

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



EXPERIENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA
DE PAPA (*Solanum tuberosum*)

POR:

LUCIANO FLORES FARIAS

MEMORIAS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO EN FITOTECNIA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEX.
FEBRERO DEL 2003

13 ANOS DE EXPERIENCIA EN LA PRODUCCIÓN
DE SEMILLA DE PAPA (*Solanum tuberosum*)

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

13 AÑOS DE EXPERIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA
(Solanum tuberosum).

POR:

LUCIANO FLORES FARIAS

MEMORIAS

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO EN FITOTECNIA.

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEX. FEBRERO DEL 2002

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

JURADO EXAMINADOR:

M.C. ANTONIO CÁRDENAS ELIZONDO
PRESIDENTE

M.C. MARÍA ELIZABETH GALINDO CEPEDA
VOCAL

ING. ROBERTO BLANCO ORTIZ
VOCAL

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Fernando Cárdenas Dávila, agricultor de toda la vida, visionario, emprendedor, empresario agrícola; así como al Ing. Luis Villarreal Gómez e Ing. Armando Farias del Bosque, por transmitirme sin reservas todos sus conocimientos de mas años de trabajo que los que tengo yo y así conformar un equipo de trabajo junto con todos los ingenieros agrónomos de nuestra empresa, al Dr. Santiago Delgado Cambell por darme asesoría durante tres años y enseñarme realizar el manejo fitosanitario de un rancho productor de semilla de papa, a la gente del campo, como Salvador Magaña y Rosalío Rodríguez encargados del rancho por haberme enseñado cosas del manejo de un rancho que no se aprenden en la escuela sino ahí mismo con mucho amor por la tierra y el trabajo de campo que casi siempre es muy pesado desde que amanece hasta que anochece.

Agradezco a toda esa gente: jornaleros, trabajadores de nuestra empresa y de muchas otras, así como a los campesinos que trabajan sus tierras la mayoría de las veces sin obtener utilidades por una mala organización del sistema de gobierno y una equivocada política agrícola por la cual mucha gente está dejando de sembrar sus tierras para irse a trabajar como obreros a las ciudades donde también con su sueldo apenas alcanzan a cubrir sus necesidades más básicas y

los hijos de estos obreros se inician en organizaciones de delincuencia, estupefacientes y drogadicción, por lo que urge una política agraria que de veras mejore la calidad de vida de los campesinos para que ya no emigren a las ciudades y se queden en sus lugares de origen, y ejidos y los campesinos vuelvan a creer en las tierras que sembraron sus padres y sus abuelos y de esta manera, se incremente la producción a nivel nacional y la gente de las ciudades y de los campos no padezcan hambre ni enfermedad.

¡MUCHAS GRACIAS!

DEDICATORIA

A mis padres Luciano Flores Salinas y la Sra. Ma. de La Luz Farías de Flores, que en cada momento de mi vida y en cada paso pusieron todo su empeño y sacrificio, toda su fe y confianza para lograr hacer de mi una persona recta y responsable.

A mi esposa, Laura Silvia Hoyos de Flores, a mis hijos, Jesús Luciano, Silvia Andrea y Emilio Humberto, que me dieron la fuerza para seguir adelante y terminar mi carrera.

A mis hermanos, Jorge Luis, Alma Rosa, Marco Antonio y Luz María, por apoyarme siempre en todos los momentos de mi vida.

CONTENIDO

Agradecimientos.....	i
Dedicatoria.....	ii
Contenido.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
PRESENTACIÓN.....	3
IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA (<i>Solanum tuberosum</i>) EN MÉXICO.....	5
LINEAMIENTOS O NORMAS ESTABLECIDAS POR EL SERVICIO NACIONAL DE INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS (SNICS).....	6
Certificación de Semillas para Siembra.....	6
Normas de Campo.....	16
Normas de Laboratorio.....	19
ASPECTOS IMPORTANTES A CONSIDERAR PARA ESTABLECER UN LOTE PRODUCTOR DE SEMILLA.....	21
Altitud	21
Temperatura.....	22
Humedad.....	22
Suelo.....	23
VARIEDADES DE PAPA.....	24
Para consumo fresco.....	24
Alpha.....	24
Características.....	24

Mundial.....	25
Características.....	26
Gigant.....	27
Características.....	27
Premier.....	28
Características.....	29
Escort.....	29
Características.....	30
Industriales.....	31
Atlantic.....	31
Características.....	31
Variedad FL 795, variedad FL 1625 y variedad FL 1533.....	32
SIEMBRA Y FERTILIZACIÓN.....	33
Fecha de siembra	33
Preparación del terreno	34
Desvaradora.....	34
Rastra.....	34
Subsuelo.....	35
Barbecho.....	35
Rastra.....	35
La siembra.....	36
Profundidad de la semilla.....	39
Densidad de siembra.....	40
La fertilización y su importancia en el cultivo de papa.....	41

Carbón (C)	42
Oxígeno (O)	42
Hidrógeno (H)	43
Nitrógeno (N)	43
Fósforo (P)	44
Potasio (K)	46
Calcio (Ca)	47
Magnesio (Mg)	48
Azufre (S)	48
Fierro (Fe)	49
Manganeso (Mn)	50
Zinc (Zn)	51
Cobre (Cu)	52
Boro (B)	53
Molibdeno (Mo)	54
Cloro (Cl)	54
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	55
Aplicación de agroquímicos.....	55
Furadan (carbofuran)	55
Monceren, amistar etc.	56
Busan.....	56
Actara, temik, confidor.....	56
Factores a tomar en cuenta para la aplicación de agroquímicos.....	56
Clima.....	57

Humedad:	57
Maleza	58
Control integrado de plagas y enfermedades.....	59
Tipos de aspersiones.....	60
Agroquímicos más utilizados en el cultivo de la papa.....	61
Insecticidas.....	62
Imidacloprid.....	62
Aldicarb.....	62
Carbofurán.....	62
Paratión metílico.....	62
Metamidofos.....	62
Fosfuro de aluminio.....	62
Acefate.....	62
Oxidemoton metil.....	63
Perifosdel.....	63
Permetrina.....	63
Fungicidas.....	63
Tiabendazol.....	63
Pencycuron.....	63
TCMTB.....	63
Metalaxil – M.....	64
Metalaxil – M.....	64
Mancozelo + clorotalomil + Cobre.....	64
Mancozeb.....	64

Clorotalonil.....	64
Fostil-al.....	64
Propamocarb clorhidrato.....	64
Oxadixyl.....	64
Azoxistrobin.....	65
Thifluzamide.....	65
Tabuconazate.....	65
Propiconazol.....	65
Herbicidas.....	65
Metribuzin.....	65
Paraquat.....	66
Bactericidas.....	66
Estreptomicina.....	66
Reguladores de crecimiento.....	66
Ácidos húmicos, fúlvicos y carboxílicos.....	66
Hierro (Fe), Magnesio (Mn) y Zinc (Zn).....	66
Codasting.....	67
Extractos de origen vegetal.....	67
Fertilizantes foliares.....	67
Boro	67
Fierro.....	67
Zinc.....	67
Fierro y otros	68
Calcio.....	68

Magnesio.....	68
Enfermedades de la Papa Causadas por Hongos.....	69
Enfermedades cuarentenadas.....	69
Verruga de la papa (<i>Synchytrium endobioticum</i> (<i>schilb</i>) <i>perc</i>	69
Hospedantes.....	69
Síntomas y signos.....	69
Organismo causal.....	70
Histopatología.....	70
Ciclo de enfermedad.....	71
Epidemiología.....	72
Mancha de la cáscara: (<i>Polyscytalum pustulans</i> <i>m.b. Ellis</i> (<i>Oospora pustulans</i> <i>owen wakef</i>)	72
Hospedantes.....	73
Síntomas y signos.....	73
Organismo causal.....	74
Histopatología.....	74
Ciclo de la enfermedad.....	75
Epidemiología.....	75
Pudrición violeta de la raíz (<i>Helicobasidium purpureum</i>)	76
Otros hospedantes.....	76
Síntomas y signos.....	77
Organismo causal.....	77
Ciclo de la enfermedad.....	78
Epidemiología.....	78

Carbon buba (<i>Angiosorus solani</i>)	79
Hospedantes.....	79
Síntomas y signos.....	79
Organismo causal.....	80
Histopatología.....	80
Ciclo de la enfermedad.....	81
Epidemiología.....	81
Enfermedades más comunes en México.....	81
Tizón tardío de la papa: (<i>Phytophthora infestans de Bary</i>).....	81
Síntomas y signos.....	82
Organismo causal.....	83
Ciclo de la enfermedad.....	84
Epidemiología.....	85
Costra negra de la papa (<i>Rhizoctonia solani Jun</i>).....	87
Hospedantes.....	87
Síntomas.....	87
Organismo causal.....	89
Ciclo de la enfermedad.....	89
Epidemiología.....	90
Mancha plateada de la papa (<i>Helminthosporium solani Dur. y Mont</i>).....	91
Otros hospedantes.....	91
Sintomas y signos.....	92
Organismo causal.....	93
Ciclo de la enfermedad.....	94

Epidemiología.....	94
Marchitez por <i>Verticillium</i>	95
Hospedantes.....	95
Síntomas y signos.....	95
Organismo causal.....	96
Ciclo de la enfermedad.....	97
Epidemiología.....	98
Pudriciones secas por <i>Fusarium</i>	98
Hospedantes.....	99
Síntomas y signos.....	99
Organismo causal.....	100
Ciclo de la enfermedad.....	101
Epidemiología.....	102
Organismo causal.....	103
Roña pulverulenta de la papa (<i>Spongospora subterranea Wallr.</i> <i>Lagerh</i>).....	104
Hospedantes.....	104
Síntomas y signos.....	104
Organismo causal.....	106
Ciclo de la enfermedad.....	106
Epidemiología.....	107
Esclerotiniosis <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	107
Síntomas.....	108
Control.....	109

Nemátodos que afectan al cultivo de la papa.....	110
<i>Globodera spp. (nemata:heteroderidae)</i>	110
Síntomas.....	111
Diagnosís y biología.....	111
<i>Meloidogyne spp (nemata:heteroderidae)</i>	113
Síntomas.....	113
Diagnosís.....	114
<i>Pratylenchus spp. (nemata:pratylenchidae)</i>	115
Síntomas.....	115
Diagnosís.....	116
<i>Nacobbus aberrans (nemata:pratylenchidae)</i>	117
Síntomas.....	117
Diagnosís.....	118
<i>Ditylenchus spp. (nemata:anguinidae)</i>	118
Síntomas.....	119
Diagnosís.....	119
<i>Belonolcimus longicaudatus (nemata belonolaimidae)</i>	120
Diagnosís.....	120
<i>Trichodorus spp. y Paratrichodorus spp. (nemata:trichodoridae)</i>	120
Síntomas.....	121
Principales Plagas de la Papa en México.....	121
Principales plagas	122
Palomilla de la papa <i>Phthorimaea operculella (zeller) (Lepidoptera:</i>	
<i>Gelechiidae)</i>	124

Distribución mundial.....	124
Importancia.....	124
Descripción morfológica.....	125
Biología y hábitos.....	126
Medidas de control.....	129
Picudo de la papa.....	131
Importancia.....	131
Descripción morfológica.....	132
Biología y hábitos.....	132
Medidas de control.....	134
Pulga saltona.....	134
Importancia.....	134
Descripción morfológica.....	135
Biología y hábitos.....	136
Medidas de control.....	137
Diabroticas.....	138
Importancia.....	138
Descripción morfológica.....	138
Fitoplasmas Punta Morada (Amarillamiento del Aster, Stolbur).....	139
Síntomas.....	139
Control.....	140
Enfermedades de la papa causadas por virus.....	141
Virus enrollamiento de la hoja.....	141
Síntomas.....	142

Etiología.....	143
Desarrollo de la enfermedad.....	143
Mosaico rugoso.....	144
Síntomas.....	144
Etiología.....	145
Desarrollo de la enfermedad.....	146
Mosaico latente.....	146
Síntomas.....	147
Etiología.....	147
Desarrollo de la Enfermedad.....	148
Virus “S” de la papa.....	148
Síntomas.....	149
Etiología.....	149
Desarrollo de la enfermedad.....	150
Control de enfermedades virales.....	150
Bacterias de Importancia Económica en el Cultivo de la Papa	
<i>(Solanum tuberosum)</i> en México.....	152
Las bacterias como fitopatógenos.....	152
Sintomatología de las bacterias fitopatógenas.....	153
Bacterias de importancia económica y su manejo en el cultivo de papa.....	153
<i>Erwinia</i>	153
<i>E. carotova</i> (Jones 1901)	154
Síntomas de la pudrición blanda.....	154
<i>Pseudomonas</i>	156

<i>Ralstonia solanacarum</i> (Smith 1914)	156
Síntomas de marchitez.....	157
Control biológico.....	158
MÉTODOS E IMPORTANCIA DEL SANEAMIENTO.....	159
MONITOREO DE INSECTOS.....	161
COSECHA.....	163
Métodos para Definir la Fecha de Desvare o Quema.....	163
La Maduración Después del Desvare.....	165
La Papa y la Mecanización.....	165
La Cosecha.....	166
El Transporte.....	166
LA PAPA Y EL LIBRE COMERCIO.....	166
RECOMENDACIÓN.....	168
CONCLUSIONES.....	169
BIBLIOGRAFÍA.....	170
ANEXOS.....	171

SIEMBRA Y FERTILIZACIÓN

Fecha de Siembra

La fecha de siembra es muy importante puesto que cada variedad ya tiene definidos los días de siembra a cosecha, se pueden planear que fecha se va a cosechar y también para protegernos de heladas tempranas o tardías con el historial climatológico de dicha región evitamos los riesgos de las heladas y así también programamos la siembra en el tiempo en que empieza a llover en el caso de temporal y para escoger las temperaturas más adecuadas para el cultivo en caso de riego. Con la fecha de siembra se programa la cosecha, y por ende sabemos cuánto tiempo mantendremos las papas en el almacén para que se broten para poder sembrar en el siguiente ciclo y no pasarnos mucho tiempo porque la semilla se deshidrata en almacén o cuarto frío y se pierde mucho el vigor de ésta. También, dependiendo de la variedad es lo rápido ó lo tardado que éstas brotan, siendo las variedades escort, mundial y alpha las más difíciles en brotar, y la premier y gigant son más rápidas para brotar, así como las industriales como la atlantic y FL 795.

Preparación del Terreno.

Este debe hacerse antes de la siembra, en el caso de Concepción de Buenos Aires, Jalisco, empezamos a trabajar la tierra en el mes de abril puesto que ahí se siembra de temporal y regularmente las lluvias buenas empiezan del 20 de junio en adelante; y por las hectáreas que tenemos que preparar, le tenemos que agarrar tiempo, tampoco es bueno preparar con mucha anticipación, porque después de preparado se empieza a llenar de hierba siendo necesario meter desvaradora o rastra antes de la siembra porque si no la hierba no nos deja sembrar. La preparación que yo hago en Concepción de Buenos Aires, Jalisco es la siguiente:

Desvaradora

- Si está muy densa la hierba se mete una desvaradora adelante.
- Se limpia el terreno, ya sea metiendo un rastrillo y luego quemando para que quede más limpio.

Rastra

- Metiendo la rastra directamente sobre los residuos el cultivo anterior para que incorpore éstos y puedan trabajar mejor el subsuelo.

Subsuelo

- Opcional si se quiere se mete un subsuelo para romper desde 60cm. en el interior del suelo y tenga más capacidad de retención de agua siempre horizontal a la pendiente en el caso de lomas, nunca donde no la pendiente puesto que al llover se llevaría toda la tierra cultivable.

Barbecho

- Éste debe ser lo más profundo posible, de 30 a 45 cm. de hondo y nos sirve para voltear la tierra y dejar las plagas que pudieran tener al aire libre para que con la acción del sol y el aire mueran y ayuda a que baje las poblaciones de plagas de suelo.

Rastra

- Antes de sembrar se mete una rastra si es posible el mismo día para no sacarle humedad a la tierra, puede ser sencilla o cruzada (doble), debe de quedar bien molida la tierra y sin rayas; por lo regular se le pone un palo atrás para que empareje y vaya borrando la raya que deja la rastra. Ésta siempre debe de ser lo más enterrado posible pues como es muy pesado el

implemento si no van enterrados los discos, lo que van a hacer es que se va a compactar el terreno y la maquina sembradora no va a enterrar y nos va a dejar la semilla destapada.

La Siembra

Ésta puede ser ha maquina o a mano. y se debe contar con el siguiente equipo: a) una pipa de agua de acuerdo a las hectáreas que se tienen programadas sembrar, tomando en cuenta que entre mas agua se aplique a la siembra (como medio para aplicar los productos químicos que van al surco). Se recomiendan de 600 hasta 1200 litros por hectárea si se aplican los productos en dos partes o sea 50% del producto a la siembra y 50% del producto a la tapadora. b) Una rueda para estar midiendo la surcada y así poder estar dosificando los productos para aplicar correctamente las dosis por ha. de cada producto. c) Una olla mezcladora de productos y una persona mezclando. d) Un tractor para la sembradora y uno para la tapadora pueden ser de 100 hp y si es posible doble tracción. d) Un tractor para la rastra para que vaya rastreando delante de la siembra. e) Camiones cargados con papa y fertilizante para que al momento que se carga la semilla también se cargue el fertilizante y no se pierda más tiempo del necesario.

Sí es a mano la siembra se necesitan de 20 a 30 gentes para sembrar unas 3 ó 4 hectáreas diarias, puesto que la máquina al ir surcando, le van bajando arpillas de

papa a cierta distancia para que la gente las tome de ahí a su morral y siembre el pedazo que le corresponde; por lo regular se ponen por parejas y se les da un tramo de 15 ha 20 metros, para que cuando regrese la maquina ya tengan sembrados los surcos que les corresponden y no se atrase la siembra en ningún tramo. Si la siembra es con máquina de ligas, copas o clavos, solo se necesitan los cargadores y unas dos o tres personas para que vaya verificando el fertilizante y la semilla que no se tape o deje de sembrar semilla.

a) El camión con el fertilizante y la papa se ponen en un lado de el lote, la máquina tiene que ir y venir ya sea de 2 ó de 4 surcos y de ahí se saca la superficie para saber cuántos bultos de papa y de fertilizante debe gastar al igual que cuánto producto químico debe de gastar la papa. El fertilizante y el producto químico si no lo hace hay que ajustar las dosis para que salgan exactamente a lo que se quiere gastar por hectárea. Para sacar la superficie de ida y vuelta de la máquina se le hace de la siguiente manera:

1) Se mide el largo de la surcada.

2) Se multiplica por el número de surcos que hizo la maquina en ida y vuelta.

3) Se multiplica por la distancia entre hileras ya sea 0.92 ó 0.85 cm.

.22- x

= 550 kg.

Son los kilogramos que debe gastar en la vuelta y así es para papas y agroquímicos.

b) Las sembradoras modernas traen sus discos tapadores, la semilla debe de quedar exactamente en el centro abajo de la cresta del surco y si se tapa aparte las rejas del tapador deben de dejar la semilla enterrada exactamente abajo de la cresta del surco. Los tractores deben de contar con tanques de agua y bomba de presión, así como con un equipo de boquillas para asperjar la semilla de la sembradora al igual que el que va tapando.

c) El fertilizante debe de quedar 2" a los dos lados de la semilla y 1" por debajo de la base de ésta.

Profundidad de la Semilla

Ésta varía mucho de acuerdo a las características del terreno, fechas de siembra, variedad de la semilla, problemas fitosanitarios que trae la semilla, entre algunos otros, pero las mejores profundidades son de entre 4.5" hasta 6.5" de hondo.

Densidad de Siembra

También depende mucho de la variedad, de lo fértil del terreno, del tamaño que se quieren cosechar las papas, de los tallos que se quieren tener por metro lineal, siendo de las mejores poblaciones de tallos de 18 a 24 tallos por metro lineal. Dependiendo del tamaño de la semilla son los brotes que va a dar y se toma el criterio para saber cuántas papas se van a sembrar por metro lineal tomando en cuenta que aquí en México, los tamaños se miden por milímetros, o también se les llama de la siguiente manera:

P-4= 130 a 150 mm.

P-3= 100 a 130 mm.

P-2= 80 a 100 mm.

2as.= 65 a 80 mm.

3as = 55 a 65 mm.

4as = 35 a 55 mm.

5as =abajo de 35 mm.

Tomando como referencia lo anterior se podría decir que hay una regla básica para la densidad de siembra en la papa, que es la siguiente:

P-4 3 x metro P-3 3.5 x metro P-2 4 x metro

2as. 5.5 x metro 3as. 6.5 x metro 4as. 8 x metro 5as. 16 x metro

La Fertilización y su Importancia en el Cultivo de Papa

El crecimiento y el desarrollo de los vegetales, y por lo tanto su rendimiento, se determina en gran medida por la disponibilidad de los nutrimentos; para su desarrollo, las plantas contienen pequeñas cantidades de 90 o mas elementos químicos, de los cuales solo 16 se consideran esenciales, ya que forman parte de moléculas básicas para la fisiología y metabolismo vegetal, y las plantas no pueden completar su ciclo de vida si falta alguno de ellos.

