

ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS EN EL CULTIVO DE LA PAPA Y ESTRATEGIAS PARA SU CONTROL

Gerardo Martínez López*

INTRODUCCION

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.), es una de las actividades más importantes en la actividad económica, social y política del sector agroalimentario en Colombia; por su participación en la formación del Producto Interno Bruto del sector agropecuario, su aporte a la creación de empleo no calificado, su alta participación en el gasto de alimentos, por la incursión y el dinamismo alcanzado durante los últimos años en el mercado de exportación y por su contribución a la generación de bienes intermedios a través de la llamada "Cadena de la Industria de la Papa" (Fedepapa, 1997).

Son diversos los factores asociados con la producción de mejores cosechas y de un producto de calidad, que permitan su comercialización en los mercados cada vez más especializados a nivel nacional e internacional. Entre ellos hay una diversidad de problemas asociados a plagas y enfermedades que requieren atención especial, como lo han demostrado los recientes estudios de Martínez y colaboradores (1998).

La papa, como muchos de las especies vegetales que se propagan por medios vegetativos, es uno de las más afectados por los agentes causantes de enfermedades que se conocen como virus, debido al número de ellos que lo pueden afectar y al efecto degenerativo que ellos tienen en el cultivo, cuando no se toman las medidas necesarias para su prevención y control.

Los disturbios en plantas de papa asociados con los que hoy se conocen como de origen viral en el cultivo de la papa, se comenzaron a reconocer en 1760, en Europa, con la presencia de síntomas de enrollamiento y encrespamiento de las hojas, asociados a la disminución de los rendimientos, pero sin que se conociera la

naturaleza de los agentes causantes de ellos. Es sólo hacia finales del siglo pasado, cuando con las investigaciones de un disturbio que produce síntomas de mosaico en tabaco, que investigadores holandeses y rusos, dan los primeros pasos hacia su identificación, primero demostrando su transmisibilidad y capacidad de pasar a través de filtros a prueba de bacterias y hace 100 años con los trabajos de Beijerinck, estableciendo el nombre de virus para ese líquido vivo contagioso responsable de la enfermedad (Martínez, 1998).

En Colombia las investigaciones orientadas a su identificación y control se inician con los trabajos del Dr. Carlos Garcés O., en 1947, en el departamento de Antioquia, los del virólogo K.M. Silberschmidt en el mismo año en Cundinamarca y los del virólogo K.H. Fernow en 1948-1949, en todas las áreas de producción, que conducen a la preparación del primer proyecto de producción de semilla de papa en el país (Lujan, 1982).

En la década de los años 70 se producen las primeras plantas libres de virus utilizando las técnicas de termoterapia y cultivo de meristemas (Cervantes et al. 1982), y estos trabajos son seguidos por los diferentes programas de producción de semilla que se tienen actualmente en varias de las zonas productoras en el país, los que siguen siendo insuficientes para atender las necesidades de semilla.

Se considera que hay más de 25 virus que infectan sistémicamente el cultivo, pero afortunadamente sólo unos pocos son de importancia económica.

Según Salazar (1995), los virus asociados con el cultivo de la papa se pueden clasificar como: a) dependientes de la papa para su supervivencia y diseminación; b) no dependientes de ella y c) no determinados.

En el primer grupo se encuentran: el virus Latente de la

* I. A., PhD. Facultad de Ciencias Agropecuarias - Universidad de Caldas

papa andina ((Potato Andean latent tymovirus, APLV); el virus del Moteado de la papa andina (Potato Andean mottle comovirus, APMoV); el virus del Mosaico aucuba de la papa (Potato aucuba mosaic potexvirus, PAMV); el virus de la Mancha de anillo negro de la papa (Potato black ringspot nepovirus, PBRSV); el virus del enrollamiento de hojas de la papa (Potato leafroll luteovirus, PLRV); el virus A de la papa (Potato A potyvirus, PVA); el virus del "mop-top" de la papa (Potato mop-top furovirus, PMTV); el virus M de la papa (Potato M carlavirus, PVM); el virus S de la papa (Potato S carlavirus, PVS); el virus T de la papa (Potato T trichovirus, PVT); el virus U de la papa (Potato U nepovirus, PVU); el virus V de la papa (Potato V potyvirus, PVV), considerado por algunos como una variante del virus Peruano del tomate (Tomato Peru potyvirus, PTV); el virus X de la papa (Potato X potexvirus, PVX); el virus Y de la papa (Potato Y potyvirus, PVY), del cual se menciona la existencia de por lo menos tres aislamientos el PVY_o, el PVY_c y el PVY_n; el virus del Enanismo amarillo de la papa (Potato yellow dwarf nucleorhabdovirus, PYDV); y el virus del Mosaico amarillo de la papa (Potato yellow mosaic begomovirus, PYMV).

