



VULNERACIÓN DEL CULTIVO DE PAPA ANTE PROBLEMAS SANITARIOS EMERGENTES EN NARIÑO



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE SANIDAD VEGETAL
2020



Universidad de Nariño
FUNDADA EN 1904

VULNERACIÓN DEL CULTIVO DE PAPA ANTE PROBLEMAS SANITARIOS EMERGENTES EN NARIÑO

Carlos Betancourth G.
Benjamín Sañudo S.
Carlos Flórez C.
Bertha Lucia Castro C.
Felix Arteaga B.
Luz Estela Lagos M.
Claudia Salazar G.



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE SANIDAD VEGETAL
2020

Betancourth G. Carlos

Vulneración del cultivo de papa ante problemas sanitarios emergentes en Nariño / Carlos Betancourth G... [et al.] —1ª ed.- San Juan de Pasto: Editorial Universidad de Nariño, 2020.
26 p: fig.

Referencias

ISBN: 978-958-5123-16-8 (Impresa)

ISBN: 978-9 58-5123-15-1 (Digital)

1.Papa (tubérculo)—enfermedades y plagas. 2.Papa (tubérculo)—Nariño. 3.Características y estrategias de control—papa (tubérculo) I. Sañudo S, Benjamín II. Flórez C, Carlos III. Castro C, Bertha Lucia IV. Arteaga B. Félix V. Salazar G, Claudia V. Grupo de Investigación de Sanidad Vegetal.

635.21 B562- SCDD- Ed. 22

Biblioteca Alberto Quijano Guerrero

Título: Vulneración del cultivo de papa ante problemas sanitarios emergentes en Nariño

Autores: Carlos Betancourth G., Benjamín Sañudo S., Carlos Flórez C., Bertha Lucia Castro C., Félix Arteaga B., Claudia Salazar G., 2020.

Primera edición: Agosto, 2020

ISBN versión impresa: 978-958-5123-16-8

ISBN versión digital: 978-958-5123-15-1

Editorial: Editorial Universidad de Nariño

Diseño y diagramación:
Tipografía Cabrera - Pasto

Reservados los derechos. No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información ni transmitir alguna parte de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, etc., sin el permiso previo de los titulares de los derechos de propiedad intelectual.

Impreso en Colombia, Nariño, San Juan de Pasto

© 2020 Carlos Betancourth García

© 2020 Universidad de Nariño

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 4 |
| 2. ENFERMEDADES EMERGENTES | 5 |
| 2.1. LA GOTA (<i>Phytophthora infestans</i> (Mont) de Bary) | 5 |
| 2.2. LA COSTRA NEGRA Y CANCRO DEL TALLO (<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn)..... | 6 |
| 2.3. LA SARNA O ROÑA POLVOSA (<i>Spongospora subterranea</i> Wall.)..... | 8 |
| 2.4. LA SARNA COMÚN (<i>Streptomyces scabies</i> Lambert y Loria)..... | 10 |
| 2.5. EL NEMATODO QUISTE (<i>Globodera pallida</i> (Stone) Behrens) | 11 |
| 2.6. EL VIRUS DEL AMARILLAMIENTO DE VENAS (PYVV)..... | 12 |
| 2.7. PUNTA MORADA (' <i>Candidatus Phytoplasma solani</i> ')..... | 14 |
| 2.8. MADUREZ PREMATURA (<i>Pythium</i> sp.)..... | 16 |
| 3. OTRAS ENFERMEDADES CON PRESENCIA EN NARIÑO | 18 |
| 3.1. AFECTACIONES CON AGRESIVIDAD MENOR | 18 |
| 3.1.1. EL TIZÓN TEMPRANO (<i>Alternaria</i> spp.) | 18 |
| 3.1.2. LA ROYA (<i>Puccinia pittieriana</i> P. Hennings) | 19 |
| 3.2. ENFERMEDADES AGRESIVAS EN CONDICIONES PARTICULARES | 20 |
| 3.2.1. LA CENICILLA (<i>Erysiphe cichoracearum</i> D.C.) | 20 |
| 3.2.2. LA MORTAJA BLANCA (<i>Rosellinia</i> spp.)..... | 21 |
| 3.2.3. LA PATA NEGRA (<i>Pectobacterium atrosepticum</i> (Van Hall) Gardan et al.)..... | 22 |
| 3.3. PROBLEMAS DE DISTRIBUCIÓN RESTRINGIDA..... | 23 |
| 3.3.1. MARCHITAMIENTO (<i>Verticillium</i> spp.) | 23 |
| 3.3.2. EL CARBÓN (<i>Angiosorus solani</i> (Barrus) Thirum & O'Brien) | 24 |
| 3.3.3. PUDRICIÓN SECA DEL TUBÉRCULO (<i>Fusarium</i> spp.)..... | 25 |
| 3.3.4. LA SARNA VERRUGOSA (<i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.) Percival)..... | 26 |
| 3.3.5. COMPLEJO CAUSADO POR VIRUS | 27 |
| REFERENCIAS | 31 |



1. INTRODUCCIÓN

Quienes de alguna manera estamos relacionados con el cultivo de la papa, especialmente en el aspecto sanitario, sentimos que no se le ha prestado la atención debida, a pesar de ser el mayor empleador en el sector rural, con cerca de 35.000 hectáreas distribuidas en más de 10 municipios de nuestro departamento. Allí, hay preocupación permanente entre los productores, por la agresividad cada vez mayor de afectaciones ya conocidas y la aparición de otras con características severas, además de su rápida distribución.

Entre los disturbios comúnmente conocidos se incluyen las siguientes: la gota (*Phytophthora infestans* Mont De Bary); la costra negra y cancro del tallo (*Rhizoctonia solani* Kühn); la sarna polvosa (*Spongospora subterranea* Wallroth); la sarna común (*Streptomyces scabies* Lambert & Loria); el nematodo quiste (*Globodera pallida* Stone); y el virus de amarillamiento de venas (PYVV). Entre las de aparición reciente merecen atención la punta morada; atribuida a un fitoplasma (*Candidatus Phytoplasma solani*) y la madurez prematura, relacionada hasta el momento con la presencia del Oomycete *Pythium* sp.

Estos problemas sanitarios se consideran emergentes, por las pérdidas económicas que llegan a ocasionar en los rendimientos y calidad del producto, así como por las dificultades reales en el manejo y la facilidad de diseminación. Por ello, se requiere de un mejor conocimiento de las características de agresividad y las estrategias de control más factibles, bajo las actuales condiciones, de un modelo productivo de mediana y pequeña escala.



2. ENFERMEDADES EMERGENTES

2.1. LA GOTA (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary)

Aspectos de agresividad

El tizón tardío, a pesar de ser la enfermedad más conocida por los productores, cuyo control obliga a un volumen muy importante de plaguicidas, muestra cada vez mayor gravedad en las etapas tempranas de crecimiento, con muerte extensiva

de las partes apicales de la planta (**Figura 1**), ciclos más cortos de reinfección, rápida dispersión del daño y vulnerabilidad de genotipos considerados como resistentes.



Figura 1. Síntomas de gota (*Phytophthora infestans*) **a y b**) lesiones necróticas en tallos y hojas en papa *Solanum tuberosum*.

Esto obliga a un manejo químico frecuente, siendo necesario cumplir con planes de rotación y mezclas de manera adecuada, para disminuir la posible generación de poblaciones del patógeno con resistencia a moléculas mal empleadas. El comportamiento de agresividad lleva a pensar en una eventual presencia en Nariño del grupo de apareamiento A2 de *Phytophthora infestans*, el cual

tiene la característica de afectar severamente a la papa desde temprana edad. Si esto ha llegado a suceder, la reproducción sexual de dicho apareamiento con el tipo A1 presente en nuestro medio, ocasionaría un desorden biológico preocupante por la dispersión de poblaciones del patógeno cada vez más virulentas.