Los nutrimentos esenciales para todas las plantas y las principales formas químicas en que se absorben por las plantas son: oxígeno (O_2 , H_2O y CO_2), fierro (Fe^{2+} , Fe^{3+}), calcio (Ca^{2+}), carbón (CO_2), hidrógeno (H_2O), potasio (K^+), nitrógeno (NO_3 , NO_4^+ , $CO(NH_2)_2$), manganeso (Mn^{2+} , Mn^{4+}), fósforo (

H₂PO₄⁻, HPO₄⁼), magnesio (Mg²⁺), boro (Bo³⁻, B₄O₇²⁻), azufre (SO₄²⁻, SO₃²⁻), cobre (Cu²⁺, Cu⁺), zinc (Zn²⁺), molibdeno (MoO₄²⁻) y cloro (Cl⁻).

El orden de presentación está de acuerdo a la cronología de su descubrimiento como elemento esencial para las plantas.

El conocimiento de los nutrimentos es una buena base para la planeación de un programa adecuado de manejo nutricional del cultivo de papa.

A continuación se describe en forma resumida algunas características de los elementos nutritivos.

Carbono (C)

Siempre existe en cantidades suficientes puesto que las plantas son capaces de asimilar el bióxido de carbono de la atmósfera a través de las hojas. Las hojas de los vegetales utilizan en la fotosíntesis sólo el carbón del CO₂ y liberan el oxígeno que se reintegra al aire.

Oxígeno (O)

Casi todo el oxígeno que utilizan las plantas para respirar y para su metabolismo, penetra a través de las raíces y hojas y proviene del agua, del suelo y del aire.

Hidrógeno (H)

Las plantas lo obtienen directamente del agua y otros compuestos, el bióxido de carbono e hidrógeno se convierten en la fotosíntesis a carbohidratos simples y luego se transforman en aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, lípidos y casi todas las moléculas orgánicas pequeñas; pocos productores agrícolas manejan el bióxido de carbono en pequeña escala como suplemento de sus plantas.

Nitrógeno (N)

El nitrógeno ocupa entre el 1.5 y el 6% del peso seco de muchos cultivos con valores entre el 3 y el 5% en papas; presenta una alta movilidad, tanto en el suelo como en tejidos vegetales, y sus principales funciones en la planta son la síntesis de aminoácidos, proteínas y clorofila; es un constituyente de enzimas, cromosomas y vitaminas.

Las plantas deficientes en nitrógeno son achaparradas cloróticas, erectas, con hojas verde pálido y las inferiores amarillas y secas; las venas permanecen más tiempo verdes, el nitrógeno se pierde del suelo por remoción de plantas (cultivadas o malezas), lavado, desnitrificación y erosión, además puede ser inmovilizado temporalmente (foto 1, 2 y 3).

El cultivo de la papa requiere suficiente nitrógeno durante el crecimiento rápido y la tuberización; la cantidad por aplicar varía de acuerdo a la variedad empleada y el tipo de suelo cultivado las dosis empleadas por hectárea van desde 50 hasta más de 800 unidades por ha. El exceso de nitrógeno produce un bajo rendimiento debido a un pobre desarrollo de raíces y las hojas se pueden enrollar hacia arriba y formar orejas de ratón. Las variedades de ciclo largo son especialmente susceptibles a este tipo de problemas y donde, además, se reduce muy drásticamente el llenado de tubérculos y aumenta el riesgo de ataque de insectos y patógenos.

Las fuentes más comunes de nitrógeno son: el sulfato de amonio, nitrato de amonio, fosfato de amonio, urea, amoníaco anhidro, nitrato de calcio, nitrato de sodio, abonos verdes, estiércoles y otros.

La absorción de nitratos estimula la absorción de cationes pero los Cl y Oh restringen la absorción de calcio y potasio.

Fósforo (P)

El fósforo ocupa entre el 0.15 y el 1.0 % del peso seco de muchos cultivos, con valores entre el 0.2 y el 1.2 %; en papas, presenta alta movilidad en tejidos vegetales, pero es muy poco móvil en el suelo. Es un complemento de proteínas, participa en procesos de transferencia metabólica y transporte de energía en forma de ATP. El fósforo estimula la formación y crecimiento de las raíces.

El fósforo se requiere con mayor importancia durante el crecimiento inicial y al final de la tuberización, las plantas deficientes son pequeñas y presentan hojas tallos y ramas de color púrpura, pobre crecimiento de raíces y estolones y rendimiento reducido. Existe una gran variedad de tipos de suelo cultivados de papa que tienen problemas con este elemento, el cual se pierde del suelo por remoción por plantas, fijación y formación de compuestos insolubles.

El cultivo de papa requiere cantidades relativamente pequeñas de este elemento pero en suelos calcáreos de pH alcalinos y en suelos muy ácidos, la eficiencia de los fertilizantes utilizados puede ser inferior al 8 % de lo que se obliga a los productores a utilizar cantidades muy elevadas de fertilizante fosfatado. Es conveniente fraccionar la aplicación de este elemento y completar su aplicación con foliares y una combinación de fuentes de lenta y rápida liberación.

Las fuentes más comunes de fósforo que se aplican son: el súper fosfato simple y triple de calcio, fosfato de amonio formulas compuestas como 17-17-17, roca fosfórica, estiércoles como gallinaza y otros materiales. Los problemas del fósforo en el suelo son muy complejos y, además, puede reaccionar con Fe, Zn, Cu, Mn, y Ca, y formar compuestos insolubles (foto 4).

Potasio (K)

El potasio ocupa entre el 1 y el 5% del peso seco de muchos cultivos con valores entre el 1.5 y el 15% en papas; presenta alta movilidad en tejidos vegetales y su movilidad en el suelo es media ; interviene en la formación de azúcar y almidón, síntesis de proteínas, catalizar reacciones, neutraliza ácidos orgánicos y opera estomas, impide gran vigor y resistencia a las enfermedades, aumenta el tamaño del grano y semilla.

Las plantas deficientes en potasio presentan rendimiento reducido, hojas viejas moteadas, con puntos verde pálido, necróticos o curvados, con márgenes y puntas quemadas , sistema radical y tallos débiles y estolones cortos. El potasio se pierde en el suelo por remoción por plantas y por fijación y erosión (fotos 6 y 7).

Las fuentes más comunes de potasio son: el nitrato de potasio, sulfato de potasio y magnesio, cloruro de potasio, fosfato de potasio, estiércoles, guanos y compostas.

El potasio requiere estar en equilibrio con Ca y Mg para que la absorción de ellas no sea inhibida, y es conveniente fraccionar su aplicación a fin de reducir los problemas de fijación y baja disponibilidad al final de ciclo, cuando más lo requieren las plantas para producir altos rendimientos y buena calidad.

Calcio (Ca)

El calcio ocupa entre el 0.2 y el 3.0% del peso seco de muchos cultivos con valores entre el 0.15 y el 1.00% en papa. Presenta muy baja movilidad en el floema de las plantas y su movilidad en el suelo es media, ayuda a mantener la integridad y permeabilidad de las membranas celulares y constituye parte de paredes celulares, interviene en la división y elongación celular, en el crecimiento y asimilación de nitrógeno, aumenta la germinación del polen y neutraliza ácidos orgánicos.

La deficiencia de calcio afecta las zonas meristemáticas, las plantas presentan coloración café en los puntos de crecimiento, los cuales mueren en seguida; las hojas terminales son deformes, crecimiento radical reducido, algunas plantas se

ponen negras, los tubérculos presentan una necrosis difusa en el anillo vascular cerca de la inserción del estolón y pueden desarrollar susceptibilidad al ataque de patógenos que pueden causar pudriciones apicales. El calcio se pierde en el suelo por remoción, por plantas y por fijación y erosión.

Las fuentes mas comunes de calcio son: sulfato de calcio, nitrato de calcio, carbonato de calcio, superfosfatos de calcio y quelatos de calcio. En muchos suelos ricos en este elemento la traslocación puede ser un problema y ésta se puede estimular mediante el uso de ácidos fúlvicos y carboxílicos (foto 5).

Magnesio (Mg)

El magnesio ocupa entre el 0.04 y 1.00 del peso seco de las hojas, con valor de suficiencia de 0.10 en papa, presenta alta movilidad en las plantas, y su movilidad en el suelo es media, forma parte de la molécula de clorofila y sirve como cofactor de la mayoría de las enzimas que activan los procesos de fosforilación. Participa en la síntesis de ARN y proteínas. Es necesario en la formación de azúcares, ayuda a regular la asimilación de potasio y calcio. Actúa como transporte de fósforo en la planta y promueve la formación de aceites y grasas, y está en la clorofila.

Los síntomas de deficiencias se observan como una clorosis intervenal en hojas viejas y en casos severos también se observan en hojas jóvenes, las que pueden desarrollar en áreas necróticas. Su deficiencia puede ser marcada por concentraciones bajas del elemento en el suelo o por exceso de calcio o potasio, y su exceso bloquea la asimilación de esos elementos se puede perder por lavados no muy intensos (fotos 8 y 9).

Azufre (S)

El azufre ocupa entre el 0.08 y el 0.30% del peso seco de las plantas de papa; su movilidad es alta en el suelo y media en tejidos vegetales. Entre las principales funciones en la planta esta la síntesis de proteínas y forma parte de los aminoácidos cistina y tiamina y de la clorofila, aumenta el color verde intenso, activa la formación de nódulos, estimula la producción de semillas.

Las plantas deficientes presentan hojas verde alimonado pálido, con una mayor clorosis en las hojas jóvenes; las raíces son mas largas de lo normal y los tallos son corchosos, la baja humedad del suelo induce su deficiencia. El exceso de azufre puede ocasionar una senescencia temprana de las hojas.

Este elemento se aplica en el cultivo de papa principalmente como sulfato de varios elementos y superfosfatos. Generalmente no se utiliza el azufre elemental

en la fertilización. El azufre está presente en muchos suelos agrícolas en forma de materia orgánica y en forma de sulfatos solubles en la solución de los suelos bien drenados. el azufre se pierde del suelo por remoción por plantas, lavado y erosión.

Fierro (Fe)

El contenido de fierro en el follaje varía de 10 a 1000 ppm del peso seco con rango de suficiencia entre 35 y 75 ppm; presenta baja movilidad tanto en suelo como en planta y es un componente importante en varios sistemas enzimáticos y de la proteína ferredoxina y se requiere para la reducción de sulfatos y nitratos, así como para la síntesis de clorofila y de proteínas en las regiones meristemáticas.

Las plantas deficientes presentan clorosis intervenal en hojas jóvenes y cuando la deficiencia es severa puede presentarse coloraciones blanquecinas y mostrar síntomas en toda la planta. Existen mas de 15 diferentes causas reportadas que pueden inducir la deficiencia de este elemento.

Es conveniente, en muchos casos, aplicar este elemento desde las etapas tempranas de crecimiento de las plantas de papa, aunque se demanda es mayor durante el crecimiento rápido. El exceso de este elemento se manifiesta por un bronceado de las hojas y puede inducir deficiencia de otros elementos menores.

Las fuentes mas comunes de fierro que se aplican son: el sulfato de fierro y diversos tipos de quelatos de fierro.

Manganeso (Mn)

El nivel de suficiencia de manganeso en el follaje es de 40 ppm del peso seco, en papas; la movilidad de este elemento es baja en suelo y en tejidos vegetales y participa en la síntesis de clorofila, y en los procesos de oxidación reducción en el sistema de transporte electrónico en la fotosíntesis; activa oxidasas del ácido indolacético.

Las plantas dicotiledóneas presentan clorosis intervenal en hojas jóvenes, con venas verde pálido. La disponibilidad del manganeso disminuye al incrementar el pH del suelo. El manganeso reacciona con fosfatos y se fija; además se pierde por remoción por plantas, lavado, y erosión. El exceso de manganeso puede ocasionar puntos cafés rodeados de un círculo clorótico en hojas viejas y puede originar deficiencias de otros elementos menores. Las fuentes más comunes que se aplican son el sulfato de manganeso y diferentes tipos de quelatos.

Zinc (Zn)

El nivel de suficiencia de zinc en el follaje varía de 20 a 150 ppm del peso seco; este elemento presenta baja movilidad en suelo y en tejidos vegetales y participa en la síntesis de auxinas, y en las mismas funciones enzimáticas del manganeso y magnesio.

Las plantas deficientes tienen raíces anormales, hojas moteadas, con clorosis intervenal, bronceadas, en “rosete”. Su disponibilidad para las plantas disminuye al incrementarse el pH del suelo. El zinc reacciona fuertemente con fosfatos y otros compuestos y se fija; además se pierde por remoción por plantas, lavado, y erosión.

El cultivo de papa requiere suministro de zinc durante prácticamente todo el ciclo. Las dosis empleadas van desde menos de 0 hasta de 20 unidades, el exceso de zinc puede ocasionar deficiencias de otros elementos menores, particularmente de hierro. Las fuentes más comunes que se aplican son el sulfato de zinc y diferentes tipos de quelatos.

Cobre (Cu)

El cobre alcanza el nivel de suficiencia de entre 5 y 7 ppm del peso seco; la movilidad de este elemento es baja en suelo y en tejidos vegetales y participa como constituyente de la proteína plastocianina del cloroplasto y sirve como parte

del sistema de transporte de electrones ligando los fotosistemas I y II. participa en la síntesis de lignina, y se confactro en la síntesis de ácidos nucleicos.

Las plantas deficientes presentan hojas jóvenes distorsionadas y necrosis en el meristemo apical. La disponibilidad del cobre disminuye al incrementarse el pH del suelo. El exceso de cobre puede ocasionar deficiencia de fierro, clorosis y crecimiento reducido de raíces. Este elemento está deficiente en plantas que crecen en suelos orgánicos.

Las fuentes más comunes que se aplican son el sulfato de cobre y diferentes funguicidas que contienen este elemento.

Boro (B)

El boro tiene su nivel de suficiencia en plantas dicotiledóneas entre 20 y 70 ppm del pesos seco; la movilidad de este elemento es media alta en suelo y muy baja en el floema de las plantas; participa en la síntesis de una de las bases del ácido ribonucleico y en actividades celulares de división, diferenciación, maduración y otras; afecta la floración y la germinación del polen, participa en la estabilidad de la membrana y pared celular e influye en el rendimiento y calidad de frutos.

Las plantas deficientes presentan crecimiento anormal y pequeño en las puntas (zona meristemática) y eventualmente muere ese tejido, generándose brotación de yemas inferiores que producen hojas gruesas, curvas y quebradizas, con entrenudos cortos y hojas enrolladas. En los tubérculos se distinguen manchas necróticas, marrones, con reducción en su calidad culinaria.

El exceso de boro causa amarillamiento en las puntas de las ramas, seguida de necrosis. Su disponibilidad en el suelo disminuye al incrementarse el pH y se puede perder por remoción de las plantas y por lavado.

Las fuentes mas comunes que se aplican son: el borax, el ácido bórico y diferentes boratos; algunos fertilizantes foliares contienen este elemento como complemento.

Molibdeno (Mo)

La concentración del molibdeno es generalmente menor de 15 ppm del peso seco de las plantas; es componente de la nitrogenasa y nitrato reductasa, que son sistemas enzimáticos importantes y participa en la síntesis de proteínas; presenta una movilidad media en el suelo y en tejidos vegetales.

Las plantas deficientes presentan síntomas parecidos a la falta de nitrógeno, las plantas son chaparradas, hojas inferiores cloróticas y secas. Su disponibilidad en el suelo aumenta al elevarse el pH. Las fuentes más comunes de molibdeno que se aplican son los molibdatos. El exceso de molibdeno generalmente no daña a las plantas pero puede causar problemas a los rumiantes que consumen forrajes con concentración mayor de 5 ppm.

Cloro (Cl)

El cloro presenta niveles de suficiencia desde 20 ppm hasta 0.15% o más de la materia seca, en diferentes cultivos, pero no se le ha reportado deficiente en la naturaleza; es móvil en el suelo y poco móvil en la planta y participa y compite con otros aniones nitratos y sulfatos.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Aplicación de Agroquímicos

Este es uno de los factores mas importantes en el cultivo de la papa debido a la gran variedad de patógenos que inciden en el cultivo, donde los agricultores utilizan pesticidas para contrarrestar el deterioro que provocan en la planta las plagas y enfermedades para poder desarrollarse normalmente y dar su mayor rendimiento.

Dentro de los agroquímicos mas utilizados se encuentran insecticidas, fungicidas, bactericidas, nematocidas, y herbicidas, que se deben de aplicar de acuerdo al patógeno que está atacando al cultivo y éstas por lo general son preventivas (antes de que se presente la enfermedad o plaga). Como en el caso de los que se aplican a la siembra dentro del surco y luego se tapan para combatir las plagas y enfermedades del suelo, sin estos la planta casi seguro no podrá sobrevivir, algunos de estos insecticidas y fungicidas son los siguientes:

Furadan (carbofuran)

Contra gusano de alambre, gallina ciega, pulga saltona, (epitrex) etc.

Monceren, amistar etc.

Contra *Rizoctonia solar*, *Streptomyces scabies*, *Spongospora*.

Busan

Fusarium, *Verticilium*.

Actara, temik, confidor

Que son insecticidas sistémicos, contra insectos vectores, como chicharrita, pulgón, trips, mosquita blanca, psilido (*Paratriosa coquerel*) y actúan cuando la planta ya emergió. Es un insecticida que actúa por ingestión y/o curativas (con la enfermedad ya presente y en estado activo) lo cual es mas difícil de erradicar y su costo es mucho mas elevado que el método preventivo.

Factores a Tomar en Cuenta para la Aplicación de Agroquímicos

Para poder hacer las aplicaciones preventivas hay muchos factores que se deben de tomar en cuenta y los siguientes son algunos de ellos:

Clima

Con lluvia o excesiva humedad se activan los hongos y bacterias por los que se deben hacer aplicaciones de fungicidas sistémicos mezclados con fungicidas de contacto por ejemplo: metolaxil que es el ingrediente activo de algunos fungicidas sistémicos contra el tizón tardío combinado con mancozeb que es el ingrediente activo de la planta y el fungicida de contacto protegiendo la superficie de la planta para que no se penetren en los esparangios y se establezca la enfermedad , y en caso de que penetre o ya estuviera presente el metolaxil actúa en su contra y la detiene hasta que la planta desecha la parte afectada por este hongo.

Humedad

Así mismo con alta humedad bajan las poblaciones de insectos pero no se deben dejar de aplicar insecticidas pues aunque en las trampas captadoras de estos bajen las poblaciones en el cultivo si se encuentran presentes.

Maleza

Dentro y fuera del cultivo, para tener un cultivo limpio de malas hierbas se necesita hacer una buena aplicación de herbicida (pre-emergente) como el sencor, éste debe de ser aplicado con humedad en el suelo para que no se vaya del terreno con la tierra seca que se lleva el viento esta aplicación debe ser antes de que emerjan las plantas y se debe de sellar después de su aplicación con un riego ligero que no escurra porque se llevaría el herbicida hacia las partes bajas del terreno y las partes altas atacarían la hierba.

Un cultivo limpio de malas hierbas tiene menos posibilidades de que lo ataquen las plagas y enfermedades por una parte porque las hierbas son hospederas de plagas y de enfermedades virosas, y al no tenerlas nos quitamos esa forma de transmisión. El otro aspecto es que la hierba crece en el cultivo tapando las plantas de papa y por eso los insecticidas y fungicidas no le llegan a las plantas quedando desprotegidas contra los patógenos.

Otro problema de la hierba es que crecen muy grandes durante el ciclo del cultivo y cuando se quiere cosechar las raíces aprisionan las papas hijas y se quedan en el terreno porque la gente no las recoge.

Con poca humedad y altas temperaturas se incrementan drásticamente las poblaciones de insectos por eso se recomienda acortar las aplicaciones de insecticidas para poderlas mantener lo mas bajo posible.

Control Integrado de Plagas y Enfermedades.

Este agrupa varios factores algunos de los cuales son:

- Utilización de variedades resistentes.
- Uso de semilla libre de plagas y/o enfermedades.
- Cultivos del predio para que no halla hierva (hasta que el tamaño de la planta lo permita).
- Saneo (sacando plantas enfermas). En el caso del tizón tardío no se recomienda porque se diseminan las esporas del hongo y sale contraproducente.
- Rotación de ingredientes activos de pesticidas para no crear resistencia en las plagas y enfermedades.
- Rastrear por lo menos de 20 a 30 metros alrededor del cultivo para que no haya plantas hospederas cerca de este.

- Poner trampas captadoras de insectos para saber cuales están presentes en el cultivo y poder elegir el insecticida adecuado para aplicar y mucha observación de campo para detectar las enfermedades y lo más rápido posible atacar con fungicidas específicos para estas.

Las aplicaciones de agroquímicos deben hacerse lo mas temprano posible, cuando los estomas de la planta estén abiertos, ya que estos lo cierran durante el día, y los productos sistémicos penetran adecuadamente.

Tipos de Aspersiones

- Aspersiones foliares que pueden ser fumigaciones con mochila, que se recomiendan para superficies pequeñas.
- Fumigadoras para tractor, con capacidad de 1 a 1.5 has por carga.
- Fumigadoras para tractor a base de aire donde se pueden vaciar hasta 100 lts/ha. y dependiendo del tanque son las has. que aplicas con cada carga que estas son muy recomendables puesto que el aire que expulsan sale a una velocidad de hasta 100 km/h y microniza las gotas de agua teniendo un

evaporamiento mucho mas uniforme que las que utilizan mucho mas agua por hectárea y dejan las gotas mas grandes en las hojas y tallos y por lo tanto quedan huecos en estas sin aplicar y por ahí penetran enfermedades.

- Fumigaciones con avión que requieren 80 litros de agua por ha. pero con la hélice el avión se forma un rizo y se microniza el agua, puede fumigar 5 ha. por carga, pero a veces no llega el producto a las partes mas bajas de las plantas, se recomienda para superficies grandes y terrenos planos.