En el segundo grupo se pueden mencionar: el virus del Amarillamiento occidental de la remolacha (Beet western yellows luteovirus, BWYV); el virus de la Mancha anular del tabaco (Tobacco ringspot nepovirus, TRSV); el virus de los Anillos negros del tomate (Tomato black ring nepovirus, TBRV); el virus Cascabel del tabaco (Tobacco rattle tobnavirus, TRV); el virus del Rayado del tabaco (Tobacco streak ilarvirus, TSV); el virus de la Necrosis del tabaco (Tobacco necrosis necrovirus, TNV); el virus del Encrespamiento de cogollos de la remolacha (Beet curly top curtovirus, BCTV); el virus del Encrespamiento apical de hojas de las solanáceas (Solanum apical leaf curling (?) curtovirus, SALCV); el virus del Mosaico de la alfalfa (Alfalfa mosaic alfamovirus, AMV); el virus de la Marchitez moteada del tomate (Tomato spotted wilt tospovirus, TSWV); el virus del Mosaico del pepino (Cucumber mosaic cucumovirus, CMV) y el virus del Mosaico del tabaco (Tobacco mosaic tobamovirus, TMV).

Además de los virus en los estudios de virología se estudia al agente causal del Tubérculo en forma de huso (Potato spindle tuber viroid, PSTVd), el cual recibe el nombre de viroide.

Los virus son organismos ultramicroscópicos compuestos

de una molécula de ARN o de ADN, en cadenas sencillas o dobles, en una sola o en varias moléculas, que pueden estar envueltos por una o varias cubiertas de proteína, que cumple una función de protección. Tienen diversidad de formas y tamaños, pudiendo ser redondeados (isométricas), baciliformes o tener la apariencia de varillas más o menos rígidas de diferentes longitudes y son transmitidos en condiciones naturales por varias especies de insectos chupadores, raspadores chupadores y en algunos casos masticadores, con una relación biológica muy estrecha entre los diferentes agentes involucrados en el proceso, algunas especies de ácaros, hongos o nematodos del suelo, plantas parásitas, semilla sexual y definitivamente durante el proceso de propagación vegetativa (Martínez, 1998).

Los viroides son moléculas de ARN circular muy estables desprovistos de la cubierta de proteína característica de los virus.

ENFERMEDADES ASOCIADAS CON VIRUS Y VIROIDES EN EL CULTIVO DE LA PAPA

Como resultado de la llegada de un virus a una planta de papa, ya sea por medios mecánicos o por inoculación con el agente vector reconocido como responsable de la transmisión del agente causante de la enfermedad, se inicia un proceso de multiplicación en las células infectadas, su paso a células vecinas y la invasión posterior de ellas, luego la llegada a los tejidos más jóvenes y eventualmente a todos los órganos de las plantas afectadas.

La consecuencia del proceso de infección es que se producen en las plantas afectadas una serie de síntomas, que reflejan la alteración en el metabolismo de éstas y que en muchas ocasiones son lo suficientemente claros para ayudar a establecer, en base a ellos, no solo la naturaleza viral del disturbio sino la identificación del mismo.

Las principales enfermedades causadas por virus en el cultivo de la papa son:

• **Virus Latente de la papa andina ((Potato Andean latent tymovirus, APLV).**

Es un virus con alta prevalencia en las variedades de

papa cultivadas en los Andes, identificado recientemente en los cultivos en el departamento de Caldas (García et al. 1998). Presenta partículas isométricas de alrededor de 28 nm de diámetro, siendo transmitido por métodos mecánicos y por coleópteros del género *Epitrix*. Hay referencias de transmisión por semillas que no se han confirmado en estudios posteriores. Los síntomas dependen de la variedad afectada y de las condiciones ambientales, que se ven favorecidos por temperaturas bajas. Las infecciones primarias son asintomáticas pero ocasionalmente pueden producir mosaico suave o clorosis muy leve en las venas. Las infecciones secundarias se expresan con mosaicos suave y a veces rugosidad de las venas (Jones, 1982; Jones y Fribourg, 1977; Salazar, 1995).