Estrategias de control

El control químico es la principal estrategia para el manejo de la gota, con un buen número de plaguicidas con efecto contra Oomycetes. Entre estos, se pueden mencionar los de contacto (Cúpricos Inorgánicos, Ditiocarbamatos, Bencenos) y los sistémicos que son los de mayor uso. En estos últimos se incluyen los grupos químicos de Acetamidas, Fosfonatos, Fenilamidas (con los subgrupos Acilalanina, Oxazolidinonas y Butirolactonas), Oxazolidinonas, Imidazolinonas, Ácido Cinámico, Carbamatos, Mandelamidas, Acyl Pirolides y Piperidiny Tiazol Isoxazoline. Con los fungicidas sistémicos, se debe tener un buen conocimiento del mecanismo de acción, la movilidad interna y el efecto sobre el proce-

so infectivo, para trabajar de una manera lógica en rotaciones y mezclas, reduciendo posibles eventos de generar poblaciones del patógeno con resistencia a uno o más oomyceticidas.

A futuro se requiere mayor atención al conocimiento de fuentes genéticas con mecanismos de resistencia horizontal o tolerancia de campo, determinando la interacción de componentes estructurales y químicos. Esto permitiría retardar la aparición de focos de la enfermedad, de tal manera que cuando se presente tenga baja severidad y progreso lento, con ciclos de reinfección más espaciados en el tiempo, lo cual contribuirá a una mejor respuesta a la aplicación de inductores de resistencia.

2.2. LA COSTRA NEGRA Y CANCRO DEL TALLO (*Rhizoctonia solani* Kühn)

Aspectos de agresividad

Es considerada como una afección multisintomática (**Figura 2**), con evidencias directas como, ulceraciones en la base del tallo y muerte de brotes, áreas necróticas extensivas de raíces jóvenes y estolones, ennegrecimientos corticales de raíces más gruesas y costras en los tubérculos. Además de efectos indirectos que ocasionan disminución del tamaño general de la planta, enrollamiento y cambios de color en hojas, retorcimiento de tallos e hinchamiento de nudos, desarrollo de tubérculos aéreos, deformación de tubérculos (muñequo) y madurez prematura de la planta.

Hasta la década de los años 90 del siglo anterior, la enfermedad tenía importancia secundaria, por sus ataques esporádicos y dispersos. Sin embargo, en los inicios del nuevo milenio, se introdujo a Nariño el producto sistémico Thifluzamide (Pulsor) del grupo químico Thiazolecarboxanilidas, efectivo contra ataques de *Rhizoctonia* en panojas de arroz, para hacer aplicaciones generalizadas en los surcos de siembra de los tubérculos de papa. Este producto

se constituyó en una medida aceptada y de empleo continuado, en las producciones de gran escala en el departamento. Hacia mediados de la década de los años 2010, se introducen otros fungicidas, primero Penthiopyrad (Fontelis) y luego Penflufen (Emesto) ambos del grupo químico Pyrazol Carboximida y junto con Thifluzamide con el mismo punto de actuación, la inhibición de la enzima Succinato deshidrogenasa del proceso respiratorio en los hongos.



Figura 2. Síntomas causados por *Rhizoctonia solani* en papa **a)** ennegrecimiento cortical de raíz **b)** áreas necróticas en estolones **c)** esclerocios en tubérculos **d)** retorcimiento y quemazón en tallo **e)** tubérculos aéreos **f)** enrollamiento y cambio de color en hojas **g)** deformación (muñequo) de tubérculos.

El manejo químico realizado, pudo inducir la generación de poblaciones de *R. solani*, resistentes a los fungicidas mencionados y fueron tornándose dominantes en el suelo con mayor capacidad de dispersión, como la que se observa en la actualidad. También se supone que el empleo de fungicidas con similar modo de actuación unisitio y por cerca de 17 años, pudo deprimir poblaciones de la microbiota fúngica bioreguladora, reduciendo las oportunidades de antagonismos microbiales sobre *Rhizoctonia solani* y de allí, su manifestación dominante y virulenta.

Estrategias de control

En el comercio de agro-insumos hay moléculas de fungicidas con distintos mecanismos de acción, entre los grupos químicos de las Estrobirulinas, Dicarboximidias, Imidazoles, Amilopirimidinas y Benzamidazoles, evaluando rotaciones y mezclas. También se sugiere incluir los amonios cuaternarios con aplicaciones en los surcos de siembra, determinando su efecto esterilizante, pero también las respuestas de la papa a estos desinfectantes.

Se hace necesario incluir la siembra de cereales en rotación, buscando disminuir los niveles de inóculo del patógeno. En este aspecto, una estrategia que merece evaluación es el empleo de la cebada como abono verde, para el corte y picado de la biomasa aérea en la etapa de llenado de grano. Antes de la incorporación de los tejidos al suelo, se recomienda la aspersión de preparados comerciales conteniendo unidades biológicas de antagonistas sean bacterias u hongos, como especies de los géneros *Bacillus* y *Trichoderma*. También es posible el humedecimiento de los tejidos a incorporar con biopreparados artesanales, empleando como fuente de microorganismos, el mantillo, hojarasca o capote de ecosistemas boscosos.

2.3. LA SARNA O ROÑA POLVOSA (*Spongospora subterranea* Wall.)

Aspectos de agresividad

En la década de los años 80 se comenzó a mencionar la sarna polvosa como una nueva enfermedad de la papa en Nariño, aunque seguramente ya existía desde tiempo atrás. Su agente causante es un organismo (Protista, Eucarionte) habitante natural de los suelos, capaz de cumplir periodos de latencia por cerca de seis años, en especial cuando hay temporadas secas, cuando ocurre disminución significativa de las infecciones. Al contrario, hay incrementos notorios en la incidencia cuando las temporadas de cultivo están sometidas a temperaturas bajas y alta humedad.

Los ataques subterráneos del patógeno aun con distintos grados de severidad, no permitían observar evidencias en la parte aérea y se determinaba diferente comportamiento en los genotipos sembrados, destacándose la resistencia moderada de Diacol Capiro. Sin embargo, desde la década de los años 2010, se empezó a observar vulnerabilidad en dicha variedad y también ataques desde etapas tempranas de crecimiento, con presencia notoria de agallas grandes en raíces estolones y tubérculos ocurriendo la esporulación y rompimiento de tejidos en corto tiempo (**Figura 3**). Como consecuencia, un envejecimiento prematuro de las raíces, lo que está conduciendo a cosechas de papa en tiempos más cortos y finalmente disminución considerable de rendimientos.



Figura 3. Síntomas causados por la roña polvosa *Spongospora subterranea* **a, b y c)** lesiones en tuberculos de papa **d)** formación de agallas o quistes en raíz.

Estrategias de control

Experimentalmente se ha determinado disminución del efecto del patógeno en terrenos con alta incidencia de la roña y en temporada de invierno, mediante el establecimiento de papa en rotación con gramíneas, particularmente cebada y avena. Se sugiere cortar y picar la biomasa aérea en la etapa de espigamiento para hacer un buen humedecimiento

con un preparado comercial conteniendo más de una especie del hongo antagónico *Trichoderma*, para su incorporación en el suelo.

No se ha trabajado en el manejo químico de la afección, pero se recomienda evaluar aplicaciones pre siembra de amonios cuaternarios en el fondo de los surcos.

2.4. LA SARNA COMÚN (*Streptomyces scabies* Lambert y Loria)

Aspectos de agresividad

El agente causante es una bacteria que llega a vivir como parásito débil en tejidos subterráneos de zanahoria, remolacha y trébol negro, con incremento de inóculo cuando hay siembras continuas de papa en los mismos lotes y se presentan condiciones de sequía. Entonces, hay afectación desde los primeros estados de desarrollo de los tubérculos, con pequeñas lesiones circulares y superficiales de color marrón; a medida que crecen, las lesiones se agran-

dan, son corchosas y luego se agrietan, uniéndose para formar una superficie sarnosa (**Figura 4**).

Contrario a lo que se menciona, en sectores donde los suelos tienen un pH menor de 5.5, hay presencia del patógeno, siendo probable que esté actuando la especie *Streptomyces acidiscabies* también patógeno en papa, lo cual debe comprobarse.

Estrategias de control

Hasta el momento no se han realizado trabajos tendientes a disminuir la severidad de lesiones super-

ficiales. Se recomienda evaluar el efecto de abonos verdes, el empleo de amonios cuaternarios, como también moléculas que se emplean contra afecciones por bacterias típicas, como Kasugamicina y Ácido Oxolínico, con efecto preventivo y curativo.