Agroquímicos más Utilizados en el Cultivo de la Papa

A continuación citare una lista de agroquímicos mas usados en el cultivo de la papa.

Insecticidas

Imidacloprid: 1-((6 cloro-3-piridin-3- ilmetil) – N – nitroimidazolidin – 2 – ilidenamina), nombre comercial: Confidor 350 SC.

Aldicarb: 2 – metil – 2 (metilito) propronanilida O – (metilcarbomoil) oxima, nombre comercial: Temik 15 G.

Carbofurán: (2,3 – dihidro – 2,2 – dimetil – 7 – benzofuranil – metil – carbonato), nombre comercial: Furadán.

Paratión metílico: 0,0 – Dimetil 0 (4 – nitrofenil) fosforo + ioato, nombre comercial: Paratión metílico.

Metamidofos: 0,5–dimetilfósforo – amidotioato, nombre comercial: Metamidofos 600.

Fosfuro de aluminio, nombre comercial: Agrofun 500

Acefate: 0,5 – dimetil acetil fósforo amido amidotioato, nombre comercial: Orthene

Oxidemoton metil: S – (2 – (etilsulfinil) etil)10.0 – dimetil fósforotioato, nombre comercial: Metasistox.

Perifosdel, nombre comercial: Novapro.

Permetrina: 3 – fenoxibencil metil (+) – cistrans – 3 – (2,2 – doclorivinil 2,2 dimetil coclopropano carboxilato, nombre comercial: Permetrina 500 CE.

Fungicidas

Tiabendazol: 2 – (4 – tiazolil) – 1h – benzimidazol, nombre comercial: Tecto 60.

Pencycuron: N – ((4 – cloro fenil) metil) – N – cyclopentyl – N fenil urea, nombre comercial: Monceren 25PH

TCMTB: 2 – (tiacinometiltro) benzotiazol, nombre comercial: Busan

Metalaxil – M: (R) - 2 – (2,6 –dimitilfenil) – metoxi – acetamino) – ácido
propiónico metil éster, nombre comercial: Ridomil Bravo.

Metalaxil – M: (R) - 2 – (2,6 –dimitilfenil) – metoxi – acetilamino) – ácido
propiónico metil éster, nombre comercial: Ridomil Gold 4 E.

Mancozelo + clorotalomil + Cobre, nombre comercial: Cobrezate.

Mancozeb, nombre comercial: Manzate.

Clorotalonil: tetradoroisoftalonitrilo, nombre comercial: Bravo 720.

Fostil-al: tris (0 – etil fosfonato) de aluminio, nombre comercial: Alliete WD6.

Propamocarb clorhidrato: propil ((3 – dimetil amino) propil) carbomato hidrocioruro,
nombre comercial: Previcur N/Llanero.

Oxadixyl: 2 – metoxi – N (2 oxo – 1,3 oxazolidin – 3 il) acet – 2', - 6' – xiliclide,
nombre comercial: Ricoil.

Azoxistrobin: metil (E) – 2 – (2 – (6 – (2 cianofenoxi) pirimidin – 4 iloxil) fenil) – 3
metaxiocrilato, nombre comercial: Amistar.

Thifluzamide: 2'6' – dibromo – 2 metil – 4' – trifluorometoxi, - 4 – trifluorometil – 1,3
– tiazol – 5 carboxanilida, nombre comercial: Pulsor.

Tabuconazate: alfa – (2 – (4 – clorofenil) etil) – alfa – (1,1 – dimetiletil) – iH – 1,2,4
– troazole – 1 etanol, nombre comercial: Folicur.

Propiconazol: 1 – ((2 – (2,4 diclorofenil) – 4 – propil – 1,3 – dioxalan – 2 – 11)
metil) – 1H – 1,2,4 – triazote, nombre comercial: Tilt250 CE.

Herbicidas

Metribuzin: 4 – amina – 6 – (1,1 – dimetiletil) – 3 (metilito) – 1 – 4,2,4 – triazin – 5
(4H) – ona, nombre comercial: Sencor.

Paraquat: sal de dicloro de paraquat (1,1 – dimetil – 4,4, del ion bipyridilo, nombre comercial: Paraquat 480 SC.

Bactericidas

Estreptomina: sulfato de estreptamicina con un contenido de estreptamicina no menor del 76%, nombre comercial: nombre comercial: Bacter Stop.

Reguladores de crecimiento

Ácidos húmicos, fúlvicos y carboxílicos, nombre comercial: Organol.

Hierro (Fe), Magnesio (Mn) y Zinc (Zn), nombre comercial: Codamin 150.

Codasting: es un bioestimulante de aplicación foliar o radicular de gran poder de penetración y rápido efecto, nombre comercial: Codasting

Extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas (27.5%), giberelinas (28 – 50 ppm%), ácido indolacético (12.25 ppm), zeatina (47.80 ppm), caldo de extracto (27.24%) y materia orgánica del extracto (0.26%), nombre comercial: Biozyme.

Fertilizantes foliares

Boro: Bo 9% diluyentes y acondicionadores no más del 91%, nombre comercial: Poliquel Boro.

Fierro: Fe 8%: diluyentes y acondicionadores no más del 92%, nombre comercial: Poliquel Fe.

Zinc: Zn 8%: diluyentes y acondicionadores no más del 92%, nombre comercial: Poliquel zinc.

Fierro Fe 3%, Zinc 4%, Azufre 4%, Magnesio 1%, Manganeso 0.25%, Cobre 0.04%, Molibdeno 0.005%, Boro 0.04%, Cobalto 0.002% - Dil, nombre comercial: Poliquel multi.

Calcio: Ca 10%, Mg 1%, Mb 0.001%, Bo 0.5%, nombre comercial: Poliquel Calcio.

Magnesio: Mg 19%, nombre comercial: Poliquel Mg.

Enfermedades de la Papa Causadas por Hongos

Enfermedades cuarentenadas

Verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum* (*schilb*) perc.

La verruga de la papa ha sido reportada en África, Asia y Norte y Sur de América. En ciertas áreas, la dispersión ha sido frenada a través de cuarentenas muy estrictas.

Hospedantes

La papa es su principal hospedante, aunque el *S. endobioticum* ha sido experimentalmente transferido a otras solanáceas. Las raíces y hojas son afectadas con la formación de esporangios de reposo muy ocasionalmente. Ciertos cultivares de tomate son susceptibles; sin embargo, otras plantas que no son el hospedante primario no son de importancia en el ciclo de vida de la enfermedad.

Síntomas y signos

Las verrugas o agallas del tamaño de un chícharo al tamaño de un mezquino del hombre y se desarrollan ocasionalmente en la base del tallo. El color de las

mismas es de verde a café, llegando a ser negras durante la madurez, finalmente se pudren. las agallas se forman sobre la parte superior del tallo, hoja o flor. aparecen por debajo de la base del tallo, puntas de los estolones y ojos de los tubérculos. Los tubérculos pueden ser deformados o ser reemplazados completamente por las agallas. Las agallas subterráneas son blancas a cafés, llegando a ser negras a través de la pudrición. No se conoce si las raíces son afectadas.

Organismo causal

(*Synchytrium endobioticum* (*schilb*) *perc.* No produce hifas pero penetra en la epidermis del hospedante como zoospora, la cual se hincha para formar un prosoro, dentro del cual se desarrolla el soro. Los soros haploides se forman dentro de las células, cada soro contiene de 1 a 9 esporangios. Los esporangios de reposo son café dorado, esféricos, miden de 35 a 80 μm . en diámetro. La pared del esporangio es delgada y con crestas prominentes, generalmente tres crestas confluentes a los lados del esporangio. Las zoosporas miden de 1.5 a 2.2 μm . en diámetro, son piriformes y motiles, con un solo flagelo posterior. Existe un cierto número de razas fisiológicas del hongo, lo que hace difícil la evaluación de la resistencia.

Histopatología

El desarrollo de los esporangios en el soro se presenta en las células epidermales en de los puntos de crecimiento del tejido meristémico, yemas, puntas de los estolones, o en los primordios de hojas jóvenes. Infectada una célula, se infectan las células circunvecinas. La célula se divide rápido y continúa la infección para formas cigoto o zoosporas haploides que provocan un incremento en el tejido meristemático, dando lugar a infecciones adicionales en otros puntos. La agalla es un sistema ramificado deforme donde las paredes delgadas están compuestas de parenquima. En cultivares inmunes la verruga permanece superficial como una roña, mientras que en cultivares resistentes, la zoospora muere rápido después de la invasión a causa de una reacción de hipersensibilidad (rh) del tejido infectado.

Ciclo de enfermedad

La infección primaria da origen a los esporangios de verano los cuales se forman dentro de sacos membranosos, los cuales producen zoosporas móviles. Las zoosporas se enquistan y penetran a células epidermales del tejido susceptible aproximadamente dos horas después de ser liberadas. Después de un cierto periodo de desarrollo dentro de la planta las zoosporas son liberadas fuera de la planta y pueden infectar tejido meristemático vecino en un ciclo secundario, o puede conjugarse formando un cigoto que reinfecte varias células, dando lugar a

los esporangios de reposo o de invierno. Estos esporangios de reposo son liberados de las agallas a través de la descomposición del tejido del hospedante. El hongo puede sobrevivir en el suelo como esporangio de reposo por periodos muy largos de alrededor de 38 años, bajo condiciones adversas. La dispersión del inoculo ocurre a través de tubérculos con suelo infectado, implementos agrícolas, contenedores, etc.

Epidemiología

El hongo es mas activo cuando existe tejido susceptible presente como brotes en crecimiento, estolones, yemas, ojos. el agua es elemento fundamental para la germinación de los esporangios de verano y de invierno, y dispersión de zoosporas. Los veranos fríos con temperaturas promedio de 18 °C o menos, inviernos de aproximadamente 160 días de 5 °C o menos, y una precipitación anual de 70 cm son condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Las reacciones en el suelo son de menos importancia, pues esta puede prosperar bajo pH de 3.9 a 9.5. El rango de temperatura favorable para la enfermedad va de 12°C a 24°C. *S. endobioticum* está reportado como vector del virus x de la papa.

**Mancha de la Cáscara: (*Polyscytalum pustulans* m.b. ellis (*oospora pustulans* owen
wakef)**

La mancha de la cáscara está reportada en Sudáfrica, Canadá, y EEUU, Chile, Nueva Zelanda y Australia (Tasmania).

Hospedantes

Principalmente papa (*Solanum tuberosum*),pero también afecta raíces de otras solanaceas (*Solanum spp.*, *Lycopersicum spp.*, *Nicotiana spp.*, *Datura spp.*)

Síntomas y signos

En tubérculos almacenados se observan machas aisladas o en grupos, de color negro púrpura, deprimidas pero con el centro mas elevado, de 2 a 4 mm de diámetro, distribuidas al azar o reunidas alrededor de las yemas, cicatrices del estolón o epidermis lesionada. Debajo de tales lesiones el tejido se torna café olivo, esponjoso y bien limitado. Después de la infección, las raíces, estolones y tallos subterráneos desarrollan lesiones discretas de color castaño claro, las cuales se agrandan, oscurecen y rajan transversalmente; el tejido cortical puede llegar a desprenderse. Los botones de los tubérculos almacenados en condiciones húmedas también pueden presentar lesiones de color castaño.

La irregularidad que se presenta en el campo de cultivo, junto con el retardo en la emergencia de las plantas son la consecuencia de una severa infección en los tubérculos usados como semilla.

Organismo causal

Polyscytalum pustulans (owen and wakef.).m.b. ellis (syn *oospora pustulans* wakef.) Las colonias en medio del cultivo son de color gris y apariencia polvorienta. Los conidioforos son erectos, ramificados, de mas de 140u de largo con la parte inferior de color castaño claro y a veces con hinchamientos en la base. los conidios son secos, cilíndricos, en su mayoría unicelulares, pero ocasionalmente presentan una septa; miden de 6 a18 x 2 a 3u y se desarrollan en cadenas que se fragmentan con facilidad. En cultivos viejos pueden formarse micro-esclerocios de mas de 1mm de diámetro.

Histopatología

Los conidios germinan e infectan los tubérculos a través de las lenticelas, yemas y heridas de la epidermis. el hongo ingresa e invade el tejido del tubérculo hasta alcanzar una profundidad de 12 cm., a las dos semanas es detenido por la formación de cambium corchoso; después de dos meses, el tejido infectado se deteriora y las manchas se hacen visibles. Si la formación se retarda por la

aplicación de ciertos inhibidores de brotamiento, el hongo puede penetrar más profundo en el tejido del tubérculo, provocando el desarrollo de manchas grandes. Hacia el final del ciclo de la planta, se forman micro-esclerocios dentro de las células del tejido cortical de tallos y tubérculos en proceso de deterioro.

Ciclo de la enfermedad

Las primeras infecciones se originan a partir del inóculo de los tubérculos utilizados como semilla. inicialmente se desarrollan lesiones de color castaño en los tallos, cerca de la unión con el tubérculo madre y posteriormente en los nudos. El hongo infecta primero los ápices de los estolones y avanza hacia abajo a medida que se van formando las yemas y las escamas de las yemas que van a constituir los ojos del tubérculo. Las infecciones de las partes subterráneas antes de la cosecha y almacenaje, se originan a partir de los conidios que se han formado abundantemente en los tejidos infectados. Los tubérculos infectados generalmente no presentan síntomas durante la cosecha y tanto las manchas de la epidermis como las yemas necróticas de los ojos se observan después de dos meses y se incrementan durante el almacenaje.

Epidemiología

La enfermedad prevalece durante las estaciones de clima fresco y húmedo, y es mas severa en terrenos arcillosos pesados que en suelos arenosos u orgánicos.

La mancha de la epidermis o cáscara es común en aquellos cultivos en donde los tubérculos han sido recogidos húmedos y almacenados en frío (4 °C). Los conidios que se producen en las manchas diseminan la enfermedad en el almacén. En los cultivares de cáscara gruesa el numero de manchas que se forman es muy limitado, pero los cultivares susceptibles a la infección de la cáscara también lo son a la infección de los ojos del tubérculo. La mayoría del inóculo se origina a partir de los tubérculos, semilla infectados, pero los microesclerocitos del hongo que se forman en los tallos determinados pueden tener su viabilidad en el suelo por un periodo de 8 años.

Pudrición Violeta de la Raíz (*Helicobasidium purpureum*)

Con poca frecuencia, la enfermedad se ha encontrado en la mayoría de las áreas de cultivo mas importantes del mundo. Sin embargo tiene un amplio rango de hospedantes que incluyen mas de 160 especies, dentro de las cuales existen varias malezas. Los cultivos mas comunes donde puede encontrarse son papa, zanahoria y betabel.

Otros hospedantes

El hongo parasita un amplio rango de hospedantes, siendo los mas importantes papa, zanahoria alfalfa, espárrago y remolacha azucarera.

Síntomas y signos

Los síntomas son muy evidentes en la parte área de la planta. El follaje puede volverse clorótico y las plantas marchitarse y morir súbitamente en áreas localizadas del campo. Las partes lesionadas subterráneas de la planta se recubren a menudo de una capa micelial de color rojo púrpura. Debajo del micelio los tubérculos pueden presentar manchas húmedas de color gris oscuro, recubiertas de esclerocios redondos de color café oscuro o negro rojizo. El desarrollo del hongo se encuentra mas o menos limitado a las células adyacentes al peridermo del tubérculo. Debajo del desarrollo micelial puede iniciarse una pudrición húmeda.

Organismo causal

(Helicobacidium purpureum) las hifas jóvenes de color violeta claro intensifican su color a medida que envejecen. Las ramificaciones de las hifas emergen en un

ángulo recto de las proximidades de la septa. El micelio es ramificado septado se distribuye uniformemente sobre la superficie del hospedante y ocasionalmente forma coredones claramente visibles.

Ciclo de la enfermedad

El hongo sobrevive de una temporada a otra en forma de esclerocio o micelio, los cuales constituyen el inoculo primario en la siguiente temporada de cultivo. Las basidiosporas también pueden diseminar la enfermedad.

Epidemiología

En los tubérculos infectados con *H. purpureum* crece micelio de color rosado, pequeños fragmentos de 3 a 4 cm. de este micelio permanecen en el suelo durante la primavera y el invierno. El hongo es fácilmente aislado de estos fragmentos se asume que el hongo puede sobrevivir el invierno como fragmentos de micelio grueso, los cuales causan la infección en el próximo ciclo de cultivo. En algunos lugares fuera de Nueva Zelanda, se ha reportado que el hongo sobrevive

como esclerocio en el suelo. En ausencia de papa el hongo puede sobrevivir en otros hospedantes.

En el campo la infección ocurre hasta que las plantas alcanzan 8 semanas de edad, los síntomas no son evidentes hasta el final del cultivo. Si un cultivo se infecta después de alcanzar la madurez hay posibilidades de pérdida total, sin embargo si los tubérculos son cosechados inmediatamente pueden escapar a la infección.

Carbon Buba (*Angiosorus solani*)

La enfermedad se encuentra distribuida en diversas regiones de Sudamérica (Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela). Se sabe de pérdidas hasta del 80% de la cosecha. En Venezuela se señalan pérdidas en rendimiento hasta de un 10 %, en Chile se han constatado pérdidas del 14 al 40% de la cosecha y de hasta un 90% en cultivos en suelos altamente infestados.

Hospedantes

Especies tuberosas de *Solanum s.p.p* *S. tuberosum*, *S. andigenum*, *S. stoloniferu*, *S. tuberosum subsp. andigena*. También encontrado en clones de *S. ajanhuiri*, *S.*

curtilobum, *S. chaucha*, *S. goniocalyx*, *S. phureja*, y *S. stenotomun*. También se ha detectado en *Licopersicon* y *Datura S .tramonium*.

Síntomas y signos

Generalmente no se observan síntomas en la parte aérea de la planta. Los tubérculos afectados tienen en la superficie inchamientos verrugosos que cuando se cortan presentan en el interior soros locales de color castaño oscuro. Las agallas que se forman como consecuencia de la enfermedad tienen apariencia de tubérculos deformados y pueden estar localizadas en los brotes, tallos, estolones y con menos frecuencia en los tubérculos mismos. No hay evidencia de que las raíces lleguen a infectarse.

Organismo causal

Angiosorus solani. Soros con varios lóculos ovales o irregulares de color café oscuro de tamaño variable, pero mayores a 2mm de largo, llenos de masas de esporas, pulverulentos a granulosos cuando se exponen por masas por desintegración del tejido que la rodea.

Histopatología

El tumor se desarrolla debido a la hipertrofia del floema externo y parenquima de tallos y estolones y está constituido principalmente por células parenquimatosas. El micelio del hongo es intercelular de 1.8m de diámetro y produce ramificaciones gruesas provistas de clampas. En la zona del cambium, las hifas del hongo estimulan la proliferación celular.

Ciclo de la enfermedad

El hongo sobrevive en el suelo o en restos de tubérculos infectados pero se desconoce cuanto tiempo puede persistir. Los tubérculos semilla son un medio de transmisión de la enfermedad y constituyen el origen de los primeros focos en una área.

Epidemiología

El desarrollo de la enfermedad es favorecido por alta humedad y suelos alcalinos y posiblemente por la interacción con el nemátodo *Melodogyne incognita*.

Enfermedades Más Comunes en México

Tizón Tardío de la Papa: *Phytophthora infestans de Mont de Bary.*

Las plagas y enfermedades se encuentran entre los problemas mas serios que confrontan los productores de papa. La incidencia de las enfermedades discutidas, es de preocupación para los productores de papa, pero la inquietud es mayor si se trata de tizón tardío, una de las peores enfermedades que afecta a la papa y al jitomate, un “hongo” que puede acabar con una planta en pocas horas. El tizón tardío es considerado la mas importante enfermedad en el mundo; en papa se estiman perdidas en rendimiento de 2.5 billones de dólares cada año. De manera adicional mucho dinero se invierte en el gasto de fungicidas empleados en el manejo de la enfermedad.

Síntomas y signos

Las lesiones de las hojas son muy variadas, dependiendo de la temperatura, humedad, intensidad de la luz y variedad del hospedante. Los síntomas iniciales típicos son manchas pequeñas de color verde claro a verde oscuro, de forma irregular. Bajo condiciones favorables del medio ambiente, las lesiones aumentan de tamaño, se vuelven necróticas y adquieren una coloración castaño a negro púrpura que pueden causar la muerte de los folíolos y diseminarse por los pecíolos hacia el tallo. A menudo se encuentra un halo de color verde claro favorables de

humedad se forma un muldiu constituido por los esporangiófos y esporangios en el borde de las lesiones, observable en el envés de las hojas. En el campo, las plantas dañadas tienen una apariencia de quemadura o daño por heladas (fotos 15 a la 21).

En cultivares susceptibles, la parte externa de los tubérculos afectados presentan áreas irregulares ligeramente hundidas, donde la cáscara toma una coloración castaño rojizo, dentro del tubérculo se extiende hasta una profundidad de 15 mm aproximadamente, lo que varía de acuerdo a la temperatura, tiempo que a transcurrido después de la infección y cultivar; finalmente se presenta una pudrición granular seca de color café canela. En condiciones de almacenamiento frío y húmedo las lesiones se desarrollan lentamente y pueden volverse hundidas después de varios meses. Posterior a la infección de *P. infestans* pueden penetrar otros organismos secundarios (hongos y bacterias) que provocan una completa desintegración del tubérculo.

