa (PVY), transmitido por el pulgón *M. persicae* considerado como el vector más importante y eficiente. Este virus causa un moteado que se presenta con áreas amarillas y verdes de diferentes tonalidades, abultamiento de las hojas y las venas (nervaduras anormales), llegando en casos extremos a una deformación total. Si la infección ocurre en una etapa temprana, las plantas se atrofian, el desarrollo del tubérculo se reduce, los cuales disminuyen su calidad para el mercado.

El virus del mosaico del pepino (CMV), este virus presenta un mosaico en la base de la hoja con una distorsión de la misma, también puede causar defoliación, necrosis en puntos de crecimiento de plantas jóvenes e incluso aborto de flor, esto hace que disminuya el número de frutos en la planta.

En plantas en floración causa necrosis o muerte de tejidos nuevos provocando caída de hojas jóvenes, ramas y los tallos presentan tejidos muertos y el virus del mosaico de la alfalfa (AMV), transmitido de manera no persistente por 14 especies de áfidos, principalmente *M. persicae*, distribuido en todo el mundo. Este virus produce síntomas de mosaico amarillo brillante en hojas o manchas blancas en un patrón de mosaico en las hojas. Ambas especies de pulgones transmiten virus, pero *M. persicae* es un vector más eficiente. Las plantas que se desarrollan a partir de semilla infectada con virus no producen papa de calidad comercial (Metcalf y Luckman, 1990)



Figura 20. Virus del enrollamiento de la papa

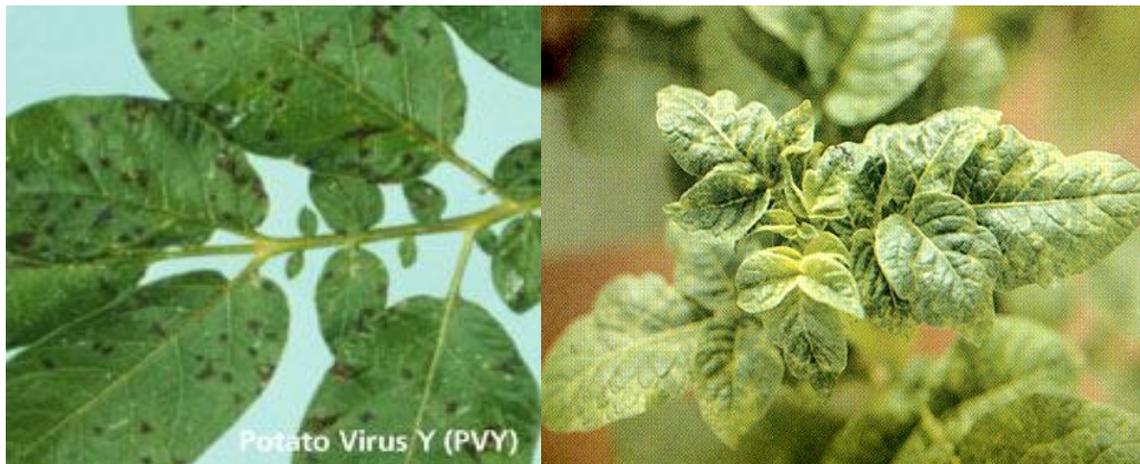


Figura 21. Virus Y de la papa

Medios de Control.

Control Biológico

Los pulgones tienen muchos enemigos naturales que con frecuencia tienen controladas a las poblaciones. De éstos son importantes las crisopas, larvas de sírfidos, catarinitas y avispas parásitas (Davidson, 1992). Quintanilla (1976) asevera que los procedimientos biológicos están representados por un conjunto de enemigos naturales de los pulgones que son parásitos o depredadores, los que se han empleado en varias oportunidades con resultados satisfactorios. Entre los parásitos naturales de pulgones se encuentran *Aphelinus mali* (Hymenoptera: Aphelinidae); *Lisaphidus platensis* (Hymenoptera: Aphidiidae) y *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae). Dentro de los enemigos naturales depredadores de los pulgones destacan varias especies de coleópteros de la familia Coccinellidae, que tanto en el estadio larvario como en el de adulto son activos consumidores de pulgones, y a este respecto se estima que la dieta diaria en algunos de estos ejemplares es de alrededor de 80 pulgones. Entre estos entomófagos pueden citarse a la vaquita de San José, *Cycloneda sanguínea*; *Eriopsis connexa*; *Coccinella ancoralis*; *Adalia bipunctata*; *Hippodamia convergens* e *Hyperaspis festiva*. Cabe mencionar que los depredadores mencionados no actúan en alguna especie de pulgón en particular, sino en general sobre cualquier pulgón.

También de hábitos depredadores son *Allographa exótica*, *Allographa obliqua* y *Baccha clavata* (Diptera-Syrphidae), que durante los 10 a 15 días que dura su periodo larval destruyen de 30 a 40 pulgones diarios; estos dípteros no actúan sobre una especie en particular.

Del Orden Neuróptera, los representantes de la familia Chrysopidae en el estado larvario son depredadores de pulgones, a los que les chupan la hemolinfa con sus mandíbulas; estas larvas pueden llegar a matar entre 200 y 400 pulgones en el tiempo que dura su estado larvario. Las especies de este grupo se ubican dentro del Género Chrysoperla (Quintanilla, 1976).

En el caso de pulgones, Quintanilla (1976) menciona que los hongos entomopatógenos que son útiles para combatirlos con resultados efectivos bajo condiciones de clima y suelo favorables son: *Acrostalagmus aphidium*, *Entomophthora aphidis* y *Entomophthora obscura*. Si bien el empleo de estos hongos no representa una solución para la infestación de pulgones, se admite su eficacia cuando las condiciones de humedad ambiental, en especial del suelo, permiten la persistencia y dispersión de estos microorganismos, cuya colonización sólo se hizo en forma natural. Montaldo (1984) afirma que las dos especies son parasitadas por larvas y coccinélidos, en especial *Cycloneda sanguinea* e *Hippodamia convergens*. Para inducir la ovipostura temprana del león de los áfidos *Chrysoperla carnea* y de los coccinélidos en los campos cultivados, Metcalf y Luckmann (1990) sugieren la aspersión de ligamaza artificial y polen como suplemento alimentario para los depredadores antes de la llegada de la plaga, lo que disminuye drásticamente la población de áfidos.

Muchas especies de áfidos se controlan mediante la presencia de hongo del género *Erynia*. En un estudio de siete años, las infecciones por *Erynia* fueron el factor principal en el control del áfido del durazno, *Myzus persicae* en Maine, Estados Unidos. A pesar de que se sabe que el factor que inicia la infección de *Erynia* en los áfidos es meramente ambiental e impredecible, una vez que el hongo se establece, por lo general causa la epizootia y ya no son necesarias otras medidas de control.

Control Químico

Para el control químico se recomienda el uso de los siguientes productos: Malatión de 0.5 a 1.0 i/ha; Fosfamidon 0.7 //ha y Endosulfan 0.7 i/ha (Montaldo, 1984). Smith (1993) indica que tan pronto como el insecto aparezca debe asperjarse el cultivo con insecticidas que contengan Diazinón o Malatión. Hay que volver a aplicar si el insecto reincide. Para su control también se puede utilizar Curater (Carbofurán) de 3.0 a 6.0 Lt/ha, el cual no se debe aplicar dentro de los 60 días antes de la cosecha, Folimat (Ometoato) en dosis de 600 a 900 ml/ha.

Control Genético

El pulgón *Myzus persicae* coloniza la papa en muy poco tiempo, aunque los daños que ocasiona por su parasitismo son insignificantes en comparación con la transmisión de enfermedades, principalmente virosas, sobre todo cuando el objetivo agrícola primordial es producir semilla de papa libre de virus. Por tanto, el desarrollo de plantas resistentes a los áfidos vectores sería una opción, quizá menos costosa que el empleo de productos químicos, y esto parece ser un objetivo muy deseable, ya que no provoca efectos secundarios nocivos para el ambiente (Maxwell y Jennings, 1984).

Se dice que la pubescencia de las plantas también funciona como barrera ante la locomoción de algunos insectos tales como los pulgones. Las papas silvestres *Solanum polyadenium*, *Solanum berthaultii* y *Solanum stariyense* poseen tricomas glandulares densos. Gibson (1971), citado por Maxwell y Jennings (1984), observó que cuando se rompen las paredes celulares de dichos tricomas al hacer contacto con los áfidos *Myzus persicae* o *Macrosiphum euphorbiae*, se libera un líquido transparente soluble en agua que, al entrar en contacto con el aire, da origen a una sustancia negra insoluble que se endurece alrededor de las patas del insecto, el cual muere en poco tiempo. Gibson (1974), citado por Maxwell y Jennings (1984), menciona que las vellosidades de ciertas plantas ocasionan heridas a los áfidos; tal es el caso de los híbridos de *Solanum berthaultii* y *Solanum tuberosum*, los cuales desarrollaron vellosidades atrapadoras de áfidos

Mosca Blanca

Ubicación Taxonómica

Según Borrór et al (2005), la ubicación taxonómica de la Paratrioza es la siguiente:

Reino Animal
Phyllum Arthropoda
Clase Insecta
Orden Hemíptera
Suborden Sternorrhyncha
Familia Aleyrodidae
Género *Bemisia*
Especie *B. tabaci*

Importancia y Daño Económico

Es un insecto chupador con metamorfosis simple o gradual, en el que los estados inmaduros y el adulto tienen el mismo mecanismo de alimentación, presenta tres fases en su ciclo de vida: huevo, ninfa y adulto con una duración de 21 a 45 días. En un corto periodo de tiempo pueden coexistir generaciones traslapadas.

Las moscas blancas tienen amplia distribución geográfica, las especies del género *Bemisia*, se localizan comúnmente en regiones tropicales y semitropicales del mundo. En el cultivo de la papa es importante cuando se presentan elevadas poblaciones de mosca blanca, sobre todo en siembras tardías a partir de abril. Por eso es muy importante sembrar en el periodo de siembra recomendado. Los adultos de la mosca blanca poseen hábitos diurnos y su mayor actividad, durante el día, la desarrollan de ocho a nueve de la mañana y su importancia se debe a la gran capacidad de reproducción, en un corto periodo alcanza poblaciones de más de mil adultos por planta.

Estos insectos permanecen alimentándose en el envés de las hojas terminales de la planta, preferentemente. Tanto las ninfas como los adultos

causan daño al alimentarse, ya que al succionar la savia de la planta, ocasiona debilitamiento, amarillamiento, moteado y contaminación de hojas y frutos. Producto de su alimentación, caen líquidos melosos a las hojas más bajas, desarrollándose un hongo negro (fumagina) sobre ellas, que mancha los y deprecian los frutos, afecta la fotosíntesis y dificultando el desarrollo normal de la planta (Pedigo, 1991).



Figura 22. Moscas blanca en papa



Figura 23. Ciclo de vida de mosca blanca *Bemisia tabaci*.

Medios de Control

Control Biológico

Encarsia formosa es un parásito interno que se utiliza para el control de la mosquita blanca, en especial en invernaderos. Mc Lead (1938), citado por DeBach (1987), analiza el número de parásitos necesarios para el control de la mosca blanca y menciona que el número de parásitos depende del área de ubicación, tipo y desarrollo del cultivo, grado de infestación y temperatura ambiental; después de considerar esta información encontró que se requiere de manera ordinaria 1000 a 2000 parásitos por cada 300 m, menciona que este número es suficiente para controlar una infestación. Además, considera que se obtienen mejores resultados si se realiza una fumigación ligera previamente a la liberación del parásito.

Burnett (1949), citado por DeBach (1987), demostró en el laboratorio que el parásito *Encarsia formosa* podía incrementarse más rápidamente que su huésped, *Trialeurodes vaporariorum* y dominarlo a temperaturas altas, pero a bajas temperaturas el huésped se incrementaba más rápido que la población del parásito. Menciona también que una temperatura de 27 °C no sólo incrementa la fecundidad del parásito al nivel de la mosquita blanca, sino que la desarrolla al doble de la de su hospedero.

Pozo (1990), menciona que el color amarillo tiene un efecto de atracción para áfidos, moscas blancas y otros insectos, por lo que este fenómeno es aprovechado como un medio de control en trampas (que pueden ser botes, cubetas, vasos, charolas, etc.) untadas con pegamentos entomológicos o grasas.

En un estudio realizado por Ávila (1989), quien usó trampas amarillas con stickem en un cultivo de chile, después de 120 días logró un control de 77.4 %. El autor recomienda para mejores resultados el uso de trampas amarillas con pegamentos combinadas con productos químicos

Control Químico

Tan pronto como los insectos aparezcan, deben aplicarse insecticidas que contengan Diazinón, Malatión o Piretrinas. La aspersión con Malatión a 0.5 L/ha o Paratión etílico de 1 a 2 i/ha de material comercial son los métodos más satisfactorios para controlar la mosquita blanca; serán necesarias hasta tres

aplicaciones semanales para eliminar la plaga debido a que alguna de las ninfas y los huevos con toda probabilidad escaparán a los primeros tratamientos que se realicen (Pedigo, 1991). Para su control también se pueden utilizar los siguientes insecticidas: Dimecron (Fosfamidon) de 0.3 a 0.6 lt/ha, Metasystox (Oxidemeton) en dosis de 0.7 a 1.5 lt/ha, Folimat (Ometoato) de 600 a 900 ml/ha, Confidor (Imidacloprid) de 1.0 a 1.5 lt/ha o Azodrin (Monocrotofos) a 1.0 lt/ha. (Pedigo, 1991)

Palomilla de la Papa

Ubicación Taxonómica

Según Borrór et al (2005), la ubicación taxonómica de la Palomilla de la papa es la siguiente:

Reino Animal
Phyllum Arthropoda
Clase Insecta
Orden Lepidóptera
Suborden Polyphaga
Familia Gelechiidae
Género *Phthorimaea*
Especie *P. operculella*

Importancia y Daño Económico

La palomilla de la papa es una de las plagas más importante en las zonas productoras de papa de México, ampliamente distribuida en el mundo, infestando especialmente a la papa tanto en campo como en almacén. Este insecto para cumplir su ciclo de vida presenta metamorfosis completa, el cual varía de acuerdo a las condiciones ambientales, desde 40-60 días, tras tres a cinco generaciones por año. (Davison, 1992)

La palomilla de la papa daña la parte aérea de la planta (brotes, hojas y tallos) y los tubérculos en campo y almacén. Las poblaciones de la palomilla incrementan al inicio de la tuberización, declinando su población, para posteriormente aumentar 3-5 semanas antes de la cosecha.

Inicialmente las larvas barrenan las ramas terminales y minan la superficie de la base del tallo, produciendo un desecamiento del follaje, debilitamiento y quiebre de tallos. Al finalizar el período vegetativo pueden ovipositar directamente sobre las yemas de los tubérculos cuando están expuestos y las larvas se incrementan conforme el tubérculo se va desarrollando, ocasionando la muerte de puntos de crecimiento y depreciación de los tubérculos afectados.

El daño más grave ocurre cuando hay un ataque en los tubérculos donde las palomillas alcanzan a depositar los huevos sobre las yemas de los tubérculos o a través de las grietas en el suelo por falta de humedad y construyen galerías irregulares cerca de la piel, al segundo o tercer día se observa el excremento de color café oscuro en la entrada de las galerías. Además por las heridas causadas por las larvas, entran enfermedades fungosas y/o bacterianas promoviendo la pudrición de tejidos.

Si la cosecha de papas sufre un ataque a los tubérculos en el campo, puede tener problemas por la multiplicación de la palomilla en el almacén así como una mayor incidencia de marchitez.



Figura 24. Ciclo de vida de la palomilla de la papa.



Figura 25. Larva minando el follaje del cultivo de papa y daño severo en tubérculo



Figura 26. Larva y pupa de palomilla de la papa en tubérculo

La Palomilla de la papa es muy perjudicial para la papa. El daño de la larva es más severo en parcelas con riego rodado, por lo que el riego por aspersión es una opción para mantener sellada la superficie del suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosa), los cuales tienden a formar grietas cuando se secan. No obstante, cuando aplique riego rodado, asegúrese de tener surcos bien formados y con pendiente adecuada para prevenir el arrastre de tierra que exponga los tubérculos al ataque de la palomilla. Durante la cosecha evite dejar los tubérculos en la superficie del suelo durante la noche y asegúrese que los tubérculos no cosechados o descartados sean destruidos y enterrados profundamente.

Para el monitoreo y control de la palomilla de la papa se pueden usar feromonas, las cuales son productos químicos sintéticos que simulan al atrayente

sexual de la hembra para atraer al macho hacia el interior de trampas, que permiten realizar dichas acciones.

Para el monitoreo de la plaga, se pueden utilizar trampas "Delta", que son tarjetas de papel dobladas en forma triangular, impregnadas interiormente con un material pegajoso donde se adhieren las palomillas, lo que permite realizar un conteo para estimar un índice de población de la plaga. Otra opción de monitoreo es la utilización de trampas con recipiente con agua, los cuales por lo general deben tener 20 cm de diámetro y capaces de contener al menos 7.5 cm de agua. El atrayente se coloca debajo de una hoja metálica que está inclinada y formando una especie de tienda de campaña que cubre el recipiente. Las palomillas macho son atraídas por la feromona y caen al agua, la cual debe contener un poco de jabón para romper la tensión superficial y con ello evitar el escape de las palomillas. Una modificación a este tipo de trampas, es el empleo de un recipiente de plástico al cual se le hace una perforación lateral que permita la colocación del cartucho con la feromona y el paso de la palomilla al interior del mismo. Esta versión casera es muy práctica y es la más utilizada por los productores.

Divida imaginariamente el lote en cuatro partes y coloque una trampa por fracción, entre las plantas y en el lomo del surco, a 15 m de la orilla del lote al interior del cultivo. Revise las trampas cada tres o cuatro días, cuente las palomillas atrapadas y agregue agua al recipiente. Anote el número de palomillas atrapadas por noche en cada lote y conserve los datos en una tabla de anotaciones. Cuando se presenten de 15 a 20 palomillas por conteo o cuando el promedio de conteos exceda de 8 se debe aplicar insecticida.

Además del uso de feromonas, para determinar la proporción de daño por la larva de la palomilla, se revisan al menos 100 tubérculos, tomados al azar de cada cuarta parte del terreno, con mayor atención en los tubérculos verdes, ya que estuvieron expuestos al ambiente y pueden mostrar más daño.

El tratamiento para el control de la palomilla varía de acuerdo a las condiciones del campo; en aquéllos donde el tubérculo está bien protegido por el suelo pueden tolerar más palomillas en comparación con áreas que tienen muchos tubérculos expuestos.

Control Cultural

El campo donde se va a sembrar debe mantenerse libre de malezas, lo mismo que el cultivo, especialmente de solanáceas silvestres. Debe efectuarse una rotación sistemática de cultivos y realizar buenas labores de aporque. Asimismo debe efectuarse una cosecha rápida y no tapar los tubérculos que quedan en el campo de un día para otro con follaje de papa desde donde puede pasarse la infestación a los tubérculos sanos (Delorit y Ahlgren, 1983)

Las prácticas culturales son de gran valor para el control de la palomilla de la papa, entre las más importantes se citan algunas como sembrar temprano el cultivo de primavera, mantener el desarrollo del tubérculo por lo menos 5 cm bajo el nivel del suelo, cosechar tan pronto como sea posible, evitar que las papas pasen la noche expuestas en el campo, destruir todas las papas infestadas o desechadas que pudieran alojar al insecto, evitar sembrar el cultivo de otoño adyacente a cultivos de primavera y procurar la venta rápida del producto (Davidson, 1992).

Zenner, (1986) señala que una siembra a una buena profundidad y bien tapada evita que los adultos ovipositan sobre los tubérculos. Por su parte, Shelton y Wyman (1979), indican que el aporque es una práctica que protege a los tubérculos del ataque de la palomilla ya que observó que los surcos aporcados y sellados tuvieron un menor daño que los surcos que sólo fueron sellados; asimismo, señalan que el objetivo del aporque es formar una barrera física entre los tubérculos y las hembras de *P. operculella*-, comentan, además, que el aporcado acompañado de riegos por aspersión evita en gran medida la infestación del cultivo a lo largo del ciclo ya que se evita el agrietamiento del suelo y consecuentemente la oviposición sobre los tubérculos.

Una cosecha oportuna reduce el periodo de exposición de los tubérculos a este insecto, según Zenner (1986), quien además menciona que la causa más importante de infestación en el campo son los tubérculos no cosechados, por lo que se sugiere evitar en lo posible dejar papas expuestas por una noche, así como

eliminar residuos de cosecha y plantas voluntarias o mostrencas, lo cual puede lograrse con algún producto químico desecante de baja residualidad.

Control Biológico

En México son pocos los trabajos que se han realizado en este aspecto. En lo que concierne a parasitoides, Nieto (1989), reporta que en León, Guanajuato, reconocieron cuatro especies de Himenópteros parasíticos pertenecientes a las familias Ichneumonidae y Braconidae de las que *Orgilus* sp fue la más abundante, por lo que infieren que está bien establecida en esta región papera. En el invierno de 1987 registraron un parasitismo total de 73.4 %, mientras que en el verano de 1988 fue de 25 %, en el invierno del mismo año se registró un parasitismo total de 20.5 %. Se aclara que los porcentajes más altos obtenidos de parasitismo se registraron en sitios donde la aplicación de insecticidas fue mínima.

Bravo (1992), realizó un estudio en las regiones de Navidad, Galeana, Nuevo León, y Arteaga, Coahuila, para determinar qué especies de parasitoides estaban presentes en estas regiones. Encontró nueve parásitos entre los que menciona al bráconido *Agathis*, que tuvo una presencia constante durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo en ambas áreas y presentó los mayores niveles de parasitismo de junio a agosto; le siguió una especie de *Bracon* (de dos encontradas) en la región de Navidad, y *Orgilus* en Arteaga; el parasitismo total alcanzó 40 % en Navidad durante junio y julio, y 29 % en Arteaga; el estadio larval es el que presentó mayores niveles de parasitismo.

Las trampas usadas que contienen agua con feromonas sexuales son efectivas para capturar machos de *P. operculella*. Dichas trampas deben contener suficiente agua para evitar problemas de evaporación (Del Ángel, 1985).

Control de Temperatura en Almacén

Aparentemente, las papas que son almacenadas a 10°C o menos no resultan dañadas por la palomilla, pero en estas condiciones el desarrollo de la plaga sólo se detiene, y se reanuda cuando prevalecen temperaturas mayores (Davidson, 1992).

Control Genético

El uso de variedades resistentes al ataque de la palomilla de la papa está considerado como una posible estrategia dentro de un sistema integrado de

control de esta plaga. Foot (1976) comparó 20 cultivares de papa considerando el daño al tubérculo y al follaje, aunque ninguno mostró resistencia evidente, sólo encontró que las variedades con un crecimiento erecto y con pocas hojas presentaban un daño menor, en tanto que la infestación de los tubérculos estaba relacionada con su profundidad.

Control con Esterilización

Harwalker (1971) citados por Cruz (1990) reportaron la esterilización de la palomilla de la papa con Metepa en laboratorio; los estudios de competencia indicaron que los machos estériles compitieron efectivamente con los machos normales en el apareamiento con las hembras. Nabi (1983) esterilizó machos de *Phthorimaea operculella* menores de 24 h de edad por medio de fumigaciones con Thiotepa en laboratorio, los cuales compitieron efectivamente con machos normales. A nivel de campo los resultados indicaron que los machos estériles fueron significativamente menos competitivos, pero aun así disminuyó considerablemente el crecimiento de la población.

Control Químico

Gálvez (1989), después de evaluar bajo condiciones de laboratorio e invernadero los productos Paratión metílico, Azinfós metil, Metamidofos, Permetrina y Thiodicarb, encontró que estos productos presentan un control eficiente sobre adultos de *Phthorimaea operculella*. Menciona también que los primeros cuatro productos ofrecen un buen control sobre larvas. Del mismo modo, indica que se tiene un buen control sobre huevos de *P. operculella* mediante la aplicación de Paratión Metílico, Azinfós Metil, Metamidofos y Permetrina al 100 y 50% de la dosis comercial, siempre que se apliquen en los primeros cuatro días después de ovipositados, que es cuando la larva se está formando dentro del huevo. De manera general, cita que los productos Paratión Metílico, Azinfós Metil, Metamidofos y Permetrina presentan un control efectivo sobre huevos, larvas y adultos de *Phthorimaea operculella*.

Con una exposición de 3 h a los vapores de Bromuro de Metilo en una concentración de 1 kg por cada 25 m³ de espacio, puede eliminarse una infestación establecida en el almacén (Davidson, 1992).