Figura 4. Síntomas de sarna común (*Streptomyces scabies* en diferentes cultivares de papa
a) *Solanum tuberosum* (Única) b) *Solanum phureja* (Suapa)
c) *Solanum tuberosum* (Diacol Capiro).

2.5. EL NEMATODO QUISTE (*Globodera pallida* (Stone) Behrens)

Aspectos de agresividad

El reconocimiento de su presencia en Nariño, se remonta a principios de la década de los años 70, reportándose como el nematodo dorado *Heterodera rostochiensis* por el doctor Carlos Baeza del Instituto Colombiano Agropecuario. Luego, ICA Obonuco, en colaboración con el Convenio Colombo Holandés, hace la identificación a *Globodera pallida* y realiza estudios básicos hasta mediados de la década de los años 80. En la misma época, hay que destacar también los aportes de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, en el reconocimiento de hongos parásitos de estos nematodos.

Desde entonces, también se promovió el empleo de la molécula insecticida Carbofuran, en aplicación al suelo para el control del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) y el tiroteador de los tubérculos (*Naupactus* sp.). Con esta medida, también se logró mantener en niveles bajos las poblaciones del

nematodo, por lo que perdió interés para productores e investigadores, sin haberse realizado estudios sobre distribución de la plaga.

Con la salida del Carbofuran del mercado nacional para la década de los años 2010 del nuevo milenio, se emplearon productos específicos para el control del gusano blanco y las polillas de los tubérculos, los cuales no son eficaces contra el nematodo. En consecuencia, se inició un incremento poblacional a partir de quistes con distintos tiempos de latencia, acumulados en el tiempo, lo cual también se vio favorecido, por siembras repetidas de papa en los mismos lotes. Hoy, el panorama es preocupante por la presencia de altas poblaciones infectivas del nematodo, entre estados larvales y hembras jóvenes, con daños, significativos en el sistema radical, conllevando disminución en los rendimientos y calidad del producto (**Figura 5**).

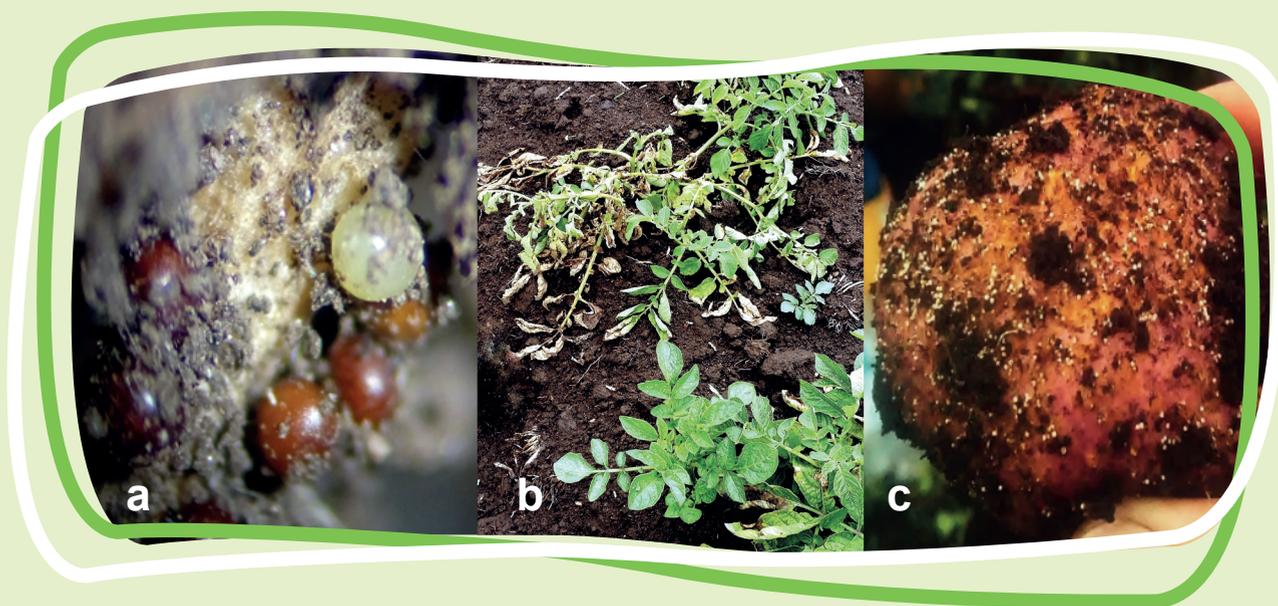


Figura 5. Presencia del nematodo *Globodera pallida* en papa a) presencia de quistes en el sistema radical b) marchitamiento temporal de la planta c) quistes sobre la superficie del tubérculo.

Estrategias de control

Son escasas las moléculas con propiedades nematocidas y aquellas con posibilidades de consecución como Fluensulfone del grupo químico Fluoro Alquenil Sulfato Heterocíclico, de contacto no traslocables; así como Fostiazato y Cadusafos de los organofosforados de contacto e ingestión no traslocables. Estos productos se pueden aplicar al momento de la siembra de la papa y no llegan a tener residualidad, por lo que no se analiza su efecto hasta el momento de la eclosión y salida de larvas del nematodo en el primero y segundo estado juvenil. Hay que tener en cuenta que la eclosión de los quistes ocurre con el estímulo del sistema radicular

de los tubérculos en emergencia, después de los 20 días de la siembra.

Por lo expuesto, se considera la evaluación de otras estrategias de control, como es el establecimiento de crucíferas como abonos verdes, para su corte picado, realizando humedecimientos en suspensiones de hongos parásitos de nematodos como *Pae-cilomyces lilacinus* (*Purpureocillium lilacinum*) y *Pochonia chlamydosporia*. Además, se deben buscar y evaluar plantas trampa con posibilidades de producir saponinas en sus exudados radiculares, con el objeto de afectar la síntesis de esteroides de las membranas en larvas.

2.6. EL VIRUS DEL AMARILLAMIENTO DE VENAS (PYVV)

Aspectos de agresividad

El virus causante del amarillamiento de venas es transmitido por la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* de manera semipersistente y por tubérculos de plantas enfermas. Tiene distribución generalizada en las zonas paperas de Nariño, pero se considera que en el sur del departamento hay centros de diseminación activa. Tal es el caso de la parte oriental (municipios de Potosí, Córdoba y Puerres), central (Gualmatan, Contadero, Iles) y occidental (Guaitarilla). Al parecer, en estos sitios hay condiciones medioambientales favorables para la reproducción del vector en la papa y otros hospedantes naturales. Ello ha conducido a incrementos significativos de incidencia a partir de siembras sucesivas de semilla proveniente de lotes afectados.

Cuando se siembra semilla certificada y con presión poblacional del vector, se alcanza a determinar infección después de 25 días y de manera difusa en cultivos jóvenes. La clorosis de venas notable desde las hojas apicales y luego un amarillamiento de los espacios intervenales, más pronunciado en el tercio medio de la planta, empezando generalmente por los bordes de las hojas. Al final, únicamente quedan verdes los espacios adyacentes a las nervaduras principales derivadas del nervio central de los folíolos (**Figura 6**).



Figura 6. Plantas de papa con diferente nivel de afectación por el virus de amarillamiento de venas (PYVV).

Cuando se hace selección de plantas aparentemente sanas para obtener la semilla de la siguiente siembra, se determina en el nuevo cultivo, plantas dispersas y con incidencia leve, manifestando síntomas del disturbio virótico, lo que lleva a suponer, que el vector puede transmitir el virus en plantas adultas. Cuando se utiliza la semilla de la misma procedencia y con tres siembras sucesivas, la incidencia puede llegar a un 40% o más y los rendimientos por planta en peso disminuye entre un 30 a 40 % en promedio.

Estrategias de control

En las zonas donde hay transmisión activa del virus por el vector, no es factible hacer selección de semilla, debido a que hay ciclos reproductivos de manera repetida en una misma temporada de establecimiento; por lo tanto, es preciso ubicar sectores de mayor altura posible, donde se dificulta la reproducción de la mosca blanca. Allí se debe partir de lotes donde se haya establecido semilla certificada con un tubérculo por sitio de siembra y desde la temporada de floración de las plantas, se hace un

proceso de selección negativa, eliminando las plantas sospechosas de estar afectadas por el amarillamiento de venas. En la cosecha, se sugiere recolectar las mejores plantas dejando la carga en cada sitio colectado. Luego, se juntan los tubérculos de mejores sitios, seleccionando la papa de segunda sin deformaciones, la cual servirá para cumplir un nuevo ciclo de selección negativa. También se separan los tubérculos de tercera, para su siembra con un tubérculo por sitio con el fin de incrementar la producción de semilla de segunda, cumpliendo el proceso de selección negativa.