Organismo causal

Phytophthora infestans (mont) de bary. Los esporangios son hialinos, tienen forma de limón, de pared delgada, tamaño de 21-38 x 12-23 micro m. cada uno tiene una pápula apical. El esporangio se forma en la punta de las ramas del esoprangioforo, éste se hincha ligeramente; el esporangioforo se caracteriza precisamente por la

presencia sucesiva de estos hinchamientos en los puntos donde se forman los esporangios.

Los esporangios pueden germinar a través de un tubo germinativo, pero es más común que liberen ocho zoosporas biflageladas, las cuales nadan libremente en el agua y se enquistan sobre las superficies sólidas; pueden germinar emitiendo tubos germinativos que penetran al hospedante a través de los estomas, pero es más común la formación de un apresorio y la penetración de la hifa es directa a través de la cutícula, una vez dentro de la planta, el micelio cenocítico es intercelular e intracelular a través de haustorios que se extienden de la célula.

La reproducción sexual da origen a las oosporas, las cuales se forman por la unión de el oogonio y el anteridio. Las esporas tienen un diámetro de 24-26 micrometros y germinan y el anteridio. Las esporas tienen un diámetro de 24-26 micrometros y germinan emitiendo un tubo germinativo con un esporangio terminal, el cual libera zoosporas o forma nuevamente un tubo germinativo.

Ciclo de la enfermedad

En la naturaleza, hasta antes de mediados de los 80's, solo se encontraban zoosporas en México, resultado de la presencia de ambos tipos de compatibilidad

(A1 y A2); sin embargo, a finales de los 80`s y principios de los 90`s aparece el tipo A2 en otras partes de Europa, Asia, Sudamérica, USA y Canadá.

Las hojas que tocan el suelo son las primeras en infectarse, lo que indica que las oosporas juegan un papel crucial en la supervivencia de *P. infestans* bajo condiciones adversas. En las áreas tropicales donde el cultivo crece todo el año, la fase de invernación de *P. infestans* no tiene importancia, sin embargo, en lugares donde la diferencia de las estaciones es marcada, la invernación se hace en forma de micelio, ya sea se apilan cerca del campo de cultivo y de almacenes o en los que desechados que se almacenan para semilla. Después de que la planta emerge, el “hongo” invade algunos de los brotes de desarrollo y esporula siempre que las condiciones de humedad sean favorables, produciéndose así el inóculo primario. Una vez realizada la infección primaria, la diseminación se realiza por medio de los esporangios que son transportados por el agua y por el viento.

Los tubérculos de desecho frecuentemente emiten brotes y forman una masa densa de tejido suculento que es fácilmente infectado por *P. infestans* proveniente de los tubérculos enfermos. La esporulación en el follaje produce un gran número de esporangios que infectan los campos vecinos.

Epidemiología

Los tubérculos, especialmente aquellos que no están adecuadamente cubiertos pueden infectarse en el campo, por medio de las esporas que caen de las hojas como consecuencia del lavado que ejerce el agua de riego o de lluvia. El crecimiento rápido de los tubérculos provoca de manera frecuente el agrietamiento del suelo, exponiéndolos a la infección.

Cuando se realiza la cosecha bajo condiciones de humedad, la infección puede producirse por contacto de los tubérculos con esporangios provenientes de la planta madre o del aire. En condiciones óptimas de almacenaje la diseminación de *P. infestans* es muy limitada o nula.

La infección en el campo es exitosa bajo condiciones de baja temperatura y alta humedad, sin embargo, puede realizarse bajo amplio rango de condiciones ambientales y existen informes sobre la presencia de razas del hongo que se presentan a altas temperaturas. La producción de esporangios es mayor a 100% de humedad relativa y 21° C. Los esporangios son muy sensibles a la desecación después de la diseminación ya sea por el viento o por salpicadura de agua y requiere de agua libre para germinar. La temperatura óptima para la germinación indirecta, a través de zoosporas es 12° C, mientras que la germinación directa por formación de tubo germinativo y apresorio en presencia de agua libre y la penetración se realiza con mayor rapidez a 21° C. Las zoosporas no resisten la falta de agua y mueren rápidamente por desecación.

Los sistemas de pronóstico para el tizón tardío, lo mismo que la oportunidad para la aplicación de fungicidas se basan en los registros de temperatura y precipitación (Hyre) o de temperatura y humedad relativa (Wallin), que asumiendo la presencia de inóculo predicen que combina los dos sistemas antes citados es el “Blitecast” (Krause et al), el cual se usa en el noreste de USA para establecer el momento más oportuno de aplicación de fungicidas. En los lugares donde la lluvia y la humedad relativa están estrechamente relacionados, los fungicidas se aplican después de que la precipitación acumulada (12.7) ha lavado teóricamente del follaje de fungicida aplicado.

Costra Negra de la Papa *Rhizoctonia solani* Kuhn.

Se encuentra presente en casi todos los países donde se cultiva papa y en diversos tipos de suelo; causa daños considerables, especialmente bajo condiciones de humedad y frío.

Hospedantes

R. solani es un patógeno de numerosos cultivos y malezas en todo el mundo.

Síntomas

En la superficie de los tubérculos maduros se forman esclerocios de color negro a castaño oscuro, de forma irregular, los cuales no pueden ser removidos al lavar los tubérculos. Los esclerocios pueden ser aplanados o grandes e irregulares. El tubérculo por debajo de epidermis no presenta ninguna anomalía, sin embargo, los daños se perfilan hacia la calidad de los tubérculos y el rendimiento, depresión y necrosis en el extremo de unión con el estolón (fotos de la 22 a la 27).

Los daños más severos a la planta se producen en primavera poco después de la siembra; el hongo mata los brotes subterráneos retardando o anulando su emergencia regular, desigualdad en el crecimiento, plantas débiles, y por lo tanto en el rendimiento. Los brotes que llegan a emerger también se infectan, formándose canchales en los tallos en desarrollo, los que a menudo presentan depresiones que llegan a estrangularlos determinando su colapso.

El estrangulamiento parcial de los tallos puede suscitar una gran diversidad de síntomas, incluyendo retardo en el desarrollo de la planta, arrosetamiento del ápice, necrosis cortical del tejido leñoso, pigmentación púrpura de las hojas, formación de tubérculos aéreos, enrollamiento de las hojas hacia arriba y a

menudo clorosis y amarillamiento que se manifiestan con mayor severidad en la parte apical de la planta.

Las lesiones que se forman en los estolones son de color castaño rojizo y provocan la muerte de los mismos, así como también la malformación de los tubérculos. *R. solani* produce una toxina con efecto regulador del crecimiento, la cual puede ser parcialmente responsable de las malformaciones. Las raíces también son atacadas y destruidas, dando como resultado plantas con sistema radicular muy pobre. La destrucción de las raíces puede ser una consecuencia del estrangulamiento del tallo, lo que además disminuye la translocación de las sustancias fotosintetizadas.

El estado sexual (estado perfecto), se presenta en la superficie de los tallos, por encima de la línea del suelo, formando una capa blanca plumiza sobre la que se originan las basidisporas y le dan a la superficie una apariencia polvorienta.

Organismo causal

Rhizoctonia solani Kuhn (estado imperfecto), *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk (estado perfecto). Las hifas de *Rhizoctonia* son capaces de llevar a cabo la anastomosis (fusión de hifas), por lo que los diferentes aislamientos han sido agrupados en función a esta peculiaridad. Los aislamientos patógenos a papa son

generalmente ubicados en el grupo AG-3. El micelio es casi siempre de color canela o castaño oscuro y las hifas son gruesas (8 a 10 micrometros de diámetro). Las hifas vegetativas jóvenes tienen sus células multinucleadas y se ramifican cerca de la septa distal de la célula. Las características más típicas de *Rhizoctonia solani* son sus ramificaciones en ángulo recto, constricciones en el punto de origen de la ramificación de la hifa, formación de una septa en la rama cerca de su origen y un prominente aparato que conforma el pro de cada septa.

Ciclo de la enfermedad

El patógeno sobrevive de un ciclo a otro en forma de esclerocio en el suelo y sobre los tubérculos o como micelio en restos vegetales en el suelo. En la primavera, cuando las condiciones ambientales son favorables, los esclerocios germinan e infectan los tallos de papa o los brotes emergentes, especialmente a través de heridas. Durante la etapa de crecimiento de las plantas, tanto las raíces como los estolones son invadidos a medida que van desarrollando. La formación de esclerocios sobre los tubérculos nuevos se realiza en cualquier momento, sin embargo, el desarrollo máximo se presenta después de que la planta ha muerto, cuando los tubérculos permanecen aún enterrados.

Epidemiología

La población de *Rhizoctonia solani* en el suelo puede incrementarse cuando se realiza de manera continua y las rotaciones de cultivo son eventuales. El uso de semilla con esclerocios también favorece el incremento del inóculo en el suelo. Las condiciones ambientales que favorecen al patógeno son: baja temperatura del suelo y alto nivel de humedad, el óptimo para el desarrollo de la enfermedad es de 18° C, disminuyendo cuando la temperatura del suelo aumenta. Los altos niveles de humedad y un pobre drenaje, tiende a incrementan la formación de esclerocios sobre los tubérculos recién formados.

No todos los esclerocios que se encuentran sobre los tubérculos tiene capacidad patogénica como para infectar tallos es estolones, sino que varían de formas aviruelas, medianamente viruelas a muy virulentas.

Mancha Plateada de la Papa *Helminthosporium solani* dur. y mont.

La mancha plateada o paño de la papa, es causado por el *Helminthosporium solani*. En años recientes se ha convertido en una enfermedad económicamente importante. El primer reporte de la enfermedad ocurrió en Moscú en 1871; desde entonces esta enfermedad se ha reportado en muchas partes del mundo. A principios del siglo XX. *H. solani* fue considerada una enfermedad menor del cultivo de la papa. Un aumento en la incidencia de la enfermedad fue reportado en 1968; en el presente *H. solani* es considerado un patógeno de gran importancia en todos

los lugares donde se presenta. El incremento en la incidencia de la mancha plateada ha sido atribuida a la pérdida de resistencia en cultivares de papa a *H. solani* y a la inefectividad de las medidas de control de la enfermedad.

Otros hospedantes

H. solani jamás ha sido encontrado en ningún otro hospedante y aún en papa sólo afecta a los tubérculos.

Síntomas y signos

H. solani infecta solo el peridermo (piel) de los tubérculos de papa. A nivel experimental se ha intentado infectar tallos, estolones y raíces, sin mucho éxito, los tubérculos son infectados durante la etapa de crecimiento y las lesiones llegan a ser visibles en un periodo de 3 a 5 semanas. Los síntomas usualmente aparecen al final del estolón de los tubérculos como pequeñas manchas café pálido. Las lesiones pueden ser difíciles de detectar en la cosecha, particularmente si los tubérculos no son lavados. Los tubérculos que parecen estar libres de la enfermedad en la cosecha pueden desarrollar síntomas de almacenaje. Los

síntomas de mancha plateada pueden ser confundidos con antracosis causado por *Colletotrichum coccodes*.

La enfermedad se presenta inicialmente como pequeños puntos circulares definidos de color castaño y márgenes definidos que aumentan hasta cubrir áreas considerables del tubérculo. Las áreas afectadas presentan un brillo plateado característico, especialmente si la superficie del tubérculo está húmeda. El color de las partes afectadas puede oscurecerse con la edad. Si el área afectada es muy extensa, los tubérculos pueden arrugarse durante el almacenaje, debido a la pérdida excesiva de humedad. Las variedades de epidermis roja a perder su coloración normal.

Tanto la antracosis como la mancha plateada producen el mismo tipo de manchas en la superficie del tubérculo y ambas enfermedades pueden presentarse juntas, pero en el caso de la antracosis generalmente se observa la presencia de esclerocios sobre las lesiones y con la mancha plateada, los márgenes de las lesiones jóvenes son más definidos y presentan frecuentemente un polvo oscuro en la superficie, debido a la presencia de conidióforos y conidios.

Organismo causal

H. solani es un hongo imperfecto perteneciente a el orden de los moniliales; su teleomorfo no ha sido descrito y su posición filogenética es incierta. El micelio de *H. solani* es oscuro, frecuentemente es sustrato y los conidióforos y conidios surgen de un estroma, las hifas aparecen en áreas infectadas de los tubérculos. El primer conidio se desarrolla en la punta del conidios subsecuentes se desarrollan basipetalmente en forma verticiliada a los lados de el conidióforo y el promedio va de 5 a 30. *H. solani* produce conidios grandes, cilíndricos, oscuros de 3 a 10 células, ligeramente curvados y de pared gruesa, el tamaño promedio va de 15.0 a 64.0 micro m de largo y 4.0 a 8.1 micro m de ancho. Las lesiones con prolífica producción de conidioforos y conidios son mas oscuras que las lesiones que no presentan esporulación. Sobre las lesiones mas viejas, la mayoría de conióforos y conidios de generaciones sucesivas son producidos en la unión del área de tejido muerto y sano.

Ciclo de la enfermedad

H. solani proviene de los tubérculos infectados utilizados como semilla y son probablemente la principal fuente de inóculo para infectar a la producción de tubérculos nuevos. El patógeno produce estructuras reproductivas, llamadas conidios, sobre la superficie del tubérculo semilla. Estos conidios son lavados por el agua de lluvia o de riego y depositados en el suelo; algunos de estos son depositados cerca de la superficie de tubérculos jóvenes. Los conidios germinan en respuesta a la humedad libre e infectan tubérculos jóvenes directamente a través del peridermo o de las lenticelas. El patógeno entonces coloniza las células

peridermales. La infección puede ocurrir tan rápido como se estén formando los tubérculos y continuar a través de la etapa de crecimiento.

Epidemiología

Para el desarrollo de la enfermedad se requiere de la presencia de alta humedad. Cuanto mayor es el tiempo que permanecen los tubérculos dentro del suelo mayores son las probabilidades de infección y severidad de la enfermedad. Las condiciones mínimas para la infección son de 3° C y 90% de humedad relativa. La incidencia y severidad de la enfermedad se incrementan significativamente durante el almacenaje, si los tubérculos se guardan a humedad relativa y temperaturas altas. La esporulación es abundante en las lesiones viejas, incrementando el potencial de diseminación del inóculo. Algunas variedades pueden ser más susceptibles que otras (fotos 28 y 29).

Marchitez por *Verticillium*

Aparentemente esta enfermedad se encuentra presente en la mayoría de los lugares donde se cultiva la papa, puede ser confundida con otras causas de madurez prematura (fotos 30 y 31).

Hospedantes

V. albo-atrum afecta un amplio rango de hospedantes de plantas dicotiledóneas, tanto herbáceas como leñosas. *V. dahliae* más de 50 especies en familiar. Las gramíneas además de otras monocotiledóneas no son consideradas como hospedantes de ambas especies.

Síntomas y signos

La marchitez por *Verticillium* causa senescencia prematura de la planta. Las hojas se tornan verde pálido o amarillo y mueren jóvenes, dando lugar a lo que se conocen como muerte prematura o madurez prematura. Las plantas pierden turgencia y se marchitan, especialmente en días soleados y calurosos, en cualquier época del periodo del cultivo, pero generalmente se observa este síntoma en tallos aislados o en las hojas de un solo lado del tallo.

El tejido vascular en la parte afectada se vuelve castaño claro, lo que se observa mejor cuando se hace un corte a nivel del cuello. En suelos con alta humedad y buena fertilización se nota un estriado del tallo en cierto cultivares. Los tubérculos de las plantas afectadas, aunque no necesariamente todos, muestran una coloración café claro en el anillo vascular, la cual pulpa; en estas condiciones se

forman cavidades en la parte interna del tubérculo. El tejido que rodea los ojos, también se decolora, adquiriendo un tinte rosado o canela que forma manchones en la superficie de los tubérculos afectados.

Organismo causal

Verticilium albo-atrum, *reinke* y *berth*, desarrollan un micelio de supervivencia septado sobre los tallos en el campo y también en medio del cultivo, en contraste con *V. dahliae* que forma cordones oscuros de micelio con microesclerocios negros de pared gruesa, de 30 a 60 micro de diámetro. Las hifas vegetativas de ambos son similares, de 2 a 4 micro de diámetro, y de hialias. Los conidioforos son septados, hinchados en la base, dispuestos en forma verticiliada y tienen ramas laterales. Los primeros coincidios que se forman en *Verticilium albo-atrum* son de 6 a 12 x 2.5 a 3 micro y los de *V. dahliae* son de 3 a 5.5 x 1.5 a 2 micro. Los conidios que se forman después, particularmente en medio de cultivo son mas pequeños de 3 a 6 x 2 a 3 micro. Generalmente los conidios son unicelulares, pero pueden tener una septa.

Ciclo de la enfermedad

El hongo sobrevive al invierno en el suelo, en residuos de plantas o en tubérculos infectados como micelio, o como estructuras de resistencia (microesclerocios). La

infección se realiza a través de los pelos radiculares, aquellas heridas que incluyen en el punto de emergencia de las raíces adventicias, y a través de los brotes y superficies foliares. Las hifas avanzan inter e intracelularmente hacia el xilema. Es probable el transporte de conidios por el interior del sistema vascular.

Los conidios tiene una vida corta ya que no soportan la falta de humedad. Los propágulos infecciosos de micelio oscuro y los microesclerocios son generalmente muy efimeros, aunque el periodo de supervivencia está relacionado al tipo de suelo y es muy limitado bajo condiciones anaeróbicas.

Epidemiología

Las temperaturas altas de 22 a 25° C favorecen el desarrollo de *V. dahliae*, mientras que *Verticillium albo-atrum* es más virulento a temperaturas más bajas de 16 a 27° C. La rotación con cultivos susceptibles, se incrementa el inóculo en el suelo. Otros factores que favorecen la incidencia y severidad de la enfermedad es el empleo de cultivares susceptibles.

El inóculo del suelo que se adhiere a la superficie de los tubérculos es más importante que aquel proveniente del tejido vascular al inicio de los síntomas de marchitez, el inóculo puede ser distribuido a grandes distancias por suelo contaminado que se adhiere a la superficie de la semilla, y de campo a campo por el equipo agrícola contaminado por el agua de riego. El inóculo puede también ser transportado por el viento y diseminado de planta a planta por contacto radicular.

Pudriciones Secas por *Fusarium*

La enfermedad es de distribución mundial.

Hospedantes

Generalmente *Fusarium* que infecta tubérculos de papa no infecta otras partes de la misma planta.

Síntomas y signos

La pudrición seca por *Fusarium* afecta a los tubérculos en almacenaje y a los que usan como semilla propagativa. En los tubérculos, las lesiones que se inician en las heridas, se hacen evidentes alrededor de un mes después del almacenaje. La infección se va extendiendo lentamente y en una herida aparece una zona deprimida más oscura. La piel del tubérculo se agrieta y se pliega en círculos concéntricos más o menos ondulados. Esto va acompañado a nivel de las grietas, de pequeños cojincitos blancos de 2 a 3 mm de diámetro aproximadamente, los cuales contiene micelio y conidios. Los tubérculos podridos se arrugan y finalmente se momifican.

La necrosis interna toma una coloración café que varia desde claro hasta chocolatoso, con el borde ligeramente necrosado que se distingue por una coloración mas oscura. Los bordes de la lesión en progreso mantiene una coloración castaña, para el tejido necrosado viejo adopta una variedad de colores, forma cavidades tapizadas de micelio y se seca tomando consistencia de madera podrida. En condiciones de almacenaje cuando existe alta humedad relativa, los tubérculos son invadidos por *Erwinia spp* como infección secundaria.

En el campo puede pasar desapercibido el arrugamiento de la semilla entera o las concavidades de la semilla fraccionada que son muy evidentes en el almacén. La superficie que queda por encima de la lesión es de color castaño y el tejido neocrítico infectados por *Fusarium* tienen gran variabilidad en el tamaño de las plantas. A menudo, de todo lo que debería ser una mata emerge solo un brote, el

cual es pequeño, crece lentamente, produce pocos tubérculos y tiene una alta incidencia de pierna negra (fotos de la 32 a la 35).

Organismo causal

Fusarium solani y *Fusarium roseum*, son los implicados en la pudrición seca de la semilla. En algunas regiones una de las especies domina sobre la otra, pero a menudo ambas están asociadas con la semilla. *Fusarium solani* se encuentra con mas frecuencia. Ambos crecen y se mantienen en papa-dextrosa-agar. *Fusarium roseum* crece más rápido; forma una capa micelial blanca y abundantes conidios color rosado salmón. *Fusarium solani* crece más lento; forma una capa más densa de micelio blanco que produce rojizo con la edad y esporula en medio de cultivo en forma más pobre *Fusarium roseum*.

Ciclo de la enfermedad

Las especies de *Fusarium roseum*, son los implicados en la pudrición seca de semilla. En algunas regiones una de las especies domina sobre la otra, pero a menudo ambas están asociadas con la semilla. *Fusarium solani* se encuentra con mas frecuencia. Ambos crecen y se mantiene en papa-dextrosa-agar. *Fusarium roseum* crece más rápido; forma una capa micelial blanca y abundantes conidios color rosado salmón. *Fusarium solani* crece más lento; forma una capa más densa

de micelio blanco que produce rojizo con la edad y esporula en medio de cultivo en forma más pobre *Fusarium roseum*.

Las especies de *Fusarium* son comúnmente encontradas sobre los tubérculos utilizados como semilla, sin embargo, también sobreviven de los tubérculos a partir de los cuales los propágulos contaminan los envases, en el equipo usado para la recolección y almacenamiento, e inoculan las heridas provocadas durante el transporte de la semilla, especialmente cuando se trata de semilla cortada. La semilla entera o fraccionada que se ha infectado, se pudre e infesta el suelo que queda adherido a la superficie de los tubérculos cosechados.