El control químico por aspersión al follaje se realiza con Paratión Etílico a razón de 500 g de ingrediente activo (i.a.) en 100 L de agua; Carbaryl a razón de 180 g de i.a. en 100 L de agua. Los tubérculos depositados en almacén se fumigan con bisulfuro de carbono o Bromuro de Metilo (Delorit y Ahlgren, 1983).

Lagunés (1987) menciona varios productos para el control de la palomilla, tales como: Azinfós metil a razón de 0.4 a 0.5 //ha de i.a., Fenvalerato a razón de 0.25 a 0.75 i/ha de i.a., Metamidofos a razón de 0.5 a 0.75 i/ha de i.a., Malatión de 0.8 a 1.2 //ha de i.a., Paratión metílico y etílico de 0.5 a 0.75 i/ha i.a., Permetrina a razón de 0.17 a 0.34 ^ha de i.a.; Valadez (1994), propone la aplicación de Tamarón en una dosis de 0.6 i/ha de i.a.

La Permetrina es el compuesto de uso autorizado que ofrece la mayor eficiencia de control, de acuerdo con Cruz (1990), quien además menciona que la mezcla de esfenvalerato más monocrotofos a dosis de 1.75 i/ha de material comercial ofrece 79 % de eficiencia; reporta que los productos como Azinfós metil, Fenvalerato y Metamidofos son productos de eficiencia intermedia de 50 a 73 %, los que recomienda usar al principio del cultivo, cuando inicia la infestación.

El tratamiento debe iniciar cuando se observe un promedio de 5 a 10 plantas infestadas de cada 100 con dos o tres larvas vivas. Después del corte del follaje deben realizarse una o dos aplicaciones, sobre todo en terrenos que se agrietan y cuando las infestaciones del follaje hayan sido altas. La presencia de excremento de color café oscuro y que semeja montoncillos de aserrín podrido denota la presencia del insecto. Estos excrementos se localizan en los ojos de las papas, que son las partes débiles por donde penetra la larva (Lagunés, 1987).

Enfermedades por Hongos

Tizón Tardío de la Papa

En todo el mundo, *Phytophthora infestans*, agente causal de la enfermedad conocida como tizón tardío, es uno de los organismos fitopatógenos más limitantes en la producción de papa, no sólo por altos costos para su control, sino por las grandes pérdidas económicas que ocasiona. Por años, se clasificó como hongo; actualmente pertenece a la clase de los oomycetos (FEDEPAPA 2010).
Figura 27.



Figura 27. Síntomas de tizón tardío

El tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary) de la papa (*Solanum tuberosum* L.) ha devastado plantaciones de este cultivo por más de 150 años. En E.U.A., hace una década, el costo económico anual causado por la aplicación de fungicidas y las pérdidas económicas en el rendimiento fue valuado en más de 287 millones de dólares y una cuarta parte de ese costo correspondió al uso de fungicidas (Guenther, et. al. 2001).

En esa época tan solo en la cuenca de Columbia en ese país, se hacía un promedio de 18 aplicaciones de fungicidas por ciclo de cultivo, mientras que en el

Valle de Toluca, México, los productores hacían de 16 a 24 aplicaciones por ciclo (Johnson et al., 1997; Grünwald et al., 2000). Tal número de aplicaciones, además de subir los costos de producción, aumentan el riesgo de afloramiento de variantes del patógeno resistentes a fungicidas (Grünwald, 2006).

Particularmente en el Valle de Toluca, el tizón representa un problema por las condiciones ambientales y la amplia diversidad genética del patógeno, los cuales propician epifitias de alta intensidad. Adicionalmente, por preferencia del productor, la mayor parte de la superficie se siembra con variedades susceptibles, y aunque existan variedades resistentes, éstas ocupan menos de 10 % de la superficie sembrada (Rubio, et. al. 2000).

La pérdida en rendimiento se define como la diferencia entre el rendimiento actual obtenido y el rendimiento potencial alcanzable, donde éste se obtiene al utilizar eficaz y eficientemente las técnicas disponibles de control de plagas y enfermedades, a diferencia del rendimiento actual que se consigue en condiciones de pobre o nulo manejo fitosanitario (Nutter, et. al. 1993). La pérdida también se define como la reducción medible en cantidad, calidad, o en ambos atributos del rendimiento (Madden, et. al 1981). La severidad de una enfermedad y las pérdidas en rendimiento han sido relacionadas cuantitativamente a través de modelos matemáticos, como los modelos de punto crítico, punto múltiple y sintéticos (o de área bajo la curva).

Aspectos Importantes para el Manejo de *Phytophthora infestans*

Las prácticas culturales pueden servir para reducir la población del patógeno, reduciendo su sobrevivencia, dispersión y reproducción. La supervivencia de *Phytophthora infestans* necesaria para iniciar una epidemia se puede reducir a través del uso de semilla sana, aporque efectivo y remoción de plantas voluntarias infectadas o descarte de tubérculos infectados. La dispersión de *P. infestans* a un campo nuevo se puede reducir sembrando en una época en que las condiciones son menos favorables para la enfermedad. La reproducción

de *Phytophthora infestans* se puede reducir dramáticamente si se usan cultivares resistentes y fungicidas.

Otros componentes del manejo que pueden contribuir a reducir la reproducción incluyen la reducción de la densidad, mezcla de cultivares más susceptibles con cultivares más resistentes, cultivo asociado con otras especies y asegurando una óptima nutrición de la planta. Los componentes de manejo tales como el uso de mezclas de cultivares y de cultivos asociados pueden ser más efectivos en reducir la infección cuando se usan en combinación con otros componentes, tales como resistencia y fungicidas, los cuales previenen que la epidemia destruya rápidamente los cultivos. Asimismo, si el manejo sobre la base regional se vuelve más efectivo en el sentido que haya menos inóculo para iniciar y mantener la epidemia, la eficacia de las prácticas culturales en campos individuales generalmente se incrementará.

El uso de semilla libre de infección ayuda a demorar el progreso de la epidemia (Bambawale *et al.*, 1989; Draper *et al.*, 1994; Leach *et al.*, 1986). Aunque los tubérculos semilla pueden no producir una gran cantidad de inóculo que llegue al follaje, un pequeño número de infecciones foliares pueden producir pérdidas importantes cuando las condiciones ambientales son favorables para la enfermedad (Bonde y Schultz, 1943; Franc, 1997; Sato, 1980).

Las plantas voluntarias provenientes de tubérculos dejados en el campo después de la cosecha, pueden ser una fuente importante de infección, por lo tanto se deben destruir las plantas voluntarias de papa usando herbicidas o métodos mecánicos (University of California, 1986; Leach *et al.*, 1986) y extraer del campo todos los tubérculos que no han sido cosechados, porque el salpicado de las esporas a partir de tubérculos infectados en el suelo hacia las hojas puede causar infección del follaje (Sato 1980).

El aporque es una importante medida de control. Las papas que crecen en parcelas planas tienden a tener significativamente mayor cantidad de follaje afectado que las que crecen en camellones (Boyd, 1980). El aporque reduce la probabilidad de infección del tubérculo una vez que se ha infectado el follaje. Las

esporas que se desprenden del follaje infectado pueden infectar los tubérculos si es que el agua conteniendo esporas llega a los tubérculos a través de las resquebrajaduras del suelo, de los espacios alrededor del tallo, o por infiltración a través de la capa poco profunda de suelo que cubren los tubérculos. El cubrir los tubérculos convenientemente con tierra, reduce significativamente la incidencia de tizón en el tubérculo (Lapwood, 1977). La infectividad del suelo disminuye rápidamente con la profundidad (Lacey, 1965; Sato, 1980).

Bambawale *et al.* (1989), recomendaron un aporque de por lo menos 10 cm, pero cuanto más profundo es probablemente mejor, puesto que los suelos pueden ser infectivos después de una lluvia aún a 20 cm de profundidad (Lacey, 1965). Figura 28. Los tubérculos deben permanecer cubiertos adecuadamente con tierra hasta la cosecha (Boyd, 1980; University of California, 1986; Lapwood, 1977).

Un exceso de riego puede favorecer las condiciones de desarrollo de la enfermedad. En general es probablemente mejor evitar o minimizar el riego por aspersión (Draper, *et al.* 1994; Franc, *et al.* 1997), la irrigación nocturna (Draper, *et al.* 1994) y restringir los riegos si se observan síntomas de tizón (Bambawale, *et al.* 1989).

La deficiencia de nutrientes en una planta puede disminuir su tolerancia a las enfermedades y plagas. La susceptibilidad a las enfermedades tiende a ser más afectada por el estado nutricional de la planta, en cultivares que son parcialmente resistentes o moderadamente susceptibles que en cultivares que son muy resistentes o muy susceptibles (Marschner, 1995). En algunos casos un exceso de nutrientes puede llevar a un incremento de la susceptibilidad a una enfermedad. (Marschner, 1995).

En general se cree que un incremento de nitrógeno aumenta la infección de hongos parásitos obligados y disminuye la infección de hongos parásitos facultativos (Marschner, 1995). Un aumento en el nivel de nitrógeno puede alterar la bioquímica foliar. Por ejemplo, una mayor cantidad de nitrógeno puede bajar el nivel de fenol en las hojas, disminuyendo el efecto fungistático de este producto químico. El aumento de nitrógeno conduce a un mayor crecimiento de los brotes y

a una mayor proporción de tejido joven, lo cual puede favorecer el desarrollo de la enfermedad (Marschner 1995).

Varios investigadores han encontrado que un incremento de la fertilización nitrogenada aumenta la infección por *P. infestans* en papa (Awan y Struchtmeier 1957; Herlihy y Carroll 1969; Herlihy 1970; Phukan 1993), pero esto no siempre ha sido observado (Lambert y Salas 1996). Herlihy y Carroll (1969) y Herlihy (1970) encontraron en pruebas de campo realizadas en Irlanda que el tizón a los tubérculos aumentó con el incremento de nitrógeno. En estudios de invernadero en India, Phukan (1993) encontró un aumento en el diámetro de las lesiones en las hojas con la adición de fertilizante nitrogenado. El incremento de la enfermedad en las hojas puede dar como resultado que un mayor número de esporas caigan y penetren al suelo para infectar los tubérculos.

Debido a que la madurez del tubérculo avanza a bajas concentraciones de nitrógeno y el tubérculo maduro es menos susceptible al tizón, el agregar nitrógeno muy temprano en la estación puede demorar la maduración del tubérculo e incrementar la enfermedad (Herlihy, et. al. 1970). Dependiendo de la forma del fertilizante nitrogenado (urea, nitrato o amonio), el efecto diferencial sobre la incidencia de tizón tardío no está claro (Walerych, et. al. 1970).

Muchos estudios indican que el incremento de fósforo disminuye la incidencia de tizón tardío, disminuye el tamaño de la lesión y aumenta la resistencia (Awan y Struchtmeier 1957; Borys 1966; Herlihy y Carroll 1969; Herlihy 1970; Wojciechowski, et. al. 1964). Se han observado efectos de una menor presencia de enfermedad tanto en hojas como en los tubérculos a medida que se aumenta el fósforo, pero no siempre se ha encontrado que un incremento de fósforo afecte a la enfermedad (Phukan, 1993).

El incremento de potasio puede disminuir los niveles de tizón. Awan y Struchtmeier (1957) encontraron que un incremento de potasio disminuyó el tamaño de las lesiones y redujo marcadamente la presencia y el avance de la enfermedad. Szczotka et al. (1973) encontraron que un incremento de potasio produjo disminución de la susceptibilidad. Phukan (1993) encontró resultados opuestos, o sea que una cantidad mayor de potasio condujo a un incremento en el crecimiento de las lesiones. Herlihy y Carroll (1969) no encontraron ningún efecto

del incremento de potasio sobre la incidencia de tizón al tubérculo en pruebas de campo. Los efectos benéficos que se han experimentado al agregar potasio se observan generalmente cuando se corrige la deficiencia, por lo tanto, el incrementar potasio más allá de los niveles necesarios para un crecimiento normal, en general no proporcionan ningún beneficio adicional frente a la enfermedad (Marschner 1995).

Costra Negra de la Papa *Rhizoctonia solani*



Figura 28. Sitnomas en tuberculo de *R.solani*.

En el cultivo de papa, se considera que *R. solani* ocasiona una de las principales enfermedades del tubérculo y da lugar a pérdidas considerables, reduciendo la calidad y el rendimiento total hasta en un 31.5% (Carling, et. al. 1989). Este patógeno causa daños severos en el crecimiento de las plántulas ocasionando lesiones en los tallos en más del 90%, la enfermedad es generalmente desapercibida hasta su manifestación extrema, por lo que es difícil la evaluación realista de la incidencia de la infección en campos cultivados con papa; la mayoría de los síntomas distintivos ocurren debajo de la superficie del suelo y el impacto en el producto no se observa hasta la cosecha (CIP, 1983).

Aspectos Importantes para el Manejo de *Rhizoctonia solani*

En la mayoría de las regiones productoras de papa de México, el empleo de fungicidas es la práctica más común para el control de este patógeno, sin embargo, debido a la gran variabilidad genética de este hongo, los resultados obtenidos han sido contrastantes ya que se ha observado que los grupos de anastomosis de *R. solani* muestran diferente sensibilidad in vitro a fungicidas (Kataria, et. al. 1991; Virgen, et. al. 1996; Gómez, et. al. 2000; Virgen, et. al. 1996), incluso la sensibilidad puede variar en aislamientos de un mismo grupo. Así, Virgen, (1996) reportaron que pencycuron fue más eficiente en inhibir al grupo AG-3 mientras que Tolcoflosmetil mostró gran actividad para el AG-4.

La variabilidad genética no sólo es importante taxonómicamente, sino también como parte del conocimiento necesario para establecer medidas adecuadas de control. De tal manera que el conocimiento de la respuesta de los aislados de *R. solani* a diferentes fungicidas, permitirá establecer el uso adecuado de éstos.

En el valle de Silao y León, Guanajuato. *R. solani* se considera como uno de los hongos más importantes que atacan a la raíz de la papa en las siembras de verano-otoño. El control de este fitopatógeno se realiza básicamente mediante la aplicación de fungicidas, en donde el costo de esta medida oscila entre 3,000.0 y 5,000.00/ha. Considerando la información sobre este patosistema, deben tratar de mejorarse los métodos de control químico, realizando estudios sobre la efectividad biológica de nuevos fungicidas, para aplicarlos cuidadosamente dentro de un sistema integrado de manejo de la enfermedad.

También se han utilizado otras prácticas para el manejo de este patógeno, como son la selección de semilla, destrucción de los residuos, rotación de cultivos, manejo del agua y uso de fertilizantes (Lucas *et al.* 1985), prácticas' como el uso de cal (Óxido de Calcio). Otros métodos, tales como el control biológico y la solarización del suelo fueron desarrollados a mediados de este siglo, y su finalidad también es la reducción de la incidencia de enfermedades del suelo. La solarización se ha usado como un método de desinfección de suelo para reducir poblaciones de patógenos, malezas y artrópodos (Katan, et. al. 1976). El proceso

básico de la solarización involucra el calentamiento del suelo, usualmente entre 36 a 50°C en los primeros 30 cm de profundidad (Katan 1987). Figura 29.



Figura 29. Proceso básico de la solarización involucra el calentamiento del suelo, usualmente entre 36 a 50°C en los primeros 30 cm de profundidad.

Marchitez por *Verticillium albo-atrum*

La marchitez por *Verticillium* puede ser un problema serio en las regiones en las que la deficiencia de agua puede ser grave. *V. albo-atrum* es más severo en regiones más frías con períodos prolongados de tiempo cálido y seco.

La enfermedad se caracteriza por un amarillamiento de las hojas que comienza en la base de la planta y puede desarrollarse unilateralmente, restringiéndose a los lados de las hojas, el tallo o la planta. Luego, la planta puede llegar a marchitarse. El sistema vascular de la parte baja del tallo se torna de color marrón. Frecuentemente, las plantas en el campo se vuelven amarillas y maduran precozmente sin una marchitez pronunciada (muerte prematura), con una producción de tubérculos pequeños. Figura 30.



Figura 30. Síntomas de *V. albo-atrum*.

V. albo-atrum es favorecido por temperaturas medias e inhibido por las altas, lo que determina más distribución geográfica en países con climas templados (Carder y Bárbara, 2003).

V. albo-atrum produce hifas melanizadas de descanso, que tienen una sobrevivencia menor en el suelo. Es por ello que se ha prestado mayor atención al manejo de estos patógenos en el suelo, y existen en general pocas informaciones sobre la distribución de especies de *Verticillium* en semillas botánicas. Pegg y Brady, et. al. (2000) y Vallad, et. al. (2005) informaron que *V. albo-atrum* se disemina eficientemente en semillas botánicas, tanto en su interior (Klisiewicks, 1975) como en su superficie, desde donde coloniza las raíces de la planta (Spek, 1973). Estos patógenos vasculares sistémicos se distribuyen también por material agámico, como en el caso de frutales de pepita, ornamentales maderables (Chen, 1994) y papas (Omer, 2000; Pérez, et. al. 2009). Toit, et. al. (2005) informaron de infecciones en semillas de espinacas entre el 1,5 y el 54 %, y en 68 % de los lotes diagnosticados en el noroeste de los Estados Unidos.

Aspectos Importantes para el Manejo *V. albo-atrum*

Los factores como el estrés hídrico, la siembra de variedades susceptibles, el uso limitado de la rotación cultivos, el establecimiento masivo de la producción hortícola en casas de cultivo, donde se plantan ciclos sucesivos de plantas hospedantes, y las limitaciones para la desinfección de los suelos, aumentan el riesgo del establecimiento del patógeno y facilitan su acumulación poliética en el

suelo. Estos elementos tienen efecto en la agricultura y provocan disminución de rendimientos. Por otro lado, la adopción de métodos orgánicos de producción de semillas de espinaca permite el movimiento del patógeno, y ha dejado a la semilla indefensa contra las infecciones del inóculo presente en los suelos (McMoran, et. al. 2002).

Existen pocos estudios relacionados con los métodos de desinfección de semillas botánicas contra *V. albo-atrum*, con vistas a disminuir y evitar el riesgo de transmisión a áreas libres de ambos patógenos. Se ha demostrado la eficacia del benomyl, thiabendazol y el metil

Tiofanato (inhibidores de la β tubulina) en el tratamiento de semillas contra *Verticillium* (Toit, et. al. 2005).

El fludioxonil es un derivado de los fenilpirroles (Gehmann, et. al. 1990), inhibidor de la proteína histidina quinasa PK III, involucrada en la ruta metabólica de la señal de transducción de la sensibilidad osmótica en la membrana citoplasmática (Fujimura, et. al. 2003), que ha mostrado eficacia en el control de patógenos fúngicos que afectan a las semillas de arroz (Pérez, et. al. 2009), papa y granos naturalmente infectados (Acuña, 2007).

Tizón temprano de la papa *Alternaria solani*

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.), constituye una valiosa fuente de alimentación en muchos países y representa aproximadamente 50% de las producciones mundiales de todas las raíces y tubérculos (Estévez, et. al. 2001). El tizón temprano, causado por *Alternaria solani* Sor., es una enfermedad común al cultivo y provoca daños productivos considerables.

El ataque de este hongo se presenta en plantas desarrolladas cuando los tubérculos empiezan a formarse, siendo raro ver cultivos jóvenes atacados por el hongo. Este patógeno ataca principalmente las hojas y rara vez los tubérculos, necesitando temperaturas que alternen con períodos húmedos o lluviosos. El síntoma característico es la aparición de manchas irregulares oscuras rodeadas de un halo amarillento, que se desarrolla como anillo. Las manchas aumentan de tamaño y en ataques fuertes se juntan hasta ennegrecer completamente las hojas.

A veces la parte central de la mancha se desprende dejando un hueco. Este hongo también puede atacar los tubérculos.



Figura 31. Sintomas de *A. solani* en papa.

Las papas atacadas por *A. solani* no maduran bien y la corteza de los tubérculos se desprende durante su transporte o almacenamiento. Ataques fuertes de esta enfermedad ocasionan graves mermas en la cosecha.

Aspectos Importantes para el Manejo *A. solani*

Para el control del tizón temprano, en muchos países, se aplican diversos fungicidas de acción protectora y también de carácter sistémico, como son los derivados de los triazoles y los imidazoles, y en los últimos años el grupo de las estrobirulinas (Pérez, 1997; Almandoz, et. al. 2000).

La preocupación mundial por disminuir las aplicaciones de los plaguicidas químicos, y en especial los fungicidas, ha motivado la implementación de diferentes estrategias dentro de los programas MIP y también ensayos con microorganismos antagonistas.

La accesibilidad de las computadoras ha permitido que los fitopatólogos desarrollen programas que permiten simular epifitias de varias enfermedades de plantas. Uno de los primeros programas de simulación en computadora, llamado

EPIDEM, que fue desarrollado en 1969 y fue el resultado de representar cada etapa del ciclo de vida de un patógeno en función del ambiente. EPIDEM fue diseñado para simular epifitias del tizón temprano del tomate y de la papa causados por el hongo *Alternaria solani* (Agrios, 2005).

Los Géneros *Alternaria*, *Botrytis* y *Stemphylium* son ejemplos de hongos fitopatógenos que sólo esporulan cuando reciben luz dentro del intervalo de la luz ultravioleta (por debajo de los 360 nm). De esta manera ha sido posible controlar las enfermedades de hortalizas en invernadero ocasionadas por varias especies de estos hongos al cubrir o construir el invernadero con una película especial de vinil que absorbe la radiación UV que bloquea la transmisión de longitudes de onda de luz inferiores a los 390 nm (Agrios, 2005).

Enfermedades por Bacterias

La importancia económica de las enfermedades bacterianas varía de una región a otra dependiendo de las condiciones ambientales que prevalecen, además, el impacto económico de los cultivos varía de una localidad a otra. Las pérdidas económicas por estos patógenos se reflejan en una disminución en la producción (pérdidas directas) y en altas inversiones en la calidad y cantidad de los productos agrícolas. Daños en postcosecha a causa de las pudriciones blandas principalmente, es también un área de gran importancia económica (Flores, et. al. 2003).

Cinco enfermedades son consideradas las de mayor importancia. La marchitez bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum*, la pudrición blanda o pierna negra por *Pectobacterium carotovorum*, la pudrición anular por *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, la sarna común por *Streptomyces scabies* y la punta morada por *Candidatus* sp. (Lozoya, et. al. 2010); las primeras tres son consideradas de alto riesgo por la Dirección General de Sanidad vegetal.

Marchitez Bacteriana, Vaquita o Pudrición Parda de la Papa

Es la enfermedad bacteriana más importante del cultivo y el segundo factor limitante para la producción de papa en las regiones tropicales o subtropicales del mundo, ya que con frecuencia restringe la producción de papa (Priou, sf).

Agente causal

El agente causal es *Ralstonia solanacearum* Smith raza 3 (*biovar 2*) anteriormente conocida como *Pseudomonas solanacearum*. Es una bacteria aerobia estricta, gram negativa, en forma de bastón, no formadora de espora, no encapsulada, oxidasa y catalasa positiva y reduce nitratos; en el medio cloruro de tetrazolio forma colonias de forma irregular, blancas con el centro rosado (Stevenson, et. al. 2001). Debido a su diversidad genética, es una especie considerada como un grupo complejo de aislamientos relacionados que se ha subdividido en cinco razas (R1, R2, R3, R4 y R5) en base a su rango de hospederos y en seis biovars (Bv1, Bv2, Bv3, Bv4, Bv5 y Bv6) según su capacidad metabólica para la utilización de diferentes fuentes de carbono (Perea, et. al. 2011).

Distribución Geográfica

Se encuentra presente en las zonas cálidas, templadas, tropicales y subtropicales de Asia, África, Europa, América y Oceanía en la mayoría de los países productores de papa (CABI/EPPO s.f.), pero de acuerdo a SENASICA (2012) y de manera oficial, en México no se encuentra presente.

Importancia y Riesgo

El mayor daño económico se ha reportado en papas del sudeste de Estados Unidos, Indonesia, Brasil, Colombia y Sudáfrica. Pérdidas del 15% como las reportadas en Europa, en México representarían una pérdida potencial de alrededor de 1,700, 033.298 miles de pesos en papa, sin considerar el impacto económico en otros hospedantes potenciales, la pérdida de empleos y el correspondiente impacto social. Sin embargo, el mayor riesgo es la dispersión de la enfermedad mediante la importación de tubérculos asintomáticos, razón por la cual la pudrición bacteriana de la papa, es una plaga cuarentenaria en México, Estados Unidos y la Unión Europea, siendo de particular importancia para México debido al efecto causado no sólo sobre el cultivo de papa, sino también en otros como berenjena, tomate y geranios por mencionar algunos (SENASICA, 2012).