Conjuntamente con el proceso de selección de semilla limpia y también en los lotes comerciales, desde la emergencia total de las plantas, en los bordes deben instalarse trampas de plástico amarillo impregnadas con aceite de motor, para monitorear irrupciones poblacionales del vector, planificando una rotación de insecticidas, involucrando distin-

tos modos de acción y grupos químicos, tales como Piridina con Piriproxifen; Organofosforados con Acetato; Carbamatos con Metomil; Cetoenoles con Spirotetramato; análogos de Nereistoxinas con Thiocyclam Hidrogenoxalato; Neonicotinoides con Imidacloprid o Thiacloprid o Acetamiprid; Sulfoximina con Isoclast o Sulfoxaflor.

2.7. PUNTA MORADA (*'Candidatus Phytoplasma solani'*)

Aspectos de agresividad

En el año 2015 se da la alerta en Ecuador sobre la eventual presencia de la enfermedad en las provincias de Carchi y Pichincha, dos años más tarde se hace la identificación del agente causal '*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*' y de su vector el Psílido de la papa (*Bactericera cockerelli* Sulc) del género Paratrioza. Para el año 2018, en el municipio de Carlosama del departamento de Nariño, se determinó la presencia de adultos y ninfas del insecto, además la identificación por Agrosavia del agente causal '*Candidatus fitoplasma solani*' y la observación de los síntomas como, amarillamiento de hojas apicales con posteriores tonalidades moradas; retorcimiento de tallos, con engrosamiento de nudos y proliferación de brotes axilares; formación de tubérculos aéreos; deformación de tubérculos subterráneos muy pegados a los estolones; necrosis vasculares en la base de los tallos y en tubérculos; marchitez prematura; disminución significativa de producción y tamaño de los tubérculos (**Figura 7**).

Hacia el año 2019, ya se observa difusión del disturbio en sectores vecinos a Carlosama, en Nariño, tanto hacia el occidente como al oriente, con pérdidas notables en los rendimientos y calidad de tubérculos. Hasta el momento no se ha realizado planes estratégicos para evaluar al menos la distribución actual y los daños económicos.



Figura 7. Síntomas característicos de la enfermedad punta morada de la papa
a) coloración morada y entorchamiento de hojas apicales
b) formación anormal de tubérculos aéreos (Fuente: Israel Navarrete (CIP)).

Estrategias de control

Se sugiere que de manera prioritaria se determine la actual distribución del disturbio y su vector en las zonas productoras del tubérculo en el departamento. Ello permitirá trabajar en sectores libres, con miras a la multiplicación de semilla certificada, evaluando además el comportamiento de los genotipos comerciales frente a la afección en los secto-

res de mayor incidencia. Respecto al manejo del problema a nivel de productor se sugiere hacer monitoreo del insecto vector, eliminando focos de infección; en casos graves hacer rotación de cultivos y planificar la aplicación de insecticidas apropiados de acuerdo con lo expuesto para el control químico de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, incluyendo además aceites naturales con dispersión en agua.

2.8. MADUREZ PREMATURA (*Pythium* sp.)

Aspectos de agresividad

Desde el año 2017 se viene observando una afección en cultivos de papa Diacol Capiro, que conduce a estados de madurez de las plantas desde la etapa de floración, sin ocurrir síntomas de marchitamiento. La distribución de plantas afectadas en los lotes ocurre en parches erráticos, los cuales son cada vez de mayor extensión. Actualmente, el problema está generalizado en el departamento de Nariño y hay preocupación entre los productores, debido a disminuciones en los rendimientos y en el tamaño de los tubérculos.

Al examinar el sistema radical de las plantas afectadas, se determinó una pudrición negra de los extremos en un gran número de raíces jóvenes, así como envejecimiento de la región donde se encuentran los pelos absorbentes. De allí, ha sido posible obtener de manera consistente aislados del Oomycete *Pythium* en medio de cultivo a base de agar simple. Mediante inoculaciones en plantas jóvenes de Diacol Capiro mantenidas en ambiente controlado, se han determinado diferencias de agresividad entre aislamientos, pero todos ocasionan disminución del tamaño de las plantas y amarillamiento foliar ascendente con escasos individuos muertos, observándose también diferencias en la afectación de puntas radiculares (**Figura 8**).

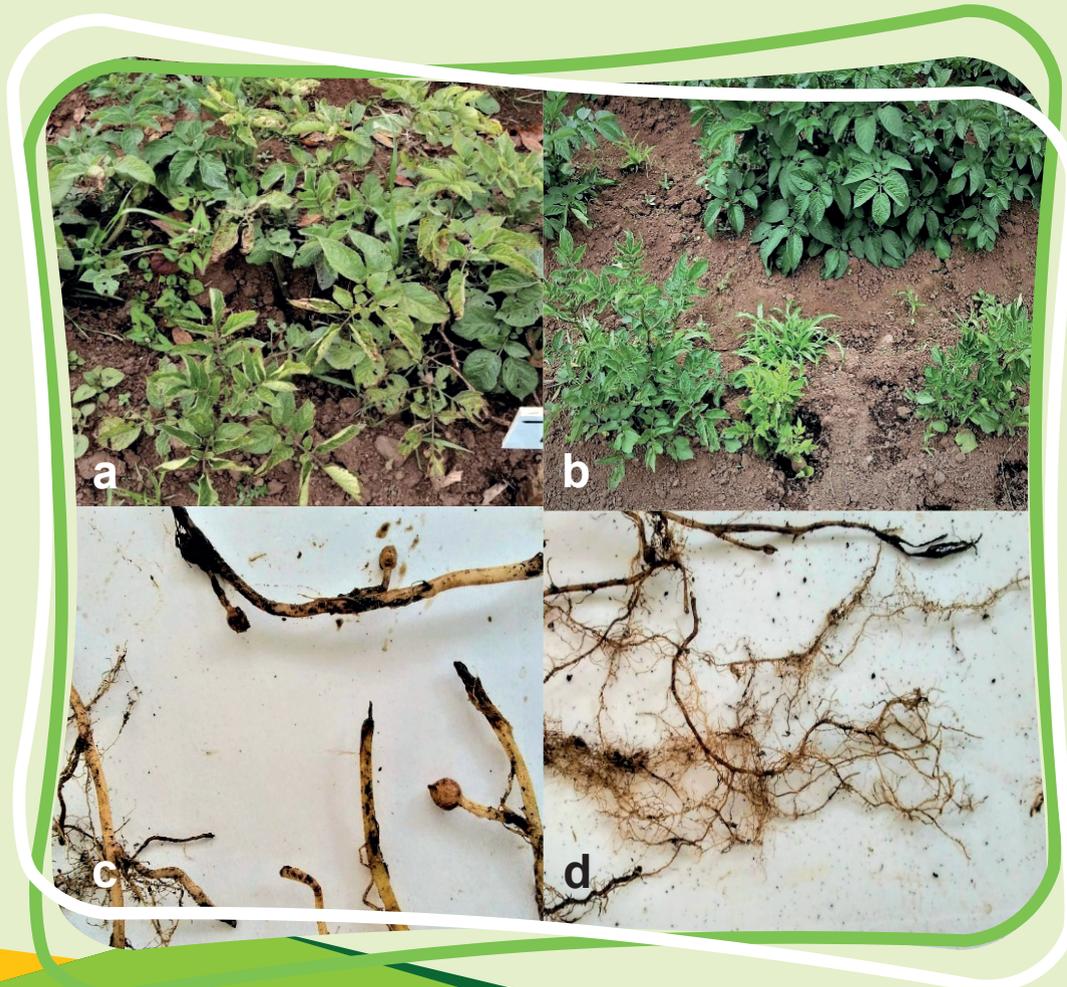


Figura 8. Madurez prematura causada por el Oomycete *Pythium* sp. **a)** clorosis en hojas del tercio inferior **b)** plantas con enanismo planta con madurez prematura **c)** y **d)** envejecimiento y necrosis de tejidos radiculares.