Epidemiología

La susceptibilidad a las especies de *Fusarium* varía con el cultivar. Los tubérculos son resistentes a la infección al momento de la cosecha; la susceptibilidad se incrementa durante el almacenaje y alcanza su máximo a principios de la primavera o alrededor del tiempo de la siembra.

La cicatrización oportuna puede reducir la infección. La deposición de suberina en la pared celular no previene la infección, pero el peridermo de cicatrización sí es efectivo. El peridermo, en las zonas lesionadas del tubérculo se forma en 3 a 4 días a 21° C, cuando la humedad y aereación son adecuadas; pero el proceso es más lento a temperaturas mas bajas. Por ejemplo, a 15 a 20° C y alta humedad relativa. Una humedad relativa mayor al 70% no afecta el desarrollo de la pudrición, pero cuando esta es menor la infección y desarrollo de la pudrición se retardan. La enfermedad continúa desarrollándose lentamente a temperaturas más frías.

En el campo puede pasar desapercibido el arrugamiento de la semilla entera o las concavidades de la semilla fraccionada que son muy evidentes en el almacén. La superficie que queda por encima de la lesión es de color castaño y el tejido necrótico que se encuentra debajo presenta algunas concavidades. Los campos de papa infectados de *Fusarium* tienen gran variabilidad en el tamaño de las plantas. A menudo, de todo lo que debería ser una mata emerge solo un brote, el cual es pequeño, crece lentamente, produce pocos tubérculos y tiene una alta incidencia de pierna negra.

Organismo causal

Fusarium solani y *Fusarium roseum*, son los implicados en la pudrición seca de la

semilla. En algunas regiones una de las especies domina sobre la otra, pero a menudo ambas están asociadas con la semilla. *Fusarium solani* se encuentra con más frecuencia. ambos crecen y se mantienen en papa-dextrosa-agar. *Fusarium roseum* crece más rápido; forma una capa micelial blanca y abundantes conidios color rosado salmón *Fusarium solani* crece mas lento; forma una capa más densa de micelio blanco que produce un pigmento rojizo con la edad y esporula en medio de cultivo en forma más pobre que *Fusarium roseum*.

Ciclo de la enfermedad. las especies de *Fusarium* son comúnmente encontradas sobre los tubérculos utilizados como semilla, sin embargo, también sobreviven por largos periodos en el suelo. El inóculo primario se mantiene en la superficie de los tubérculos, a partir de los cuales los propágulos contaminan los envases, en el equipo usado para la recolección y almacenamiento, e inoculan las heridas provocadas durante el transporte de la semilla, especialmente cuando se trata de semilla cortada. La semilla entera o fraccionada que se ha infectado, se pudre e infesta el suelo que queda adherido a la superficie de los tubérculos cosechados.

Roña Pulverulenta de la papa *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh.

Se encuentra prácticamente en todos los lugares donde se cultiva papa.

Hospedantes

Este organismo infecta y completa su ciclo de vida sobre diversas especies tuberíferas de *Solanum* y sobre raíces de *Solanum nigrum* L. y *Nicotiana rustica*.

Síntomas y signos

La infección de los tubérculos en las lenticelas, heridas y con menos frecuencia en los ojos, se presenta a manera de pústulas de color café castaño purpúreo, de 0.5 a 2 mm de diámetro, que se extienden lateralmente debajo del peridermo formando lesiones levantadas en forma de granos. El aumento de tamaño y división de la células parasitadas empuja y rompe el peridermo, formando proyecciones de color blanco con apariencia de verrugas.

Debajo de la lesión se forma peridermo de cicatrización, el que se va oscureciendo gradualmente y se deteriora, dejando una depresión superficial viene de una masa polvorienta de esporas aglutinadas o quistosoro, de color café oscuro la lesión está generalmente circunscrita por los bordes levantados del peridermo desgarrado. Cuando hay exceso de humedad en el suelo no se forma peridermo de cicatrización, entonces la lesión se expande en profundidad y extensión, formando áreas con cavidades o verrugas grandes, constituyendo así la forma ulcerosa de la roña.

Durante el almacenaje la roña puede causar pudrición seca o formar un mayor

número de pústulas. Cuando el tejido infectado no emerge a través del peridermo, la infección y necrosis se extiende lateralmente produciendo uno o dos anillos necróticos que rodean el punto de infección original. Si el peridermo se desgarró bajo condiciones de humedad, las lesiones aumentan de tamaño, con posibilidad de formar verrugas secundarias junto a las verrugas primarias, con un poco o nada de necrosis debajo de la epidermis.

La infección de las raíces y estolones es similar a la que presentan los tubérculos con pequeñas manchas necróticas que se convierten en verrugas de color blanco lechoso, de 1 a 10 mm o más de diámetro. Las agallas que se forman en las raíces pueden ser tan serias como para producir la marchitez y muerte de la planta. A medida que las verrugas maduran, adquieren un tono café oscuro y gradualmente desintegran, liberando hacia el suelo masas de esporas.

Organismo causal

Spongospora subterranea (wallr.) lagerh. Es miembro de plasmodiophorales. Las masas de esporas (quistosoros) son ovoides, irregulares, alargados, de 19 a 85 μ m de diámetro, constituidos por un conglomerado de esporas (quistes) de reposo fuertemente aglutinadas entre sí. La espora individualmente poliédrica, de 3.5 a 4.5 μ m de diámetro, de pared lisa delgada, color café amarillento. Las zoosporas

primarias y secundarias son uninucleadas, de forma ovoide a esférica, de 2.5 a 4.6 μ m de diámetro, con dos flagelos de tamaño desigual (13.7 y 4.35 μ m).

Ciclo de la enfermedad

Las masas de esporas, constituidas por un conjunto de esporas de reposo se conservan en el suelo. Estimuladas por la presencia de raíces de plantas susceptibles germinan produciendo zoosporas primarias, las cuales ingresan a las células epidérmicas de las raíces, estolones o pelos radiculares, donde producen masas multinucleadas (plasmodio esporangial) que origina las zoosporas secundarias. Éstas últimas diseminan la infección hacia las raíces y tubérculos. Las células del hospedante estimuladas por la invasión de las zoosporas secundarias se agrandan y se multiplican, formándose de esta manera las agallas. Dentro de las agallas se forman las masas de esporas de reposo.

Epidemiología

El inóculo se disemina por el viento y por los tubérculos portadores de esporas de reposo. La infección temprana de los tubérculos y raíces es favorecida por la presencia de alta humedad y temperaturas baja en el suelo. Los quistes pueden sobrevivir en el suelo por mas de 6 años.

El tiempo requerido desde el inicio de la infección de las raíces y tubérculos, hasta la formación de las agallas es de menos de 3 semanas a una temperatura de 16 a 20 ° C. La roña se presenta en suelos con pH entre 4.7 y 7.6. *S. subterranea* es un vector del PMTV (potato mop-top virus).

Esclerotiniosis *Sclerotinia sclerotiorum*

Esta enfermedad afecta la papa sobre todo en las zonas tropicales frías y en las zonas templadas. Puede causar daños importantes en la papa cuando el cultivo de rotación incluye hortalizas susceptibles - frijol, lechuga, tomate, apio, coliflor y repollo. El tiempo frío y húmedo favorece la enfermedad.

Síntomas

Las lesiones del tallo se producen al nivel del suelo o cerca de las axilas foliares y son ligeramente hundidas, ovaladas o alargadas, extendiéndose hacia arriba por el tallo. De aspecto húmedo al principio, las lesiones acuosas se vuelven de color marrón, blancas en el centro, anilladas o localizadas. Los tallos afectados llegan a estar cubiertos por una capa de micelio blanco (fotos de la 37 a la 40).

La médula central se destruye y el vacío se llena con un micelio blanco que posteriormente se transforma en esclerocios duros negros, de 0.5 a 1.0 cm de largo. Los ápices suelen marchitarse y el tallo se parte o se quiebra al nivel del suelo. Los tubérculos cercanos a la superficie del suelo se arrugan, se oscurecen superficialmente y se tornan acuosos. Posteriormente, las cavidades se llenan con un micelio blanco y con esclerocios.

Cuando los esclerocios germinan, forman capas miceliales o pequeños apotecios en forma truncada desde los cuales las esporas se transportan por el viento a infectan las hojas y los tallos de muchos cultivos y malezas dicotiledóneas.

Control

Los esclerocios son de vida larga pero pueden ser eliminados por inundación durante unas cinco semanas. La rotación con cultivos no susceptibles, incluyendo el cultivo de papa cada tercer año, junto con la remoción y destrucción de las plantas infectadas, ayuda a reducir la incidencia de esta enfermedad. No se debe permitir la sobre irrigación.

Nemátodos que Afectan al Cultivo de la Papa

Los nemátodos representan un grupo de patógenos que limitan la producción de papa (*Solanum tuberosum L.*), en muchos lugares del mundo. Se tienen reportes de al menos 68 especies pertenecientes a 24 géneros de nemátodos que afectan al cultivo. A continuación se describen de manera general los más importantes:

Globodera spp. (nemata:heteroderidae)

Inicialmente, fueron conocidos como *Heterodera rostochiensis* a las especies formadoras de quistes que afectan a la papa; posteriormente, hubo una separación a dos especies, dando el nombre de *H. rostochiensis* a las hembras quísticas que daban un aspecto dorado y *H. pallida* a los quistes con aspecto crema. Más tarde, se propuso un subgénero denominado *Globodera* al que finalmente fue reconocido a nivel de género.

Éstas especies formadoras de quistes tienen su centro de origen en Sudamérica, las cuales fueron introducidas a Europa y de ahí a diversos lugares de mundo.

Actualmente ya sea una o ambas especies se encuentran diseminadas en 58 países.

Síntomas

Los síntomas de los nematodos formadores de quistes son un pobre crecimiento de las plantas, que pueden confundirse con deficiencias nutrimentales y localizadas en manchones. durante el periodo de floración del cultivo, las hembras blancas e inmaduras irrumpen a través de la epidermis de la raíz. las hembras de *G. rostochiensis* se desarrollan pasando por una fase amarillo-dorado antes de tomar una coloración castaño, de donde proviene el nombre común de “nematodo dorado”. Las hembras de *G. pallida* son de color blanco o crema antes de adquirir el aspecto castaño. Ambas especies permanecen entre los residuos de cosecha, constituyendo el inóculo inicial para el siguiente ciclo de cultivo. También los tubérculos son afectados de manera directa por estos nemátodos.

Diagnosia y biología

Los nematodos formadores de quistes son endoparásitos seniles en los cuales se observa un marcado dimorfismo sexual; ya que las hembras en estado adulto son esféricas y los machos son filiformes. Las hembras dan origen a la formación de quistes, en cuyo interior se encuentran más de 400 huevos por quiste, los cuales pueden permanecer viables hasta por 20 años; éstos en presencia de hospedante

susceptible, favorecidos por los exudados radicales y condiciones ambientales llegan a eclosionar entre 60-80%. el primer estadio juvenil se desarrolla dentro del huevo y cuando éste eclosiona da lugar al juvenil del segundo estadio, que constituye el estadio infectivo que penetra cerca de los puntos de crecimiento de la raíz, migra intercelularmente, se establece de forma sedentaria y se alimenta principalmente del periciclo y de la células de la endodermis. Inyecta secreciones glandulares que inducen un alargamiento de las células del hospedante las cuales coalescen formándose los sincitios.

Las especies de nematodos formadores de quistes presentan el mismo ciclo biológico (figura 1) salvo ciertas peculiaridades, son muy similares y se distinguen una de otras a través de pequeñas diferencias y características morfológicas y morfométricas. El uso de cortes fenestrales en los quistes y las características de los juveniles del segundo estadio son la mejor forma de diagnosis entre las especies, además de que son las fases más fáciles de obtener.

Los quistes de *G. rostochiensis* se diferencian de *G. pallida* por la distancia promedio entre el ano y la vulva, de 60 comparado con 44 micras, respectivamente; mayor promedio en el número de anillos cuticulares entre el ano y la vulva de 21 contra 12; las hembras son de color dorado en *G. rostochiensis* y crema en *G. pallida*, antes de que ambas tomen una coloración castaño. el largo

del cuerpo de juveniles del segundo estadio, estilete y cola son generalmente mayores en *G. pallida* que en *G. rostochiensis*.

Estas especies pueden ser también identificadas mediante el uso de anticuerpos monoclonales, técnicas bioquímicas y pruebas de ADN.

***Meloidogyne* spp (nemata: teteroderidae)**

Los nemátodos agalladores de las especies de *Meloidogyne*, inducen cuantiosas pérdidas en lugares donde los suelos y la temperatura son favorables para su desarrollo y en los lugares donde las rotaciones son con cultivos susceptibles. A nivel mundial se consideran tres especies como más importantes que afectan al cultivo de papa; *M. incógnita*, *M. hapla* y *M. chitwoodi*.

Síntomas

Los síntomas en la parte aérea no son específicos cuando las plantas son atacadas por las especies de *Meloidogyne*, ya que depende de altas densidades poblacionales del nematodo para observar achaparramientos y una marchitez severa en horas de insolación y ausencia de humedad del suelo.

En la mayoría de los casos la infección inicia en la zona de crecimiento de las raíces, el juvenil J₂ es el que inicia la formación de sitios de alimentación los cuales se transforman en células gigantes multinucleadas, que a diferencia de los sincitios inducidos por los formadores de quistes, en éstas tiene lugar una división nuclear (cariocinesis) pero no celular (citoquinesis). producto de la hipertrofia e hiperplasia se observan agallas en la raíz, las cuales en el caso de *M. hapla* son pequeñas y se observan en su parte lateral, *M. chitwoodi* puede o no formar pequeñas agallas, sin embargo, se pueden encontrar hembras esféricas en la superficie de la raíz y una gran cantidad de masas de huevos. El daño más evidente se observa en los tubérculos que presentan un aspecto “mezquinoso” el cual demerita la calidad en su comercialización y constituye una de las principales formas de diseminación del nematodo, además del agua, herramienta, implementos agrícolas, entre otras. frecuentemente, el parasitismo de *Meloidogyne spp.* se encuentra asociado con el ataque de otros patógenos, lo que resulta en un complejo sinergista de la enfermedad, tal es la asociación con los hongos; *Verticillium spp.*, *Fusarium spp.* y *Rhizoctonia spp.* y bacterias como *Ralstonia solanacearum* y *Erwinia spp.*

Diagnosis

Hembras maduras obesas con cuello corto de hábito endoparasítico sésil, anillos presentes en todo el cuerno y formando alrededor de la vulva y el ano un patrón cuticular que es utilizado para la identificación de especies.

Presencia del poro excretor anterior al bulbo medio. Las hembras ponen los huevos en una masa gelatinosa, los machos se caracterizan por carecer de alas caudales.

Pratylenchus spp. (Nemata Pratylenchidae)

Existen al menos 15 especies de *Pratylenchus* que parasitan al cultivo de la papa en todo el mundo, las especies más comunes son: *Ir Penetrans*, *P. crenatus*, *P. neglectus*, *P. hallen*, *P. thomei* y *P. scribneri*; los cuales están también adaptados a condiciones tropicales.

Síntomas

Son nematodos endoparásitos migratorios, los cuales inducen síntomas en manchones donde se observan un deterioro en el crecimiento de las plantas, ocasionalmente con clorosis. En el sistema radical donde usualmente se encuentran los sitios de alimentación del nematodo se observan tejido necrótico, el cual puede ser invadido por organismos secundarios, originándose complejos

patológicos. a menudo, estos nematodos están asociados con hongos que inducen marchitez como *Fusarium spp.* y *Verticillium spp.* Las especies de *Pratylenchus* que atacan papa tiene una amplia gama de hospedantes por ejemplo, *P. penetrans* tiene más de 164 especies botánicas como hospedantes.

Los nematodos pueden ser extraídos de Las raíces para ser identificados y cuantificados. algunas especies pueden afectar a los tubérculos (*Ir scriberi*~ *P. penetrans* y *P. neglectus*) y los daños varían según la especies.

Pratylenchus spp. es el segundo género de importancia después de *Meloidogyne spp.* en hortalizas. Los factores mas importantes en la biología de *Pratylenchus spp.* son; temperatura, humedad, pH, contenido de materia orgánica y textura del suelo. Por ejemplo; *P. brachyurus*, tiene una reproducción óptima entre 26 a 30° c a 15 °C, su ciclo biológico lo completa en 14 semanas, mientras que a 30 °C lo realiza en 4 semanas, *P. penetrans* se reproduce de manera óptima a un pH entre 5.2 — 6.4,

Diagnosis

Machos y hembras son filiformes, colas cónicas con terminación redondeada. Fasmidios presentes a corta distancia o posterior al ano o a nivel de la cloaca. Con sobreposición ventral de las glándulas esofágicas, hembras con una gánoda, estilete pequeño pero robusto.

Nacobbus aberrans (nematoda:Pratylenchidae)

Este nematodo es conocido como nematodo falso nodulador o nematodo del rosario, fue reportado por primera vez por Cobb en 1918. En México se detectó en 1967 por Brunner en plantas de chile (*Capsicum annuum l.*); actualmente, se encuentra distribuido en al menos 10 estados de la República Mexicana afectando también frijol (*Phaseolus vulgaris l.*) y tomate (*Lycopersicon esculentum mill.*). En Sudamérica es considerado uno de los patógenos de mayor importancia en el cultivo de papa (*S. tuberosum*), en Bolivia induce pérdidas de producción del 10.9 - 61.5% y hasta un 90% en interacción con el hongo *Spongospora subterranea*.

Síntomas

Son hipertrofia, hiperplasia y necrosis de raíz, lo cual se manifiesta con la formación de agallas, dispuestas individualmente y de manera sucesiva razón por la cual se le denomina nematodo del “rosario”. El tamaño de la agallas depende de la densidad del nematodo y tamaño de raíz. A pesar de que *N. aberrans* ataca a los tubérculos penetrando la epidermis y llegando a una profundidad de 1 — 2 mm, no provoca síntomas que se puedan reconocer fácilmente. Otros síntomas incluyen

producción de raíces secundarias las que frecuentemente se muestran torcidas ya que el tejido vascular se obstruye, existe además una reducción del crecimiento de la parte aérea, enrollamiento de hojas, clorosis, marchitez (cuando existe poca humedad en el suelo) y disminución en la cantidad y calidad de tubérculos.

Diagnosis

Las hembras grávidas de forma de huso o globosa, se desarrollan después de cuatro estadios juveniles y una adulta migratoria joven, presentan una sola gónoda, glándulas esofágicas sobrepuestas dorsalmente al intestino. Los juveniles del tercero y cuarto estadio presentes en la raíz, se encuentran enrollados y son relativamente inactivos a diferencia de los juveniles del segundo estadio. Todas las fases jóvenes son infectivas. La hembra adulta sedentaria induce un sincitio, produce una masa gelatinosa (donde finalmente deposita los huevos) y es atrayente para los machos, los cuales son filiformes y con alas caudales. El tiempo necesario para que se lleve a cabo una generación es de 25-50 días, la cual depende de temperatura y hospedante. Por lo general se tiene tres o más generaciones poblacionales del nematodo durante todo el ciclo del cultivo.

Ditylenchus spp. (nemata:anguinidae)

Las dos especies que atacan a papa son muy similares morfológicamente pero diferentes en patogenicidad. *Ditylenchus dipsaci* puede infectar tallos, hojas y tubérculos, mientras que *D. destructor* infecta solamente estolones y tubérculos. Otra diferencia importante entre estas especies es que *D. dipsaci* solo parasita plantas superiores, en cambio *D. destructor* puede también tener un hábito micófago.

Síntomas

Ambas especies inducen pudriciones secas en los tubérculos de papa, la inducida por *D. Dipsaci* tiende a ser más profunda mientras que *D. destructor* es más superficial. Los tallos y hojas del cultivo en períodos de alta humedad relativa pueden ser infectados por *D. dipsaci*, ocasionando distorsión de tallos y pecíolos.

Los tubérculos infectados por *D. destructor* muestran áreas de consistencia seca granular y a medida que éstas se unen, el tejido se oscurece por invasión de organismos secundarios como hongos y bacterias. La epidermis se torna delgada de aspecto papeloso y se resquebraja debido a que el tejido subepidérmico se seca y se encoge. Bajo condiciones favorables para el desarrollo del nematodo en campo o almacén, los tubérculos pueden llegar a destruirse como consecuencia de una pudrición bacteriana húmeda.

Diagnosis

Hembras maduras cilíndricas, anchas pero no globosas, con una gónada, región labial baja, aplanada continua o ligeramente separada del cuerpo. Ausencia de esqueleto cefálico o débil.

***Belonolaimus longicaudatus* (nemata *Belonolaimidae*)**

Es un nematodo ectoparásito que se alimenta de la zona de crecimiento de la raíz y de las partes superficiales de pequeñas raíces. En el noreste de Florida, USA, se tienen registrados severos daños en el cultivo de papa.

Diagnosis

Son nemátodos filiformes con un esqueleto cefálico débil o fuertemente esclerotizado, con un estilete delgado pero largo (60-150 micras), metacoprus musculosos y válvula prominente, hembras con dos gónodas y cola redondeada.