• Virus del Moteado de la papa andina (Potato Andean mottle comovirus, APMoV)

Es un virus muy común en la región andina. Se transmite por contacto entre plantas, por transmisión mecánica y se dice que por especies de *Diabrotica*. Se caracteriza por la presencia de moteados de intensidad variable, arrugamiento y deformación de las hojas y en las variedades más susceptibles ocasiona detención del crecimiento, necrosis apical, deformación de las hojas y producción retardada de tubérculos (Avila et al. 1984; Fribourg et al. 1977; 1979; Salazar, 1995).

• Virus del Mosaico aucuba de la papa (Potato aucuba mosaic potyvirus, PAMV)

Se transmite por medios mecánicos y por áfidos, en una forma no persistente, cuando se encuentra presente un virus auxiliar como el PVY o el PVA. Sus partículas son filamentosas, con diámetros de 11-12 nm y longitudes de alrededor de 580 nm. Se caracteriza por la presencia de manchas amarillas brillantes en el follaje, deformación y detención en el crecimiento sin manchas amarillas, mosaico y necrosis apical, así como también necrosis y deformación de los tubérculos (Hooker, 1981; Kassanis y Govier, 1972; Munro, 1960; Salazar, 1995).

• Virus de la Mancha de anillo negro de la papa (Potato black ring spot nepovirus, PBRSV)

Es un virus registrado en el Perú. Se transmite por medios mecánicos, pero no se le conoce su vector. Sus partículas son isométricas de 28-30 nm. Se caracteriza por la presencia de anillos necróticos en el follaje como

síntoma primarios o secundarios (Salazar y Harrison, 1978; 1979; Salazar, 1995).

• Virus del enrollamiento de hojas de la papa (Potato leafroll luteovirus, PLRV)

Es un virus transmitido por áfidos en una forma persistente con posibles evidencias de multiplicación en el vector. Tienen partículas isométricas de alrededor de 26 nm de diámetro. Es una de las enfermedades causadas por virus en la papa de mayor importancia económica. En plantas con infección primaria los síntomas más típicos son clorosis y enrollamiento de las hojas jóvenes, pero en algunas variedades se desarrolla una coloración rojiza hasta morada, especialmente en los márgenes de los folíolos, un crecimiento rígido hacia arriba, necrosis del floema y acumulación de carbohidratos en las hojas. El enrollamiento que le da el nombre a la enfermedad puede aparecer en la base de los folíolos o expresarse en las hojas más bajas. Las plantas infectadas presentan una reducción severa en el crecimiento, hojas rígidas con una textura acartonada. En las variedades que se cultivan en Sur América no se presenta el síntoma típico de enrollamiento, las plantas muestran un enanismo severo y las hojas más jóvenes presentan una clorosis por los bordes (Harrison, 1984; Peters, 1970; Salazar, 1995).

• Virus A de la papa (Potato A potyvirus, PVA)

Virus de amplia diseminación en las áreas de cultivo. Es un virus transmitido mecánicamente y por áfidos en una forma no persistente. Tiene forma de varillas sinuosas de alrededor 730 nm de largo por 15 nm de diámetro. Es un virus que muestra relaciones serológicas débiles con el PVY y se caracteriza por producir mosaicos suaves, rugosidad de la superficie y ondulación de los bordes de las hojas, pero en materiales susceptibles puede causar encrespamiento y arrugamiento de las hojas y necrosis de los ápices. Las pérdidas por este virus llegan a un 40% (Bartels, 1971; Hooker, 1981; Salazar, 1995).

• Virus del Cogollo en forma de trapero de la papa (Potato mop-top furovirus, PMTV)

Es un virus transmitido mecánicamente y por las zoosporas del hongo *Spangospora subterranea*, pudiendo sobrevivir en ellas por varios años. Tiene partículas caracterizadas por la forma de varillas rígidas, un núcleo central bien definido con sus moléculas de

ácido nucleico repartidas en partículas de dos tamaños: 250-300 nm de largo por 18-20 nm de diámetro y 100-150 nm de largo por 18-20 nm de diámetro. Los síntomas dependen de la variedad afectada y de las condiciones ambientales. Se caracterizan por la presencia de manchas amarillas brillantes llamadas "aucuba" o "cálico", que pueden presentar un patrón en forma de V o tener la apariencia de círculos. Estos síntomas están acompañados de reducción en el desarrollo de las plantas afectadas, con un acortamiento severo de los entrenudos que le dan el nombre de "mop top" (cogollo en forma de trapero). Los tubérculos pueden presentar anillos sobre su piel, sin síntomas en su interior o con muy ligera evidencia de enfermedad, pueden no tener síntomas o estar rajados y deformados, pero el virus solo se encuentra en un 50% de los tubérculos cosechados en una planta enferma (Harrison, 1974; Jones y Harrison, 1969; Salazar, 1995; Salazar y Jones, 1975).