Si bien se considera a *Pythium* spp., como un patógeno oportunista en su condición de habitante natural de los suelos, manteniendo niveles bajos de agresividad, es probable que el uso continuado de fungicidas contra otros patógenos haya permitido incrementos poblacionales de la especie o especies de *Pythium* presentes, como consecuencia de una disminución significativa de la microbiota fungosa equilibrante. Además, pudo haber influencia de condiciones medioambientales desfavorables. Tal es el caso de sucesiones repetidas de temporadas húmedas y secas, además de choque térmico con temperaturas sobre los 20 °C en el día y menos de 4 °C en las noches. Estas condiciones dificultan la normal absorción de agua y nutrientes, por un sistema radical afectado en sus partes activas.

Estrategias de control

Se considera necesario trabajar con establecimiento de abonos verdes de cereales menores, en aquellos lotes que muestran áreas importantes con madurez prematura, para el corte y picado en la etapa de llenado de grano, más un buen humedecimiento con biopreparados líquidos que lleven como fuente de microorganismos el mantillo de bosque naturales, realizando luego la incorporación de los tejidos en el suelo. Esta medida contribuye a restauraciones poblaciones de la microbiota heterótrofa que puede

ejercer acciones antagónicas sobre patógenos del suelo, incluyendo al Oomycete *Pythium*.

En caso necesario de emplear plaguicidas para aplicaciones en el momento de la siembra y en remojos basales en plantas jóvenes, se aconsejan aquellos que tengan capacidad de translocación descendente o basipetala, siendo recomendados el Fosetil Aluminio de los Fosfonatos, así como el Oxadixyl del subgrupo Oxazolidinona u Ofurace del subgrupo Butirolactona, ambos del grupo químico de las Fenilamidas.



3. OTRAS ENFERMEDADES CON PRESENCIA EN NARIÑO

Se debe seguir prestando atención a problemas patológicos ya existentes en las zonas paperas del departamento, pero que actualmente tienen agresividad menor. Lo anterior se debe probablemente a las siguientes situaciones: a) el cultivo de genotipos menos vulnerables a tizón temprano (*Alternaria* spp.) y la roya (*Puccinia pittieriana*); b) expresión de agresividad en condiciones medioambientales particulares como cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*), la mortaja blanca (*Rosellinia* sp.) y la pata negra (*Pectobacterium atrosepticum*); c) distribución restringida e inci-

dencia leve, como se observa para el marchitamiento (*Verticillium* spp.), el carbón (*Angiosorus solani*), la pudrición seca del tubérculo (*Fusarium* spp) y la sarna verrugosa (*Synchytrium endobioticum*).

También se debe tener en cuenta un complejo virótico, que periódicamente muestra incrementos en su incidencia, cuando los productores hacen empleo intensivo de semilla no certificada, además de desconocer la procedencia.

3.1. AFECTACIONES CON AGRESIVIDAD MENOR

3.1.1. EL TIZÓN TEMPRANO (*Alternaria* spp.)

Se presenta hacia la etapa de prefloración, cuando se alternan periodos secos y húmedos, que si son abrigados predisponen la presencia del hongo *A. solani* (Sorauer), mientras que, en condiciones más frías, puede estar presente *A. brassicae* (Berk.) Sacc.

Los síntomas aparecen en la parte bajera de las plantas y con progreso ascendente, en forma de lesiones foliares pardo oscuras y anilladas (**Figura 9**), localizándose entre las nervaduras más grandes y por unión de estas manchas, hay amarillamiento y secamiento de hojas, las cuales quedan colgando. En peciolos y tallos las lesiones son hundidas, alargadas y oscuras, mientras que en raíces hay agrietamientos longitudinales y en los tubérculos las lesiones son redondas a irregulares, hundidas y bordes levantados.



Figura 9. Lesiones foliares características de tizón temprano *Alternaria* spp.

3.1.2. LA ROYA (*Puccinia pittieriana* P. Hennings)

Es una enfermedad típica de los sectores más altos y con alternancia de temporadas húmedas y secas, afectando las plantas desde el estado joven. Inicialmente en la parte basal de las plantas y luego con progreso ascendente, afectando hojas que muestran pequeñas lesiones amarillentas y hundidas, mientras que en el envés hay pústulas polvosas de color rojizo anaranjado a café (**Figura 10**). Por coalescencia de lesiones ocurre amarillamiento foliar generalizado, ocasionando importantes daños en el rendimiento.



Figura 10. Lesiones y pústulas de roya (*Puccinia pittieriana*) en folíolos de papa.

3.2. ENFERMEDADES AGRESIVAS EN CONDICIONES PARTICULARES

3.2.1. LA CENICILLA (*Erysiphe cichoracearum* D.C.)

Es más incidental desde la etapa de tuberización, en temporadas secas con temperatura variable, cuando sobre las hojas, pecíolos, ramas y tallos aparecen masas polvosas extensivas de color blanco a ceniza, provocando envejecimiento de tejidos lo cual conduce a madurez prematura y secamiento de las plantas (**Figura 11**). En consecuencia, hay disminución apreciable en el tamaño de los tubérculos.



Figura 11. Síntomas de cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*) foliolos envejecidos con masas polvosas.

3.2.2. LA MORTAJA BLANCA (*Rosellinia* spp.)

En nuestras condiciones este hongo se presenta en estado asexual *Dematophora*, con mayor distribución e incidencia en los sectores paperos altos, con suelos conteniendo abundantes residuos orgánicos y un pH alrededor de 6.0. Este patógeno tiene un amplio rango de hospedantes, tanto plantas leñosas perennes en todos los climas, como herbácea de ciclo corto y zona fría como ulluco, zanahoria, chocho, remolacha, perejil, etc.

En forma aislada o en focos se presentan plantas marchitas con amarillamiento foliar ascendente, debido a una descomposición húmeda de los tejidos externos en la base de los tallos y raíces gruesas. Estructuras del hongo, tales como micelio

gris, tipo pelo de rata, o cordones miceliales de color blanco o rizomorfos, invaden la superficie de los tubérculos. Estos se tornan duros y oscuros, mostrando internamente un punteado negruzco que se dirige en forma radiada hacia la parte central (**Figura 12**).

Para su manejo, se sugiere identificar prontamente los focos del patógeno, exponiendo el suelo al sol ya sea en forma directa, con volteos frecuentes o cubriendo el sitio con plástico negro para aumentar la temperatura. Esta solarización debe ser por un tiempo no inferior a un mes, para luego adicionar microorganismos eficientes o biocontroladores como *Trichoderma* spp. y *Bacillus subtilis*.