Transmisión y Propagación

El principal medio de transmisión son los tubérculos-semilla que pueden ser asintomáticos, pero en condiciones adecuadas de humedad y temperatura pueden llegar a presentar pudrición durante el almacenamiento o desarrollar la enfermedad en campo. La diseminación natural ocurre mediante el agua usada para irrigación (CABI, 2011) pero también puede propagarse por el suelo, equipo y herramientas de trabajo.

Epidemiología

La bacteria penetra al hospedante por heridas o aberturas naturales originadas por el emergencia de raíces secundarias o por daño de raíz causado por microorganismos del suelo como el nematodo de la raíz, también puede penetrar por heridas causadas por el manejo, insectos y herramientas; una vez que penetra, invade y taponea los tejidos vasculares, proceso que es acelerado por las altas temperaturas y que ocasiona una marchitez (Hernández, 2005).

Puede sobrevivir en la planta, en tubérculos, otras plantas cultivadas o malezas sin presentar síntomas, también en suelos húmedos y profundos (>75 cm) con mal drenaje o restos vegetales (Restrepo, 2011). La temperatura óptima de crecimiento es a los 27°C por lo que representa alto riesgo entre los 24 a los 35°C, su virulencia decrece si se superan los 35°C o caen por debajo de 10°C. Se adapta a temperaturas bajas, sin embargo, su supervivencia se redujo (USDA/PHIS/PPQ, 2003). Se ha observado en algunos estudios que a 15 y 20°C la densidad de la población se disminuye y que a 4°C se reduce drásticamente (Dirk van Elsas, 2000). De acuerdo a Van der Wolf y Perombelon (1997), la supervivencia de la bacteria en regiones templadas se ve afectada, además de que la sequía tiene un impacto negativo en ella.

Síntomas

En follaje y Tallo

El síntoma inicial y característico de la enfermedad es la marchitez y un ligero amarillamiento que puede iniciarse en un solo lado de la hoja, tallo o planta. Los síntomas avanzados son la marchitez severa y la sequedad, que preceden a la muerte de la planta. Se presenta un oscurecimiento de los haces vasculares que se puede observar externamente o al hacer un corte transversal del tallo, donde en casos graves se nota un exudado mucilaginoso gris castaño, lo cual puede verificarse mediante la observación de un fluido filamentoso de color blanco lechoso que emana de los haces vasculares al cortar y sumergir un pedazo del tallo en agua limpia. Cuando el desarrollo de la enfermedad es rápido, toda la planta se marchita sin mostrar amarillamiento, o el tallo enfermo puede marchitarse completamente y secarse mientras que el resto de la planta permanece aparentemente sano (CIP, 1996).

En Tubérculo

Por lo general, el síntoma se describe como una pudrición parda, donde mediante un corte transversal del tubérculo se aprecia una coloración marrón del anillo vascular que si se presiona ligeramente, libera un exudado bacteriano mucilaginoso y lechoso. En infecciones graves, los síntomas externos en el tubérculo son visibles durante la cosecha con la formación del exudado que se

concentra en los ojos del tubérculo o al extremo del estolón, provocando que la tierra se adhiera a las secreciones. El tubérculo entero se puede desintegrar completamente en las etapas más avanzadas de desarrollo de la necrosis, con una infección secundaria con bacterias saprófitas como *Clostridium* spp., *Erwinia* spp. Y hongos como *Fusarium* sp. y *Pythium* sp. (Priou, sf).



Figura 32. Aspecto interno de tubérculos con podredumbre parda, presencia de exudados bacterianos en el anillo vascular y marchitamiento en planta.

Manejo

El control de *R. solanacearum* implica una combinación integrada de ciertas medidas, ya que éste resulta difícil debido a su amplia gama de hospederos, su sobrevivencia en el suelo y su variación biológica; y, debido a que una vez que la bacteria está en el suelo, es difícil de erradicar por lo que la prevención resulta fundamental. Los siguientes componentes de control deben ser considerados.

- Uso de semilla sana, preferentemente certificada y la siembra en suelos libres del patógeno son los principales componentes para controlar y erradicar la marchitez bacteriana.
- El uso de semilla de variedades resistentes o menos susceptibles.
- Se recomienda la rotación de cultivos de 5-7 años con aquellos que no sean atacados por la bacteria como ajo y cebolla.
- El control químico no es posible en la actualidad, ya que a través de la fumigación de suelos con antibióticos (estreptomicina,

ampicilina, tetraciclina y penicilina), se ha mostrado poca supresión de *R. solanacearum*.

- La alteración del pH del suelo puede ser eficaz, ya que bajando éste de 4 a 5 en el verano y elevándolo a 6 durante el otoño ayuda a erradicar el patógeno.
- Retirar las malezas y otras plantas que puedan albergar la bacteria es uno de los intentos por erradicar esta bacteria.
- Usar agua de riego sin contaminar.
- Asegurar un buen drenaje del terreno.
- Controlar plagas del suelo que puedan ayudar a la diseminación de la infección.
- Desinfectar el equipo agrícola con hipoclorito de sodio al 2%, yodo agrícola o amonios cuaternarios.
- Eliminar restos vegetales, ya que la bacteria puede sobrevivir de uno a tres años en los restos de la cosecha o en el suelo.
- Durante la labranza, evítense las lesiones en raíces y estolones, se ha observado que la enfermedad se reduce con una labranza mínima durante la temporada del cultivo. En suelo poco profundos, por el contrario una labranza frecuente entre las temporadas del cultivo puede reducir el inóculo.

Pudrición Blanda o Pierna Negra

La pierna negra en las plantas de papa y la pudrición blanda de los tubérculos son enfermedades ampliamente diseminadas y especialmente dañinas en los climas húmedos.

Agente Causal

La pudrición blanda es causada por *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*), mientras que la pierna negra de la papa es provocada por *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Atrosepticum* (*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*). Son bacterias gram negativas,

facultativas, porcentaje de G-G es de 58%, mótils, oxidasa negativo, catalasa positivo y producen ácido de fructosa, glucosa y galactosa.

Distribución Geográfica

Estas bacterias tienen una distribución mundial, y por lo general se presentan donde quiera que se cultive papa. Presente en México según lo menciona SENASICA (2012).

Importancia y Riesgo

La pudrición blanda es una de las enfermedades bacterianas más importantes que afectan al cultivo de la papa, pues provocan pérdidas significativas de hasta 100% durante el almacenamiento de los tubérculos (Franco, 2007). Las pérdidas han alcanzado millones de dólares durante una la temporada de almacenamiento. Las pérdidas en el mundo probablemente alcanzan cientos de millones de dólares al año. En regiones cálidas, la pudrición de los tubérculos-semilla antes de la emergencia puede ser seria, especialmente cuando no son suficientemente ventilados durante el almacenamiento o transporte.

Bajo condiciones adecuadas para el cultivo, en regiones templadas, la incidencia de la pierna negra es generalmente menor del 2%, pero aún en ese porcentaje puede ser grave en la producción de tubérculos-semilla.

Transmisión y Propagación

Los tubérculos-semilla con infección latente son una fuente importante de inóculo. La bacteria persiste en el suelo y residuos vegetales por periodos cortos, pero una supervivencia más larga depende de las condiciones de la temperatura y humedad del suelo. Después de la siembra, el tubérculo madre se deteriora libera gran cantidad de bacterias que pueden afectar otras plantas, penetrando en los tubérculos por las lenticelas, al extremo del estolón, las heridas por los daños de los insectos. La bacteria puede ser diseminada en los campos por el agua de riego, insectos, lluvias y aerosoles bacterianos (gotas de agua contaminadas con bacterias) y en almacén.

Epidemiología

El desarrollo de la enfermedad se debe a la acción de enzimas extracelulares producidas por estas especies, que degradan la pared celular de las plantas hospedantes (Franco, 2008).

En este cultivo puede ocurrir a través de lenticelas, heridas o por el estolón del tubérculo madre, la pudrición se ve favorecida por otros patógenos, temperaturas cálidas, alta humedad y deficiencia de oxígeno (pobre aereación en almacén, suelos inundados y películas de agua después del lavado). Los tubérculos cosechados en temperatura de 20-25° C son totalmente susceptibles. La enfermedad es favorecida por las bajas temperaturas, baja luminosidad y alta humedad relativa.

Síntomas

Pudrición Blanda.

Se caracteriza por la maceración del tejido parenquimatoso que produce una pudrición húmeda y granulosa de color blanco o pardo acompañada de un olor desagradable producido por la pudrición originada por organismos secundarios. La pudrición puede iniciar en lenticelas y propagarse rápidamente por el tubérculo; sin embargo, en condiciones secas, la pudrición se reduce a pequeñas partes secas, oscuras y hundidas. Durante la cosecha, los tubérculos pueden aparentar estar sanos, sin embargo, pueden presentar una infección latente sin mostrar síntomas pero llevando a las bacterias sobre la superficie, lenticelas o heridas suberizadas, que posteriormente pueden infectar dicho tejido.

Pierna Negra.

Aunque la pudrición blanda y la pierna negra generalmente se describen por separado, la pierna negra es frecuentemente una extensión de la pudrición blanda del tubérculo. La enfermedad puede aparecer en cualquier etapa de desarrollo de la planta cuando la humedad es excesiva, se nota por una pudrición negra que puede atacar todo el tallo, pero generalmente se encuentra desde pocos milímetros del cuello de la raíz hasta unos 10 centímetros por encima, a esto debe el nombre de pierna negra. La base de los tallos aéreos presenta coloración negra y adquieren una consistencia blanda y húmeda. En un corte transversal del

tallo se observan los haces vasculares ennegrecidos. El resto de la planta presenta clorosis y marchitez. El síntoma puede alcanzar la raíz y en plantas completamente afectadas se presenta olor fétido. Las plantas jóvenes son generalmente enanas y erectas. Pueden darse el amarillamiento y el enrollamiento ascendente de los folíolos, seguidos por el marchitamiento y la muerte de la planta. En los tubérculos, los síntomas varían desde una ligera decoloración al extremo del estolón, hasta una completa pudrición que compromete todo el tubérculo.



Figura 33. Síntomas de pierna negra en planta y pudrición blanda en tubérculo

Manejo

No existe un control químico práctico, aunque las medidas culturales pueden reducir el impacto de la enfermedad.

- Utilizar material de siembra libre de patógenos
- Rotar cultivos con plantas no hospedantes para prevenir o reducir la incidencia de bacterias en el suelo
- Sembrar en suelos bien drenados, regar adecuadamente y preferentemente por aspersión ya que el riego por inundación o por surcos pueden propiciar la acumulación del agua excedente
- Las plantas o tubérculos con síntomas, deben descartarse inmediatamente para reducir las fuentes de infección
- Cosechar tan pronto como sea posible reduce el tiempo de exposición a patógenos y los tallos deben destruirse química y no

mecánicamente, para evitar la producción de aerosoles bacterianos (gotas de agua contaminadas con bacterias) y la diseminación de los mismos

- Durante la cosecha y la manipulación posterior, evitar dañar los tubérculos
- Antes del almacenamiento, deben secarse los tubérculos tan rápido como sea posible. La ventilación forzada en almacén ayuda a prevenir la formación de agua sobre la superficie de los tubérculos. También se deben evitar fluctuaciones en la temperatura con la finalidad de reducir la condensación. La papa almacenada bajo luz difusa es más resistente a la pudrición blanda que la almacenada en la oscuridad.
- Uso de semilla sana, preferentemente certificada y la siembra en suelos libres del patógeno son los principales componentes para controlar y erradicar la marchitez bacteriana

Pudrición Anular

Es una enfermedad muy grave que afecta al cultivo de papa, si bien puede repercutir sobre toda la planta, los mayores daños se producen en los tubérculos.

Agente causal

Es causada por *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* también conocida como *Corynebacterium michiganense* pv. *sepedonicus*. Es una bacteria gram positiva, aeróbica, no mótil y no forma cápsula. Las colonias sobre agar nutritivo son amarillas, lisas y con márgenes enteros y alcanzan un diámetro de dos a 3 mm en cinco días.

Distribución Geográfica

Es una enfermedad que se está presentando en todo el mundo. Su presencia en muchas regiones es esporádica, pero puede ser devastadora. Tiene presencia en Europa, Asia, África y América. Existen discrepancias sobre su presencia en México, ya que CABI (2014) la reporta como presente y EPPO (2013) señala que existen reportes de la bacteria en éste país, pero sin confirmar

aún, mientras que SENASICA (2012) señala que no se encuentra presente, razón por la cual está catalogada como una bacteria de importancia cuarentenaria.

Importancia y Riesgo

Dada la patogenicidad que presenta esta enfermedad en papa bajo condiciones favorables, es considerada de importancia cuarentenaria en México.

Transmisión y Propagación

Las fuentes de inóculo para esta enfermedad pueden ser residuos de plantas en el suelo, malezas hospedantes, plantas voluntarias, estacones de madera contaminados y semilla. La diseminación secundaria puede ocurrir por medio del salpique del agua, equipo contaminado y las manos de los trabajadores; también se disemina al realizar prácticas culturales como escarda y aporte de tierra al surco.

Epidemiología

Las plantas infectadas de semilla pueden morir, no producir frutos o pueden no mostrar síntomas de enfermedad. La diseminación secundaria con frecuencia provoca los síntomas foliares descritos. Sin embargo, la diseminación secundaria ocasionada por prácticas culturales da como resultado una infección sistémica con muerte o daños evidentes en muchas plantas que se encuentran en una sola hilera dentro del cultivo. Los cultivos de papa que se desarrollan en áreas en donde se presentó la enfermedad, frecuentemente muestran daños por la podredumbre anular. Su sobrevivencia de una temporada a otra es principalmente en tubérculos infectados, los cuales pueden manifestar síntomas o, por el contrario, presentar una apariencia totalmente normal (infección latente). También puede permanecer viable por nueve meses o más como mucosidad seca adherida a bolsas, canastos, etc.

Síntomas

Las plantas infectadas de semilla pueden morir, no producir frutos o pueden no mostrar síntomas de enfermedad. La aparición de síntomas depende del grado de concentración de la bacteria tanto en la vegetación como en el tubérculo. Si la

concentración es baja pueden no presentarse los síntomas o ser muy leves y pasar inadvertidos o confundirse con cualquier otro problema.

En planta: los síntomas aquí no son muy específicos de la enfermedad y se pueden confundir con los de otras patologías o con problemas fisiológicos del cultivo de la patata. Suelen aparecer a mitad del período vegetativo. El primer síntoma que se aprecia es la marchitez parcial o total en hojas y tallos que empieza por la parte inferior de la planta y puede afectar a uno o a varios tallos. Las hojas enrollan sus bordes hacia arriba y hacia dentro. Se produce una clorosis entre los nervios que a veces puede ir acompañada de un moteado. Finalmente, los tallos y hojas se necrosan y se produce la muerte total de la planta.

En tubérculo: el síntoma inicial es una ligera transparencia de los tejidos alrededor de la zona del ombligo. Al oprimir exteriormente un tubérculo abierto puede aparecer un exudado bacteriano. En tubérculos más afectados aparecen unos exudados blanquecinos de consistencia pastosa. Al evolucionar la infección se oscurece todo el anillo vascular, los tejidos adyacentes comienzan a descomponerse y presentan una coloración amarillenta, crema o marrón. Posteriormente se separa la corteza del tubérculo que acaba pudriéndose. Estas alteraciones facilitan la invasión de otros organismos causantes de podredumbres blandas, que enmascaran los síntomas. Los síntomas en el exterior del tubérculo no son muy característicos. En ocasiones pueden aparecer hinchamientos y deformaciones externas que forman cráteres y hendiduras de color castaño rojizo, sobretodo cerca de los ojos.



Figura 34. Síntomas internos de pudrición anular en tubérculos, oscurecimiento del anillo vascular. La presencia de exudados bacterianos es menos evidente que en la podredumbre parda.

Manejo

C. michiganensis subesp. *sepedonicum* es un patógeno difícil de controlar, ya que puede sobrevivir durante mucho tiempo en las superficies de los equipos y materiales utilizados en la producción de papa. No tiene tratamiento por lo que su control debe realizarse con las siguientes medidas:

Medidas preventivas

- Emplear semilla de papa certificada o libre de patógenos
- Evitar trocear la papa de siembra y si se trocea, desinfectar con alcohol o lejía los elementos de corte con frecuencia
- No utilizar la sembradora en la plantación, ya que el contacto con un tubérculo enfermo puede contaminar a los tubérculos sanos
- No dejar tubérculos en el terreno después de la recolección
- Llevar a cabo una rotación de cultivos adecuada
- Conservar las etiquetas de certificación durante al menos un año

Medidas de Control

- Aplicar herbicidas para eliminar las malas hierbas hospedantes y los posibles rebrotes del cultivo

- Desinfectar almacenes, maquinaria, aperos y todo elemento que esté en contacto con los tubérculos
- Aplicar insecticidas contra las larvas y los adultos del escarabajo de la papa y contra los adultos del pulgón verde del melocotonero
- No regar con aguas declaradas contaminadas
- Aplicar las medidas de cuarentena en las parcelas y en las explotaciones afectadas

Sarna Común

Es una importante enfermedad desde el punto de vista comercial, ya que reduce la calidad de los tubérculos lo que puede llegar a impedir la venta de los mismos debido a las lesiones corchosas superficiales que causa en los tubérculos (Lambert et al., 1989a).

Agente Causal

Streptomyces scabies es un actinomicete, Gram positivo, aerobio, con crecimiento en cadenas de esporas en forma de espiral, pudiéndose aislar de manera fácil en un medio de cultivo selectivo NPPC (Nistatina, Polimixina, Penicilina, Cicloheximida). En medio YME las colonias presentan un color café, en la prueba de rafinosa muestra una reacción positiva al poder degradar esta fuente de carbono. La producción de falso micelio puede diferenciarla rápidamente de otro género de bacterias fitopatógenas (Loria, 1997).

Distribución Geográfica

Tiene presencia mundial, se ha reportado en América, India, África y Asia en todas las áreas donde se cultiva papa y en suelos con un pH de 5.0 para su óptimo desarrollo. Presente en México (SENASICA, 2012).

Importancia y Riesgo

Afecta la calidad del tubérculo, por lo que la comercialización y procesamiento de la papa, así como la producción de tubérculos para semilla se ven afectados. Se han reportado reducciones en la cosecha de hasta un 80%,

causando pérdidas económicas de entre 15.3 y 17.3 millones de dólares al año. (Hill, 2005; Lapaz, 2011).

Transmisión y Propagación

El patógeno sobrevive en las lesiones de los tubérculos almacenados, pero la incidencia y severidad de la enfermedad no se incrementan durante el tiempo de almacenaje. El inóculo presente en la superficie del tubérculo semilla, puede producir enfermedad aunque en baja incidencia en los tubérculos de la nueva progenie y por otro lado, los tubérculos semillas que no muestran síntomas, también pueden llevar al patógeno, convirtiéndose de esta manera en otra fuente de inóculo.

Epidemiología

El patógeno presente en el suelo, infecta los tubérculos en desarrollo cuando tienen aproximadamente el doble del tamaño del estolón, ingresa por las lenticelas y ocasionalmente por heridas. La infección se inicia en la superficie de los tubérculos como pequeñas lesiones circulares o manchas de color marrón, asociadas con las lenticelas (Lapwood, 1973). A medida que los tubérculos crecen, las lesiones se agrandan, se necrosan y presentan aspecto corchoso. De acuerdo a la susceptibilidad o resistencia de la variedad de papa y a la especie del patógeno involucrado se presentan otros síntomas (Hooker, 1981).

Síntomas

La enfermedad afecta a los órganos subterráneos de la planta. En casos muy severos las plantas detienen su crecimiento y puede causar marchitez. Los tubérculos son los más afectados y los síntomas más comunes son:

- a) Pústulas o lesiones levantadas de forma circular, aspecto corchoso, color marrón y entre 5-10 mm de diámetro en la superficie de los tubérculos. Las pústulas pueden unirse y formar superficies afectadas más grandes. Fig 35
- b) Lesiones hundidas o cavidades semi profundas.
- c) Lesiones necróticas en forma de figuras poliédricas y/o lesiones necróticas de forma reticular o estrellada.

Los diferentes síntomas que muestran los tubérculos de papa, están asociados a la tolerancia o susceptibilidad de las variedades. Los síntomas

pueden cubrir el 100% de la superficie de los tubérculos afectados. No se han observado síntomas en el follaje, pero experimentalmente se ha obtenido infección en hojas de papa y otras plantas.



Figura 35. Deformaciones externas en tubérculo con sarna

Manejo

En general la sarna no afecta el rendimiento, solo la calidad del tubérculo, pero hay cepas que pueden ocasionar necrosis de las raíces lo que puede disminuir el rendimiento.

Los suelos alcalinos, livianos (arenosos) y secos favorecen la sarna.

- Evitar el uso de semilla con sarna
- Tratamientos de la semilla con captan y mancozeb reducen el nivel de inoculo en la semilla.
- Prolongar el tiempo entre siembras sucesivas de papa (3 a 4 años de rotación) reduce la incidencia de sarna a un nivel más o menos constante, pero rara vez elimina completamente la población de patógeno en el suelo.
- No sembrar otros hospedantes en rotación como betarraga, nabo, rabanito, zanahoria y perejil, ya que son hospedantes de esta bacteria
- La siembra de alfalfa u otras leguminosas y cereales en abonos verdes reduce el inoculo del suelo.
- La resistencia o susceptibilidad de las variedades determinan la incidencia de la enfermedad y el tipo de lesión. Las variedades de papa

varían considerablemente en su resistencia a la sarna, pero ninguno es inmune. Comparar sensibilidad de las variedades y sembrar un cv. menos susceptible.

- Mantener altos niveles de humedad en el suelo por unas 4 a 9 semanas desde el inicio de la tuberización. Sin embargo este puede en unos casos favorecer la sarna que provoca el síntoma reticulado.

- Mantener el pH del suelo a 5-5.2 mediante fertilizantes ácidos o sulfuros.

- Evitar la aplicación de enmiendas como cal que incrementen el pH del suelo, o usar cal dolomítica.

- La aplicación de sulfato de manganeso en suelo ha sido reportada efectiva pero a niveles no prácticos.

Enfermedad Causada por Fitoplasmas

Punta Morada

Distribución Geográfica

Se encuentra afectando cultivos en América, Europa, Asia y Australia

Importancia y Riesgo

En los últimos 10 años se ha visto un incremento acelerado de la enfermedad, especialmente en la región centro del país, su importancia radica en que afecta los tubérculos y la calidad de los mismos hasta en 80%.

Transmisión

Los fitoplasmas causantes de la PMP son transmitidos por varias especies de chicharritas (Homoptera: Cicadellidae). Entre las especies citadas se encuentran *Macrostelus orientalis*, *M. fascifrons*, *M. striifrons*, *Scleroracus flavopictus*, *Orosius albicinctus*, *Alebroides dravidamus*. En México, en los estados de Nuevo León y Coahuila, se detectó la presencia de fitoplasmas en chicharritas de los géneros *Empoasca* y *Aceratagallia*. También se ha comprobado que el psílido de la papa *B. cockerelli* también es vector de los fitoplasmas causantes de la punta morada de la papa.

Síntomas

Los síntomas de la PMP se caracterizan por un achaparramiento de la planta, abultamiento del tallo en los lugares de inserción de las hojas, formación de tubérculos aéreos y una decoloración en las hojas superiores, las cuales tienden a tornarse moradas en algunas variedades. Los tubérculos provenientes de plantas con síntomas de punta morada de la papa desarrollan un pardeamiento interno y generalmente no brotan, o si lo hacen, sus brotes son muy delgados o ahilados.

Manejo

El control de las enfermedades causadas por fitoplasmas depende exclusivamente del uso de semilla libre de estas enfermedades. Para esto, la producción de semilla debe realizarse en zonas que se sabe que están libres del

vector y debe eliminarse toda planta que muestre algunos de los síntomas descritos. En tubérculos en brotamiento, deben eliminarse aquellos que muestren principalmente proliferación de brotes y brotes ahilados. Aunque el control de vectores no es una medida práctica y quizás sólo pueda emplearse en condiciones donde el vector permanece o forma colonias en el cultivo, es importante mantener las poblaciones bajas. Podría ser ventajoso eliminar plantas con síntomas en cultivos para procesamiento industrial, ya que algunos fitoplasmas aparentemente causan pérdidas de la calidad de los tubérculos.