***Tichodorus spp.* y *Paratrichodorus spp.* (nemata: *Trichodoridae*)**

Los nemátodos “stubby-root” (*Trihodorus spp.* y *Paratrichodorus spp.*) son ectoparásitos, los cuales se alimentan principalmente de raíces de crecimiento induciendo el síntoma conocido como “stubby”. Este daño puede ser severo y afectar el crecimiento y desarrollo del cultivo; sin embargo, estos patógenos son más importantes por la capacidad que tienen en transmitir virus del grupo de los tobavirus; en papa se transmite el Tobacco Rattle Virus (TRV).

Síntomas

Existe un detenimiento en crecimiento de las plantas, por la destrucción de raíces alimenticias. las plantas infectadas por TRV, son inducidas a producir tubérculos superficiales de tamaño irregular, con lesiones concéntricas de color castaño. existe necrosis interna en los tubérculos. estos nematodos son favorecidos por los suelos arenosos.

. Principales Plagas de la Papa en México

La papa *Solanum tuberosum l.*, es uno de los cultivos alimenticios más importantes del mundo. En México, se cultivan alrededor de 70 mil hectáreas distribuidas en 16

entidades federativas del país y con un rendimiento promedio de 17 t/ha. Esta producción, frecuentemente es afectada por la presencia de plagas, por lo que su manejo y control son importantes.

En la papa, se han reportado, al nivel mundial, 57 especies de insectos plaga atacándolo. En México, no es tan numerosa la lista de plagas que afectan al cultivo, pero si se encuentran en nuestro país plagas que pueden causar graves daños si no son controladas a tiempo.

Principales Plagas

Una de las principales plagas de la papa en México es la catarinita *L. Eptinotarsa undecemlineata stal* (*Decemllneata kroatz*), a las chicharritas *Empoasca abrupta G. & D.*, *E. y E. Solana delong*, a la palomilla *Pthorimaea (gnorimoschema) operculella (zeller)*, a los picudos *Epicaerus cognatus sharp* y *Phyrdenus muríceus german*, y al pulgón *Myzus persicae (sulzer)*; como otros insectos perjudiciales del cultivo, menciona al minador *Liriomyza sp.*, a la mosca *Oedicarena latifrons (van der wulp)*, a las pulgas negras *Epitrix spp.* y al pulgón saltador *Para trioza cockerelli (sulc)*.

La SARH reporta que los principales insectos perjudiciales de la papa son los rayadores de la papa o pulgas negras saltonas *Epitrix spp.*, la catarinita de la papa *Leptinotarsa decemlineata* Kroatz; las chicharritas *Empoasca kraemeri* Ross & Moore, *E. solana* Delong y *E. abrupta* G. y D.; la mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), la palomilla de la papa *Phthorimaea (gnorimoschema) operculella* (Zeller), el picudo barrenador *Phyrdenus muriceus* Germán, el picudo de la papa *Epicaerus cognatus* Sharp y el pulgón *Myzus persicae* (Sulzer); y como otros insectos perjudiciales a las gallinas ciegas *Phyllophaga spp.*, gusanos de alambre *Agriotes spp.* y *Melanotus spp.*, al gusano falso medidor *Trichoplusia ni* (Hübner), al gusano soldado *Spodoptera (L. aphygma) exigua*, al minador *Liriomyza sp.*, a la mosca *Oedicarena latifrons* (Van der Wulp), al pulgón *Macrosiphum solanifolii (euphorbiae) ashmead* y al pulgón saltón *Paratrioza cockerelli* (Sulz.).

También se reporta como especies de insectos económicamente importantes en el cultivo de la papa en México a la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller), al picudo de la papa *Epicaerus cognatus* (Sharp), a la pulga saltona de la papa *Epitrix cucumeris* (Harris), a las diabroticas *Diabrotica spp.*, al pulgón verde del durazno *Myzus persicae* (Sulzer) y a la chicharrita *Empoasca solana* Delong; y como plagas secundarias a la catarinita *Leptinotarsa decemlineata* (Say), a las mosquitas blancas *Trialeurodes vapores riorum* (Westwood) y *Bemisia tabaci* (Genn.); a los noctuidos defoliadores y trozadores *Spodoptera exigua* (Hübner), *S. frugiperda* (J.E. Smith), *Trichoplusia ni* (Hübner) y *Agrotis ipsilon* (Hufnagel); y al complejo de gallinas ciegas *Phyllophaga spp.* y gusanos de alambre.

A continuación se hace una descripción de las principales plagas de la papa en México.

Palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* (zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae).

Distribución mundial

Esta plaga se encuentra ampliamente distribuida en el mundo, se encuentra en casi todas las regiones paperas del planeta.

Importancia

Los principales estados productores de papa en el país son Puebla, Veracruz estado de México. Con respecto a las plagas del cultivo, este insecto es considerado como la principal plaga de la papa en México.

Puede dañar a la producción; los mayores daños ocurren en áreas paperas ubicadas a menos 2,000 msnm y con precipitaciones pluviales menores a 600 mm (bautista 2001). Estados más afectados por la presencia de este insecto son Puebla y Veracruz.

Descripción morfológica

Los adultos son unas palomillas que miden aproximadamente 0.8 cm de largo por 1.4 cm de expansión alar; las alas anteriores son de color grisáceo con brillo plateado y presentan numerosas manchas pequeñas de color oscuro; las alas posteriores son digitiformes, de color blanco grisáceo, con flecos (pelo) en los bordes posteriores. Presentan 2 espinas largas en las tibias de las patas posteriores y una corona de espinas. El adulto de la palomilla de la papa *Phthorimaea operculella* y pata mostrando corona de espinas al final de la tibia y las espina apicales.

Los huevos son ovalados, con un extremo ligeramente más ancho que el otro miden 0.50 mm de largo por 0.32 mm de ancho, son de color blanco recién puestos se tornan amarillentos conforme maduran.

La larva completamente desarrollada mide de 0.9 a 1.2 cm de longitud dependiendo del instar, la coloración varia, pudiendo ser verdosa, cremosa o rosa y, tienen las patas de color oscuro. La cápsula cefálica es café o marrón oscuro la línea imaginaria que une las sedas I₁ y O₂ está claramente atrás del ocelo 1. El escudo protorácico está dividido longitudinalmente en dos partes y es de color cal

en su totalidad, no posee manchas (fotos de la 48 a la 50).

Biología y hábitos

Las palomillas son de hábitos nocturnos, durante el día están escondidas en el follaje de las plantas o en el suelo. las hembras ponen los huevos en el envés de las hojas y ocasionalmente en tallos o pecíolos de hojas.

Se consigna que las hembras prefieren ovipositar en el suelo cerca de la base de los tallos. Cuando ya existen tubérculos, la oviposición puede ocurrir sobre éstos, ya sea porque están expuestos o porque están accesibles a las palomillas a través de grietas en el suelo . De acuerdo con los requerimientos térmicos, las hembras necesitan acumular 10 unidades calor para completar el periodo de preoviposición.

Los huevos por lo común son puestos durante la noche en forma aislada, pero también en grupos de 4 a 5. Las hembras pueden llegar a poner hasta 300 huevos. en un rango de temperatura entre 250 y 280 °C, el período de incubación dura entre 4 y 5 días. El tiempo fisiológico del estado de huevo es de 60 unidades calor.

Las larvas que nacen en las hojas, construyen galerías a lo largo de la nervadura central y en parénquima, posteriormente salen y doblan la hoja o una parte de ésta o la unen a otra adyacente utilizando hilos de seda que la misma larva excreta. Las larvas que emergen de oviposturas en tallos y tubérculos, barrenan el sustrato vegetativo. Por su parte, también se indica que con frecuencia las larvas parcialmente desarrolladas que se encuentran en el follaje, tallos o pecíolos, se dejan caer al suelo y penetran por las grietas para llegar a los tubérculos y barrenarlos, ahí, practican barrenas en la pulpa en diferentes direcciones inutilizándolos por completo.

Las larvas que atacan al cogollo de la planta, minan las hojas y las pegan con seda en su parte superior para protegerse; a esta condición se le llama "roseta" y es un indicador que se usa para detectar a la plaga.

En el follaje, como las larvas consumen gran parte del parénquima de las hojas, éste se seca y da la apariencia del efecto de una helada. Los daños en tallos y brotes en crecimiento repercuten fuertemente en el rendimiento y, finalmente, los daños en los tubérculos afectan directamente la producción.

Las larvas pasan por 4 instares, que se completan en un tiempo fisiológico de 195 unidades calor. En condiciones favorables de campo, este estado biológico se

completa aproximadamente en 14 días o en condiciones óptimas puede durar 10 días. Cuando la larva termina su desarrollo, descienden al suelo o salen de los tubérculos y construyen, a una profundidad de 4 a 5 cm dentro del suelo, un capullo ralo de seda y partículas de tierra. También pupan sobre la superficie de los tubérculos.

El estado de pupa requiere 135 unidades calor para completar su desarrollo. A una temperatura media de 28° C, el estado de pupa dura de 5 a 6 días. Después de este emergen las palomillas para iniciar otra generación.

El tiempo de duración de cada generación varia de acuerdo a las condiciones ambientales, principalmente la temperatura. En verano, dura alrededor de 17.5 días y en invierno 57.2.

Cuando el insecto completa su desarrollo en papas ya almacenadas, las palomillas emergen y siguen reproduciéndose dentro del almacén. Depositan los huevos directamente sobre los tubérculos, por lo general en las yemas (ojos), las larvas penetran a las papas y causan severos daños.

Esta plaga no hiberna, se encuentra activa, principalmente, en las bodegas de papa sin refrigeración o en cultivos de papa de invierno, aunque causando daños menores. Cuando la papa se almacena en bodegas refrigeradas, el desarrollo de

la plaga se interrumpe.

Medidas de control

Las prácticas culturales dirigidas tienen un efecto contundente sobre las poblaciones de esta plaga. Se recomienda:

- Utilizar en la siembra tubérculos que no estén infestados por la plaga.
- Sembrar los tubérculos a una profundidad de 10 a 12 cm para que tengan mayor protección por la capa de tierra que los cubre.
- Mantener aporcadas las plantas desde la etapa de formación de los tubérculos hasta la cosecha (realizar por lo menos 4 aporques) a fin de evitar que haya papas superficiales o expuestas a la oviposición por las hembras o ataques de las larvas provenientes del follaje.
- Realizar, de preferencia, riegos frecuentes por aspersion para evitar el agrietamiento del suelo y así cerrar los accesos de las hembras o las larvas a los tubérculos.
- Cosechar temprano, antes de que las poblaciones de la palomilla alcancen niveles críticos. El rendimiento no se incrementa después de que ha madurado el follaje, pero el daño sí aumenta si la cosecha se retrasa.
- Durante la cosecha, se deberán recoger todos los tubérculos que hayan sido descubiertos y no dejarlos en el terreno durante la noche, así se evita que las hembras ovipositen en ellos e infesten los almacenes.

- Seleccionar cuidadosamente y movilizar rápidamente los tubérculos después de la cosecha, para evitar el periodo de exposición de los mismos.
- Eliminar los residuos de la cosecha, ya que esta plaga tiene la habilidad de explotar este recurso de manera muy eficiente.
- Revisar periódicamente los almacenes (cada 7 días) y eliminar los tubérculos infestados que se detecten.

Dentro del esquema del control biológico, las especies de parásitos más utilizados contra la palomilla de la papa son *Copidosoma desantisi*, *C. koehlerí*, *apanteles subandinus* y *Orgilus lepidus* (Llanderal y Nieto, 2000).

Por otra parte, se ha demostrado que papas almacenadas con follaje seco y triturado de *Lantana camera* y *Eucaliptus globulus*, tienen un efecto repelente hacia la palomilla de la papa.

Con respecto al combate químico, se aconseja solamente utilizar los plaguicidas autorizados por la SAGARPA específicamente para este cultivo y las plagas que lo afectan. Antes de aplicar los plaguicidas autorizados, es conveniente realizar bioensayos de campo para confirmar la efectividad biológica de cada producto, ya que las particularidades ambientales de cada zona agrícola cambian y la efectividad de los productos pudiera comportarse en forma errática. Además, en cada zona, la susceptibilidad de las mismas plagas puede ser diferente.

El momento de aplicación de los insecticidas es un aspecto poco estudiado, no obstante, (Nieto, 1998) reporta que, para el noroeste del país, se inicien las aplicaciones cuando se observen en promedio 10% de plantas con 2 o 3 larvas vivas o, para el norte del país, cuando se observen 5 plantas infestadas con 2 o 3 larvas en una muestra de 100.

El uso de trampas de luz, cebadas con feromonas, colocadas desde antes de la siembra del cultivo es de gran utilidad para abatir poblaciones de esta plaga (Nieto,1998).

Picudo de la Papa

Importancia

Esta plaga ataca a la papa y a otras solanáceas silvestres. Se encuentra únicamente en México, en las regiones montañosas de los estados de Puebla, Tlaxcala y Veracruz, en las inmediaciones de los volcanes Citlaltepec, Cofre de Perote y la Malinche. Se reporta que en las regiones donde a esta plaga no se controla oportuna ni eficazmente, las pérdidas ascienden al 100%.

Descripción morfológica

El adulto es un picudo de color café claro a café oscuro, ligeramente rojizo, de 1.2 a 1.5 cm de longitud; tiene el pico o rostrum corto y robusto, las mandíbulas son conspicuas; los élitros están soldados, por lo que no vuela. Los élitros presentan depresiones alineadas en hileras longitudinales; y el pronoto también está esculpido

Biología y hábitos

Este insecto es univoltino (una generación al año), hiberna como adulto. Los primeros picudos en el campo emergen a partir del mes de mayo, mes en el que ya hay plántulas de papa en crecimiento. El adulto, recién emergido es de color café claro y en un lapso de 20 días adquiere una coloración oscura, este fenómeno le ocurre también a los adultos que están dentro de la cámara pupal. Al terminar el proceso de esclerosamiento, el adulto abandona su sitio de reposo, emerge del suelo y comienza a alimentarse del follaje (daño insignificante). A los 8 o 10 días, se aparea, pero empieza a ovipositar hasta transcurridos 20 días después de la cópula. El período de oviposición dura aproximadamente 90 días cuando hay una temperatura promedio de 25°C.

La hembra oviposita en grupos sobre las hojas de papa o de arvenses, ya sea que

estén hojas fijadas a la planta o que estén tiradas en el suelo. Las hembras doblan las hojas y unen los márgenes pegándolos con una sustancia que ellas mismas excretan, de tal manera que la masa de huevos queda protegida. A 25° C y un ambiente húmedo, el período de incubación dura 7 días; si la humedad es baja, este período se puede extender hasta 17 días y eclosionan.

Las larvas en cuanto nacen se dirigen a las raíces y tubérculos, prefiriendo éstos últimos si ya existen, las larvas se introducen a los tubérculos y hacen en éstos grandes galerías, de esta forma los tubérculos quedan totalmente sin valor comercial. una larva puede destruir varios tubérculos.

En la entrada de esas galerías, las larvas dejan sus excrementos, los cuales tienen un aspecto de pequeños granos de nixtamal, por lo que a esta plaga se le conoce comúnmente con el nombre de nixtamalillo.

La presencia de la larva en las papas se revela por la existencia de agujeros que a veces están tapados con tierra y por la consistencia blanda del tubérculo. El estado larval dura de 3 a 5 meses.

Cuando la larva completa su desarrollo, sale de los tubérculos y construye dentro del suelo un cocón de tierra para pupar dentro de éste. Al año siguiente, emergen los adultos y se manifiesta otra generación más.

Medidas de control

Para el control de esta plaga se ha sugerido aplicar insecticidas al suelo y al follaje para eliminar a los adultos antes de que se reproduzca. Para esto, es necesario monitorear a la plaga para detectar el momento de su emergencia. El monitoreo se hace inspeccionando visualmente el follaje y la base de las plantas, se colocan botes con agua y jabón a ras del suelo o, antes de la siembra, se toman muestras de suelo a una profundidad de 20 cm para determinar el estado que guardan los cocones. De acuerdo con estos indicadores, se decide el momento de la aplicación de insecticidas.

Por otra parte, la mayoría de las prácticas culturales dirigidas, establecidas contra la palomilla de la papa, afectan negativamente a las poblaciones de este picudo, por lo que son aplicables y con mayor razón deberán tomarse en cuenta.

Pulga saltona

Importancia

Este insecto es polífago, ataca a un gran número de plantas cultivadas, como betabel, calabaza, chile, jitomate, papa, melón, tabaco, tomate de cáscara, etc. en la papa, es una de las plagas importantes, en otras hortalizas puede considerársele como plaga secundaria. De acuerdo con la SARH, este insecto causa los mayores daños en las zonas paperas del estado de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y Veracruz.

Descripción morfológica

El adulto es un escarabajo pequeño que mide de 1.5 a 2.5 mm de largo, es de cuerpo redondeado y de color negro brillante. Las antenas y las patas son de color café anaranjado y los fémures posteriores están claramente engrosados y adaptados para el salto. Las antenas miden más o menos la mitad de la longitud del cuerpo. El tórax presenta un surco transversal y puntuaciones finas; los élitros presentan hileras longitudinales de puntos y son pubescentes. La cabeza está insertada entre el protorax y los ojos.

Los huevos son muy pequeños, ovales y de color blanquecino. Las larvas son eruciformes, de color blanquecino y miden de 0.4 a 0.5 cm de largo; el cuerpo está ligeramente curvado, la cabeza es ligeramente amarillenta; presentan patas verdaderas y propatas en el vientre del extremo caudal. La pupa es de color blanco cremoso y normalmente está dentro de un capullo de tierra.

Biología y hábitos

Las hembras ovipositan en grupos en el suelo, cerca de las raíces de plantas hospederas. el período de incubación de los huevos es de 5 a 7 días; cuando emergen las larvas, se dirigen a las raíces y comienzan a alimentarse de éstas, las larvas que se alimentan de los tubérculos, producen pequeñas galerías superficiales que le dan a la papa el aspecto de un rayado, de ahí el nombre común de la plaga.

El estado de larva dura de 14 a 28 días, después de los cuales, la larva se encierra en un cocón de tierra para pupar. El estado de pupa dura de 4 a 5 días o de 7 a 10 días o más. Transcurrido el estado pupal, emergen los adultos y se inicia el siguiente ciclo.

Los adultos se alimentan de forma voraz del follaje, particularmente en las horas tempranas, ya que cuando la temperatura aumenta, los insectos descienden a la base de las plantas para protegerse de los rayos solares.

El daño que causan los adultos puede ser severo, particularmente en almácigos y plántulas recién trasplantadas. Este daño se caracteriza por las perforaciones circulares pequeñas en el follaje conocidas como “tiro de munición”. Estas lesiones pueden servir de acceso a enfermedades como el tizón temprano de la papa *Alternaria solani*.

Esta plaga hiberna como adulto debajo de hojarasca, pastos o basura alrededor de los campos de cultivo, bordes de zanjas, baldíos o lugares semejantes. Desde el mes de marzo, los adultos hibernantes abandonan sus refugios y empiezan a alimentarse del follaje de arvenses, pero las mayores densidades de este insecto se manifiestan de mediados de mayo a junio; y cuando las especies hortícolas están disponibles, migran a éstas.

Medidas de control

Para el control de esta plaga, la SARH señala que se utilizan insecticidas. Para iniciar las aplicaciones de insecticidas, en el noroeste, del país, el umbral es de 3 a 5 adultos por planta pequeña; y para Puebla, Tlaxcala y Veracruz, cuando haya, en una muestra de 100 plantas, 10 que presenten daños típicos del insecto (perforaciones en las hojas).

Se observó que las trampas con feromonas utilizadas para capturar a la palomilla de la papa, atraen a las pulgas saltonas eliminando a una gran parte de la población de adultos.

Diabroticas

Importancia

Las diabroticas son plagas polífagas. En México están ampliamente distribuidas y se han encontrado hasta 25 especies de *Diabrotica* y algunas subespecies. en el cultivo de la papa, la especie que se ha encontrado asociada es *D. balteata leconte*.

Descripción morfológica

Los adultos son unos escarabajos de forma más o menos oval, miden de 0.6 a 1.0 cm de largo. Son de color verde a verde amarillento con 5 manchas amarillas en cada élitro, estas manchas forman, aparentemente, 4 bandas transversales. El protorax es de color verde pálido. La cabeza es de color rojo ladrillo con ojos negros. Las antenas se originan entre los ojos, son de 11 segmentos, el primero

es de color casi ámbar y los restantes son de color café. Los huevos son ovoides y de color blanquecino recién puestos y conforme maduran se tornan amarillentos a café. Las larvas son eruciformes, de color blanquecino, con los segmentos abdominales poco diferenciados. La cabeza y la placa anal son de color café y presentan patas cortas y sedas erectas en el cuerpo.

Fitoplasmas Punta Morada (Amarillamiento del Aster, "Stolbur", "Haywire")

Estas enfermedades son causadas por organismos llamados fitoplasmas (antes micoplasmas), parecidos a las bacterias que no tienen pared celular y, por lo tanto, son de una forma indefinida, que pueden afectar severamente el rendimiento, la calidad y el brote del tubérculo. Son transmitidas por cigarritas.

Síntomas

Incluyen el desarrollo de brotes o tubérculos aéreos, o ambos, en las axilas de las hojas. Las plantas son afectadas por enanismo y las hojas apicales por enrollamiento; éstas toman un color amarillo o púrpura. Las plantas pueden marchitarse. Los tubérculos de plantas infectadas no brotan normalmente. A menudo, éstos se quedan pequeños, flácidos, deformados y sin brotes o con brotes filamentosos.

La "escoba de bruja" es un síntoma causado por otro tipo de fitoplasma. Aunque estas enfermedades usualmente son de menor importancia en la papa, por su diseminación e incidencia varias especies de hortalizas, cultivos ornamentales y malezas son susceptibles a ellas.