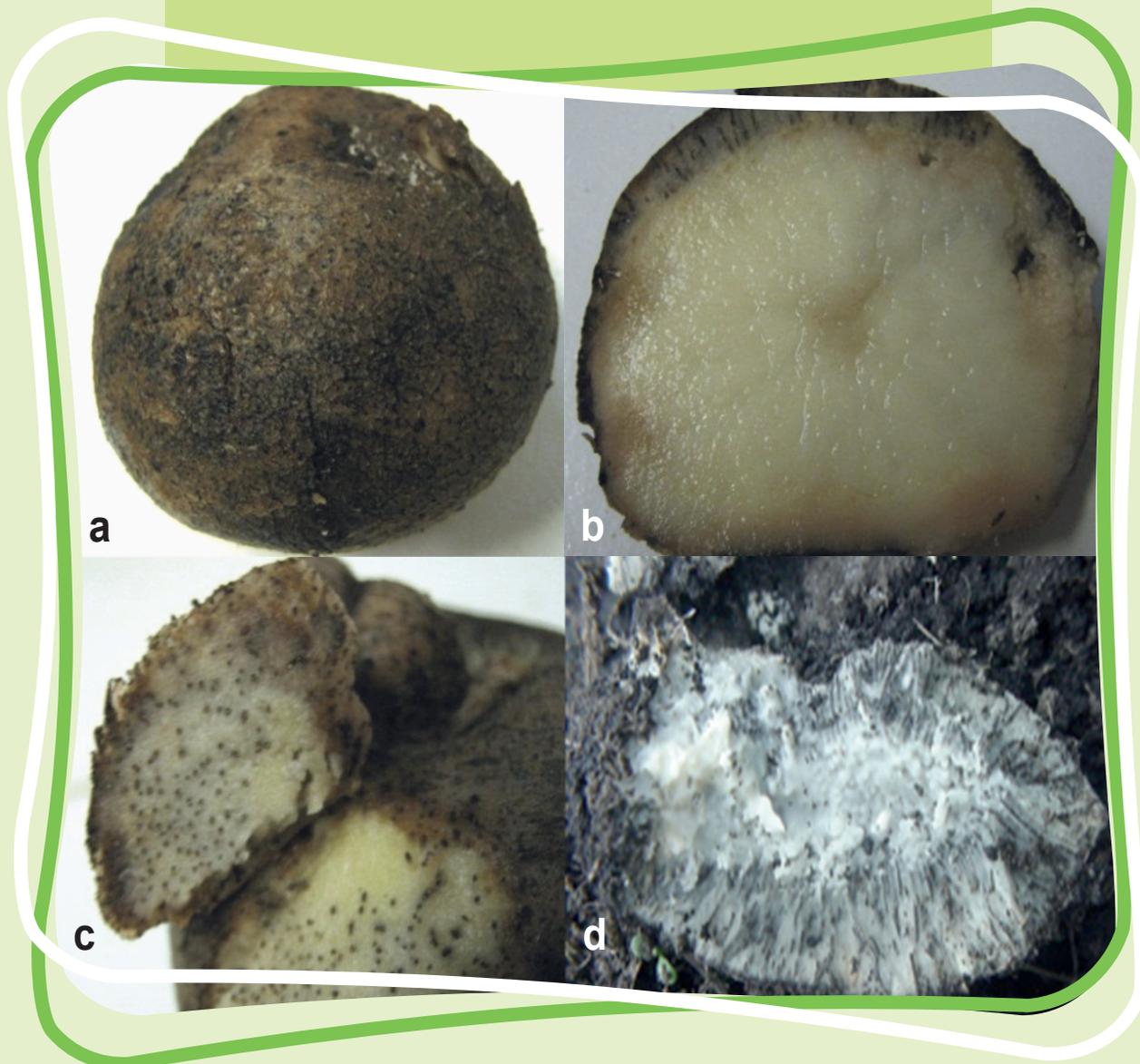


Figura 12. Tubérculos de papa con ataque de *Rosellinia* spp. **a)** aspecto externo con invasión de cordones miceliales y tejidos endurecidos **b)** corte transversal con líneas radiales negras en el borde **c)** parte interna con punteado color negro **d)** cordones miceliales en tubérculo.

3.2.3. LA PATA NEGRA (*Pectobacterium atrosepticum* (Van Hall) Gardan et al.)

Ocurre más en suelos pesados y húmedos, aumentando la incidencia en ambientes abrigados, próximos a los 20 °C, diseminándose fácilmente a través de heridas y por tubérculos contaminados, pero la sobrevivencia de la bacteria es escasa.

Las plantas se pueden afectar en cualquier estado de desarrollo y detienen su crecimiento, siendo las hojas más erectas, amarillentas y enrolladas hacia arriba, para luego ocurrir marchitamiento y muerte de individuos afectados por una descomposición húmeda y oscura de los tejidos en la base de tallos

y raíces más gruesas. Los tubérculos también manifiestan una pudrición húmeda de color café crema y con bordes más oscuros, siendo fácilmente separable (**Figura 13**). En los tejidos afectados es característico el mal olor y la presencia de exudados lechosos.



Figura 13. Síntomas de pata negra causada por la bacteria *Pectobacterium atrosepticum* (*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*) **a**) descomposición húmeda y oscura de la base de tallos **b**) tubérculo con pudrición húmeda.

3.3. PROBLEMAS DE DISTRIBUCIÓN RESTRINGIDA

3.3.1. MARCHITAMIENTO (*Verticillium* spp.)

Actualmente hay incrementos de incidencia en sectores con altas poblaciones de larvas del nematodo quiste (*Globodera pallida*), debido posiblemente a las heridas ocasionadas en las raíces, que predisponen al ataque del

patógeno. Se ha observado mayor severidad del hongo *Verticillium alboatrum* Reinke y Berth. en condiciones húmedas del suelo y ambientes fríos, mientras en sitios más abrigados hay presencia de *V. dahliae* Kleb.

Las plantas pueden ser atacadas por el hongo desde etapas tempranas, observándose de manera aislada o en parches, una afectación unilateral de las hojas con amarillamiento o marchitez en los folíolos de un lado, mientras que los del opuesto permanecen verdes. Pronto hay secamiento generalizado y las

hojas quedan colgando en las ramas. En la parte basal de los tallos y en las raíces, hay necrosis vascular primero clara y luego de tonalidad marrón y finalmente hay ennegrecimiento cortical con presencia o ausencia de microesclerocios, respectivamente para *V. dahliae* y *V. alboatrum*. (Figura 14).



Figura 14. Síntomas de marchitez temprana causada por *Verticillium* spp. **a y b)** plantas con amarillamiento unilateral **c)** corte transversal de tallo con necrosis vascular.

3.3.2. EL CARBÓN (*Angiosorus solani* (Barrus) Thirum & O'Brien)

La enfermedad causada por este hongo está dispersa en algunos sectores de los municipios de Pasto y Guaitarilla, donde es probable que la producción obtenida no se destine para semilla ni se empleen lotes afectados para nuevas siembras de papa.

Las plantas afectadas manifiestan tumores en la base de los tallos en los estolones y los tubérculos, los cuales son lobulados y con hendiduras profundas. En la parte interna se observan estrías radiales, con sitios oscuros llenos de esporas (Figura 15).



Figura 15. Síntomas de carbón causados por *A. solani* **a)** formación de tumores en los estolones (Fuente: https://www.eeagrodelur.cl/PAPA_CARBON_DE_LA_PAPA/control/f265.jpg) **b)** tubérculo con estrías radiales de color oscuro (Fuente: (<http://www.apsnet.org/publications/imageresources/Pages/potato76.aspx>).

3.3.3. PUDRICIÓN SECA DEL TUBÉRCULO (*Fusarium* spp.)

Son varias las especies de *Fusarium* involucradas en el proceso patológico, como *F. solani* var *coeruleum* (Lib. ex Sacc.) C. Booth, *F. sambucinum* Fuc- kel, *F. oxysporum* Schldt, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc, *F. culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc y *F. graminearum* Schwabe, presentes en los suelos como habi- tantes naturales y que afectan tubérculos sembrados cuando estos presentan heridas como cortes o magulladuras, ocurriendo descomposición seca de manera rápida y cubrimientos miceliales con distintas tonalidades. Algun- as especies, principalmente *F. oxysporum*, también pueden afectar plan- tas jóvenes, por necrosis rojiza de los haces vasculares, lo cual conduce a marchitamiento y muerte. Cuando el inóculo es llevado por los tubérculos a almacenamiento y se presentan condiciones de alta humedad y tempera- tura abrigada, ocurre descomposición oscura de la parte interna, además de estados evidentes de deshidratación (**Figura 16**), siendo más importante *F. graminearum* y las pérdidas ocasionadas llegan hasta un 60%.



Figura 16. Aspectos de la pudrición de semilla de papa ocasionada por el hongo *F. graminearum*.

3.3.4. LA SARNA VERRUGOSA (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival)

Enfermedad proveniente de Ecuador y desde el año 2018 presente en algunos sectores de los municipios de Potosí y Pupiales, ocurriendo en un amplio rango de pH y de temperatura, pero con mayor incidencia en temporadas húmedas. Los síntomas se observan en la base de los tallos, así como en estolones y tubérculos, donde el hongo causa sobre crecimientos

o tumores irregulares con tonalidades similares a los órganos atacados, siendo de diferentes tamaños y con hendiduras más profundas (**Figura 17**). Lugo los tumores se oscurecen y descomponen, quedando las estructuras de resistencia del patógeno, diseminados en el suelo, con supervivencia mayor de 30 años.



Figura 17. Tumores irregulares de la sarna verrugosa *S. endobioticum*.
Fuente: ICA seccional Nariño.