Nematodos

Los nematodos son organismos invertebrados, cilíndricos, hialinos y microscópicos, de cuerpo transparente, filiforme y aguzado en ambos extremos. Carecen de segmentos y apéndices y están cubiertos por una cutícula de consistencia blanda que le permite al animal gran flexibilidad de movimientos. Los Fitonematodos son de tamaño microscópico (de 0.25 a 12.0 mm) y en algunas de las especies, particularmente las más patogénicas, el cuerpo al madurar adquiere formas globosas, alimonadas o piriformes. Poseen un estilete, que actúa como una aguja hipodérmica, con el que perforan los tejidos vegetales y esta adecuado para succionar el contenido celular. Las hembras, al ser fecundadas, se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Los huevos eclosionan en el suelo o hibernan en espera de temperaturas más cálidas (Cepeda, 1996)

Especies del Género *Meloidogyne*

Causan importantes daños al cultivo de la papa alrededor del mundo. Estos nematodos causan en los tubérculos abultamientos característicos llamados agallas, este género agrupa a los nematodos formadores de nódulos radicales y comprende al menos 80 especies, de las cuales *Meloidogyne incognita* (Cepeda, 1996) y *Meloidogyne incognita chitwoodi* (Golden, et. al. 1980) (Tylenchida: Heteroderidae) es de las seis de mayor importancia global en el cultivo de la papa, y de las tres de mayor importancia en climas tropicales y subtropicales.

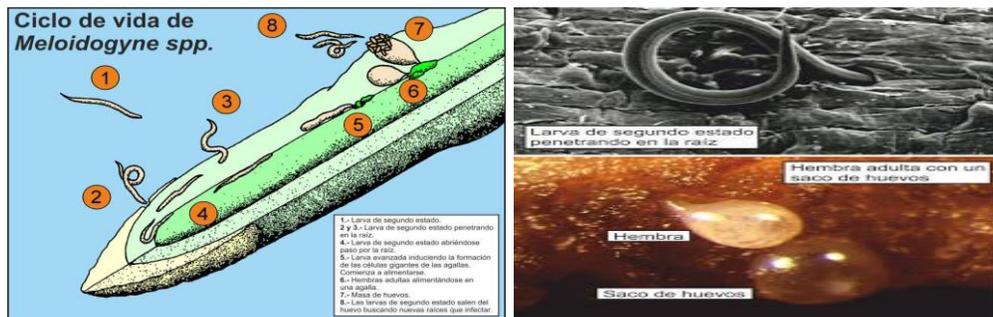


Figura 36. Ciclo de vida de *Meloidogyne* sp

El nematodo agallador *Meloidogyne incognita* ocasiona dos tipos de daño al cultivo de la papa. Daños Directos: En este tipo de daño los nematodos de *Meloidogyne incognita* disminuyen el rendimiento, al penetrar las raíces desde el suelo, a través del cual succionan el contenido celular de las raíces, afectando el sistema de conducción de agua, nutrientes de las plantas y los tejidos corticales del tubérculo.

Daños Indirectos: Al infectar los tubérculos, inyectan hormonas que desequilibran el desarrollo y reproducción celular, produciendo tumores y malformaciones en la raíz de las plantas infectadas en forma de protuberancias que les confiere una apariencia verrugosa conocidas como agallas o nodulaciones características, además las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces, esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos "nódulos". Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, lo que impide la conducción normal de agua y nutrimentos de la raíz al resto de la planta, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchites, clorosis, enanismo, falta de vigor, y disminución en el rendimiento y en la calidad de fruto. Fig 37

Con el tiempo normalmente las agallas se pudren debido a la acción de microorganismos saprofitos, además los nematodos interaccionan con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado, principalmente *Fusarium* (Cepeda, 1996).

Dentro del tubérculo se desarrollan manchas marrones, la mayoría en la parte interna (6 mm), las cuales son visibles cuando la papa es pelada, lo que afecta su calidad. En infestaciones severas los cultivos afectados pueden disminuir considerablemente sus rendimientos. Fig. 38



Figura 37. Hembras de *Meloidogyne* spp.



Figura 38. Agallas en papa provocada por el nematodo agallador y papas malformadas

Métodos de Control de *Meloidogyne* spp

En la actualidad se dispone de varios métodos y productos químicos para el control de esta plaga. Sin embargo, factores como costo, tipo de cultivo y residualidad o fitotoxicidad de los nematicidas, limitan con frecuencia su control (Agris, 1985). Estos métodos incluyen la utilización de ciertas prácticas culturales y rotación de cultivos; medidas legales para impedir la introducción y diseminación de especies nocivas, así como la cuarentena interior permanente No. 17 contra *Globodera rostochiensis* y también contra *Meloidogyne* spp, para la producción de

semillas que se han impuesto a la región de Navidad, Galeana, Nuevo León (Rodríguez, 1973); uso del control biológico con bacterias; nematodos depredadores y hongos, variedades resistentes a *Meloidogyne incognita* y las variedades comerciales como Procura y Marejke (Sosa-Moss, 1985). El control químico mediante el uso de productos fumigantes y no fumigantes sigue siendo el método más ampliamente utilizado (Schmitt, 1985; Thomason, 1985; Hooker, 1986).

Control Cultural

El barbecho es la práctica más importante y debe realizarse de dos a cuatro semanas durante la estación seca para exponer a los estadios juveniles a la desecación, principalmente a los que se localizan en la superficie del suelo; algunos de ellos mueren por inanición al evitar también el desarrollo de las malezas que en su mayoría son hospederos naturales de los nematodos. Otras prácticas son inundaciones, cultivos de plantas de cobertura, cultivos trampa y rotación de cultivos, los cuales reducen eficientemente las poblaciones de nematodos agalladores.

La rotación de cultivos es la práctica más importante para el manejo de nematodos agalladores en cultivos anuales; se basa principalmente en la resistencia, susceptibilidad o tolerancia de los cultivos a las poblaciones predominantes de *M. incognita* en un área específica. La soya y el maíz se han utilizado experimentalmente en la rotación de cultivos de la papa, así como el frijol, col, tabaco y trigo, con resultados parciales; sin embargo, la rotación con gramíneas durante dos a tres años ha dado buenos resultados.

Las variedades resistentes constituyen un método promisorio de control de nematodos. En la papa se han identificado clones resistentes a *M. incognita*, las variedades de papa López, Patrones y Leona son tolerantes al nematodo, y las variedades Procura y Marejke son resistentes a éste.

Control Legal

El control de nematodos agalladores mediante la regularización de cuarentenas para impedir la introducción y diseminación de un determinado fitopatógeno en áreas conocidas como libres es muy limitado. La región de

Navidad, municipio de Galeana, Nuevo León, está cuarentenada (cuarentena interior permanente No. 17), contra el nematodo *Globodera rostochiensis* y *Meloidogyne* spp, para la producción de papa para semilla y se prohíbe la introducción y movilización de tubérculos semilla afectados por dichos nematodos (Rodríguez, 1973).

Control Biológico

Bacterias. A la fecha, el agente bacterial de control biológico más conocido es *Pausteria penetrans*, anteriormente identificado como *Bacillus penetrans*; los reportes más frecuentes son de diferentes especies del nematodo agallador *Meloidogyne* spp.

Nematodos Depredadores

Sin lugar a duda, estos nematodos desempeñan una función importante en el equilibrio poblacional de otras especies de nematodos en los suelos, por tanto se recomienda tratar de extender este comportamiento para efectuar el control de nematodos fitófagos. Existen varios géneros de nematodos depredadores de los que informó Mankau (1980), distribuidos en varias superfamilias como Mononchoidea, Dorylaimoidea, Diplogasteroidea y Aphelenchoidea. Para el caso de *Meloidogyne* spp los principales nematodos que se han estudiado como sus depredadores son: *Mononchus* spp, *Mononchoides* spp, *Butlerria* spp, *Anathonchus* spp, *Diplogaster* spp y *Discolaimus* spp, esto bajo pruebas in vitro, utilizando principalmente larvas de spp de varios estadios (Taylor y Sasser, 1983).

Hongos Antagónicos

Los hongos antagónicos a nematodos incluyen los hongos depredadores-atrapadores de nematodos, hongos endoparásitos y hongos antagónicos que producen metabolitos tóxicos para los nematodos. Asimismo, se menciona que la mayoría de estas especies son cosmopolitas.

Existe una gran cantidad de estudios relacionados con este tema; los principales hongos que se han utilizado en trabajos con el género *Meloidogyne* son los hongos *Arthrobotrys* spp, *Candelabrella musiformis*, *Dactylaria candida*,

Dactylella oviparisa, *Haptoglossa heterospora*, *Paecilomyces lilacinus*, *Phoma macrostoma*, *Monacrosporium ellipsosporium*, *Verticillium lamellicola* y *Xenokylindria obovata*.

El control biológico de *Meloidogyne* spp mediante el hongo *Arthrobotrys irregularis*. Cepeda (1996) realizaron un experimento bajo condiciones similares a las de campo en las instalaciones de la UAAAN, cuyo objetivo era evaluar la eficiencia de *Paecilomyces lilacinus* para disminuir la infección causada por *Meloidogyne incognita*, y detectar la presencia de hongos que parasitan huevos de nematodos en tubérculos de papa provenientes del campo experimental de Navidad, Nuevo León. Se observó que *P. lilacinus* controló eficientemente a *Meloidogyne incognita*.

Control Químico

Los nematicidas son sustancias que poseen un amplio espectro de actividad biológica y que se emplean para controlar nematodos fitopatógenos. En este tipo de control es conveniente que los nematicidas utilizados actúen sobre el nematodo y lo hagan en concentraciones adecuadas, capaces de ocasionarle la muerte; aunque este método es efectivo y ampliamente utilizado, la manipulación de estos productos es a menudo difícil y en ciertos casos hasta tóxico para el hombre (Hooker, 1986).

Los nematicidas pueden dividirse en dos grandes grupos: los fumigantes y los no fumigantes. En la actualidad se ha incrementado el uso de los fumigantes debido a que ofrecen más ventajas que los no fumigantes, pero a la vez es necesario señalar que la buena actividad de los no fumigantes depende de varios factores como la textura, el pH, la materia orgánica, la temperatura y humedad del suelo, la naturaleza del hospedero y otros. Los nematicidas no fumigantes ofrecen la gran ventaja de poder translocarse de la raíz al follaje o viceversa; también son menos tóxicos, fáciles de aplicar, efectivos y tienen una menor persistencia en el suelo (Schmitt, 1985; Thomason, 1985).

Nematicidas Fumigantes. Estos compuestos se formulan por lo general como líquidos y se dividen en dos grupos químicos:

1. Los hidrocarburos alifáticos halogenados, como el dibromuro de etileno, las mezclas de 1, 3-dicloropropeno (1, 3-Dy D-D), el DBCP (1,2-dibromo-3-cloropropano) y el bromuro de metilo (Thomason, 1975).

2. Los liberadores del isotiocianato de metilo (ITM), como el Dazomet o Milone (3, 5-dimetil-tetrahidro-2H-I, 3, 5-thiadizina-2-tiona). Vorlex (mezcla de isotiocianato de metilo e hidrocarburos halogenados, etc.) (Thomason, 1975).

Nematicidas no Fumigantes. Estos productos se desarrollaron a mediados de la década de 1960, son poco fitotóxicos, fáciles de aplicar al no requerir de equipo sofisticado, controlan a los nematodos en dosis mucho menores (2.0-5.0 kg/ha), tienen menos poder residual y son sistémicos con propiedades insecticidas y acaricidas y, por ende, muy recomendables para emplearse en los programas modernos de manejo de plagas.

Descripción de algunas investigaciones para el control químico del nematodo agallador. Aldicarb 25 G (20 kg/ha) más una cubierta de plástico negro da mayor rendimiento y menor agallamiento en 90 %. El nematicida se aplicó en el fondo del surco al momento de la siembra y la cubierta de plástico se colocó al haber 85 % de emergencia en la papa (Hernández, 1991).

Un hidrocarburo alogenado el DBCP (dibromocloropropano) Nemagón, es un nematicida que controla al nematodo nodular de la papa *Meloidogyne* spp.

Carbofurán (Furadán 5G) es un nematicida sistémico de amplio espectro, efectivo en el control de nematodos. Cuando se aplica al suelo, las raíces lo absorben y se traslada a todas las partes vegetativas de la planta con excepción del fruto. Furadán 5G se aplica próximo al sistema de raíces del cultivo, de preferencia incorporándolo a una profundidad de 2 a 10 cm. Después de la aplicación hay que dar un riego para que Furadán 5G empiece a actuar (Hernández, 1991).

Counter (Terbufos I y II). El DBC (Dimilin) ha mostrado resultados promisorios para el control de *Meloidogyne* incógnita. Las especies del género *Meloidogyne* pueden controlarse por medio de la fumigación del suelo antes de la siembra. El PCNB es un producto muy eficaz como fumigante para suelos y también ha mostrado cierta actividad para controlar algunos nematodos fitoparásitos (National Academy of Science, 1978).

El fumigante D-D es un nematicida sumamente efectivo, adecuado para aplicaciones de campo, que se usa ampliamente y con éxito en el tratamiento previo o preparación de los terrenos para los cultivos anuales, es más eficaz para el control de los nematodos de los nódulos radiculares (Christie, 1985).

Los nematicidas más recomendables para el combate de *Meloidogyne* spp son:

- Carbofurán (Furadán, Curater) 5 % G, 60 kg/ha.
- Fenamifos (Nemacur) 10% G, 40 kg/ha.

Manejo Integrado

En la práctica no es deseable aplicar continuamente el mismo método de control, ya que es necesario integrar o combinar diferentes métodos para mantener baja la densidad poblacional de nematodos y prevenir su diseminación a nuevas áreas. Este método comprende algunas actividades para desarrollar durante el cultivo o cuando el suelo está en descanso, como las siguientes (Thomason, 1985):

- a) Muestreo exhaustivo para determinar la presencia y distribución.
- b) Tratamiento químico para reducir la población.
- c) Siembra de variedades resistentes, rotación de cultivos.
- d) Empleo de maquinaria y herramienta libre de nematodos.
- e) Empleo de tubérculos semilla libres de nematodos.
- f) Prohibición de la producción de semilla en zonas infestadas.

Solarización

Debido al énfasis actual sobre la protección del medio y la salud humana y animal, combinados con la aplicación directa extensiva de agroquímicos para controlar fitopatógenos, ha sido necesario implantar nuevas alternativas de control; la solarización del suelo controla eficientemente a la mayoría de los fitopatógenos, debido al incremento de la temperatura del suelo por la aplicación de películas de plástico delgado negro sobre el suelo por periodos determinados; la instalación se inicia durante el establecimiento del cultivo y se busca la mayor incidencia solar, agua y nutrientes, lo que a su vez incrementa el desarrollo de los cultivos (Katan, et. al. 1987; CIR 1995).

Extractos Vegetales

En los últimos años las investigaciones en el campo del control de nematodos analizan nuevas alternativas, sobre todo la búsqueda de sustancias químicas, productos de extractos vegetales que tengan propiedades para realizar un adecuado control de nematodos fitoparásitos y que a la vez no causen trastornos para la salud humana y animal. A medida que pasa el tiempo aparecen informes sobre el avance del estudio de algunos productos que ya se encuentran en los procesos finales de investigación, así como otros productos que ya se usan con buenos resultados. En el futuro estas sustancias ofrecerán una alternativa de gran aplicabilidad para el manejo de poblaciones de nematodos (Cepeda, 1996).

El Nematodo Dorado de la Papa

Globodera rostochiensis Woll. (Tylenchida: Heteroderidae), constituye a nivel mundial uno de los problemas fitosanitarios más serios en el cultivo de la papa. Dada su capacidad de enquistamiento que lo provee con un sistema de defensa que incrementa las dificultades para su control, representa una amenaza en la movilización de tubérculo-semilla. El nematodo dorado de la papa es un endoparásito sedentario que provoca problemas a nivel mundial en el cultivo de papa, debido a los daños que causa en las raíces. Fig. 39.



Figura 39. Nematodo dorado de la papa

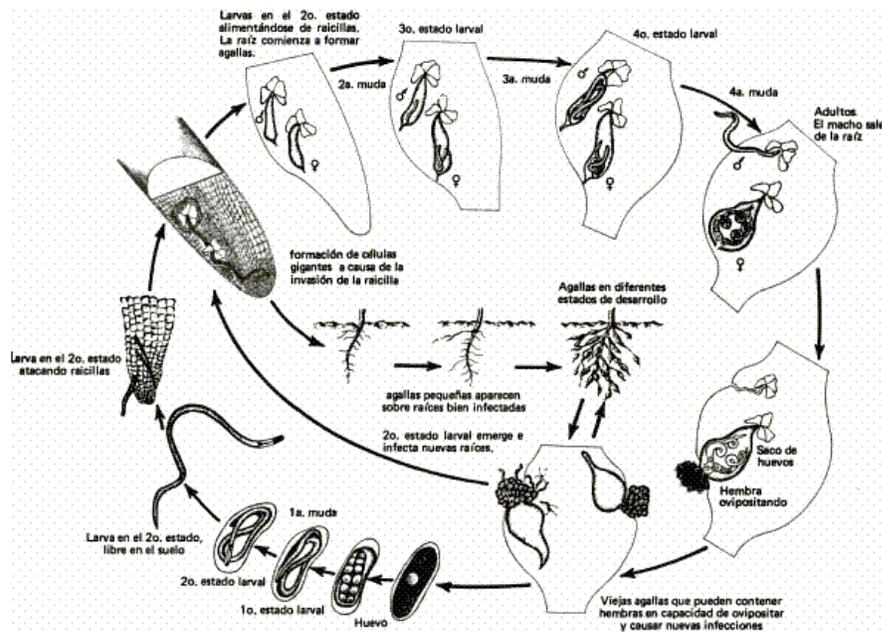


Figura 40. Ciclo de vida de *Globodera rostochiensis*.

El nematodo enquistador de la papa es la plaga más importante en el cultivo de papa en áreas con bajas temperaturas. El daño se relaciona con el número de huevos por unidad de suelo y se refleja en el peso del tubérculo producido. Varias infestaciones con *G. rostochiensis* puede resultar en un menor rendimiento de la planta. La temperatura óptima para la eclosión es de 15 °C con una alta proporción de adultos. Los juveniles penetran en la raíz del hospedante justo entre las puntas de las raíces, y se movilizan hacia arriba hasta que reciben una señal específica, de tipo química, para comenzar a alimentarse en el sitio. Los

machos juveniles del segundo estadio penetran en las células del periciclo de la planta, mientras que las hembras penetran las células pro-cambiales. A pocas horas después de haber elegido el sitio de alimentación, la juvenil prueba la célula insertando su estilete dentro de ella, mientras permanece inmóvil, el estilete es retraído y reinsertado dentro de la misma célula. Fig. 40

Cuando el nematodo dorado ataca las raíces de las plantas hospedantes; éstas muestran síntomas consistentes con pudrición de raíz o alteración vascular. Las partes aéreas de la planta muestran un retraso en el crecimiento, aspecto débil, además de una leve clorosis y marchitez. Los síntomas del nematodo se pueden diferenciar de otros posibles en raíz, por la presencia de quistes en la superficie de la misma. Los quistes parecen de color crema a dorado durante la época de crecimiento y durante la cosecha será de color dorado a negro. Las infecciones en el tubérculo son raras debido a que el nematodo prefiere alimentarse inmediatamente detrás de la punta de raíz o de la prolongación de raíces activas.

Este nematodo no cuenta con un mecanismo de dispersión natural, y sólo puede moverse a cortas distancias viajando como juveniles atraídos hasta las raíces en el suelo. Se dispersa hacia nuevas áreas como quiste sobre tubérculos de papa, viveros, suelo, bulbos, cormos, rizomas, raíces, tallos y/o papas para consumo o procesos.



Figura 41. Raíz de papa con *Globodera rostochiensis*

Control y Método de Prevención

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 zonas libres. La desventaja de este método radica en que las medidas cuarentenarias de los países infestados varían en forma inversamente proporcional al grado de infestación. El uso de nematicidas es muy importante; existen numerosas citas bibliográficas que señalan su efectividad en el control, ya sea como fumigantes aplicados al suelo, en forma de concentrados emulsificables aplicados al mismo o bien, en forma de concentrados emulsificables sistémicos para aplicación al follaje.

Camacho (1997) menciona que los nematicidas no han sido económicamente recomendables para el control del nematodo dorado de la papa, ya que se requieren implementos especiales para su aplicación.

Control Químico

Un compuesto Organofosforado como el Ethoprop (Mocap), se utilizó en un tratamiento de 10 kg de materia activa/ha, aplicado antes de la siembra e incorporado en bandas de 15 a 20 cm. Un tratamiento de 3 a 5 kg de materia activa/ha aplicado en el surco de la siembra e incorporado en bandas de 25 cm de ancho, proporciona buenos resultados contra este nematodo.

Terracur 10 G Fensulfothion es efectivo contra el nematodo dorado de la papa *Globodera rostochiensis*, en dosis de 70 kg/ha. Este es un nematicida de contacto sistémico y de ingestión.

Control Biológico

Se recomienda el hongo *Paecilomyces lilacinus* para controlar *Globodera pallida* en papa.

Enfermedades por Virus

En el establecimiento del cultivo de la papa se prevé la aparición de las siguientes enfermedades víricas transmitidas por insectos, los cuales son los más frecuentes en la región de navidad nuevo león.

Virus: Potato Yellow Dwarf Virus (PYDV)

Síntomas de la Enfermedad

Las plantas infectadas enanismo, amarillamiento típico y necrosis. Los puntos necróticos internos ocurren en tallos, particularmente en nudos superiores. La mayoría de las plantas infectadas experimentalmente muestran síntomas de aclaración de venas, enanismo (achaparramiento), malformación de hojas, mosaicos y lesiones cloróticas localizadas. Fig. 42 (Smith, 1993; Hooker, W.J. 1990).



Figura 42. Tubérculos con necrosis generalizada, necrosis aguda (S.A. Slack) y Enanismo severo y clorosis en *S. tuberosum* C.V. Chippewa (S.A. Slack).

Aspectos Biológicos y Dispersión

El virus puede invernar en los insectos vectores en los cuales se multiplica. No existen reportes de transmisión del virus por semilla verdadera o polen (Smith, 1993).

Las especies vectores de este virus son las chicharritas *Aceratagallia sanguinolenta*, *Agallia constricta* y *Agalliota quadripunctata* (Falk and Weathers, 1983; Smith, 1993).

Transmitido por un vector; un insecto; *Agallia constricta*, *A. quadripunctata*, *Aceratagallia sanguinolenta*; *Cicadellidae*. Transmitido de una manera persistente. El virus es retenido cuando el vector muda; se multiplica en el vector; transmitido por inoculación mecánica; no es transmitido por la semilla (VIDE/Brunt , 1996).

Hospederos

El virus del enanismo de la papa se presenta principalmente en Solanáceas salvajes y ha sido transmitido artificialmente a algunas especies vegetales. Todos los hospederos conocidos del virus son dicotiledóneas. *Nicotiana glutinosa* y *N. rustica* pueden ser infectadas por hojas desgaste, rozamiento o inoculaciones, siendo *N. rustica* la más susceptible, pero en plantas solanáceas los vectores han transmitido el virus a especies de las familias Compositae, Cruciferae, Labiatae, Leguminosae, Polygonaceae y Scrophulariaceae.

Hospederos Naturales

Chrysanthemum leucanthemum, *Solanum tuberosum*, y *Trifolium incarnatum*.

Experimentalmente Susceptibles

Chrysanthemum leucanthemum, *Nicotiana glutinosa*, *Nicotiana rustica*, *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana edwardsonii*, *Solanum tuberosum*, y *Trifolium incarnatum*. 1990).

Familias Hospederas Susceptibles.

Compositae, Leguminosae-Papilionoideae, y Solanaceae.

Lugares en los que Sobrevive el Virus.

El virus es retenido cuando el vector muda; se multiplica en el vector y el tubérculo semilla es portador de la enfermedad (Smith, 1993).

Presenta un largo período de incubación en su vector (al menos 6 años), durante el cual se multiplica. Las ninfas, machos adultos y hembras insectos transmiten el PYDV. El virus puede invernar en vectores adultos aun en la ausencia de alimento vegetal. *Leucanthemum vulgare* sirve como el principal

fuentes de vectores del virus para posteriormente infectar a los cultivos de papa. *Catharanthus roseus* es un hospedero natural en California.

Fuentes de Inoculo Primario

Chrysanthemum leucanthemum es la planta que sirve como principal fuente del virus para infectar el cultivo de la papa (Jeffries, 1998).

Dispersión

De acuerdo con el insecto transmisor, existen dos formas estrechamente relacionadas pero a la vez distintas de este virus: una, transmitida por el insecto *Aceratagallia sanguinolenta* (sanguinolenta yellow dwarf virus; SYDF) y otra, por el insecto *Agallia constricta* (constricta yellow dwarf virus; CYDV), aunque los vectores son relacionados, cada uno es específico para el tipo de virus que transmite.

Los aislamientos de PYDV pueden distinguirse por sus reacciones serológicas y su especificidad hacia el vector. Ambos serotipos tienen un período de incubación largo en su respectivo saltahojas vector (como mínimo 6 días), durante los cuales se multiplican. Las ninfas, los machos y hembras adultas transmiten el PYDV. El virus puede hibernar en vectores adultos; aún en la ausencia de plantas de alimento.