Control

Las cigarritas no adquieren el patógeno en la papa y pueden ser parcialmente controladas mediante la eliminación de malezas hospedantes desde donde el insecto vector pasa al cultivo de papa. La transmisión por las cigarritas puede ser controlada plantando la papa después de su migración. Los principales insectos vectores (cigarritas) se desarrollan en malezas, pastos y cereales.

Enfermedades de la Papa Causadas por Virus

Un factor importante para la producción de papa tanto como para consumo en fresco son las enfermedades causadas por virus, ya que afectan tanto el rendimiento, como la calidad de la papa. Existen alrededor de 25 virus capaces de infectar al cultivo, aunque por fortuna no todos tienen importancia económica. En

México se tiene reportados los virus: enrollamiento de la hoja, virus “Y”, virus “X” y virus “S” de la papa.

La importancia de estas enfermedades en la producción de papa para consumo radica en que en algunos lugares no se utiliza semilla para establecer las siembras, sino que se siembra papa comercial que por alguna razón no se logro vender, en monos que no son aptas para el mercado y en varios de los casos son papa proveniente de plantas enfermas, no solo con virus, sino de otro tipo de enfermedades.

Virus Enrollamiento de la Hoja

El virus de enrollamiento de la hoja de papa (PLRV) puede presentarse en cualquier parte donde se siembra este tubérculo, junto con el virus “Y” de la papa (PVY) con los principales causantes de la “degeneración” de la papa, que consiste en disminución progresiva del rendimiento y fuerte reducción en el desarrollo de la planta.

Síntomas.

Se pueden distinguir síntomas primarios y secundarios, los primarios son los manifestados por las plantas infectadas por vez primera. En este caso se distingue en los folios de las hojas apicales un enrollamiento en su base y palidez o clorosis. En algunas variedades se presenta una coloración rosada y rojiza en los márgenes estos síntomas pueden extenderse al resto de la planta (fotos de la 51 a la 54).

Los síntomas secundarios son los que muestran las plantas que provienen de tubérculos u otras partes vegetativas enfermas. Las hojas superiores de plantas con infección secundaria son mas pálidas y las basales se enrollan, se hacen rígidas y su consistencia es coriácea, al agitarlas producen un sonido peculiar y al estrujarlas dan un sonido similar al del papel al ser oprimido.

En algunas variedades, entre ellas la Alpha, los tubérculos infectados al ser cortados presentan necrosis reticular. Esta necrosis se presenta en tubérculos provenientes de plantas con infección primaria y secundaria y puede ser leve o severa, dependiendo de la variedad, la variante de virus y las condiciones ambientales.

Etiología

El enrollamiento de la hoja es causada por el virus llamado (*Potatoleafroll virus-PLRV*), el cual pertenece al grupo de los Luterovirus, es poliédrico de 23 nanómetros de diámetro.

Desarrollo de la enfermedad.

El virus puede ser transmitido de un ciclo de cultivo a otro a través del tubérculo semilla, el cual dará origen a plantas voluntarias puede servir como fuentes de inóculo primario, de donde el virus se adquiere por varias especies de áfidos, entre ellos *Myzus persicae*, *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Aphis nasturtii*. El áfido debe alimentarse por un periodo de tiempo prolongado, durante el cual inserta su estilete hasta el floema de la planta para adquirir el virus. Una vez adquirido, el virus debe circular por el cuerpo del áfido puede transmitir el virus y los sigue haciendo durante toda su vida (transmisión persistente). También puede ser transportado por sus insectos vectores desde otros campos lejanos.

Dentro de un campo puede haber diseminación a corta distancia por áfidos apteros que colonizan el cultivo, o a larga distancia por áfidos alados transportados por las corrientes de aire. Las plantas infectadas en etapas tardías pueden no mostrar síntomas y pasar desapercibidas en el campo y de esa forma en los tubérculos producidos el virus hasta la temporada siguiente.

Mosaico rugoso

Como mosaico rugoso se conoce a la enfermedad causada por el virus “Y” de la papa (*Potato virus Y* = PVY), aunque en ocasiones se le da este nombre a los síntomas causados por la interacción de los virus X e Y de la papa.

Este es el segundo virus en importancia a nivel mundial y puede llegar a reducir un rendimiento hasta un 80% y junto el PLVR son los principales causantes de la degeración de la papa.

Síntomas

Los síntomas son variables en función de la variedad de la papa y de la variante de virus y pueden ser leves o muy severos y muerte de la planta. Los síntomas principales son moteado en los folíolos, necrosis de nervaduras y/o pecíolo, necrosis en la lamina foliar y ocasionalmente la muerte. La necrosis puede llegar a causar defoliación (fotos 55 y 56).

Los síntomas secundarios más comunes son achaparramiento o enanismo, hojas encarrujadas y moteadas y necrosis de nervaduras por el envés de la hoja y tallo, la necrosis es mas severa en la infección primaria, el moteado puede no ser

apreciable a bajas temperaturas (10° C) pero a 25° C se aprecia encarrujamiento y rugosidad del follaje.

Algunas variedades que desarrollan necrosis al infectarse con variante común, puede llegar a mostrar al infectarse con variante común, puede llegar a mostrar anillos de color castaño claro en la piel de los tubérculos. Otras al ser infectadas con variantes del grupo "C" pueden presentar necrosis interna y externa en los tubérculos. La variante necrótica (PVYⁿ) induce muy leve en la infección primaria y no hay síntomas en los tubérculos.

Etiología

El mosaico rugoso es causado por el virus "Y" de la papa el cual es un potyvirus en forma de varilla flexible de 730 nm de largo, le mencionan tres grupos principales de variantes: la variante común (PVY^o) que es una de las existentes en México, la variante (PVY^a) y la variante necrótica (PVYⁿ).

Desarrollo de la enfermedad

Se indicia a partir de la planta en forma del cultivo provenientes de tubérculos semillas enfermos, plantas voluntarias, maleza hospedante, o con áfidos virulíferos transportados por el viento. El virus se disemina en forma mecánica (por contacto) por los aperos de labranza, animales ropa de los fumigadores, roce entre las plantas, por acción del viento. También es transmitido en forma no persistente (por poco tiempo) por los áfidos: *M. Persicae*, *Neomyzus circumflexus* y *Myzus certus*; de los cuales *M. Persicae* es el mas importante y eficiente.

La adquisición del virus por el áfido requiere de muy poco tiempo (15 a 60 segundos) y puede ser transmitido inmediatamente después de adquirirlo.

Cuando las plantas son infectadas en etapas tardías (75-80 días después de la semana) puede no haber sintamos, y por lo cual la pro de tubérculos sanos enfermos es mayor y mediante los tubérculos puede pasar el virus a la siguiente temporada de cultivo.

Mosaico latente

Tal vez sea la enfermedad viral más común en papa debido a su diseminación tan fácil y en algunos casos puede infectar campos completos; causando reducciones en el rendimiento de 0.15%.

Síntomas

Como su nombre lo indica, el síntoma principal es el mosaico, pudiendo ser leve, mediano o severo, también puede observarse mosaico con reducción de los folios. Algunas interacciones de variante variedad causas necrosis apical que puede matar parcial o totalmente a la planta. Cuando el PVX coincide con otros virus como PVY o PVA puede inducir encarrujamiento y rugosidad en las hojas además de necrosis. Existen variantes del virus que no inducen síntomas obvios en la planta y son las que prevalecen.

Etiología

El mosaico latente por el virus X cuyas partículas con filamentosas flexibles de 515 nm de largo. Es altamente inmunogénico, lo que hace que sea fácilmente detectado por diversos métodos por ejemplo plantas indicadoras, serológicas (LATEX y ELISA), etc. Se conocen 4 grupos de variantes del virus en base a su reacción necrótica en *Solanum Tuberosum subsp. Tubrosum*.

Desarrollo de la Enfermedad

La enfermedad es muy común en los cultivos debido a la existencia de variantes del virus que no inducen síntomas obvios, por lo cual pasan desapercibidos durante la época de cultivo y sirven de fuente de inóculo. Su transmisión es mecánica y se realiza a través de los aperos de labranza animales, trabajadores y por roce entre las plantas propiciado por el viento. Dada la ausencia de síntomas y su facilidad por completos, pasando de un ciclo a otro a través del tubérculo semilla y en malezas aledañas al cultivo.

Virus “S” de la papa

El virus “S” de la papa (Potato de S=PVS) no está muy difundido en México, o por lo menos no se ha propuesto de manifiesto y por lo general solo se detecta mediante aerología, aunque en la literatura se menciona que se le encuentra donde quiera que se siembra papa (foto 57).

Síntomas

En las variedades de papa comúnmente sembradas en México el virus “S” es asintomático. Aunque en algunos genotipos puede inducir profundización de las nervaduras vistas por el haz de la hoja, la cual se puede formar rugosa, enanismo y hábito de crecimiento abierto las hojas se pueden distorsionar y sus bordos muestran ondulaciones en sentido perpendicular al eje de la lamina foliar. En otros casos se puede apreciar un moteado leve o un bandeado ligero de las nervaduras. En genotipos muy sensibles se puede presentar bronceado, rugosidad en las hojas y hasta manchas necróticas en el haz de las hojas. Algunas variantes muy severas causan defoliación.

Las hojas viejas al sombrearse pueden mostrar manchas verdes en lugar de un amarillamiento uniforme típico en las hojas sanas.

Etiología

El virus “S” de la papa pertenece al grupo carlavirus y sus partículas son bastantes rígidas o ligeramente flexibles de 650 mm de longitud. Es muy inmunogénico y fácil de detectar con aerología (LATEX y ELISA principalmente). Se infecta sistemáticamente *Chenopodium amaraticolor* y *Ch, quinoa* y el otro produce lesiones locales este ultimo esta presente en México y el primero en la Región Andina.

Desarrollo de la enfermedad

Al igual que los otros virus mencionados el PVS también se transmite de un ciclo a otro a través del tubérculo y de algunas malezas periféricas al cultivo su transmisión a plantas sanas es principalmente en forma mecánica por medio de la savia infectiva, incluyendo animales operarios, aperos de labranza y roce entre plantas. Algunas variantes son transmitidas por el áfido *M. Persicae*.

Control de enfermedades virales

Debido a que no existen productos que puedan atacar directamente al patógeno causante de este tipo de enfermedades, su manejo se basa únicamente en medidas de prevención, las cuales se dirigen principalmente a evitar fuentes de inóculo y escapar o disminuir el daño por insectos vectores. Las siguientes practicas pueden reducir gradualmente la diseminación de los virus en su cultivo.

Resistencia genética: el Programa Nacional de Papa no selecciona para resistencia a virosis; sin embargo la gran mayoría del germoplasma mexicano tiene genes de *Solanum demissum*, la cual tiene resistencia a algunos de los virus.

Otras especies con genes de resistencia son:

PLR. *Solanum demissum*, *S. Acanle*, *S. S. Chanoese*, *S. Stoloniferum*, *S. Tuberosum*, *S. Andigena* y *S. Revidens*.

PVY. *Solanum chanoense*, *S. Stoloniferum*, *S. Demissum*, *S. Hougassi* y *S. Microdontum*.

PVS. *S. Andigena*, *S. Megistracrolobum* y *S. Tuberosum*.

PVY. *Solanum acaule*, *S. Spasipilum*, *S. Microdontum* y *S. Tuberosum*.

- La principal medida para evitar las fuentes de inóculo primario desde inicios de cultivo es el uso de semilla sana.
- Realizar las siembras en lugares o fechas en que se logre escapar de las poblaciones altas de vectores.
- Descartar y eliminar las plantas enfermas, voluntarias y otras malezas.
- Control de malezas dentro y fuera del campo.
- Aplicaciones de insecticidas granulados sistémicos al momento de la siembra, y aspersiones foliares durante el ciclo de cultivo, procurar hacer rotación de

grupos toxicológicos para disminuir los riesgos de resistencia al insecticida, (clorados, organofosforados, carbámicos y piretroides).

- Realizar la cosecha en función de evitar las altas poblaciones de áfidos vectores y un buen rendimiento.
- En el caso de semilla es conveniente usar productos herbicidas para matar el follaje en lugar de usar descascaradoras. Las aplicaciones de insecticidas se deben suspender hasta que el follaje este completamente seco.

Bacterias de Importancia Económica en el Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum*) en México

Las bacterias como fitopatógenos.

La importancia económica de las enfermedades bacterianas varia de una región a otra dependiendo de las condiciones ambientales que prevalecen, además de que los cultivos también varían en su impacto económico de una localidad a otra. Las pérdidas económicas por estos patógenos se reflejan en un decremento 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.

Sintomatología de las bacterias fitopatógenas

Las bacterias fitopatógenas inducen diferentes síntomas como consecuencia de su actividad fisiológica de varios factores de virulencia como toxinas, enzimas, fitohormonas y varios polisacáridos. Los síntomas inducidos por las bacterias incluyen marchitez, manchas necróticas, tizones, pudriciones blandas y malformación.

La habilidad de una bacteria patógena para causar enfermedad en el hospedante depende de muchos factores incluyendo aspectos ambientales, fisiología y desarrollo de la planta y la expresión de factores de virulencia y patogenicidad de la bacteria.

Bacterias de importancia económica y su manejo en el cultivo de papa.

Erwinia

Este genero se caracteriza por tener bacterias con flagelación peritrica excepto *E. Stewartii*, son Gram negativas, facultativas, porcentaje de G-G 58%, motiles,

oxidasa negativo y catalasa positivo, producen ácido de fructosa, glucosa y galactosa. Causan pudriciones blandas, marchitez y tizones.

E. Carotova (Jones 1901)

Se divide en dos subespecies (*caratovora* y *atroseptica*). Son bacterias que pueden sobrevivir en el suelo y agua por lo que se diseminan fácilmente, pueden sobrevivir como saprófitos en residuos de plantas enfermas, causan pudriciones en una amplia gama de cultivos, tanto en campo como en almacén; cerca del 80% de las pudriciones bacterianas con causadas por este grupo principalmente en el cultivo de papa donde ocasionan la enfermedad conocida como “pierna negra” y en donde pueden estar involucradas ambas subespecies. 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 (fotos de la 58 a la 63).

Síntomas de la pudrición blanda

Este síntoma es inducido por bacterias que tiene un amplio rango de hospedantes, la pudrición se desarrolla por la producción de una o mas enzimas pécticas las

cuales degradan la lamela y pared celular causando desintegración y maceración del tejido. Ejemplos de bacterias que causan pudriciones *E. Carotovora* (ambas subespecies) en papa.

Manejo: en general las medidas de control para este grupo son:

- ✿ Uso de materiales resistentes, rotación de cultivos y saneamientos en el campo. Evitar en la medida posible daños mecánicos.
- ✿ Seleccionar suelos con buen drenaje para evitar inundaciones.
- ✿ Almacenar a temperaturas de 10° C o menos con buena ventilación para prevenir la acumulación de CO₂ y humedad.

La fertilización en la mayoría de los cultivos es muy importante en la susceptibilidad al ataque de estas bacterias, una equilibrada fertilización con Calcio y Boro, reduce significativamente el daño. Evitar una sobrefertilización con nitrógeno ya que hace más susceptible al cultivo, en muchos casos la aplicación de Cobre resulta efectivo cuando aparece la enfermedad.

Pseudomonas

Son bacterias Gram negativo, aeróbicas, porcentaje de G-C 58-70% hidrólisis de arbutina negativo, producen ácido de manitol, rafinosa y ramnosa, pueden ser fluorescentes o no. Causan pudriciones, marchitez y manchas foliares. Las Pseudomonas no fluorescentes se caracterizan por la acumulación de poli-beta-hidroxi-butirato, destacando por su importancia económica *Ralstonia solanacearum* (antes *Pseudomonas solanacearum*).

Ralstonia solanacearum (Smith 1914)

Es el agente causal de la marchitez bacteriana, el cual constituye uno de los problemas más importantes en el mundo, el rango de hospedantes abarca más de 270 especies de plantas y 50 familias se reportan como susceptibles dentro de las cuales se encuentran cultivos de importancia económica como papa, tomate, plátano, tabaco, chile, berenjena entre otros (foto 64).

El potencial patogénico de este aislamiento se basa en que la bacteria tiene una gran facilidad de dispersión, la existencia de diferentes cepas alrededor del mundo, la capacidad de sobrevivir en suelo en ausencia del hospedante y raíces. La infección por heridas es la forma más común, sin embargo, la diseminación por plantación de material enfermo e insectos es la mejor vía de infección .

Síntomas de marchitez

Es inducida en muchos casos por el bloqueo del sistema vascular. La mayoría de las enfermedades sistémicas involucra la transmisión de la bacteria en el xilema lo cual usualmente resulta en un marchitamiento por el bloqueo del sistema de conducción de la producción de polisacáridos extracelulares o toxinas que interfieren con la permeabilidad de la membrana celular. La infección vascular no necesariamente resulta en una marchitez ya que también solo puede desarrollarse un acaparamiento o amarillamiento.

En general la marchitez bacteriana no ocurre con temperaturas debajo de los 10° C, sin embargo, temperaturas arriba de los 20° C favorecen el desarrollo de la bacteria. En el cultivo de papa la bacteria se manifiesta típicamente en los tubérculos con exudados blanquecinos en los haces vasculares, en infecciones avanzadas la bacteria sale por los “ojos” de los tubérculos por lo que suele quedar suelo adherido a ellos al momento de la cosecha.

Manejo: dentro de las principales medidas para el manejo de esta enfermedad se encuentran:

- Tratamiento al suelo y material vegetal o solarización permite obtener material libre del patógeno.

- Utilización de tubérculos libres de la enfermedad en el caso de papa. El control o erradicación de nemátodos ya que incrementa la incidencia de la enfermedad.
- Desinfección de herramientas de corte y labranza.
- Control de maleza
- Rotación de cultivos como caña de azúcar, sorgo forrajero, maíz, pastos, cebada y trigo.

Control biológico

Se han reportado resultados satisfactorios *in vitro* e invernadero con el uso de bacterias, ejerciendo una antibiosis sobre *Ralstonia solanacearum*, como el uso de *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus spp.* y el efecto antibiótico de exudados de raíz de *Tagetes patula* sobre el desarrollo de la bacteria, así como el uso de suelos supresivos.

MÉTODOS E IMPORTANCIA DEL SANEAMIENTO

Es una de las prácticas más importantes para la producción de semilla, puesto que se entresacan ya sea tubérculos enfermos así como plantas ya establecidas, y la manera de hacerlo es la siguiente:

- a) En el almacén: al momento de sacar la semilla del almacén para ser sembrada y que ya esté brotada se debe pasar esta por una banda y con gente se saca toda la semilla que está mala ya sea por brote de hilo o que no tenga brote, puesto que esta semilla está contaminada con punta morada, o sea que está manchada por dentro y no va a brotar en el campo, también toda la semilla que esté podrida por pierna negra, *Erwinia otroseprica*, *Fusarium phytium* o *Verticillium*, de esta manera depuramos la semilla antes de sembrarla y tendremos un cultivo más limpio.

- b) En la planta verde: este saneo también es muy importante, pues en el campo se pueden observar las plantas que presenten signos o síntomas de enfermedades tales como tubérculos aéreos, hojas enroscadas o enchinadas o con círculos cloróticos, color amarillo suave que son los síntomas de los virus x y s de la papa o comúnmente llamados intermedio, suave o severo las cuales se deben de sacar con un sistema que se llama “vecina” o sea que se debe sacar la planta enferma y las dos que están a cada lado, pues lo más seguro es que también estén contaminadas por daño mecánico o de roce de las plantas enfermas con las sanas, se deben sacar las matas con todo y tubérculos, echarlas en costales y éstos tirarlos

lejos del campo productor y quemarlas. El número de pasadas de cada lote dependerá del tamaño de las plantas hasta que pueda entrar la gente, o sea que cuando cierren las plantas entre surco y surco, y se dañen ya no se puede meter la gente, hasta después de que se saque el follaje o se quemé, para la cosecha se le puede dar otra pasada puesto que las plantas con tubérculos aéreos se queden verdes más tiempo que las sanas y ahí se le puede dar otro saneo sacando las papas que están debajo de la planta enferma.

NOTA: Las plantas con tizón tardío (*Phytophthora infestans*) no se recomienda sanearlas porque se diseminan las esporas por todo el campo y se dispersa, esa enfermedad hay que atacarla con funguicidas sistémicos, de contacto y traslaminares.