3.3.5. COMPLEJO CAUSADO POR VIRUS

Además del virus que ocasiona el amarillamiento de venas, también tiene importancia epidemiológica el virus del enrollamiento de hojas PLVR, siendo transmitido por áfidos de manera persistente. Las plantas afectadas son de menor tamaño, con un crecimiento

más erecto en las hojas apicales, las cuales son ligeramente cloróticas o rojizas desde los márgenes y enrollados hacia el haz. Las hojas bajas también se enrollan, presentando manchas o anillos necróticos siendo de consistencia acartonada (**Figura 18**).



Figura 18. Virus del enrollamiento PLVR de la papa. Foliolos apicales con un crecimiento más erecto ligeramente cloróticas desde los márgenes y enrollados hacia el haz.

Otras virosis presentes, pueden pasar desapercibidas por enmascaramiento de síntomas en los primeros ciclos de infección, siendo transmitidas por áfidos de manera no persistente, con las siguientes evidencias sintomatológicas descritas por algunos autores en Colombia.

- **PVY.** Con áreas cloróticas de distinta tonalidad (mosaicos), necrosis de nervaduras y arrugamiento foliar (**Figura 19**).
- **PVS.** Con crecimiento abierto de ramas y hojas bronceadas o con moteado clorótico bien suave, además de manchas necróticas muy pequeñas en la lámina foliar y ligero hundimiento de nervaduras.
- **PVA.** Produce moteado clorótico con áreas de distinto tamaño y márgenes foliares ondulados. Las ramas se curvan hacia afuera (**Figura 20**).
- **PVM.** Ocasiona mosaico típico, con enrollamiento y deformación de foliolos, además de acortamiento de entrenudos apicales.



Figura 19. Síntomas causados por el virus PVY. Foliolos con necrosis de nervaduras y arrugamiento foliar.



Figura 20. Síntomas causados por el virus PVA. Foliolos con distinto tamaño y márgenes foliares ondulados.

El virus X (PVX) no tiene un vector definido, pero se transmite fácilmente por roce de tejidos entre plantas afectadas y sanas. Se caracteriza por mostrar reducción del tamaño de los folíolos, siendo

más ensanchados y con el ápice puntudo, además de ocasionar un moteado clorótico suave y en ocasiones hay disminución del tamaño de las plantas afectadas (**Figura 21**).



Figura 21. Síntomas de Virus X (PVX) en papa **a)** reducción del tamaño y deformación de los folíolos (izquierda planta enferma; derecha planta sana) **b)** folíolos con moteado clorótico suave.

También parece estar de manera muy dispersa el virus de “mop-top” (PMPV), que causa enanismo, moteado clorótico hacia los bordes de las hojas, en forma de V y formación de lesiones anilladas cloróticas a necróticas en la lámina foliar. Se menciona la capacidad vectora de *Spongospora subterranea*, de amplia distribución en Nariño, pero la presencia del virus llega a tener una baja importancia epidemiológica.

Finalmente, se evidencia la presencia de disturbio conocido como “tubérculo ahusado o tubérculo fusiforme”, siendo ocasionado por un viroide, transmitido fácilmente por contacto y roce de tejidos entre plantas. Las plantas afectadas son más erectas con folíolos de un verde más oscuro y delgados, además de que los tallos muestran sus ápices encorvados. Los tubérculos tienen yemas más numerosas y notorias, siendo pequeños y delgados con un extremo puntudo.

AGRADECIMIENTOS

La publicación de esta cartilla divulgativa, producto del proyecto de investigación “Manejo integrado de la costra negra de la papa (*Rhizoctonia solani* Kühn) en el departamento de Nariño” fue posible gracias a la aprobación y financiación dentro de la Convocatoria 818 de 2018 de COLCIENCIAS.



REFERENCIAS

- Acuña, I., Restrepo, S., Lucca, F. y Andrade, J. 2017. Recent developments: late blight in Latin America H. T. A. M. Schepers, Ed.; Special Report No. 18; EuroBlight Workshop Aarhus, Wageningen (Germany), University & Research. pp. Acuña, B. I. y Sandoval, C. 2017. Tizón temprano de la papa. Instituto de Investigaciones agrarias INIA (Chile). Ficha Técnica 49. 5p.
- Alburqueque, D. & R. Gusqui. 2018. Eficacia de fungicidas químicos para el control *in vitro* de diferentes fitopatógenos en condiciones controladas. *Arnaldoa*, (Perú) 25(2): 489-498.
- Aldana, C. J. A. 2017. Determinación del ingrediente activo y su concentración en los principales plaguicidas y fertilizantes usados en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en el municipio del Rosal, Cundinamarca. Trabajo de grado. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad de Cundinamarca. 74p.
- Bittara, F. G., Robinson, A. P., & Gudmestad, N. C. 2018. Powdery Scab of Potatoes. North Dakota State University (USA). Extension, PP1891.4p.
- Brewer, M. T., & Larkin, R. P. 2005. Efficacy of several potential biocontrol organisms against *Rhizoctonia solani* on potato. *Crop Protection*, 24(11): 939–950.
- Caicedo, J., Crizón, M., Pozo, A., Cevallos, A., Simbaña, L., Rivera, L., & Arahana, V. 2015. First report of “*Candidatus Phytoplasma aurantifolia*” (16SrII) associated with potato purple top in San Gabriel-Carchi, Ecuador. *New Disease Reports*, 32, 20.
- Cañón, R. D. y Sanabria, R.S.C. 2017. Evaluación de la acción de los hongos *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum* y *Lecanicillium lecanii* sobre el nematodo *Globodera pallida* Stone (Behrens) en plantas de papa variedad Criolla Galeras. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), Bogotá (Colombia). Tesis de Magister. 54p.
- Castro C.B.L., Carreño A.J., Galeano N.F., Roux J., Wingfiel Jm, Gaitan A.L. (2013). Identification and genetic diversity of *Rosellinia* spp. associated with root rot of coffee in Colombia. *Australasian Plant Pathology*. 42, 515-523.
- Cóndor, G. A. F. 2019. Estudio *in vitro* sobre el efecto nematicida de diferentes extractos de plantas en *Pratylenchus penetrans* y *Meloidogyne chitwoodi*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* (Colombia), 72(3):8945–8952.
- Crizón, D. M.G. 2017. Identificación molecular del fitoplasma causante de la punta morada de la papa y ensayos de resistencia sistémica adquirida. Universidad Central Del Ecuador

- Facultad De Ciencias Agrícolas Carrera De Ingeniería Agronómica. Quito (Ecuador). Trabajo de titulación, Ingeniero Agrónomo. 79p.
- Cuesta, X., Velásquez, J., Racines, M., Monteros C., Jaramillo, P., Castillo, C. 2019. La punta morada de la papa. INIAP (Ecuador), Plegable No. 441. 2p.
- Cumapa, C. L. A. 2019. Modelo de transmisión del virus del amarillamiento de las venas de la papa (PVV) por *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú). Facultad de Agronomía. Departamento Académico de Entomología. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. 83p.
- Chañag, H. A., Álvarez, S. L., Lagos, L. E., & Burbano-David, D. M. 2018. Sensibilidad de aislamientos de *Phytophthora infestans* procedentes de *Solanum tuberosum* a tres fungicidas sistémicos. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 12(3):592–601.
- Chaves, S. C., Rodríguez, M. C., Mideros, M. F., Lucca, F., Núñez, C. E., & Restrepo, S. 2019. Determining Whether Geographic Origin and Potato Genotypes Shape the Population Structure of *Phytophthora infestans* in the Central Region of Colombia. Phytopathology, 109(1):145–154.
- Chen, Y., Zhang, A. F., Wang, W. X., Zhang, Y., & Gao, T. C. 2012. Baseline sensitivity and efficacy of thifluzamide in *Rhizoctonia solani*. The Annals of Applied Biology, 161(3):247–254.
- Díaz, M., Fajardo, D., Moreno, J., García, C., & Núñez, V. 2003. Identification of R1 and R2 Genes conferring resistance to *Phytophthora infestans* in Colombian potato genotypes. Revista Colombiana de Biotecnología, 5 (2): 40-50.
- Estrada, J. R., Gudmestad, N.C., Rivera, V.V. and Secor, G.A. 2010. *Fusarium graminearum* as a dry rot pathogen of potato in the USA: prevalence, comparison of host isolate aggressiveness and factors affecting aetiology. *Plant pathology* 59(6):1114–1120.
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016. Viroide del tubérculo fusiforme de la papa (patata). Protocolos de diagnóstico. CIPF (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria). NINF 27, ANEXO Roma (Italia). 7. 32 p.
- FEDEPAPA. 2019. Boletín Regional No. 3. 3(3): NARIÑO. 6p. Bogotá (Colombia). <https://fedepapa.com/>.
- Franco L. L., Soto A. C.A., Guzman B. M. 2009. Detección de los virus PVX, PVS, PVY Y PLRV en la Colección Central Colombiana de Papa por medio de la técnica de inmunopresión (imi). Revista Facultad de Ciencias Básicas. Área de Biotecnología vegetal y Fitopatología. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá (Colombia). 130 (1): 130-139.
- Fry, W. E. 2007. The Canon of Potato Science: 10. Late Blight and Early Blight. *Potato Research*, 50(3–4): 243–245.