La planta ornamental margarita mayor *Leucanthemum vulgare* sirve como principal fuente de virus para la infección de cultivos de papa, y violeta *Catharanthus roseus* es un hospedero natural en California. No existen reportes de transmisión de virus a través de semillas o polen. PYDV es transportado a través de tubérculos derivados de plantas infectadas.

Métodos de Diagnóstico en Campo y en Productos Vía

Especies de hospederos susceptibles y síntomas, los cuales se utilizan para bioensayos (plantas diferenciales):

- *Nicotiana glutinosa*, *N. rustica* - lesiones locales cloróticas, aclaramiento de venas, malformación de hojas, mosaico.
- *Trifolium incarnatum* - aclaramiento de las venas y muerte de la planta. (Brunt *et al.*, 1996)

Por otro lado la transmisión mecánica de papa o de tubérculo es difícil. El mejor método de inoculación mecánica es por medio de punción en el tubérculo cerca del ojo de la papa. La transmisión también puede efectuarse por punción en la corona de la planta (tramo que une al tubérculo con el tallo). No existe evidencia de transmisión por semilla. Sin embargo el virus es fácilmente transmisible por el uso de polvo de carborundum sobre *Nicotiana rústica*, provocando lesiones locales que dan la oportunidad de estudiar las propiedades del virus (SAGAR/DGSV, 1996). Aunque el virus puede diagnosticarse por el método de ELISA, la disponibilidad de antisueros es restringida. Sin embargo, antisueros de alta titulación pueden ser producidos. La prueba da ELISA ha sido satisfactoriamente usado para la detección de PYDV y la diferenciación de cepas. Para pruebas de rutina, se recomienda usar una mezcla de antisueros que contengan de los dos serotipos del virus.

Importancia Económica

Se han reportado diferencias económicamente importantes en la incidencia de la enfermedad de acuerdo con la variedad afectada (Taylor, 1938; Hansing, 1943; Larson, 1945). Por otro lado Jeffries, 1998 menciona que no tiene mucha importancia económica ya que el virus tiende a perderse o eliminarse en tubérculos de una generación a otra.

No obstante, la EPPO la incluye en la lista entre los virus A1 cuarentenario. No se registra en los centros de mayor diversidad en Sur América, en Norte América aparece incidentalmente y muy esporádicamente y no representa un problema significativo para la producción de papa. El virus parece sobrevivir más como una curiosidad de laboratorio que como un problema real en el campo. Pero si es considerado a potencialmente causar algunas dificultades en la certificación fitosanitaria para la exportación. Este virus no se encuentra presente en México,

por lo que no hay reportes del porcentaje de pérdidas que causa en el cultivo de la papa para México. No se mencionan los efectos que causa en el tubérculo o a nivel planta.

Control

Métodos para Manejo de la Plaga en Campo

El uso de semilla libre del virus es la medida más importante para evitar el establecimiento de la enfermedad en un área, ya que una vez que el virus ha sido introducido, éste puede invernar en los insectos vectores y malezas, y por lo tanto su control se dificulta.

Virus: Potato X Potexvirus: PVX

Síntomas/Daños

Muchas cadenas de PVX inducen solamente clorosis intervenal inconspicua, en algunas hojas de la mayoría de los cultivos de papa, otras, causan mosaico severo y arrugamiento de hojas o necrosis. Fig 44. Agudas en las puntas usualmente seguido por muerte de plantas. Fig 43 (Cross Protection 2007).



Figura 43. Daños ocasionados en las hojas de las plantas por PVX. (Cross Protection, 2007).

Brunt, (1996) agrega que los síntomas persisten y en *Solanum tuberosum* varían, algunas son asintomáticas, otras inducen manchas necróticas. En *Brassica campestris* spp. *rapa* produce mosaico medio, moteado, distorsión de hojas y brillantez de las plantas y lesiones necróticas en los tubérculos.



Figura 44. Moteado en hojas y distorsión causado por PVX

Hospederos Alternos

PVX tiene un amplio rango de hospederos experimentales. Está reportado que ocurre naturalmente en por lo menos 62 especies de plantas de 27 familias y es transmisible experimentalmente a 348 especies en 33 familias (Edwardson and Christie, 1997). PVX es importante a nivel mundial especialmente como patógeno de cultivos de solanáceas, (tomate, tabaco, papa y chiles) pero en algunas localidades también ocurre en alcachofa (*Scolymus* sp.), nabo (*Brassica rapa*), trébol rojo (*Trifolium pratense*), vid (*Vitis vinifera*) entre otras. (Paulus *et al.*, 1960; Fribourg y Fernandez-Northcote, 1972; Giunchedi, 1973; Makkouk and Gumpf, 1974; Chabbouh *et al.*, 1990; Samad *et al.*, 1991).

Los Hospederos Principales

Capsicum annum, (pimiento), *Capsicum frutescens* (chile), *Lycopersicon esculentum* (tomate), *Nicotiana tabacum* (tabaco), *Solanum tuberosum* (papa.)

Hospederos menores:

Brassica rapa subsp. (nabo), *Cynara cardunculus* L. Var. *Scolymus* (alcachofa), *Trifolium pratense* (trébol púrpura), *Vitis vinifera* (Vid).

Hospederos Silvestres

Amaranthus, *Chenopodium album*, *Solanum laciniatum*.

Aspectos Biológicos, Dispersión y Diseminación

Mediante la comercialización de propágulos infectados (plantas, portainjertos, yemas, estacas, bulbos, cormos, tubérculos, dientes, semillas, etc.)

se produce la dispersión de muchos virus de importancia económica como PVX. (Tamanaja, 2009). A pesar de que el ICTV menciona que el PVX no se transmite por vector, Hampton (1980) da a conocer que el hongo, *Synchytrium endobioticum* sirve de vector del virus X de la papa.

Fuentes de Inóculo Primario

Los tubérculos infectados son la principal fuente de inóculo primario, así como te tejido infectado ya que se transmite por contacto entre plantas.

Dispersión

PVX se encuentra en todos los lugares en que se cultivan papas. Se transmite por tubérculo, pero no por semilla verdadera, y muy fácilmente por inoculación de jugo celular y por injerto de tallo y tubérculo; en el campo el virus se transmite principalmente por medios mecánicos. PVX es tan contagioso que puede transmitirse por maquinaria, operarios y animales; el virus puede permanecer infectivo hasta seis horas adherido a madera y algunas telas. (Wright, 1974); los tractores y herramientas pueden transportar PVX hasta plantas sanas a una distancia de al menos 150 m. (Winther-Nilssen, 1972). La infección puede deberse a contacto entre raíces también puede transmitir el virus, pero tienen poca importancia práctica. PVX no se transmite por pulgones; se ha señalado la transmisión ocasional por algunas especies de insectos masticadores. Se duda que pueda ser transmitido por hongos, sin embargo, Hampton (1980) asevera lo contrario.

Riesgo Asociado al Comercio

PVX causa enfermedades leves en la papa. La disminución de producción depende de la cepa de virus y del cultivar del huésped; en algunas ocasiones las pérdidas pueden sobrepasar el 50%, pero normalmente son menores del 20% (Mellor and Stace-Smith, 1977; Beemster and Bokx, 1987). Las infecciones mixtas de PVX con otros virus son mucho más graves. El grado de infección depende principalmente de la forma de producir la papa de siembra. Los cultivares no seleccionados pueden estar totalmente infectados. En muchos países europeos el PVX se ha eliminado completamente de la producción de papa de siembra y en la

actualidad tiene poca importancia económica en el tabaco. En tomate, el virus es importante en infecciones mixtas con el virus del mosaico del tabaco. (Smith M.I., 1988).

Métodos de Diagnóstico en Campo y en Productos Vía

Debido a que PVX no produce frecuentemente síntomas claros, y éstos a menudo pueden verse enmascarados por la infección simultánea con otros virus, se suele necesitar un diagnóstico para su detección e identificación. (Smith I.M., 1988). Es recomendable tomar pruebas de tubérculos para diagnosticar la enfermedad por pruebas serológicas.

Métodos Serológicos de Detección

El virus se detecta fácilmente en hojas por distintas pruebas serológicas; la prueba de ELISA es fiable para detectarlo en tubérculos tras la ruptura de la dormición. También se puede diagnosticar en las plantas indicadoras *Gomphrena globosa* y *Datura stramonium*. El tratamiento de las plantas infectadas con algunos plaguicidas puede reducir la concentración de virus de forma que el diagnóstico de PVX en papa no debe realizarse poco después del tratamiento con estos productos. (Smith, 1988).

Hospederos Experimentales Susceptibles

Brassica campestris ssp. Rapa, Datura stramonium, Gomphrena globosa, Nicotiana tabacum, Solanum tuberosum

Hospedero Diagnóstico

- *Datura stramonium* - anillos sistémicos cloróticos, después mosaico y moteado.
- *Nicotiana tabacum* - anillo sistémico o moteado. Algunas cepas son asintomáticas a altas temperaturas de invernadero.

Hospederos de Mantenimiento y Propagación

- *Nicotiana tabacum*.

Importancia Económica

PVX es encontrado en todo el mundo donde crece la papa. El PVX causa enfermedad media, y esto es menos daño, reduce los campos de un 10 a 20%, en casos raros sube a más de 50% dependiendo de las cepas de virus. Los rangos altos de infección se han hallado en cultivos susceptibles como Wohltmann (25%), Mercur (51%), Oneida (85% y Weckaragis (84%) las infecciones mixtas con PVA y PVY son particularmente perjudiciales para la producción. El PVX es el virus de papa de mayor diseminación y a menudo infecta completamente ciertos planteles comerciales, éste se presenta dondequiera que se siembre papa. (Dagoljub *et al.*, 1999).

Medidas de Control

Métodos para Manejo en Campo

La manera más importante para controlar este virus es plantar semilla certificada. La diseminación ocurre a través del uso de las herramientas y maquinaria contaminada. Desinfecte todas las herramientas, quite las plantas infectadas y limite el movimiento dentro del cultivo. Algunas de las variedades son más resistentes a PVX que otras. Las variedades con alguna resistencia o tolerancia a PVX son HiLite Russet, Atlantic, Norwis, y Sebago. (Donald, 2000).

Prevención: Usar semilla libre de virus X y evitar la contaminación por contacto con plantas o tubérculos infectados. Usar en lo posible variedades resistentes.

Muchos cultivares de alto rendimiento, completamente infectados por PVX producen plantas de excelente desarrollo y alta calidad de tubérculos. Para controlar PVX en cultivares susceptibles de papa se debe producir, material sano de partida por selección clonal de plantas libres de virus (en base a resultados de pruebas serológicas). Para evitar la dispersión del virus en el campo deben

evitarse las labores mecánicas de cultivo. La eliminación de plantas enfermas no es un método eficaz de control, debido a lo frecuente de plantas asintomáticas. El uso de cultivares resistentes es un enfoque alternativo al control de PVX: se conocen cultivares con hipersensibilidad (resistencia de campo) y resistencia extrema; la investigación de ésta, que está determinada por un solo gen dominante, parece prometedora.

Para impedir los daños causados por cepas graves de PVX se ha intentado la preinmunización de plantas con cepas atenuadas (Reifmann & Romanova, 1977). Los cultivares de papa totalmente infectados de PVX pueden liberarse por cultivo de meristemas apicales. Los cultivos de tabaco y tomate deben situarse a distancia de los de papa para evitar la infección con PVX. (Smith 1988).

Virus: Potato Leafroll Virus: PLRV

Sintomatología

Las plantas de papa afectadas por esta enfermedad pueden mostrar dos tipos de síntomas: primarios y secundarios (Bokx , 1987).

Los síntomas primarios (Hooker, 1980; Salazar, 1997) aparecen cuando la planta ha sido infectada durante el desarrollo del cultivo; fundamentalmente en las hojas jóvenes de la parte apical, las que se tornan erectas, tomando una coloración pálida, amarillenta, que en algunos cultivares también pueden llegar a tener tonalidades púrpura a rojizas; pudiendo llegar a enrollarse hacia arriba.

Si este tipo de infección ocurre al final de la estación la planta no manifiesta aparentemente ningún tipo de afectación (Kenneth *et al.*, 1964), sin embargo su progenie podría estar parcialmente infectada.

Las plantas que se desarrollan a partir de tubérculos infectados son las que muestran síntomas secundarios más intensos aunque menos pronunciados en la parte apical que en el caso de la infección primaria.

La planta completa a menudo se ve erecta, enana, las hojas más viejas se enrollan y las superiores se observan más pálidas.

Las hojas basales se vuelven rígidas, crocantes (Hooker 1982) y se tiñen intensamente de púrpura en algunos materiales; en otras ocasiones pueden mostrar una necrosis severa, especialmente en los márgenes.

En ciertas variedades como Green Mountain y Russet Burbank podemos encontrar tubérculos con una necrosis interna reticulada.

Estos síntomas no siempre se desarrollan de la misma forma en determinado cultivar ya que esto depende de una interrelación entre el cultivar, raza de virus y condiciones ambientales en que se está desarrollando la plantación (Banttari, 1993).

Los rendimientos pueden no verse afectados cuando la infección es primaria; pero cuando es secundaria usualmente ocasiona una reducción tanto en el tamaño como en el número de los tubérculos, llegando a inducir pérdidas de hasta 95 % (Zitter, 2004).



Figura 45. Síntomas de la enfermedad ocasionada por el virus PLRV en las hojas.

Rango de Hospederos

Existen aproximadamente 20 hospederos de PLRV, entre los que se encuentran:

Lycopersicon esculentum, *Solanum melongena*, *Atropa belladonna*, *Capsella bursa-pastoris*, *Datura stramonium*, *Solanum villosum*, *Physalis angulata*, *Physalis floridana*, *Nicandra physaloides*, *Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus caudatus*, *Celosia argentea*, *Gomphrena globosa*, *Nicotiana clevelandii*, *Nolana lanceolata*, *Montia perfoliata*, *Petunia hybrida*, *Datura aegyptica*, *Datura fastuosa*,

Datura chlorantha, *Solanum dulcamara*, *Solanum nigrum*, *Solanum tuberosum* ssp *tuberosum* (Buchen-Osmond 2002).

Distribución Geográfica

En el continente Americano existen reportes de su ocurrencia en Estados Unidos, Canadá, Colombia, y México, y algunos países de Europa.

Lugares y Formas en los que Sobrevive la Plaga

En la naturaleza, el PLRV es transmitido por tubérculos infectados e insectos vectores. El PLRV no es transmitido mecánicamente, y por lo tanto no existe peligro de contaminación por herramientas, o por contacto entre las plantas.

Fuentes de Inoculo Primario

Las plantas enfermas producen generalmente tubérculos enfermos. Si estos tubérculos son sembrados o abandonados en el campo al momento de la cosecha, ellos producen nuevamente plantas enfermas. Así, tanto las papas intencionalmente sembradas como las papas espontáneas pueden servir como fuente de infección.

Dispersión

Se transmite por tubérculo usado como semilla. El PLRV no puede transmitirse mecánicamente, es decir inoculando la planta a infectar con savia procedente de una planta enferma, ni por semilla botánica o polen, sino solamente mediante injerto o por medio de vectores (áfidos) que al alimentarse por medio de sus partes bucales (particularmente finos estiletes mandibulares y maxilares), penetran hasta los vasos cribosos del floema, donde se adhieren para nutrirse del flujo de la savia de la planta (Holman 1974); de esta forma adquieren con la savia enferma partículas de PLRV que pasan a través de las paredes del canal alimenticio hacia las glándulas salivales nuevamente. El período de latencia es de 8 a 72 horas, los períodos de adquisición y transmisión requieren de un tiempo mínimo de alimentación de 10-15 minutos pero se necesita de 12 horas para que la eficiencia en la transmisión se desarrolle al máximo, estos vectores una vez infectados lo portan durante toda su vida por lo que a este tipo de transmisión se le

denomina persiste. El vector más eficiente es el *Myzus persicae*, el áfido *Macrosiphum euphorbiae* aunque es menos eficaz trasmite con mucha efectividad aislamientos australianos de tomato yellow top, el PLRV también puede ser transmitido por *Aulacorthum solani*, *Aphis gossypii*, *Aphis nasturtii*, *Myzus ascalonicus* y *Neomyzus circumflexus* (Buchen-Osmond 2002).

Un incremento en la temperatura aumenta las probabilidades de transmisión de este virus (Smith, 1984) y su adquisición por el vector se realiza con mayor efectividad a partir de la zona apical de las plantas jóvenes de papa con infección secundaria. Se ha comprobado que el *Myzus persicae* adquiere una mayor concentración de PLRV y tiende a ser capaz de transmitir más rápidamente cuando se alimenta a elevadas temperaturas (Radcliffe, 2002).

Métodos de Diagnóstico

Para la detección del PLRV se han utilizado diferentes técnicas:

Uso de plantas indicadoras y transmisión por áfidos., Test de Igel Lange, Métodos serológicos, Inmunomicroscopía electrónica, Otros métodos.

Uso de Plantas Indicadoras y Transmisión por Áfidos.

Existen determinadas especies de plantas que frente a la presencia de un virus específico reaccionan con un síntoma característico, este es el caso de *Physalis floridana* y *Datura stramonium* (Hepp, 1978); si colocamos áfidos de la especie *Myzus persicae* procedentes de colonia sanas a alimentarse por un período de 48 horas en plantas de papa enfermas y luego pasamos los áfidos a plantas sanas de *Physalis floridana* y *Datura stramonium*, en éstas aparecerán síntomas de enanismo, clorosis intervenal y a veces algo de enrollamiento, lo que nos indica que estamos en presencia de PLRV.

Este método ha sido utilizado por muchos años, pero debe complementarse con el uso de técnicas serológicas de elevada confiabilidad y constituye en la actualidad la única forma de demostrar el poder patogénico y en muchos casos de valorar la virulencia y agresividad de agentes patógenos (Cambrá, 2000).

Test de Igel Lange

Entre 1979 y 1980 el diagnóstico de este virus también se basaba en test químicos, es decir, la presencia del PLRV en las plantas de papa ocasiona la acumulación de callosa en los tubérculos, la cual se detecta por cambios en su coloración (Brisson 1983).

El principio parte de que la infección por el PLRV es usualmente acompañado por necrosis de las células del floema y la acumulación de callosa especialmente cercano a las placas cribosas. Estos síntomas pueden ser vistos solo a través de un microscopio después de la tinción de las muestras. El método usa delgadas secciones longitudinales de tubérculos o tallo que son teñidos por 10 minutos en una solución acuosa de azul de "resourcing blue". Bajo magnificación de 25x, puede examinarse la tinción profunda de azul de la callosa. Dado que las células viejas del floema siempre contienen callosa, aun cuando estén sanas, debe procurarse el uso de floema joven cercano al cambium.

La cantidad de callosa en tubérculos sanos y enfermos varía entre variedades. Los tubérculos infectados recién cosechados pueden no tener todavía las células del floema bien formados, dando resultados erróneos de la prueba. Entonces, la tinción de callosa es poco fiable comparado a la prueba ELISA.

Debido a que la acumulación de callosa puede ser ocasionada también por un estrés físico (humedad, temperatura), químico (pesticidas, carencia o toxicidad en la fertilización) o por el medio ambiente (enfermedades, poblaciones de otros insectos que no sean áfidos, etc. (Esau 1977), la formación depende grandemente del período que media entre la infección de la planta y la cosecha de los tubérculos, como en el caso de los que viven de plantas afectadas tardamente en su ciclo de desarrollo que muestran poca o ninguna callosa; este análisis no es lo suficientemente confiable para diagnosticar el PLRV (de Bokx 1967).

Métodos Serológicos

Los métodos serológicos (Salazar 1982) a juzgar por el volumen de trabajo realizados con anterioridad y por los resultados obtenidos, son de un valor incalculable para la identificación, la diagnosis de rutina y como métodos cuantitativo para el estudio de los virus. Probablemente debido a la baja concentración de PLRV en plantas infectadas, las técnicas serológicas

tradicionales, tales como la micro precipitación, la prueba de látex, y la difusión en gel, estas no pueden ser usadas para la detección de PLRV. Solo la técnica ELISA es el método de detección serológica viable. La savia de la planta para la prueba ELISA pueden ser tomados de las hojas, peciolo, y tubérculos. Aunque la prueba ELISA es un método sensible, algunas plantas infectadas y tubérculos pueden escapar de la detección. Si es necesaria una exacta detección del PLRV, la muestra negativa de la ELISA debería ser probada mediante injertos en plantas indicadoras.

Inmunomicroscopía Electrónica

La combinación de la técnica de serología con la microscopía electrónica convencional para la identificación de virus fue mejorada por Derrick (1973) al lograr detectar concentraciones de virus entre 1 y 10 nanogramos por mililitro. Sin embargo, fue Roberts *et al.* (1979) quien lo utilizó para la determinación de la presencia de PLRV en tubérculos.

Otros Métodos

Actualmente se están utilizando técnicas serológicas moleculares. Las técnicas PCR-ELISA o PCR colorimétrico permiten detectar ampliaciones mediante hibridación con sondas marcadas con digoxigenina (DIG) y el uso posterior de anticuerpos anti-DIG marcados con enzimas (Cambra *et al.* 2000).

Importancia Económica

El virus PLRV causa una de las más importantes enfermedades virales de la papa. La enfermedad afecta el rendimiento y la calidad de los tubérculos. Ello también complica el intercambio de material vegetal debido a la certificación y regulaciones cuarentenarias.

Rendimiento. Las pérdidas en rendimiento son difíciles de cuantificar, pero puede alcanzar un 90%. Las pérdidas en rendimiento en porcentaje pueden ser casi tan alto como el porcentaje de plantas visiblemente infectadas.

En algunas ocasiones las plantas de papa, que están infectadas latentemente con el PLRV, no muestran síntomas y pueden producir de igual manera que las plantas sanas. Sin embargo, las pérdidas pueden ser altas cuando las plantas se infectan simultáneamente con otros virus.

Certificaciones y regulaciones cuarentenarias. Los tubérculos para semilla que excedan ciertos niveles de infección de las regulaciones de certificación de semillas, no pueden ser usados como tal y debería ser vendido para consumo a un bajo precio. El PLRV también complica el intercambio de material genético para mejoramiento y propósitos de investigación.

Medidas de Control

Eliminación de todos los posibles focos de infección presentes en el campo, al igual que los tubérculos de papa que hayan quedado de la etapa de desarrollo del cultivo anterior tan pronto se observen en el campo (Struik *et al.* 1999), con el objetivo de evitar la diseminación del PLRV dentro de ese campo y en otros campos aledaños a través de áfidos alados.

- Las plantaciones deberán realizarse con tubérculos – semilla certificados para que estén libres de la infección con PLRV (Monsanto 2002).
- Eliminación de plantas indeseables que puedan ser reservorio de este virus (Sathiamorthy, 1985).
- No deberán realizarse plantaciones tardías en la estación de cultivo (Schrage 1999).
- Utilización en los campos de papa de insecticidas sistémicos para el control de PLRV (Struik, 1999).
- Mantener un estricto control sobre los tubérculos en almacenamientos; ya que pueden contaminarse a través de los grelos con el PLRV.
- Utilización de cultivares resistentes (Daniels, 2004).
- Incremento del uso de controles biológicos para el control de los áfidos como coccinélidos (*Cycloneda sanguínea* y *Eriopsis connexa*), sírfidos como (*Allograta exótica*, *Pseudodorus clavatus*), neurópteros (*Chrysoperla externa*), predadores como *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae), *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae), parasitoides como los

microhimenópteros (*Aphidius colemanii*), hongos entomopatógenos como Entomophthora spp. y ácaros ectoparásitos.

Manejo Integrado de las Enfermedades Viricas en Papa

Para disminuir los problemas ocasionados por las enfermedades viricas, se propone lo siguiente:

Selección de la semilla

Se usará semilla resistente a la mayoría de los virus y con buen potencial de rendimiento, principalmente observado en la variedad "Atlantic".

Cuadro 8. Recomendaciones de la variedad Atlantic.

Variedad	Ciclo (días)	Resistencia/Tolerancia a enfermedades
Atlantic	85-90	Medianamente resistente a Phytophthora, medianamente resistente a Alternaria, moderadamente resistente a PLRV y PVY, resistente a PVX y muy susceptible a Fusarium sulphureum.

Selección y Preparación del Suelo

Selección del área de cultivo

1. Se mantendrá un distanciamiento de la siembra de papa de otros cultivos susceptibles a las plagas comunes como el frijol (*Phaseolus vulgaris*), pimiento (*Capsicum annum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), cucurbitáceas, etc.