El saneo en el campo se debe empezar cuando las plantas tengan 10 cm. de altura. Para saber si se está haciendo un buen saneo se debe hacer lo siguiente:

Dependiendo de las hectáreas que se tengan en el lote productor es la gente que se va a necesitar (se recomiendan mujeres puesto que ellas son más observadoras), deben de ir viendo un solo surco, el sol les debe dar en la espalda para que la planta que vayan viendo les de su sombra y así distinguir mejor las plantas virosas; deben de llevar las manos atrás para no ir rozando las plantas y

evitar así contaminar las plantas sanas; debe andar un encargado y este debe de ir las apuntando. Al final de cada pasada en una melga, o una hectárea se suman cuántas plantas se sacaron de cada enfermedad, se checa el croquis de siembra y se ve en esa melga cuántas semillas se sembraron por metro lineal y con eso se saca el porcentaje de cada enfermedad, el cual debe de irse bajando en cada pasada, por lo general se le deben dar cinco pasadas en planta verde:

Ejemplo:

Son 20 surcos de 300 mts. se sembraron

1 Melga	5 papas por metro, la distancia entre surcos es de 0.92
---------	---

= 30,000 pts/melga ----- 100%

300 pts/enfermas ----- X

= 1% de plantas enfermas

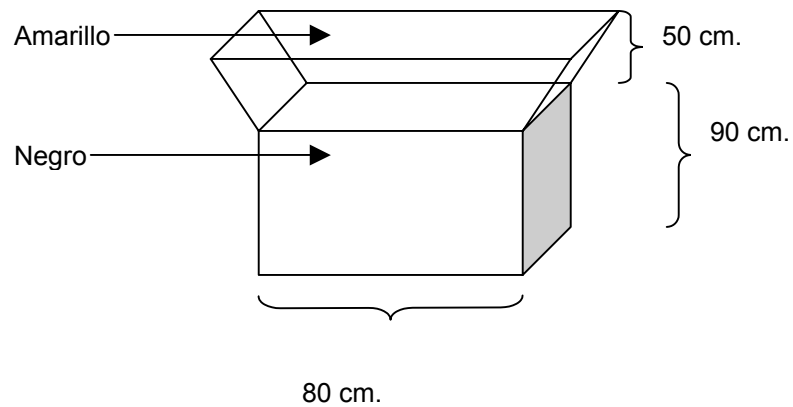
MONITOREO DE INSECTOS

Este al igual que todos los aspectos que atañen a la producción de semillas de papa es muy importante, pues de este dependen las aplicaciones de insecticidas y debe de ser de dos maneras:

- a) Observación de campo: que consiste en verificar el campo, si se puede a diario para detectar los insectos que nos están atacando (a diferentes horas

del día), por ejemplo en la palomilla de la papa se ven al atardecer volando los adultos, y en las plantas se junta la hoja y al despegarla está la larva o el gusano, es conveniente atacar a los adultos, pues una vez dentro de hojas y tallos ya no se puede matar.

- b) Charolas captadoras de insectos: estas consisten en unas charolas que se colocan en las orillas del cultivo y que deben de ser de color negro por fuera y amarillo por dentro, se les pone vainilla con algo de jabón y ahí van a caer los insectos, se debe de verificar a diario y puntar los insectos que han caído y se limpia para poder verificar al otro día qué insectos han caído ahí y se pueda decidir qué tipo de insecticida se debe de utilizar para poder controlar la plaga que nos está atacando.



COSECHA

Métodos para Definir la Fecha de Desvare o Quema

Se tienen que hacer muestreos en el lote cuando las plantas cuando ya les falten unos 20 días para llegar a la edad que de antemano ya sabemos que rinde la variedad, por ejemplo: la variedad Escort está lista a los 130 días de siembra a cosecha, entonces a los 110 días de sembradas se tienen que muestrear de la siguiente manera: se tiene que sacar una muestra por cada 3 has., la muestra tiene que ser de 9 metros lineales en cualquier parte de esas 3 has. , sin escogerlas (al azar), se sacan todas las papas de ese surco (9 metros), se echan en una arpilla y se llevan a lavar, luego se pesa la muestra (peso total); si la muestra pesa 40 kg., entonces se estiman 40 ton por ha. más un 10%, es decir, 44 ton/ha.

Para conocer si ya es tiempo de desvararlas o de sacarlas, se hace lo siguiente: se vacía la muestra y se separan por tamaños P4, P3, P2, 3ª, 4ª, 5ª, mono, raja, podrida y verde. Se pesa lo que sale de cada tamaño y se saca el porcentaje de cada tamaño que debe ser.

$$\text{Primeras} \left\{ \begin{array}{l} \text{P4} \\ \text{P3} \end{array} \right\} = 70\%$$

P2

Segundas -----> = 20%

Mixtas { 3as.
4as.
5as. } = 10%
Mono
Raja
Verde

NOTA: Esta sería una producción muy buena en lo referente a tamaños

Con lo anterior se verifican las papas, si los tamaños están muy chicos y no hay primeras, y si todavía hay follaje, quiere decir que a las papas todavía les falta crecer, por lo tanto se deben seguir regando, para que crezcan más y si se les encuentra algo malo, como pudriciones o algún otro daño que se pudiera incrementar, se debe decidir si es mejor quemarlas (defoliarlas con herbicidas) o dejarlas más tiempo para que sigan creciendo.

La Maduración Después del Desvare

Después de desvarar las papas se deben de dejar de 14 a 25 días enterradas para que madure la cáscara (epidermis) cuando ya no se pele la cáscara tallándolas con una arpillera o con la mano, o que los esclavones de la maquina cosechadora no desprendan la cáscara, ya están listas para cosecharse.

NOTA: No se deben dejar mucho tiempo enterradas, puesto que entre más tiempo pase, más calidad se va perdiendo.

La Papa y La Mecanización

La papa es un cultivo que requiere de mucha mano de obra, por lo tanto, es un renglón muy caro en el costo del cultivo. Para competir con los agricultores norteamericanos necesitamos mecanizar más el cultivo, cosa que ha resultado bastante difícil por los tipos de suelo de nuestro país y por la falta de infraestructura para poder manejar la papa a granel como lo hacen en EEUU, Canadá y Europa.

La Cosecha

Esta es una labor que se debe hacer con mucho cuidado, puesto que el cultivo ya está listo, si no se tiene precaución podemos perjudicar las papas por daño mecánico y se pudrirían en el almacén o bodega, en climas muy calientes se deben recoger las arpillas lo más rápido posible porque el calor afloja y luego se pudren, Cuando amanece helando no se debe cosechar porque se hielan y se pudren en almacén, se debe esperar a que suba la temperatura a unos 3° C para poder empezar a sacar.

El Transporte

Este debe de ser en torton de 16 o 17 toneladas o trailer de 30 o 33 toneladas, si van a una región muy caliente como la costa, se debe de transportar en termo king o camiones refrigerados a una temperatura de 16 a 19° C.

LA PAPA Y EL LIBRE COMERCIO

Se espera que entre en crisis este cultivo, puesto que al entrar las papas a los Estados unidos no vamos a poder competir los productos mexicanos con los

costos de producción , ya que en ese país les cuesta un kg. de papa 40 centavos mexicanos, mientras que aquí nos cuesta producir un kg. de papa entre 2 y hasta 3.5 pesos mexicanos.

Es decir, en los Estados Unidos la tonelada cuesta \$400.00 (pesos mexicanos), mientras que en el país nos cuesta de \$2,000.00 a 3,500.00 (pesos mexicanos) y además los agricultores americanos ya no pagarán arancel (impuesto por introducir papa a México). Este arancel en 1994 fue de un 25.3% y para el 2003 será del 0%, es decir, que aunque el flete les cueste \$1.00 por Kg., venderán en México puesto aquí en \$1,500 la tonelada.

Lo anterior en un principio se ve muy atractivo para el pueblo de México, ya que se vendería la papa más barata al consumidor, pero los ranchos productores cerrarían, y la gente del campo tendría que ir a las ciudades a trabajar y no habría gente que trabaje en los ranchos, por lo que ya no produciríamos nuestros propios alimentos y estaríamos a expensas de que nos vendieran de los Estados Unidos, y así el día en que no quieran vender va a ser imposible regresar a la gente a los campos y empezar a producir nuestros propios alimentos.

RECOMENDACIÓN

Espero que estas memorias que he escrito les sirvan a mucha gente que se interese por la papa, incluyendo a recién egresados de agronomía, así como también a productores del campo, campesinos y pequeños propietarios, pues he visto al pasar de los años, que la gente arriesga su capital sembrando papa y lo pierde porque no conocen las cosas más básicas para poder sacar una buena cosecha y de calidad.

Y les recuerdo que para poder ser un buen agricultor, necesariamente se tiene que ser un buen observador.

CONCLUSIONES

El cultivo de la papa es bastante complejo, debido a tantos factores que lo afectan, pero teniendo conocimiento de los aspectos más básicos se tienen muchas posibilidades de sacar muy buenas cosechas y con buena calidad. Debido a que da producciones de 50 a 60 toneladas por hectárea es uno de los cultivos con más importancia a nivel mundial para erradicar el hambre en el planeta.

BIBLIOGRAFÍA

- 14.1. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN, Evento de Aprobación en Certificación Fitosanitaria de Papa. Tomo II, Base Normativa.
- 14.2. CONAPAPA. VI Congreso Nacional de Productores de Papa Memorias. 20 al 23 de Septiembre de 1995.
- 14.3. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. Edición 2001
- 14.4. AGRICULTURE CANADA. Diseases and Pests of Potatoes. Publications 1492. 1976
- 14.5. NIVAA HOLLAND. Potatoes Diseases. Diseases, Pest and Defects. 1996

15. ANEXOS

PROBLEMAS SANITARIOS DE LA PAPA

FOTOGRAFIAS TOMADAS DE LAS SIGUIENTES FUENTES:

1. AGRICULTURE CANADA. Diseases and Pests of Potatoes. Publications 1492. 1976
2. NIVAA HOLLAND. Potatoes Diseases. Diseases, Pest and Defects. 1996

Deficiencia de Nitrógeno



Foto 1



Foto 2



Foto 3

Deficiencia de Fósforo



Foto 4

Deficiencia de Calcio

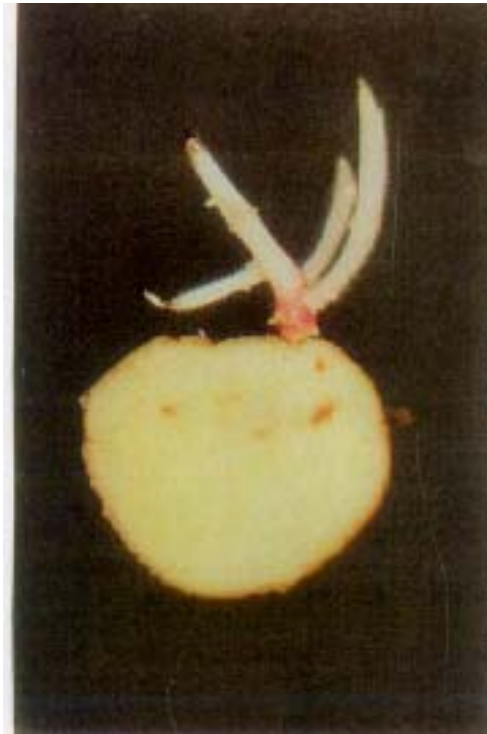


Foto 5

Deficiencia de Potasio



Foto 6



Foto 7

Deficiencia de Magnesio



Foto 8



Foto 9
- 176 -

Daño causado por Herbicida (Metribuzin)



Foto 10

Daño Por Cloromequat (izq.) y Daño Por Bentazone (der.)



Foto 11

Foto 12

Daños causados por Herbicida



Foto 13

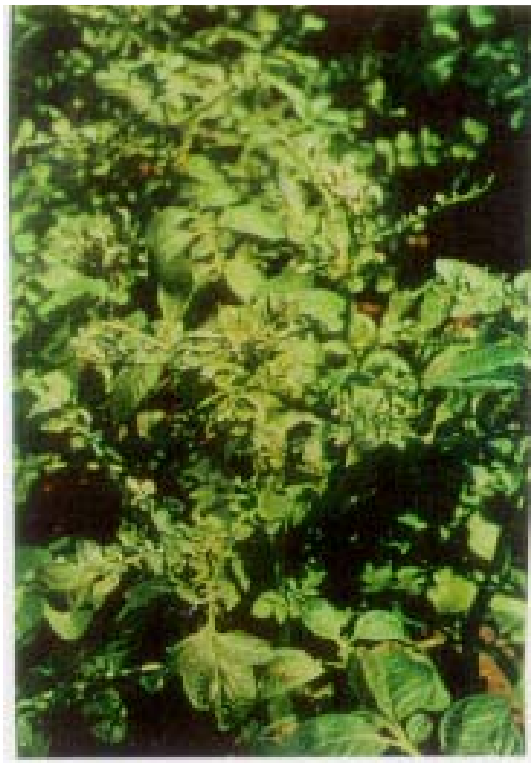


Foto 14

Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*)



Foto 15



Foto 16



Foto 17



Foto 18

Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*)



Foto 19



Foto 20



Foto 21

Rhizoctonia solani



Foto 22



Foto 23

Rizoctonia (*Rizoctonia solani*)



Foto 24



Foto 25



Foto 26

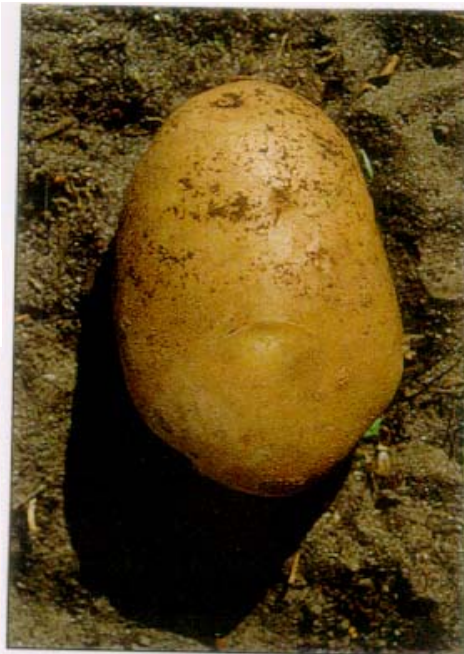


Foto 27

Mancha Plateada



Foto 28

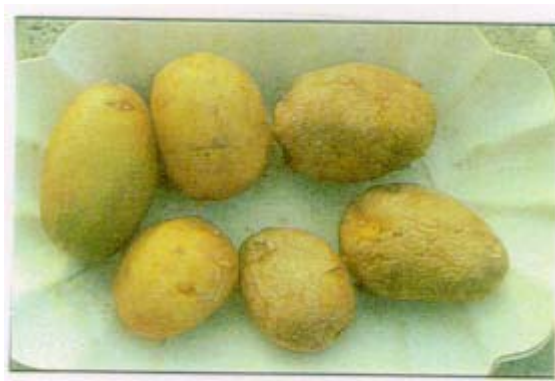


Foto 29

Verticillium dahliae



Foto 30

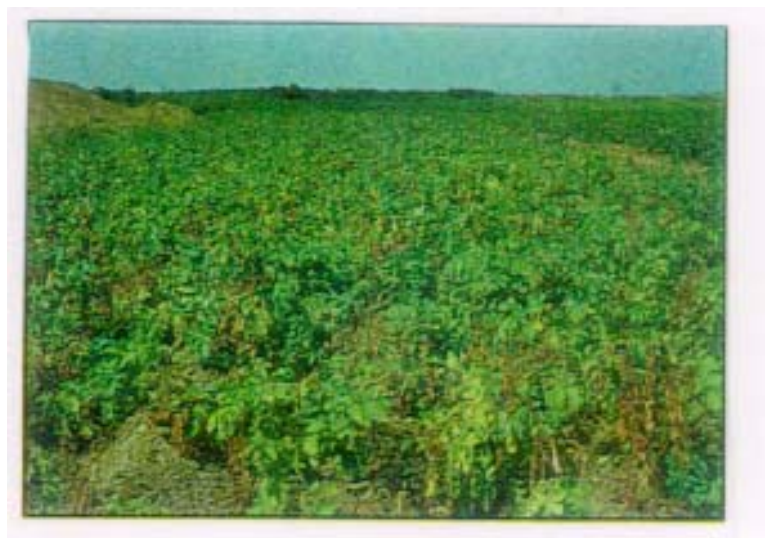


Foto 31

Fusarium (*Fusarium sp*)



Foto 32



Foto 33

Fusarium (*Fusarium sp*)

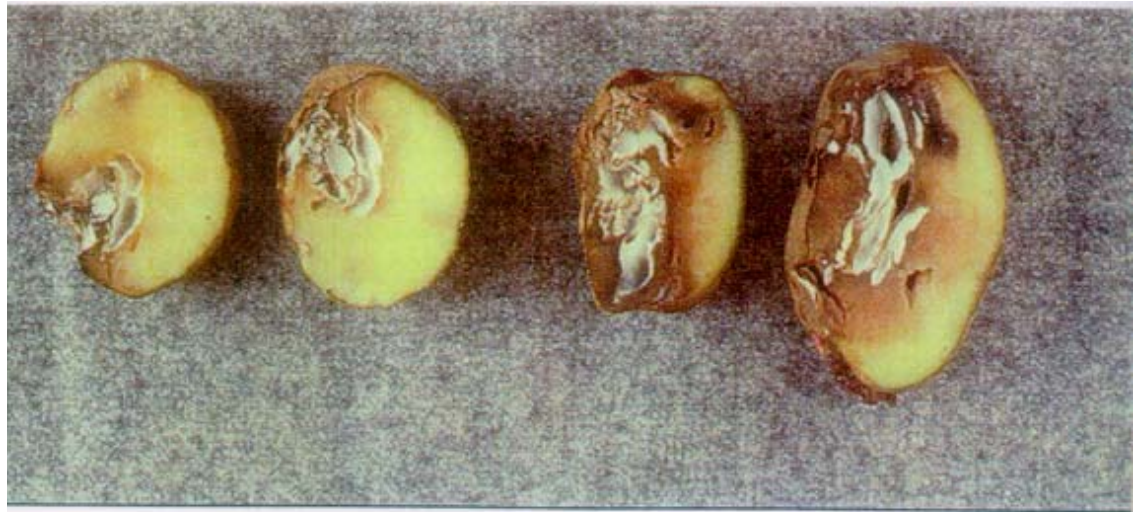


Foto 34



Foto 35

Esclerotiniosis o pudrición (*Sclerotinia* sp)



Foto 36

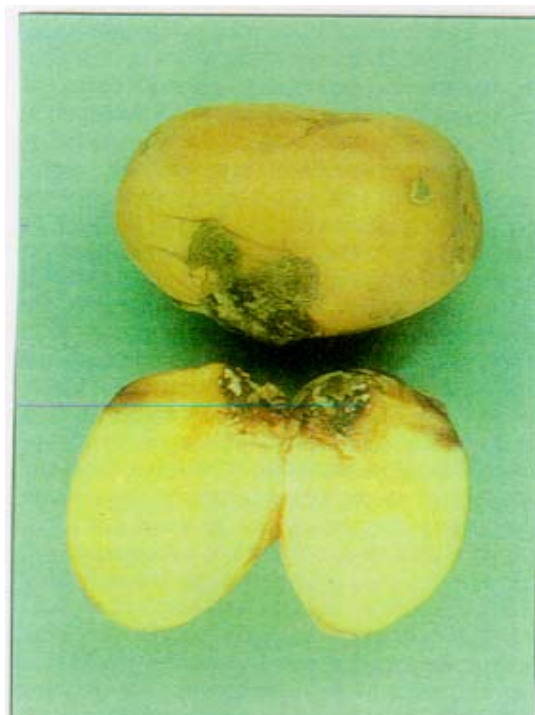


Foto 37

Sclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*)



Foto 38



Foto 39



Foto 40

Papa sana



Foto 41

Papa atacada por Nemátodos



Foto 42

Papa Afectada por *E. Viroide*



Foto 43



Foto 44

Palomilla de la Papa



Foto 48



Foto 49



Foto 50

Globodera spp. (nematoda: heteroderidae)



Foto 45

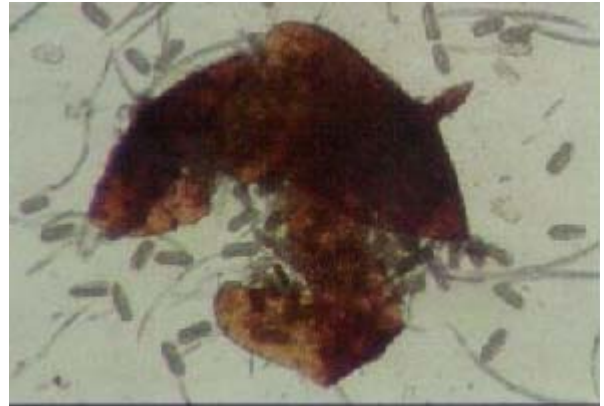


Foto 46



Foto 47

Virus del Enrollamiento de la Hoja



Foto 51



Foto 52



Foto 53



Foto 54

Mosaico Rugoso



Foto 55



Foto 56

Virus S



Foto 57

Pierna negra (*Erwinia caratovora*)



Foto 58



Foto 59

Pierna negra (*Erwinia caratovora*)

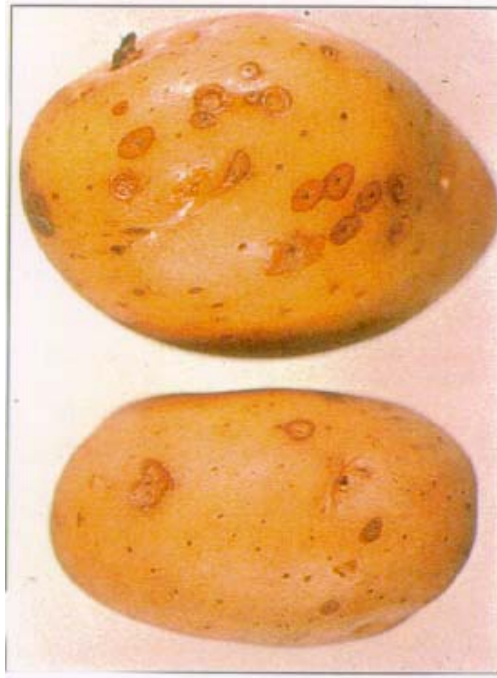


Foto 60

Pierna Negra (*Erwinia caratovora*)



Foto 61

Foto 62



Foto 63

Pseudomona (*Ralstonia solanaceum*)



Foto 64