- García B. N., Gutiérrez S. P. y Marín M.M. 2013. Detección y cuantificación del potato mop-top virus (PMTV) En Colombia Mediante qRT-PCR. *Acta Agronómica*, 62 (2):120-128.
- Grünwald, N. J., Sturbaum, A. K., Montes, G. R., Serrano, E. G., Lozoya-Saldaña, H., & Fry, W. E. 2006. Selection for Fungicide Resistance Within a Growing Season in Field Populations of *Phytophthora infestans* at the Center of Origin. *Phytopathology*, 96(12):1397–1403.
- Hernández-G., A K., Torres-J., D. M., and Pérez-C., O. Y. 2017. Phylogenetic analysis of a XII-A subgroup phytoplasma associated with potato in Colombia. *Fitopatología Colombiana* 41(2):18-23.
- Hernández, R.J.A. 2019. Identificación de *Bactericera cockerelli* Sulc en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) Parroquia Santa Martha de Cuba, Cantón Tulcán, Provincia del Carchi. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica. El Ángel, Tulcán (Ecuador). Trabajo de titulación. 41p.
- Hoyos, C. L., Villegas, O. M. & González, J. E. P. 2009. Observaciones histológicas de estructuras celulares asociadas a *Spongospora subterranea* f sp. *subterranea* en papa. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* (Colombia), 62(2):5039-5045.
- Hussain, T., & Khan, A. A. 2020. *Bacillus subtilis* HussainT-AMU and its Antifungal activity against Potato Black scurf caused by *Rhizoctonia solani* on seed tubers. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, USDA (USA), (23):101443.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2011. Manejo fitosanitario del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* subsp. *andigena* y *S. Phureja*). Medidas para la temporada invernal. Bogotá (Colombia), Produmedios, 32 p.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2018. Guía de manejo de la punta morada de la papa. Estación Experimental Santa Catalina, Canton Mejía, Provincia de Pichincha (Ecuador). Manual Técnico No. 104. 17p.
- Jing, R., Li, H., Hu, X., Shang, W., Shen, R., Guo, C., Guo, Q., Subbarao, K. V. 2018. Verticillium Wilt Caused by *Verticillium dahliae* and *V. nonalfalfae* in Potato in Northern China. *Plant Disease* 102(10):1958- 1964.
- Johnson, D. A., Inglis, D. A., & Miller, J. S. 2004. Control of Potato Tuber Rots Caused by Oomycetes with Foliar Applications of Phosphorous Acid. *Plant Disease*, 88(10): 1153–1159.
- Lal, M., Sharma, S., Chakrabarti, S. K., & Kumar, M. 2017. Thifluzamide 24% SC: A New Molecule for Potato Tubers Treatment against Black Scurf Disease of Potato Caused by *Rhizoctonia solani*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(6):370–375.
- Lerat, S., Simao-Beauvoir, A.M., & Beaulieu, C. 2009. Genetic and physiological determinants of *Streptomyces scabies* pathogenicity. *Molecular Plant Pathology*, 10(5): 579–585.
- Majeed, A., Muhammad, Z., Ullah, Z., Ullah, R., & Ahmad, H. 2017. Late Blight of Potato (*Phytophthora infestans*) I: Fungicides

- Application and Associated Challenges. Turkish Journal of Agriculture. Food Science and Technology, 5(3):261-266.
- Merz, U. 2008. Powdery scab of potato occurrence, life cycle and epidemiology. American Journal of Potato Research, 85(4):41–246.
- Mousumi Das, M., Haridas, M., & Sabu, A. 2019. Biological control of black pepper and ginger pathogens, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* and *Phytophthora capsici*, using *Trichoderma* spp. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, (17):177–183.
- O'Brien, P. A., & Milroy, S. P. 2017. Towards biological control of *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea*, the causal agent of powdery scab in potato. Australasian Plant Pathology, 46(1): 1–10.
- Okubara, P. A., Dickman, M. B., & Blechl, A. E. 2014. Molecular and genetic aspects of controlling the soilborne necrotrophic pathogens *Rhizoctonia* and *Pythium*. Plant Science, 228: 61–70.
- Osorio G.I., Gutiérrez P.A., Montoya M.M. 2012. Revisión: *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* y su Virus Asociado *Potato mop-top virus* (PMTV), Dos Patógenos Reemergentes en los Cultivos de Papa de Colombia. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía, Medellín (Colombia), 65 (1):6361-6378.
- Paşca, S., Floria, V., & Suciú, L. 2019. Potato late blight control with different copper fungicides. Research Journal of Agricultural Science, 51 (4):127–133.
- Raigosa, G. N., Amaya, M. M. C., Jaramillo, V. S., Lagos, M. L. E., & Marín, M. M. 2009. Variabilidad genética de aislamientos colombianos de *Phytophthora infestans* (mont) de Bary en Solanáceas cultivadas en Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 62(1):4761-4771.
- Rajneesh, P., Avinash, M., Prabhat, N.J. 2013. *Erwinia carotovora* associated with Potato: A Critical Appraisal with respect to Indian perspective. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci 2(10): 83-89.
- Restrepo, D. A. F., Jaramillo, V.S. y Cotes, T.J. M. 2009. Effect of two microorganisms, mycorrhize and pine wood shavings on the control of powdery scab (*Spongospora subterranea*) in potato. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín (Colombia), 62(2): 5047–5054.
- Riga, E. 2011. The effects of Brassica green manures on plant parasitic and free living nematodes used in combination with reduced rates of synthetic nematicides. Journal of Nematology, 43(2):119–121.
- Saville, Graham, K., Grünwald, N., Myers, K., & Fry, W. 2014. Fungicide sensitivity of US genotypes of *Phytophthora infestans* to six Oomycete-targeted compounds. Plant Disease, 99: 659-666.

- Sevilla, R. A. 2018. Evaluación de componentes de resistencia genética de papas (*Solanum tuberosum*) al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en condiciones controladas. Facultad de Ingeniería y Ciencias aplicadas, Quito (Ecuador). Trabajo de Tesis para optar al título de Ingeniería Agroindustrial y de Alimentos. 77p.
- Stirling, G. R., & Stirling, A. M. 2003. The potential of Brassica green manure crops for controlling root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on horticultural crops in a subtropical environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43(6):623-666.
- Tezel, U. & Pavlostathis, S. G. 2015. Quaternary ammonium disinfectants: microbial adaptation, degradation and ecology. *Current Opinion in Biotechnology*, 33: 296–304.
- Tsrer, L. 2010. Biology, Epidemiology and Management of *Rhizoctonia solani* on Potato. *Journal of Phytopathology*, 158(10):649–658.
- Wang, C. & Zhuang, W. 2019. Evaluating effective *Trichoderma* isolates for biocontrol of *Rhizoctonia solani* causing root rot of *Vigna unguiculata*. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(9): 2072–2079.
- Yashwant, C. K., Rao, G., & Singh, K. 2017. Bioefficacy of Thifluzamide 24% SC for the Management of Black Scurf Disease of Potato Caused by *Rhizoctonia solani*. *Trends in Biosciences*, 10(11): 1992-1994.





Universidad de **Nariño**
FUNDADA EN 1904

ISBN: 978-958-5123-16-8



9 789585 123168