2. Se seleccionará una fecha de siembra para evitar coincidencias con cultivos que representen colindancias negativas.

3. Se tendrá un período libre de cultivo entre campaña.

4. Se removerán los cultivos que puedan servir de reservorios de las plagas.

5. Se eliminarán los restos de cosecha.

Preparación del suelo para evitar el surgimiento de malezas hospedantes

1. Se utilizarán equipos adecuados según el tipo de maleza común del lugar, estos podrán ser el tiller y multigrado contra malezas rizomatosas.

2. Se mantendrá un esquema adecuado de cultivos a ser sembrados para propiciar la rotación de cultivos, como el maíz, además se propiciarán los barbechos frecuente.

3. Se llevará un registro de malezas frecuentes para planificar las acciones de tipo agro técnica y los herbicidas más efectivos.

4. Se procurará lograr un buen mullido de la capa superior del suelo y con la humedad requerida para la aplicación de herbicidas residuales, evitando el viento y las altas temperaturas.

5. Se utilizarán herbicidas pos-emergentes en malezas con altura máxima de 20 centímetros y no se mezclaran con otros agroquímicos.

6. Se realizará un análisis de suelo para determinar la presencia de otros patógenos como las poblaciones del nematodo Meloidogyne.

7. Se realizará un laboreo profundo no menor de 20 cm con inversión del prisma para eliminar las pupas del suelo en el caso de trips (*Thrips palmi* Karny) y el minador de la hoja (*Liriomyza trifolii* Burgess).

Control Biológico y Aplicación de Bioplaguicidas

1. En la siembra, las semillas serán tratadas con hongos benéficos como *Trichoderma harzianum* (potencial inductor de la resistencia sistémica vegetal) para el control de enfermedades fungosas (como el *Fusarium* spp.).

2. A partir de la brotación del cultivo se realizarán muestreos semanales de las plagas y sus enemigos y sus enemigos naturales, se observará una determinada cantidad de plantas como muestra de tres niveles de las plantas (superior, medio e inferior). Para el caso de los ácaros se observarán hasta 100 hojas jóvenes del nivel superior. Estas plagas serán controladas mediante la aplicación bioplaguicidas a base de *Lecanicillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, y *Metarhizium anisopliae*.

Control Químico de Insectos Vectores

El control de las enfermedades se realizará controlando principalmente a los insectos vectores. Esta se realizará seleccionando los insecticidas autorizados en un tiempo que permita la acción de los organismos para el control biológico, estos son: Endosulfan, Monocrotofos, Bifentrina, Carbofurán, Flonicamid, Oxamil, y Metamidofos.

Malezas

La maleza es uno de los problemas parasitológicos más persistentes y común en las zonas de explotación agrícola en el mundo. Los daños y problemas que ocasionan a la agricultura son a veces francamente desoladores. Los campos con maleza pierden gran parte de su valor, de tal manera que en ocasiones llegan a ser totalmente abandonados, debido a que la invasión de la maleza corresponde a especies muy difíciles de controlar o extirparlas. Las malezas son también las causantes de que el rendimiento por hectárea del cultivo se vea afectado, ya que estas lo disminuyen considerablemente debido a la competencia que existe por diversos factores en común (Marzocca, 1976).

El término maleza se ha generalizado tanto, que en la actualidad incluye en él a todas aquellas especies que bajo ciertas condiciones son desfavorables a los propósitos humanos, incluyendo a las que crecen en cultivos, jardines, a orillas de caminos, acequias, estanques y aquellas que causen enfermedades al hombre; son tóxicas al ganado, hospedan a insectos y plagas de cultivos, crecen en ciertas áreas desmontadas o se desarrollan en agostaderos (Villareal, 1993). Tamayo (1991) consigna que maleza es toda aquella especie vegetal que afecta directa o indirectamente al hombre en función de tiempo y espacio.

Desde el punto de vista agrícola, son plantas que crecen en lugares indeseados principalmente en áreas dedicadas a cultivos (Sierra, 1991). Las malezas tienen gran importancia económica desde muchos puntos de vista debido a que algunas son perjudiciales y/o útiles al hombre y además son integrantes del ecosistema antropogénico. Son perjudiciales al hombre porque al competir con las plantas cultivadas constituyen un problema en la agricultura y en la jardinería, así mismo pueden causar daños a la ganadería y afectan nuestra salud. Son útiles porque algunas sirven como alimento, otras no. Como constituyentes de un ecosistema, tienen su función en las cadenas alimenticias, como protectoras del suelo, como indicadoras, contribuyentes de materia orgánica, etc. Las malas hierbas son tan dañinas que año con año privan de alimento a millones de personas, los trabajadores deben duplicar su trabajo.

Daño Directo

Es aquel que se origina al competir la maleza con el cultivo, por factores comunes para su desarrollo y el rendimiento a cosecha disminuye considerablemente (menor cantidad y tamaño de frutos y grano o avanamiento de estos (Agundis, 1980).

Las malezas compiten con las cosechas por el agua, la luz y las sustancias nutritivas, se deben probablemente a su competencia con las plantas cultivadas por estos tres factores esenciales. No solo son factores indispensables para las plantas, si no que esas, dentro de límites relativamente amplios, los utilizan en proporciones más o menos definidas. En consecuencia, cuando uno de ellos escasea, los otros no pueden ser utilizados eficazmente, aun cuando abundan (Robbins, 1969).

Competencia por las sustancias nutritivas minerales: Generalmente las malas hierbas absorben aquellos elementos nutritivos que se asimilan con rapidez, como ocurre con el nitrógeno nítrico (Yague, 1983). Por su parte Sierra (1991) citó que las malezas suelen ser plantas vigorosas que necesitan grandes cantidades de sustancias nutritivas, por ejemplo la mostaza amarilla necesita dos veces más nitrógeno, ácido fosfórico, cuatro veces más potasa y agua que una planta de avena bien desarrollada.

Competencia por agua: Este es el factor más limitante para la obtención de buenas cosechas, sobre todo en áreas de temporal, ya que se aumentan las pérdidas de agua cuando hay mayor cobertura vegetal, a menudo causado por la malezas, provocando que la cantidad de agua por planta cultivada se reduzca considerablemente y con ello la producción (Agundis, 1980); en ocasiones debido a su vigoroso desarrollo, las malas hierbas consumen más cantidad de agua que el cultivo (Yague, 1993).

Daños Indirectos

Se refiere a los daños que la maleza causa en el ámbito agropecuario, si originar pérdidas directas en el rendimiento, además de aquellos que afectan las diversas actividades del hombre en otros sectores de la economía (Agundis, 1980).

Incrementan el costo de la mano de obra del equipo: Robbins (1969) consigno que la presencia de malezas y de sus semillas en los productos agrícolas, obligan al empleo de más mano de obra. Entre el equipo especial que se necesita para combatir y extirpar las malezas, figuran aperos de labor, segadoras, aspersores y quemadores, etc. La presencia de malezas en muchas cosechas dañan su calidad y reduce su precio (Robbins, 1969).

Hospederas de Otros Problemas Parasitológicos

Las malezas se asocian con un gran número de problemas fitosanitarios, por lo cual no solo incrementan los riesgos de daño si no que pueden aumentar los costos de control tanto de insectos como de enfermedades (Melo, 1990: Rosales, 1991). Robbins, 1969, mencionó que las malezas albergan gérmenes de enfermedades criptogámicas, bacterianas y numerosos insectos.

Guarida de arañas, roedores, serpientes, etc. Las malezas sirven de manera general de escondrijo de diversos animales dañinos. Este es el principal daño en patios de fábricas, instalaciones industriales o de comunicaciones.

Clasificación de las Malezas

De acuerdo al ciclo de vida (germinación, crecimiento, floración y fructificación) o (anuales, bianuales o perennes).

Trabajos realizados en Navidad, Galeana, Nuevo León.

Vega Ortiz (1994) mencionó que realizó muestreos de las principales malezas que infestan el cultivo de la cebada en la región de Navidad, N.L.

Cuadro 9. Diversidad y densidad poblacional de maleza en el cultivo de cebada en Navidad, Galena, Nuevo León, UAAAN, 1993.

	Nombre común	Familia	No Individuos (m2)	No individuos (ha)	Infestación (%).
Nombre científico					
<i>Ipomoea purpurea</i> L	Correhuela	Convolvulaceae	19	190, 000	38

<i>Agrostis semiverticillata</i> Forsk	Zacate de agua	Poaceae	8	80, 000	16
<i>Descurainia pinnata</i> walt	Mostacilla	Brassicaceae	7	70, 000	14
<i>Melilotus albus</i> Lam.	Trebol.	Fabaceae	4	40, 000	8
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Quelite	Amaranthaceae	4	40, 000	8
<i>Erodium cicutarium</i> L.	Alfilerillo	Geraniaceae	4	40, 000	8
<i>Eruca sativa</i> Mill.	Nabo silvestre	Brassicaceae	4	40, 000	8
		Total	50	500, 000	100

De acuerdo al cuadro anterior, el 52 % de las malezas encontradas son; *Ipomoea purpurea* y *Descurainia pinnata*.

Cuadro 10. Resultados obtenidos en la aplicación de herbicidas selectivos post emergentes para el control de maleza dicotiledónea, 15 DDA en el cultivo de cebada en Navidad, N .L. UAAAN, 1993.

Tratamiento	Dosis (gr Ing. Activo.	Dosis (gr o Lt/ha). Material comercial	Control % observados	Control % transformados.
TDTTC			100	90 a*
BROMOXINIL	360	1.5	100	90 a
TRIASULFURON	720	20	87.5	70 a
TIAMETURON METILO	350	25	48.7	44.4 b
TRIASUL+BROMOX		250	32.5	33.7 cb
2, 4 D amina	393	1.5	30	32.9 c
TETC			0	0 d

Valores con líneas laterales desiguales son estadísticamente diferentes (Tukey 5%).

En el cuadro anterior se aprecia la diferencia significativa que hubo entre los tratamientos herbicidas, entre sí, destacando en primer lugar el herbicida bromoxinil, pues no permitió el establecimiento de malezas en el cultivo, por lo que se considera un tratamiento excelente; después le siguió el triasulfuron con un control de 87.5% de maleza. Del resto de los herbicidas el tiameturon metilo y la mezcla de triasulfuron+bromoxinil mostraron un control semejante estadísticamente; el 24Damina obtuvo un control similar a la mezcla de triasulfuron + bromoxil, permitiendo el establecimiento de un 70 % de maleza aproximadamente, por lo que se consideran inadecuados juntos con el triameturon metilo, para la supresión de estas plantas nocivas en cebada, al menos a la fecha de muestreo. A los 30 días después de la aplicación (cuadro 3) el bromoxil mantuvo su eficacia de control ya que eliminó en forma excelente a la población de malezas presentes al momento de aplicar (100%). Similarmente el triasulfuron a 20gr/ha controló adecuadamente a la maleza puesto que suprimió al 85.2% de su población.

Cuadro 15. Resultados obtenidos en la aplicación de herbicidas selectivos pos emergentes para el control de maleza dicotiledónea, 30 DDA en el cultivo de cebada en Navidad, N .L. UAAAN, 1993.

Tratamiento	Dosis (gr Ing. Activo.	Dosis (gr o lt/ha). Material comercial	Control % observados	Control % transformados.
TDTC			100	90 a*
BROMOXINIL	360	1.5	100	90 a
TRIASULFURON	720	20	85.2	67.3 ab
TIAMETURON METILO	350	25	71.2	57.7 b
TRIASUL+BROMOX		250	65	54.1 b
2, 4 D amina	393	1.5	40	39.2 c
TETC			0	0 d

- valores con líneas laterales desiguales son estadísticamente diferentes (Tukey 5%).

Por lo tanto se resume que en Navidad, Nuevo León, el control de malezas con los herbicidas Bromoxinil, Triasulfuron y Tiameturon metilo a dosis de 1.5, 2^o y 25 L-gr/ha manifestaron el mejor control de la maleza hasta los 45 DDA.

Quiñones-Dena (1992) mencionaron que realizaron muestreos de las principales malezas que infestan el cultivo de la cebada en la región de Navidad, N.L, y se presentan en el cuadro 14.

Nombre científico	Nombre común	Familia	No Individuos (m2)	No individuos (ha)	Infestación (%).
<i>Ipomaea purpurea</i> L.	Correhuela	Convulvulaceae	30	300, 000	30
<i>Melilotus albus</i> Lam.	Trebol.	Fabaceae	16	160, 000	16
<i>Malva indicus</i> L.	Alfalfilla	Fabaceae	15	150, 000	15
<i>Diptotaxis muralis</i> L.	Cuetillo	Brassicaceae	13	130, 000	13
<i>Descurainia pinnata</i> Walt	Mostacilla	Brassicaceae	9	90, 000	9
<i>Erodium cicutarium</i> L.	Alfilerillo	Geraniaceae	5	50, 000	5
<i>Medicago lupulina</i> L.	Trébol amarillo	Leguminoceae	4	40, 000	4
<i>Brassica campestris</i> L.	Mostaza silvestre	Brassicaceae	3	30, 000	3
<i>Eruca sativa</i> Mill.	Nabo silvestre	Brassicaceae	3	30, 000	3
<i>Chenopodium álbum</i> L.	Quelite cenizo	Chenopodiaceae	2	20, 000	2

		Total	100	1000, 000	100
--	--	-------	-----	-----------	-----

Diversidad y densidad poblacional de maleza en el cultivo de cebada en Navidad, Nuevo León, UAAAN, 1992.

Ipomoea purpurea

Introducción

Esta planta atractiva es una de las malezas nativas más comunes y ampliamente distribuidas en cultivos de maíz.

Sinónimos

Pharbitis purpurea (L.) Voigt, *Ipomoea hirsutula* Jacq. f., *I. hirta* Th. Dur., *I. mexicana* A. Gray, *I. purpurea* var. *diversifolia* (Lindl.) O'Donell

Otros Nombres Comunes Usados en Español

Manto de la virgen, campanilla, batatilla, bejuco, bejuquillo, quiebraplato, gloria de la mañana. Martínez (1996) menciona además los siguientes nombres: aurora, corregüela, correhuela. En el Bajío se usa catape, correyuela, enredijo, manto de la virgen, quiebraplatos y yedra (Carranza, 2007).

Origen y Distribución Geográfica

Área de origen: América.

Distribución secundaria: Partes de Norteamérica, Oceanía, partes más calurosas de Europa, Asia y África.

Distribución en México: Se conoce de Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Estatus migratorio en México: Nativa.

Identificación y Descripción

Descripción técnica: Basada en Espinosa y Sarukhán, 1997; Rzedowski y Rzedowski, 2001.

Hábito y forma de vida: Planta herbácea, rastrera o trepadora.

Tamaño: De 20 cm a 2 m de longitud.

Tallo: Generalmente ramificado en su base, con pelos amarillos hasta de 4 mm de largo.

Hojas: Con pecíolos de 4 a 20 cm de largo, con pelos; láminas foliares en forma de corazón, ovadas, enteras o trilobadas, o bien, raramente 5 lobadas, de 3 a 17 cm de largo y 2 a 15 cm de ancho, ápice agudo a acuminado, base cordada de seno profundo, con pelos esparcidos a densos en ambas caras, mismos que disminuyen con la edad.

Inflorescencia: Es una cima con 1-5 flores.

Flores: Solitarias o dispuestas en cimas 2 a 5-floras en las axilas de las hojas, pedúnculos de 0.2 a 18 cm de longitud, pedicelos de 5 a 20 mm de largo, ambos con pelos, brácteas lanceoladas, de 1 a 9 mm de largo, con pelos; sépalos desiguales: los exteriores lanceolados a angostamente elípticos, de 8 a 17 mm de longitud y 2 a 5 mm de ancho, acuminados, con pelos largos amarillos de base engrosada, los interiores angostamente lanceolados, de 8 a 17 m de longitud y 2 a 3 mm de ancho, acuminados, con bordes membranosos y secos, ligeramente pubescentes en la parte media; corola en forma de embudo, de color púrpura, rosa o blanca, el tubo frecuentemente de un color más claro, de 2.5 a 5 cm de longitud, sin pelos; filamentos de 1.3 a 3 cm de longitud, anteras de 1 a 3 mm de largo; ovario cónico, sin pelos, 3-locular, con 6 óvulos; estilo de 1.4 a 2.7 cm de longitud, estigma 3-globoso.

Frutos y semillas: El fruto es una cápsula, sin pelos, de 9 a 11 mm de diámetro, 6-valvar, 3-locular, con semillas; estas en forma de gajo, de 2.2 a 3.7 mm de largo y 3.1 a 5 mm de ancho, café, café rojizo o café oscuro, la cara dorsal muestra un surco longitudinal conspicuo, presenta costillas que coinciden con los bordes del gajo y con pelos largos y entrecruzados.

Plántulas: Hipocótilo cilíndrico, de hasta 100 mm, sin pelos. Cotiledones de lámina cuadrada a ampliamente aovada de 18 a 20 mm de largo y 8.5 a 20 mm de ancho, sin pelos. Epicótilo cilíndrico, de 1 a 17 mm de largo, con o sin pelos. Hojas alternas, primera hoja con pecíolo de 6.5 a 28 mm de largo, lámina cordiforme a triangular-cordiforme de 10 a 30 mm de largo y 7.5 a 30 mm de ancho; segunda hoja con pecíolo de 3 a 23 mm de largo, lámina similar a la primera, de 10 a 30 mm largo y 6 a 21 mm de ancho.

Hábitat

Distribución por tipo de zonas bioclimáticas: Matorral xerófilo, pastizal, bosque de encino y eucalipto.

Fenología

Se encuentra en forma vegetativa de abril a agosto, florece de junio a noviembre y fructifica de agosto a diciembre. En el Bajío florece de julio a diciembre.

Descurainia pinnata

Dentro de Brassicaceae, las plantas del género *Descurainia* se diferencian por ser plantas arbustivas perennes, con hojas pinnatífidas. Las flores tienen pétalos amarillos y los frutos son silicuas más o menos tetranguladas.

Es el nombre botánico de esta especie perteneciente a la familia Cruciferae y es conocida de forma común como: tanaceto de mostaza occidental y tanaceto de mostaza del oeste.

Sinonímias

Descurainia canescens, *Descurainia canescens* var. *andina*, *Descurainia canescens* var. *pimpinellifolium*, *Descurainia intermedia*, *Descurainia multifida*, *Descurainia multifoliata*, *Descurainia pinnata* var. *osmiarum*, *Erysimum pinnatum*, *Sisymbrium brachycarpum* var. *intermedium* y *Sophia andrenarum* var. *osmiarum*.

Origen

Esta planta anual es originaria del Oeste de América del Norte puede llegar alcanzar sesenta centímetros de altura *Descurainia innata* puede autopolinizar sus flores de color amarillo dotadas de unidades reproductivas hermafroditas.

Descripción

Son similares en apariencia a otros géneros de la familia, con tallos erectos y pequeñas flores de color blanco o amarillo. Muchas especies son tóxicas. Algunas, que crecen en zonas de pastoreo son perjudiciales para el ganado. Este género se encuentra en las regiones templadas de todo el mundo.

Hábitat

La especie *Descurainia pinnata* se desarrollará mejor en suelos con pH ácido, neutro o alcalino. Su parte subterránea crecerá con vigor en soportes con textura arenosa, franca o arcillosa, éstos se pueden mantener generalmente secos o húmedos. Tomando en cuenta la información anterior, tendremos que adecuar los riegos a un punto intermedio (intentando mantener la humedad del suelo estable) teniendo en cuenta factores tales como: temperatura, exposición al sol, humedad ambiental, textura del soporte, etc.

En cuanto a sus necesidades lumínicas, podemos aseverar que es medianamente exigente, puede situarse en un lugar con semisombra o con exposición directa al sol indistintamente.

Melilotus albus

Introducción

Esta especie forrajera se ha asilvestrado ampliamente, creciendo en las orillas de caminos sobre todo en suelos alcalinos.

Nombres

Otros nombre comunes usados en español

Trébol dulce, trébol de color blanco, alfa rusa, trébol de Bokhara, meliloto, alfilerillo.

Nombres comunes en inglés

White sweet-clover.

Categorías taxonómicas superiores

Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor); Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas); Subclase: Rosidae; Orden: Fabales.

Origen y Distribución Geográfica

Área de origen: Originaria de Eurasia.

Distribución secundaria: Introducida y naturalizada en Australia, sur de África y Argentina. Adventicia en Uruguay.

Distribución en México: Se registra de Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala, Veracruz (Villaseñor y Espinosa, 1998), pero estos registros parecen incompletas.

Estatus migratorio en México: Exótica.

Identificación y descripción

Descripción

Basada en Espinosa y Sarukhán, 1997; Rzedowski y Rzedowski, 2001.

Hábito y forma de vida: Hierba bienal.

Tamaño: De 1 m de altura o más.

Tallo: Erecto, algo piloso; estípulas subuladas (en forma de hilo), angostas.

Hojas: Alternas, trifoliadas, pecioladas, foliolos obovados u oblongos, de 1.5 a 3 cm de largo por 5 a 10 mm de ancho, ápice redondeado, margen denticulado, base cuneada, sin pelos.

Inflorescencia: Flores dispuestas en racimos laxos, de 10 a 25 cm de largo.

Flores: Flores de 4 a 5 mm de largo, cortamente pediceladas; corola blanca, estandarte más largo que las alas; ovario ligeramente estipitado.

Frutos y semillas: El fruto es una legumbre ovoide, de 3 mm de largo por 2 mm de ancho, de color café oscuro o negro cuando está madura, apiculada, superficie con la venación reticulada; semilla una sola, oblonga, de 2 mm de largo por 1 mm de ancho, de color amarillo-verdoso o café-amarillento y superficie lisa.

Plántulas: Hipocótilo cilíndrico de 5 a 7 mm, sin pelos. Cotiledones de lámina elíptica de 4.5 a 8 mm de largo y 2.5 a 4 mm de ancho, sin pelos; epicótilo de 5 a 10 mm de largo, con pelos; hojas alternas, la primera simple y la segunda compuesta.

Hábitat

Arvense y ruderal. Crece en áreas cultivadas, jardines, pastizales, entre cultivos, orillas de caminos y áreas perturbadas. No tolera la sombra.

Distribución altitudinal

En el Valle de México se ha registrado hasta los 3000 m de altitud.

Distribución por tipo de suelos: Suelos arenosos, salitrosos, fértiles, húmedos. Es tolerante a la sequía.

Biología y Ecología

Propagación, dispersión y germinación: Se propaga por semillas. La producción de semillas depende del clima, de las condiciones del suelo, las prácticas de manejo, el espaciamiento entre las plantas, el número de insectos polinizadores, la incidencia de enfermedades. Las semillas se dispersan por el viento y la lluvia.

Las semillas duras permanecen viables en el suelo por más de 20 años.

Los factores que afectan la germinación son el frío, las temperaturas alternas, la humedad, la alta presión hidrostática y el color de la semilla. La germinación ocurre en marzo o principios de abril (Canadá).

Ciclo de vida: Planta anual de verano o bienal.

Fenología

El período de floración es entre mayo y octubre. Se reproduce por semilla. En el sur de Ontario, Canadá las plántulas pueden aparecer en cualquier mes del año aunque hay una pronunciada emergencia de marzo a abril y de septiembre a octubre.

Forma de polinización: Se auto poliniza.

Plagas, enfermedades y enemigos naturales

Son comunes en esta planta los siguientes insectos: *Coccinella trifasciata* L., *Philaenus leucophthalmus* (Fall), *Tetrastichus* sp., *Adelphocris lineolatus* (Goeze), *Sphaerophoria* sp., *Ctenucha virginica* Charpentier, *Artylone logan* Edwards y *Chauliognathus pennsylvanicus* (De Geer) (Mulligan, 1978).

Impacto e Importancia

Cultivos afectados y efectos sobre los cultivos: Villaseñor y Espinosa (1998) mencionan su presencia en alfalfa, maíz y manzana.

Usos: Su utiliza como abono verde en la formación de suelos, como forraje o especie melífera. En Rusia, Alemania, Polonia, Argentina, Estados Unidos y sur de Canadá se ha cultivado.

Estatus de naturalización de exóticas: Naturalizada.

Control

Prevención

En Estados Unidos el ganado que se alimenta exclusivamente con heno de esta especie sufre intoxicaciones (debido a un anticoagulante: dicumarina o trombina).

Control Cultural

Áreas pequeñas pueden limpiarse arrancando las plantas; en mayores extensiones se recomienda dar dos y hasta tres cortes de guadaña sucesivos, para impedir que las plantas lleguen a semillar, apenas comienzan a abrirse las primeras flores. También se recomienda arar profundamente y hacer cultivos de cereales rotados.

66

Es extremadamente susceptible a 2,4-D, MCPA, MCPB, 2,4-DB, 2,4-DP y a dicamba. El uso de Aflon la controla en cultivos de trigo. Residuos de Tordon (picloram) previene su establecimiento, nerubon o dalapon la mata, el ozono la daña (Turkington, 1978).

Amaranthus hybridus

Introducción

El quintonil o quiltonil es una de las malezas mexicanas más comunes y útiles.

Nombre comunes usados en español

Bledo (Yucatán); quelite, quelite blanco y quelite de cochino (Coahuila), quiltonil (Hidalgo y México), queltonil, chichimeca, chongo, lepo, mercolina, ses, huisquilite, quelite morado, quelite de puerco.

Nombres comunes en idiomas indígenas de México

Martínez (1979) mencionó los siguientes nombres: Ba-llaa (lengua zapoteca, Oaxaca), Ca`ara`i (lengua cora, Nayarit), Ca`ca (lengua totonaca, norte de Puebla), Cani (lengua otomí, Ixmiquilpan, Hidalgo), Quílitl (lengua azteca), Saua-shalsoco, Saua-sacaca y Tsaua (lengua totonaca, El Tajín, Veracruz), Shacua y Chacua (lengua tarasca, Michoacán), Chu`yaca (lengua tarahumara, Chihuahua).

Nombres comunes en inglés

Rough pigweed, amaranth pigweed, red amaranth.

Origen y distribución geográfica

Área de origen: Probablemente de origen americano, hoy distribuido en todo el continente.

Distribución secundaria: Regiones templadas y tropicales del Viejo Mundo.

Distribución en México: Se ha registrado en Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luís Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Estatus migratorio en México: Nativo.

Identificación y Descripción

Descripción técnica: Basada en Rzedowski y Rzedowski, 2001.

Hábito y forma de vida: Planta monoica, anual, erguida, glabra o pubescente.

Tamaño: Hasta de 2 m de alto, pero generalmente de 1 m o menos.

Tallo: Con rayas longitudinales, a veces rojizo, con frecuencia muy ramificado.

Hojas: Láminas foliares ampliamente lanceoladas a ovadas u ovado-rómbicas, de 3 a 15 (30) cm de largo por 1 a 7 cm de ancho, ápice redondeado a agudo, mucronado, base atenuada o cuneada, a veces algo teñidas de rojo, prominentemente venosas en el envés; pecíolos delgados, hasta de 10 (15) cm de largo.

Inflorescencia: De numerosas flores dispuestas en verticilos muy cercanos entre sí, la inflorescencia terminal es erguida, de 4 a 12 cm de largo por 1 a 2.5 cm de ancho, las laterales hasta de la mitad de esas dimensiones, erguidas o extendidas; brácteas ovadas a lanceoladas, hasta de 5 mm de largo, acuminadas y largamente aristadas en el punta, del doble o más del largo de los tépalos.

Flores: Por lo general pentámeras, pequeñas, de ± 0.2 mm de longitud, en conjuntos densos ligeramente espinoso que se encuentran en el extremo de las

ramas y en las axilas de las hojas; tépalos en número de 5, oblongos a linear-oblongos, de 1.5 a 2 mm de largo, uninervados, agudos; estambres comúnmente 5; ramas del estigma 3.

Frutos y semillas: Fruto: utrículo subgloboso, igual o más corto que los tépalos, se abre transversalmente, de 0.15-0.18 cm de diámetro, con una sola semilla, pericarpio fuertemente rugoso; semillas de contorno circular a aovado de (0.9) 1.25 (1.5) mm de largo y (0.8) 1.0 (1.2) mm de ancho; comprimidas, de color brillante café-rojizo a negro (Espinosa y Sarukhán, 1997).

Plántulas: Cotiledones lanceolados a elíptico u oblongos, de 4 a 10 mm de largo y 1.5 a 4.5 mm de ancho; sin pelos, de color púrpura rojizo en el envés; hojas alternas, ocasionalmente con apariencia de opuestas (Espinosa y Sarukhán, 1997).

Hábitat.

Arvense y ruderal.

Distribución altitudinal: En el Valle de México se conoce hasta los 3000 m de altitud, en diferentes condiciones ambientales, pero hasta los 2500 m está más representada.

Biología y Ecología

Propagación, dispersión y germinación: Se reproduce por semillas.

Ciclo de vida: Anual de verano.

Fenología: Su ciclo lo lleva a cabo entre marzo y diciembre, se encuentra en estado vegetativo de marzo a septiembre, florece de mayo a octubre y fructifica de julio a diciembre. La época desfavorable la pasa en forma de semilla.

Plagas, enfermedades y enemigos naturales: Puede ser hospedera alterna del nemátodo *Meloidogyne* sp., del hongo *Rhizoctonia* sp. que afecta a los cultivos de algodón y ajonjolí, de los áfidos *Acyrtosiphon* sp., *Aphis citricola*, *A. gossypii*, *A. nerii*, *Mizus persicae* y *Rhopalosiphum maidis* y del virus del mosaico en tabaco.

Impacto e Importancia.

Cultivos afectados y efectos sobre los cultivos

Se ha registrado en aguacate, alfalfa, algodón, arroz, avena, cacahuete, café, calabaza, caña, cebada, cártamo, cebolla, chile, cítricos, col, estropajo, frijol, frutales, garbanzo, girasol, haba, hortalizas, jitomate, linaza, maíz, mango, manzana, nardo, nopal, okra, papa, potreros, pradera, soya, trigo, tomate, uva (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Impacto económico y social: Contamina las cosechas con sus semillas y estructuras florales.

Eruca sativa

Introducción

La rucola silvestre es una especie exótica bien establecida en el país, sobre todo en regiones con suelos alcalinos o salinos.

Sinónimos

Eruca vesicaria (L.) Cav. subsp. *sativa* (Mill.) Thell.

Otros nombres comunes usados en español

Jaramao, chipiquelite, mostacilla, nabo (Rzedowski y Rzedowski, 2001), oruga roqueta (España). Desafortunadamente parece que no existe un nombre común específico para esta especie en México; todos los nombres registrados se comparten con otras especies parecidas. Se sugiere usar el nombre rucola, que es el nombre comercial de una forma domesticada de esta especie, proveniente de Italia, de la cual se consumen las hojas como ensalada y que está entrando al mercado en México.

Nombres comunes en inglés

Rocketsalad, arugula, roquette, garden-rocket, salad-rocket.

Origen y Distribución Geográfica

Área de origen

Mediterráneo occidental (Rollins, 1993).

Distribución secundaria

Ampliamente distribuida en las Américas; especialmente abundante en el centro de México (Rollins, 1993).

Distribución en México: Se ha registrado en Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Tendencias en la distribución en México: Probablemente ha llegado a su extensión posible.

Estatus migratorio en México: Especie exótica naturalizada.

Identificación y Descripción

Descripción técnica: Basada en Rzedowski y Rzedowski, 2001.

Hábito y forma de vida: Hierba anual o bianual, generalmente hispido (con pelos rígidos y largos) abajo.

Tamaño: Hasta un metro.

Tallo: Generalmente ramificado desde la base.

Hojas: Inferiores de hasta 20 cm de largo, pinnatífidos o pinnadamente lobados, algunas con el lóbulo terminal más grande, las superiores son más pequeñas y menos profundamente divididas, a veces sésiles.

Inflorescencia: Un racimo.

Flores: De 1.5 a 3.0 cm de longitud, incluyendo el pedicelo de 2-5 mm, sépalos de 10 a 12 mm de largo, pétalos de 15 a 25 mm de longitud, blancos, amarillentos o verdosos, con venación morada oscura o café.

Frutos y semillas: Frutos silículas, de 2 a 4 cm de largo, a veces con algunos pelos, ascendentes, angostos, aplanados y terminados en pico, con un nervio medio manifiesto en las valvas, que son quilladas, el pico es aplanado y en ocasiones tan largo como el resto del fruto. Semillas de alrededor de 1.5 mm de largo, ovoides de color café amarillentas.

Plántulas: Hipocótilo cilíndrico, de hasta 2.5 mm, sin pelos; cotiledones cuadrados a oblongos, de 2.5 a 5.5 mm de largo y 3.5 a 8 mm de ancho, sin pelos; epicótilo nulo o rara vez cilíndrico, de hasta 4 mm, sin pelos; hojas alternas con apariencia de opuestas (Espinosa y Sarukhán, 1997).

Raíz: Napiforme.

Características especiales: Olor algo fétido al estrujarse.

Hábitat: Distribución altitudinal: En el Valle de México hasta los 3000 m.

Biología y ecología: Propagación, dispersión y germinación: Propagación por semilla.

Impacto e Importancia

Cultivos afectados y efectos sobre los cultivos: Se ha registrado en alfalfa, frijol, frutales, maíz, manzana, nopal, tomate (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Chenopodium album

Nombre común

Castellano: ajea, altos, armuelle, armuelle borde, armuelles bordes, armuelle silvestre, armuelles silvestres, axea, berza de perros, berza perruna, bledo, bledos, bledos pestosos, bletos, burriquesos, cagadós, cañizo, cedijo, cenizo, ceñidros, ceñiglo, ceñiglo blanco, ceñiglos, ceñiglo verde, ceñigo, ceñilgo, ceñilgos, ceñilos, ceñisgo, cenicera, cenilgo, ceniso, cenizo, cenizo blanco, cenizo común, cenizos, cenizo verde, chamarisco, chinizo, chirona, ciñidro, ciñilgos, ciñilos, cimiella, cincho, cisno, ciñublo, desajo, engordagochos, fariñento, fenifo, fenijo, flor de la sardina, gajo, genifro, genijo, genillo, hagea lebrel, hierba cana, jajo, jajo caballar, jajo rastrero, jenijo, ledo blanco, mata sucia, meldrasco, meldro, minjo, palero, peral, pispájaro, quihuilla, quinoa silvestre, salao, senisell, senizu, yebón, yerba mala, zeniziallo, zeniziello, Tiende a crecer en posición vertical en un primer momento, alcanzando alturas de 1-15 dm (rara vez a 3 m), pero normalmente se convierte en reclinada después de la floración (debido al peso del follaje y semillas), a menos que tenga el apoyo de otras plantas. Las hojas son alternas y puede variar en su apariencia. Las primeras que tienen la salida, cerca de la base de la planta, son dentadas y aproximadamente en forma de diamante de 3-7 cm de longitud y 3-6 cm de ancho. Las hojas en la parte superior de los tallos son la floración y son romboidal-lanceoladas de 1-5 cm de largo y 0,4-2 cm

de ancho, son cerosas y de aspecto harinoso, con una capa blanquecina en la parte inferior. Las pequeñas flores son radialmente simétricas y crecen en las pequeñas cimas en una densa y ramificada inflorescencia de 10-40 cm de largo.

Hábitat

Su rango nativo es oscuro debido a su amplio cultivo que incluye la mayor parte de Europa, de donde Linneo describió la especie en 1753. Las plantas nativas en la zona oriental de Asia se incluyen en *C. album*, pero a menudo difieren de especímenes europeos. En general se presenta en otros lugares, por ejemplo, África, Australia, América del norte, y Oceanía, y ahora se produce en casi todas partes en los suelos ricos en Nitrógeno, especialmente en terrenos baldíos.

Brassica campestris

Introducción

Esta especie originaria del Viejo Mundo es muy común en las partes altas de México; en la agricultura campesina generalmente no es vista como perjudicial ya que es una planta comestible importante y nutritiva; frecuentemente se fomenta y hasta se llega a cultivar. Es un pariente cercano de las coles comestibles y de la canola, se cruza con ellas y es sujeto (y hospedera) de muchas de sus plagas y enfermedades. Durante bastante tiempo se ha conocido como *Brassica campestris* L. en México; pero se determinó que es la misma especie como algunas coles cultivadas y se tuvo que cambiar el nombre científico al que se usa aquí.

Sinónimos

Brassica campestris L.

Otros nombre comunes usados en español

Mostaza, pata de cuervo, semilla para pájaros, vaina, flor de nabo, nabo de canarios. Se sugiere el uso de "nabo de campo" para distinguir a la especie silvestre de otras parecidas, así como de las formas cultivadas.

Nombres comunes en idiomas indígenas de México

Huachelai (Chiapas) (Martínez, 1979).

Nombres comunes en inglés

Field mustard, bird rape, turnip.

Origen y Distribución Geográfica

Área de origen

Se encuentra nativa desde Asia Central (Tibet) hasta Turquía, Hungría y la Ucrania (Hegi, 1986; un mapa de distribución en el hemisferio norte).

Distribución secundaria

En todo el mundo en regiones templadas y frías.

Distribución en México

Es una de las especies exóticas más comunes de México. En el país está registrada en Baja California Norte, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas (Villaseñor y Espinosa, 1998). Sólo falta en la península de Yucatán.

Tendencias en la distribución en México

Esta especie probablemente ha llegado a su máxima expansión.

Estatus migratorio en México

Especie exótica ampliamente naturalizada.

Forma de migración a larga distancia/asistido por seres humanos

Probablemente migra con el apoyo directo del ser humano, ya que es una comestible y útil, y por medio de aves.

Identificación y Descripción

Descripción técnica

Basada en Rzedowski y Rzedowski, 2001.

Hábito y forma de vida: Hierba anual o bianual, simple o ramificada, erecta, glabra.

Tamaño: 30 a 130 cm.

Tallo: Cilíndrico, con pelos erectos y ásperos.

Hojas: Alternas. Hojas inferiores pecioladas, pinnatífidas o lobadas, con el lóbulo terminal obtuso, por lo común mucho más grandes que los lóbulos laterales, raras veces con el borde irregularmente sinuoso, de 4 a 20 cm de largo a 1.8 a 8

cm de ancho, con 2-4 lóbulos laterales; hojas superiores sésiles (sentadas, sin pecíolos), amplexicaules (abrazando el tallo), con el borde entero, rara vez sinuoso, oblongas a lanceoladas, glaucas, más pequeñas, hasta 6 cm de largo por 1.3 cm de ancho, ápice romo. Las hojas intermedias muestran formas intermedias.

Inflorescencia: Racimo terminal de 10-30 cm de largo.

Flores: Amarillas, con 4 sépalos verdes de 4-5 mm de largo y 4 pétalos de 6-10 mm de largo, 6 estambres, de los cuales 2 son más cortos.

Frutos y semillas: Pedicelos 1-2.5 cm, silicua extendida, lineal, cilíndrica, dehiscente, 2-6 cm de largo, ápice con un pico de 1-3 cm de largo. Semillas globulares, de 1.5-2 mm en diámetro, café o negras.

Plántulas: Hipocótilo alargado; cotiledones con duplicados (Muenscher, 1955), de lámina oblonga a cuadrada, de 4 a 8 mm de largo y 4 a 10 de ancho, sin pelos; hojas alternas o aparentemente opuestas (Espinosa y Sarukhán, 1997). Este sitio tiene fotografías de plántulas prensadas.

Raíz: Napiforme y delgada.

Características especiales: Al estrujarse huele a col.

Hábitat

Se le encuentra principalmente en campos de cultivo, también en milpas tradicionales, pero además como ruderal, en potreros, rastrojos, vías de ferrocarril, como invasora en terrenos de cultivo descuidados.

Distribución por tipo de zonas bioclimáticas

Zonas templadas de México, tanto en región de bosque de pino-encino como de bosque mesó filo.

Distribución altitudinal

Prospera entre aproximadamente 1800 y 3000 m; es una planta de las zonas montañosas del país.

Biología y Ecología

Propagación, dispersión y germinación

Se propaga por semillas. Las semillas no tienen adaptaciones especiales a la dispersión. Es probable que se dispersa con el estiércol (Hegi, 1986).

Ciclo de vida

Es principalmente de vegetación invernal; florece a fines de invierno y principios de la primavera; se encuentra frecuentemente en campos de cultivo en barbecho. También crece entre cultivos pero florece en Junio, antes que las arvenses principales.

Impacto e Importancia

Efectos sobre la biodiversidad y ecosistemas

A pesar de ser una especie frecuente y ocasionalmente dominante, no se tienen datos de que tenga un efecto negativo sobre la diversidad en los hábitats arvenses y ruderales. Su forma de vida no es intolerante, no es tan alta para que sombree exageradamente a otras especies, y tiene su mayor desarrollo en invierno y al principio de la temporada de lluvias, así evade la competencia (y el efecto negativo sobre) las malezas nativas.

Cultivos afectados y efectos sobre los cultivos

Se reporta en ajo, alfalfa, arroz, avena, cacahuate, café, calabaza, caña, cebada, chícharo, col, frijol, frutales, garbanzo, girasol, haba, lenteja, maíz, manzana, nopal, papa, sorgo, soya, tomate, vainilla.

Se reporta que es esquilante y desecadora del suelo.

La especie cruza y forma híbridos fértiles con la canola, *Brassica napus*, y por lo tanto es relevante como un posible vector de genes transgénicos.

Usos

A pesar de ser una especie introducida, es una de las plantas recolectadas como quelite más importantes de México (Vieyra-Odilon y Vibrans, 2001). Sus hojas jóvenes y a veces las flores son consumidas crudas o cocidas con sal. Sus frutos o silicuas se venden en los mercados con el nombre de vaina y sirven como alimento para pájaros enjaulados. Las semillas contienen un aceite, el cual, si bien no es comestible, se puede usar para fines técnicos, como en lámparas. En otras regiones (principalmente Europa, Canadá y China) se cultivan extensamente las formas domesticadas.

Impacto sobre la salud humana: Los nabos son una buena fuente de vitamina A.

Estatus de conservación: No es amenazada.

Control

Control Químico

Es una especie susceptible a fenóxidos, como 2,4-D forma éster; MCPA, dicamba, bromoxinil, dinoseb, diuron, simazina, terbacil, glifosato, clorosulfurón, metsulfurón metil, triclopir.

CONCLUSIONES

En conclusión después de recabar información en libros, además de la experiencia de quien trabaja sobre este cultivo, se demuestra que el cultivo de la papa es un cultivo de altos costos para su producción ya que requiere de grandes cantidades de insumos, como lo son fertilizantes, mano de obra, transporte, agroquímicos, etc. En este documento se tiene información valiosa para reducir gastos en la ayuda de control de plagas en el cultivo, esto mediante el uso del manejo integrado de plaga.

BIBLIOGRAFÍA

- Agundis, M.O. 1980. Investigación sobre la maleza y su combate. En; Memorias del I congreso nacional de la ciencia de la maleza. SOMECIMA. Torreón, Coahuila. México. P. 93-97.
- Agrios, N.G., Fitopatología, Limusa, México, 1985, pág. 838.
- Almandoz, Julia E.; V. M. Pico; L. Pérez; F. Rodríguez; J. Parra: «Efectividad de nuevos fungicidas para el control de *Alternaria solani* Ellis y Martin en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)», XIX Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP), 28 de febrero a 3 de marzo, La Habana, 2000.
- Ávila, V. J., Uso de trampas amarillas para el control de vectores en chile serrano. Memorias del XXIV Congreso Nacional de Entomología, Soc. Méx. Ent., Oaxtepec, México, 1989, pág. 454.
- Awan, A. B., and Struchtmeier, R. A. 1957. The effect of fertilization on the susceptibility of potatoes to late blight. Am. Potato J. 34: 315-319.
- Báez, P.M. 1983. La Papa (*Solanum tuberosum* L.). Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 107 pp.
- Bambawale, O. M., Bhattacharyya, S. K., and Sharma, K. K. 1989. Management of potato late blight in Punjab. Seeds and Farms 15: 3-6.
- Barbara, D. J.; E. Clewes. 2003. «Plant Pathogenic *Verticillium* Species: Many of Them Are There?», Molecular Plant Pathology 4 (4): 305, Inglaterra.
- Barreiro, P.M. La papa en México, un cultivo con potencialidad. Revista Claridades Agropecuarias. Pp. 40.
- Boletín Fitosanitario. 2006. Podredumbre nular de la papata o necrosis bacteriana (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicum*). Junta de Castilla y León. España.
- Bonde, R., and Schultz, E. S. 1943. Potato refuse piles as a factor in the dissemination of late blight. Maine Agricultural Experiment Station Bulletin No.416.
- Borys, M. W. 1966. Influence of H₂PO₄ - nutrition of potato plants on the resistance of their leaves to *Phytophthora infestans* de By. Phytopath Z 57: 301-309.
- Boyd, A. E. W. 1980. Development of potato blight *Phytophthora infestans* after planting infected seed tubers. Ann. Appl. Biol. 95: 301-309.

- Burdon, J. J., and Chilvers, G. A. 1982. Host density as a factor in plant disease ecology. *Ann. Rev Phytopathol* 20: 143-166.
- Camacho, G. S. A., Estudio de modelos de raíces y distribución de materia seca en papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de invernadero, tesis, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 1997, pags. 7-18.
- Carling, DE;Leiner, RH;Westphale, PC. 1989. Symptoms, signs and yield reduction associated with *Rhizoctonia* disease of potato induced by tuberborne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG-3. *Amer.Potato J.* 66:693-701.
- Chen, W. 1994. «Vegetative Compatibility Groups of *Verticillium dahliae* Ornamental Woody Plants», *Phytopathology* 84: 214-219, EE.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). 1996. Principales Enfermedades, Nematodos e Insectos de la Papa. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Lima, Perú.
- Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (CNRCB), Memorias de investigación en control biológico de plagas, Tecomán, Colima, México, 1995, pág. 24.
- Cepeda, S. M y Gallegos M. G. 2003. La Papa. El Fruto de la Tierra. Editorial Trillas. México, D.F. 251 Pags.
- Cepeda, S. M. 1996. Nematología Agrícola. Editorial Trillas. México, D.F. 305 Pags.
- Christiansen, J. 1967. El cultivo de la papa en el Perú. Editorial JUNISA. S.A. Lima Perú. 350 p.
- Christiansen, G.T. 1980. Manejo de Semilla en: Memorias del Primer Curso de Tecnología del Cultivo de Papa. SRN-PRECONDESA. La Esperanza, Intibuca Honduras. 112-135 pp.
- Christie, J.R., Nematodos de los vegetales: su ecología y control, Limusa, México, D.F., 1976, págs. 61-86, 1982, pág. 275 y 1985, pág. 275.
- Crosslin, J., Munyaneza, J., Brown, J., Liefting, L. 2010. A History in the Making: Potato Zebra Chip Disease Associated with a New Psyllid-borne Bacterium-A Tale of Striped Potatoes. En:

<http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeaturespsnetfeatures/Pages/PotatoZebraChip.aspx>.

- Cruz, T. R., Evaluación de insecticidas por grupos toxicológicos en el control de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zell), Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 1990, pág. 47.
- Deahl, K. L. 1995. Potato tubers role in the late blight complex. Proceedings National Potato Council Seed Seminar 14: 10-16.
- DeBach, P. 1987. Control biológico de plagas de insectos y malas hierbas, 13a. ed., CECSA, México, págs. 533, 539, 799.
- Del Ángel, D. A.M. A. 1985. Monitoreo de adultos y larvas con feromonas de *Phthorimaea operculella* (Zell) Lepidoptera-Gelechiidae para el pronóstico de aplicación de insecticidas en la región de Navidad, N. L., Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pág. 35.
- Delorit, R. J. y H. L. Ahlgren. 1983. Producción agrícola. 7ª. Reimpresión. Editorial Continental. México. Pags. 275-325.
- Diccionario de Especialidades Agroquímicas (DEAQ). 1997. Ed. PALMSA. Pág. 1245.
- Dill-Macky, R., and Roelfs, A. P. 2000. The effect of stand density on the development of *Puccinia graminis* f.sp. Tritici in barley. Plant Dis. 84: 29-34.
- Dirk van Elsas, Kastelein, J., van Bekkum, P., van der Wolf, J.M., de Vries, P.M. and van Overbeek, L.S. 2000. Survival of *Ralstonia solanacearum* biovar 2, the causative agent of potato brown rot, in field and microcosm soils in temperate climates. Phytopathology 90:1358-1366.
- Domínguez, G. T. F., Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas, DOSSART, Madrid, 1986, págs. 70-78.
- Dorrance, A. E. 1998. Assessment of laboratory methods for evaluating potato tubers for resistance to late blight. Plant Dis. 82: 442-446.
- Draper, M. A., Secor, G. A., Gudmestad, N. C., Lamey, H. A., and Preston, D. 1994. Leaf blight diseases of potato. NDSU Extension Service Bulletin.
- Edmon, J. B. 1981. Principios de la Horticultura. 5ª impresión. Compañía Editorial Continental, S.A.

- Elías de Jesús Luque Sainz. Nuevas variedades de papa en el norte de Sinaloa. Resultados de Proyectos. Fundación Produce A.C. 15 Pág. Foot, M. A. 1976. "Laboratory asseament of several insecticides against the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zell) Lepidoptera-Gelechiidae", en New Zeland J. of Agricultural Research, 19(1), Págs. 117-125.
- EPPO/CABI. sf. Data Sheets on Quarantine Pests *Ralstonia solanacearum*. EPPO Global Database.
- EPPO/CABI. 1997. *Clavibacter michiganensis* subsp. *Sepedonicum*. Data Sheets on Quarantine pests. EU: CAB International.
- Estévez, Ana; María E. González; J. Castillo; J. L. Salomón: «La papa, importancia y situación mundial», IV Taller Nacional de Producción de Papas en los Trópicos, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Compendio de exposiciones, 2001, pp. 82 y 83.
- Flores-Farias, L. 2003. Tesis Licenciatura. Experiencias en la producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.). UAAAN. Saltillo, Coah.
- Forbes, G. A., Escobar X. C, Ayala, C. C., Revelo, J., Ordoñez, M. E., Fry, B. A., Doucett, K., and Fry, W. E. 1997.
- Franc, G. D. 1997. Potato late blight management through cultural practices. 1997. The American Phtytopathological Society.
- Fry, W. E., and Apple, A.E. 1986. Disease management implications of age-related changes in susceptibility of potato foilage to *Phytophthora infestans*. Am. Potato J. 63: 47-56.
- Fujimura, M.; N. Ochiai; M. Oshima; T. Motoyama; A. Ichiishi; R. Usami; Horikoshi; I. Yamaguchi. 2003. «Putative Homologs of SSK22 MAPKK Kinase and PBS2 MAPK Kinase of *Saccharomyces cerevisiae* Encoded os-4 and os-5 Genes for Osmotic Sensitivity and Fungicide Resistance in *Neurospora crassa*», Bioscience Biotechnol. Biochem. 67: 186-191, Japón.
- Gálvez, S. S. 1989. Evaluación de insecticidas en varios estados biológicos de *Phthorimaea operculella* (Zell), en condiciones de campo y de invernadero, tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pág. 52.

- García, D. M. E. 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ª. Ed. UNAM. México, D.F.
- Garrett, K. A., and Mundt, C.C. 2000b. Host diversity can reduce potato late blight severity for focal and general patterns of primary inoculum. *Phytopathology* 90:1307-1312.
- Garrett, K. A., Zúñiga, L.N., Roncal, E., Forbes, G.A., Mundt, C.C., and Nelson, R.J. (in preparation). Effects of host diversity on potato late blight along a geographic gradient.
- Garzón, T. J. A., Bujanos, M. R. y Marín, J. A. 2007. Manejo Integrado de Paratrioza *Bactericera cockerelli* Sulc. Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Folleto para productores No. 54. Culiacán, Sinaloa; México. 24 Pág.
- Gehmann, K.; R. Nyfeler; A. J. Leadbeater; D. Nevill; D. Sozzi. 1990. «CGA173506: a New Phenylpyrrole Fungicide for Broad-Spectrum Disease Control», Proc. Brighton Crop Prot. Conf. Pests Dis. 2: 399-406, Inglaterra.
- Grünwald N J, A K Sturbaum, G Romero–Montes, E Garay–Serrano, H Lozoya–Saldaña, W E Fry. 2006. Selection for fungicide resistance within a growing season in field populations of *Phytophthora infestans* at the center of origin. *Phytopathology* 96:1397–1403.
- Grünwald N J, O A Rubio–Covarrubias, W E Fry. 2000. Potato late blight management in the Toluca Valley: Forecast and resistant cultivars. *Plant Dis.* 84:410–416.
- Golden, A. M. *et al.*, “Description and SEM observation of *Meloidogyne chitwoodi* n. sp. (*Meloidogyne dogynidae*), a root-knot nematode on potato in the Pacific Northwest “ *J. Nematol*, 12, 1980, págs. 319-321.
- Guenthner J F, K C Michael, P Nolte. 2001. The economic impact of potato late blight on US growers. *Potato Res.* 44:121–125.
- Guerrero, G.A. 1981. Cultivos Herbáceos Extensivos. 2ª , Edición. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. 25-30 pp.
- Harris, P.M. 1978. The potato crop. Department of Agriculture and Horticulture Reading University. Editorial Chapman and Hall. London.

- Hernández, Y., Mariño, N., Trujillo, G. y Urbina de Navarro, C. 2005. Invasión de *Ralstonia solanacearum* en tejidos de tallos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Rev. Fac. Agron. V.22 N.2. Caracas.
- Herlihy, M. 1970. Contrasting effects of nitrogen and phosphorus on potato tuber blight. Plant Pathol. 19: 65-68
- Herlihy, M., and Carroll, P. J. 1969. Effects of N, P, and K and their interactions on yield, tuber blight and quality of potatoes. J. Sci. Fd. Agric. 20: 513-517.
- Hill, J., and Lazarovits, G. 2005. A mail survey of growers to estimate potato common scab prevalence and economic loss in Canada. Can. J. Plant Pathol. 27:46-52
- Hirst, J. M., and Stedman, O. J. 1960. The epidemiology of *Phytophthora infestans* Climate, ecoclimate, and the phenology of disease outbreak. Ann. Appl. Bio. 48: 471-488.
- Hooker, W.J. 1981. Common Scab. Pages 33-34 in: Compendium of Potato Diseases. W.J. Hooker ed. American Phytopathological Society. St. Paul MN. 125 pp.
- Hooker, W.J., Compendium of potato diseases, 3^a. Ed., American Phytopathological Society, St. Paul. Minnesota, Estados Unidos, 1986.
- Integrated systems for managing potatoes in the Northeast. 1986. University of Maine at Orono. Maine Agricultural Experiment Station Technical Bulletin No.116. White, G B and Lazarus, S S.
- Katan, J. 1987. Soil solarization. In Chet, I. Ed. Innovative Approaches to Plant Disease Control. Wiley. p. 77-105.
- Katan, J; Greenberger, A; Alon, H; Grinstein, A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of disease caused by soilborne pathogens. Phytopathology 76:683-688.
- Kataria,HR;Verman,PR;Gisi, V. 1991.Variability in the sensivity of *Rhizoctonia solani* anastomosis groups to fungicides. J. Phytopathol.133:121-133.
- Klisiewicz, J. M. 1975. «Survival and Dissemination of *Verticillium* in Infected Safflower Seed», Phytopathology 65 (6): 696-698, EE. UU.
- Lacey, J. 1965. The infectivity of soils containing *Phytophthora infestans*. Ann. Appl. Biol. 56: 363-380.

- Lambert, D. H., and R. Loria. 1989a. *Streptomyces scabies* sp. Nov., Nom. Rev. Int. J. Syst. Bacteriol. 39:387-392.
- Lambert, D. H., and Salas, B. 1996. Plant Diseases. Pages 119-128 in: The Ecology, Economics, and Management of Potato Cropping Systems. M. C. Marra , ed. Maine Agricultural and Forest Experiment Station.
- Lagunes, T. A. 1987. Combate químico de plagas. Colegio de Post-Graduados. UACH, Texcoco, México. Pags. 77-85.
- Lapaz, M.I. 2011. Aislamiento e identificación molecular de cepas de *Streptomyces* causantes de sarna común en la papa. Tesina de grado.
- Lapwood, D. H. 1977. Factors affecting the field infection of potato tubers of different cultivars by blight (*Phytophthora infestans*). Ann. App. Biol. 85: 23-42.
- Lapwood, D.H. 1973. *Streptomyces scabies* and potato scab disease. In: Sykes G. and F.A. Skinner, eds. Actinomycetales: Characteristics and practical importance. London, UK. Academic Press 253-260.
- Latin, R. X. 1980. Factors in potato that reduce the rate of epidemic increase of potato late blight. 1980. Ph.D. Thesis, Pennsylvania State University.
- Leonard, K. J. 1969. Factors affecting rates of stem rust increase in mixed plantings of susceptible and resistant oat varieties. Phytopathology 59: 1845-1850.
- Lucas, GB; Campbell, CL; Lucas TL. 1985. Introduction to plant diseases. Identification and management. Westport Connecticut, Avi.313 p.
- Leyva, L. N. E., S. J. C. Ochoa, K. D. S. Leal, and J. P. Martínez. 2002. Multiple phytoplasmas associated with potato diseases in México. Can. J. Microbiol. 48: 1062-1068.
- Loria, R., Bukhalid, R. A., Fry, B. A., and King, R. R. 1997. Plant pathogenicity in the genus *Streptomyces*. Plant Dis. 81:836-846.
- Lozoya-Saldaña, H. 2010. Generalidades sobre las enfermedades de la papa. XIII Congreso Nacional de Papa. Jalisco, México.
- Madden L V, S P Pennypacker, C E Antle, C H Kingsolver. 1981. A loss model for crops. Phytopathology 71:685–689.
- Mankau, R., "Biocontrol. Fungi as nematode control agents", J.Nemato, 12, 1980, págs. 244-252.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, San Diego.

- Martínez, D. C. J. Plagas que atacan a las hortalizas. En: <http://www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus../hortalizas/6plagas.pdf>
- Martínez Vega, J. 1996. Adaptación de zacate buffel de lugares Altos en la región Templada de Navidad, N.L. tesis licenciatura UAAAN.
- Melo M., S.M. 1990. El impacto económico de la maleza en áreas de explotación agrícola, pecuaria y de desarrollo industrial. En; Memorias del curso de Actualización sobre manejo de malezas. SOMECIMA. Irapuato, Gto. P 27-33.
- McMoran, D.; T. W. Miller; L. J. Du Toit. 2002 «Spinach Seed», Northwestern Washington Research & Extension Center, Washington State University, EE. UU.
- Metcalf, C. L. y W. P. Flynt. 1978. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. 11ª. Reimpresión. Continental. Pags. 731-733.
- Mier, H. A. 1986. Prueba de comportamientos de 10 clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.) en las regiones de Derramadero, Coahuila y Navidad, N. L. Tesis. UAAAN. 70 p.
- Misener, G., Platt, H. W., and Hodgson, W. A. 1990. Effect of mechanical top pulling and chemical top desiccation on the incidence of late blight tuber rot. Am. Potato J. 67: 859-863.
- Montaldo, A. 1984. Cultivo y Mejoramiento de la Papa Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
- Montes, B. R. 1988. Nematología Vegetal en México. Invest. Documental. Soc. Mex. Fitopatol. México. 158 pp.
- Munyanza, J. E., A. S. Jensen, P. B. Hamm, and J. M. Crosslin. 2005. Phenology of the beet leafhopper, major vector of the potato purple top phytoplasma in the Columbia Basin. Potato Assoc. Am. Annual Meeting (abstract G73).
- Munyanza, J. E., Fisher, T. W., Sengoda, V. G., Garczynski, S. F., and Nissinen, A. 2010. Association of "*Candidatus Liberibacter*" with the psyllid, *Trioza apicalis* (Hemiptera: Triozidae) in Europe. J. Econ. Entomol. 103: 1060-1070.
- National Academy of Sciences, Control nematodos parásitos de plantas, Limusa, México, 1978, págs.126-202.

- Narro, F. E. 1986. Efecto de mejoradores de suelo sobre el rendimiento del cultivo de papa. Reunión sobre investigación y análisis de la problemática de la papa. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Nabi, M. N. 1983. Field cage triáis with thiotepa sterilized males of the potato moth *Phthorimaea operculella* (Zell) Lepidoptera-Gelechiidae", Bulletin Entomology Research, 73. Págs. 405-409.
- Nieto, H. R. 1989. Parasitismo larvario sobre *Phthorimaea operculella* (Zell) (Lepidoptera-Gelechidae) en el Municipio de León, Gto., XXIV Congreso Nacional de Entomología (resúmenes), 1989, pág. 198.
- Nutter F W Jr, P S Teng, M H Royer. 1993. Terms and concepts for yield, crop loss, and disease thresholds. Plant Dis. 77:211–215.
- Omer, M. A.; D. A. Johnson; R. C. Rowe: «Recovery of *Verticillium dahliae* from North American Certified Seeds Potatoes and Characterization of Strains by Vegetative Compatibility and Aggressiveness», American Journal of Potato Research 77 (5):
- Parsons, D. B. 1982. Papas. Manual para la Educación Agropecuaria. Editorial, Trillas, México, D.F. 54 p.
- Perea Soto, J.M., García Estrada, R.S., Allende Molar, R., Carrillo Fasío, J.A., León Félix, J., Valdez Torres, B. y López Soto, F.S.M. Identificación de Razas y Biovares de *Ralstonia solanacearum* Aisladas de Plantas de Tomate. Revista Mexicana de Fitopatología [en línea] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61222864002>>
- Pegg, G. F.; B. L. Brady. 2000. «Verticillium Wilts», Wallingford, CABI, Inglaterra.
- Pérez, L.; M. Pueyo; M. Pérez. 2009. «Eficacia del fludioxonil en la de semilla de arroz contra patógenos fungosos», Centro 36 (4): 5-12, La Habana.
- Pfleeger, T. G., and Mundt, C.C. 1998. Wheat leaf rust severity as affected by plant density and species proportion in simple communities of wheat and wild oats. Phytopathology 88: 708-714.
- Phukan, S. N. 1993. Effect of plant nutrition on the incidence of late blight disease of potato in relation to plant age and leaf position . Indian J. Mycol. Pl. Pathol. 23: 287-290.

- Pozo, C. O., Estudio y control de las enfermedades virales del cultivo del chile, SARH-INIA-CNPH, Informe de investigación, ciclo 1989-1990. Campo experimental del sur de Tamaulipas, CIFAP región Panuco, 1990, pág. 72.
- Priou, S., Aley, P., Chujoy, E., Lemaga, B. y French, E. Sin fecha. Control Integrado de la Marchitez Bacteriana de la Papa.
- Quiñones Dena, H. 1992. Selectividad y control de malezas dicotiledóneas en trigo con herbicidas postemergentes en Navidad, N.L. Tesis Licenciatura UAAAN, Saltillo, Coahuila.
- Restrepo-Salazar, J.C. 2011. Manejo fitosanitario del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* subsp. Andigena). Medidas para temporada invernal. Bogotá, Colombia
- Rhoades, R. E., and Bebbington, A. J. 1990. Mixing it up: variations in Andean farmers' rationales for intercropping of potatoes. *Field Crops Res.* 25: 145-156.
- Ricaud, C. 1982. Potato cultivation in sugar cane interlines in Mauritius: Research objectives and development achievements. *Revue Agricole et Sucriere* 61: 123-133.
- Robbins, W.W. 1969. Destrucción de malas hierbas. Hispano-América. México. P 663.
- Rodriguez, Ch. E., Estudio preliminar sobre el nematodo dorado de la papa *Globodera rostochensis* Woll (Nematoda: Heteroderidae) en México, tesis de maestría, Colegio de Posgraduados, Chapingo, México, 1973, pág. 72.
- Rosales R., E. 1991. Principios sobre el control de maleza en Maíz y sorgo. En; Memorias del curso sobre Manejo y control de malas hierba. ASOMECCINA. Acapulco, Gro. México. P. 25-41.
- Rosenstein, S. E. 1992. Diccionario de especialidades agroquímicas. 3ª. Ed. México. Pag. 987.
- Rubio-Covarrubias O A, A Rivera-Peña, J A Rangel-González, M Cadena-Hinojosa, R Flores- López, R Rocha-Rodríguez, J V Magallanes-González, C Ortiz-Trejo, C Díaz-Hernández, H López-Delgado, T E Zavala-Quintana, M Díaz-Valasis, A Paredes-Tenorio. 2000. Manual para la Producción de Papa en las Sierras y Valles Altos del Centro de México. Instituto Nacional de

- Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Centro, Zinacantepec, Edo. de México, México. 80 p.
- Rueda, P.E.O., Duarte, M.M., Alvarado, M.A.G., Holguín, P.R.J., Borboa, F.J., Tarazón, H.M.A., Murillo, A.B., García, H.J.L. y Barrón, H.J.M. 2010. Podredumbre anular en el cultivo de Papa *Solanum tuberosum* L. INVURNUS, Vol. 5 No. 1 34-39
- Salazar, L. F. 1997. Identificación y control de enfermedades virales y fitoplasmas de la papa. Simposio Internacional de la Papa México. www.codesan.org/org/e-oros/infopapa/papa27.htm
- Sasser, J.N., "Worldwide Dissemination and Importance of the Root-Knot nematodes *Meloidogyne* spp", J.Nematol., 9, 1977, págs. 26-29.
- Sato, N. 1980. Sources of inoculum and sites of infection of potato tubers by *Phytophthora infestans* in soil. Ann. Phytopath. Soc. Japan 46: 231-240.
- Schmitt, D. P., "Preliminary and advanced evaluation of nematicides " en J. N. Sasser y C. C. Carter (dirs.), An Advanced Treatise on Meloidogyne, Vol. 1, Biology and control, International Meloidogyne Project, Dep.Plant. Pathol., North Carolina St. Univ., Estados Unidos, 1985, págs. 241-248.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). FICHA TÉCNICA. Nematodo dorado de la papa (yellow potato cyst nematode) (*Globodera rostochiensis* (Behrens, 1975) *Heterodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923)). 8 Pág.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Dirección General de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. FICHA TÉCNICA. *Candidatus Liberibacter Solanacearum* ARP-022.10
- SENASICA/Dirección General de Sanidad Vegetal. 2012. Análisis de Riesgo de Plagas para la Importación de Tubérculos de Papa (*Solanum tuberosum* L.) a México.
- SEP. 1982. Papas. Manuales para la Educación Agropecuaria, 1ª , Edición, Editorial, Trillas. S.A. de C.V. México, D.F. 5-18 pp.

- Sifuentes, I. E., Macías, C.J. Apodaca, S. M.A. y Cortez, M.E. Predicción de la fenología de papa. Principios y aplicaciones prácticas. Resultados de Proyectos. Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Valle del Fuerte. Los Mochis, Sinaloa; México. 47 Pág.
- Sharaiha, R., Haddad, N., and Abu Blan, H. 1989. Potential of row intercropping of faba bean, potato, and corn on the incidence and severity of *Alternaria* leaf spot, late blight and rust under the Jordan Valley conditions. *Phytopath. Medit.* 28: 105-112.
- Shelton, A. M. y J. A. Wyman, "Seasonal patterns of potato tuberworm moth abundance as determined by trapping", en *Environ. Entomol*, 8(3), 1979, págs. 541-543.
- Sieczka, J. B. 1989. Some negative aspects of crop rotation. Pages 259-272 in: *Effects of Crop Rotation on Potato Production in the Temperate Zones: Proceedings of the International Conference on Effects of Crop Rotation on Potato Production in the Temperate Zones. August 14-19, 1988, Wageningen, The Netherlands.* J.
- Sierra B. 1991. Importancia de la maleza en áreas de exploración agrícola e historia del desarrollo de herbicidas. En; *Memorias del curso sobre manejo y control de malas hierbas. ASOMECEMA. Acapulco, Gro. México.* p 1-7
- Smith, O. 1975. *Potatoes, Productions, Storing, Processing.* Second ed. The Avi Publishings Company, Inc, Westport, Connecticut.
- Smith, Ch., *The ortho home gardener's problem solver*, Staff of Ortho Books, California, Estados Unidos, 1993, págs. 24, 89, 294-296.
- Sosa-Moss, C., "Report on the status of Meloidogyne research in Mexico, Central America and the Caribbean countries", en J.N. Sasser y C.C. Carter (dirs.), *An Advanced Treatise on Meloidogyne, Vol. 1, Biology and control, International Meloidogyne Project, Dep. Plant. Pathol. North Carolina St. Univ., Estados Unidos, 1985, págs. 374-381.*
- Spek, J. van der. 1973. «Seed Transmission of *Verticillium dahliae* Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent 38 (3): 1427-1434, Holanda.

- Stevenson, W.R., Loria, R., Franc, G.D. and Weingartner, D.P. 2001. Compendium of Potato Diseases. 2nd Ed. APS Press
- Szczotka, Z., Borys, M. W., and Wojciechowski, J. 1973. Relation between K+-nutrition of potatoes and their leaflets' resistance to *Phytophthora infestans* de By. Phytopath Z 76: 57-66.
- Talavera, R. 1983. Factores que Afectan el Rendimiento de un Cultivo de Papa. Revista Técnica Milciades. Vol 1.
- Tamaro, D. 1981. Manual de Horticultura. Editorial, G. Gilis. S.A. México.
- Taylor, A. L. y J. N. Sasser, Biología y control de los nematodos de nódulos de la raíz *Meilodogyne* spp, Centro Internacional de la Papa (CIP), Proyecto Internacional de Meloidogyne, Universidad de Carolina del Norte, Raleigh, Carolina del Norte, Estados Unidos, 1983, pág.111.
- Thompson, H. C. Y C. W. Kelly. 1959. Vegetable Crops. 5ª. Ed. Editorial Mc Graw-Hill. New York. 375-378 p.
- Thomason, I. J., " Nematicides", en N. Marbán Mendoza e I. J. Thomason (dirs.), Fitonematología avanzada 1, Colegio de Posgraduados, Chapingo, Estado de México, México, 1985, Págs. 236-257.
- Thurston, D. H. 1990. Plant disease management practices of traditional farmers. Plant Dis 74: 96-102.
- Toit, L. J. Du; M. L. Derie; P. Hernández. 2005 «Verticillium wilt in Seed Production», Plant Dis. 89: 4-11, EE. UU.
- University of California, Division of Natural Resources Publication 3316.
- University of California. 1986. Integrated Pest Management for Potatoes in the Western United States.
- USDA/PHIS/PPQ. 2003. Pest Data Sheet. *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2. Center for Plant Health Science and Technology Plant Epidemiology and Risk Analysis Laboratory Raleigh, NC.
- Valadez, L. A. 1998. Producción de hortalizas. Séptima reimpresión. Limusa, S. A. de C. V. México. 298 p.

- Vallad, G. E.; R. G. Bhat; S. T. Koike; E. J. Ryder; K. V. 2005. Subbarao: «Weedborne Reservoirs and Seed Transmission of *Verticillium dahliae* in Lettuce», Plant Disease 89: 317-324, EE.UU.
- Van der Wolf, J. and Perombelon, M. 1997. Potato brown rot in temperate regions – a review.
- Van der Wolf, J.M., Elphinstone, J.G., Stead, D.E., Metzler, M., Müller, P., Hukknen, A. and Karjalainen, R. 2005. Epidemiology of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* in relation to control of bacterial ring rot. Plant Research International.
- Vega Ortiz H.E. 1994. Control de malezas de hoja ancha en cebad con el herbicida Trisulfuron y la mezcla formulada con Bromoxinil en Navidad, N.L. Tesis licenciatura UAAAN, Saltillo, Coahuila.
- Virgen C, G; Olalde, PV; Rocha R, R. 1996b. Biological and chemical control of *Rhizoctonia solani* on potato in Guanajuato Mexico. Phytopathology 86 (11): S118.
- Virgen-Calleros, G; Olalde-Portugal, V; Rocha-Rodríguez, R. 1996a. Grupos de anastomosis de *Rhizoctonia solani* K. en Guanajuato, México. Fitopatolog.a. 42: 16.
- Vos, C. D. van Loon, and G. J. Bollen, eds. Kluwer Academic Publishers, London.
- Vos, J, van Loon, C. D, and Bollen, G. J. 1998. Effects of Crop Rotation on Potato Production in the Temperate
- Walerych, H., Wojciechowski, J., and Borys, M. W. 1970. Resistance of tomato leaves to *Phytophthora infestans* de Bary as affected by N-NO₃, N-NH₄NO₃ or N-(NH₂)₂CO. Phytopath Z 68: 244-257.
- Wojciechowski, J., Dzieciolowska, M, Borys, M., and Krzywanski, Z. 1964. Influence of NaH₂PO₄ -nutrition of potato plants on the resistance of their leaves to *Phytophthora infestans* de By. Phytopath Z 51: 198-203.
- Wolfe, M. S. 1985. The current status and prospects of multiline cultivars and variety mixtures for disease resistance. Ann. Rev. Phytopathology 23: 251-273.
- Yague, F.J.L. 1983. Plagas, enfermedades y malas hierbas. Dirección General de investigación y capacitación agraria. Madrid España. 113 p.

Zenner, P. I., Control integrado de plagas de papa, L. Valencia, Centro Internacional de la Papa, Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá, Colombia, 1986, págs. 48-54.

Zones: Proceedings of the International Conference on Effects of Crop Rotation on Potato Production in the temperate Zones, August 14-19, 1988, Wageningen, The Netherlands. Volume 40. 1989. London, Kluwer Academic Publishers. Developments in Plant and Soil sciences.

Zwankhuizen, M. J., Govers, F., and Zadoks, J. C. 1998. Development of potato late blight epidemics: disease foci, disease gradients, and infection sources. *Phytopathology* 88: 754-63.

Páginas de internet consultadas.

<http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/est.aspx?est=26859>

University Nebraska. Department of entomology. <http://entomology.unl.edu>

<http://www.agrologica.es/informacion-plaga/gusano-alambre-agriotes-spp/>

http://www.pimientoasadodelbierzo.org/fichas/plaga_gus.alambre.pdf

<http://galeria.infojardin.com/showphoto.php?photo=70048>

<http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/agricultura/aa-insectos/epitrix-sp..htm>