• **Virus M de la papa (Potato M carlavirus, PVM)**

El virus es transmitido por medios mecánicos y por áfidos en una forma no persistente. Sus partículas son varillas sinuosas de 650 nm de largo por 12 nm de diámetro. Es un virus muy común en Europa y Eurasia, pero no en otras partes del mundo. Los síntomas varían desde asintomáticos latentes hasta mosaico severo y encrespamiento de hojas, deformación de los folíolos, enrollamiento de los ápices de la planta y necrosis de los pecíolos (Bagnall et al. 1959; Bawden et al. 1950; Salazar, 1995).

• **Virus S de la papa (Potato S carlavirus, PVS)**

El virus es transmitido mecánicamente, por contacto, entre plantas y por áfidos en una forma no persistente. Está ampliamente diseminado en zonas tropicales. Las partículas tienen forma de varillas sinuosas de 650 nm de largo por 12 nm de diámetro. Los síntomas pueden pasar desapercibidos para una persona sin experiencia y se presentan en forma de depresión ligera de las nervaduras, bronceado de las hojas, pudiéndose presentar en algunas variedades unas manchas necróticas (Hinostraza, 1973; Salazar, 1995; Wetter, 1971).

• **Virus T de la papa (Potato T trichovirus, PVT)**

Solo se ha registrado en Perú y en Bolivia, pero puede estar presente en otras zonas de cultivo en los Andes. Es un virus de fácil transmisión mecánica y por medio

de semilla sexual, pero no se transmite por áfidos. Tiene partículas en forma de varillas sinuosas con una longitud de 640 nm y 12 nm de diámetro. El virus puede permanecer latente o producir un moteado muy leve de las hojas. También puede expresarse con amarillamiento parcial de las venas, manchas clorótica y necrosis (Abad, 1979, citado por Salazar 1995; Salazar, 1995; Salazar y Harrison, 1978).

• **Virus U de la papa (Potato U nepovirus, PVU)**

Es un virus transmitido mecánicamente, por semilla sexual y por nematodos de los géneros *Longidorus* o *Xiphinema*. Sus partículas son isométricas de 28-30 nm de diámetro.

• **Virus V de la papa (Potato V potyvirus, PVV)**

Es un virus transmitido mecánicamente y por áfidos en forma no persistente. Sus partículas son varillas sinuosas de alrededor de 760 nm de largo por 11 nm de diámetro. Se les ha dado este nombre a un grupo de virus en el género *Potyvirus*, que no están serológicamente relacionados con la mayoría de los aislamientos del PVV. La mayoría de las variedades de papa reaccionan con lesiones necróticas a la inoculación con el virus si hacerse sistémico. En las variedades en que ocurre infección natural es casi asintomático, produciendo un leve clorosis y ligera reducción en el desarrollo. En la indicadores *Nicotiana debneyi* y *Solanum demissum* "A", produce síntomas similares a los del PTV (Jones y Fribourg, 1986; Salazar, 1995).

• **Virus X de la papa (Potato X potexvirus, PVX)**

Es uno de los virus en el cultivo de la papa de más amplia diseminación, se encuentra donde se cultive la papa. Es transmitido por contacto entre plantas, mecánicamente y algunos consideran que ocurre transmisión por insectos masticadores y por zoosporas del hongo *Synchytrium endobioticum*. Sus partículas son varillas más o menos rígidas, de alrededor de 515 nm de largo por 13 nm de diámetro. Cuando se presenta solo, se considera que no es de importancia, pues no son evidentes los síntomas de la enfermedad, los cuales son muy variables y van desde infección latente a mosaico muy suave hasta mosaico severo, encrespamiento y aún arrugamiento de las hojas, especialmente cuando se presenta en mezclas con otros virus (Berks, R., 1970; Salazar, 1995).

• **Virus Y de la papa (Potato Y potyvirus, PVY)**

Es uno de los virus más importantes en el cultivo de la papa, de fácil transmisión mecánica y por áfidos en una forma no persistente. Sus partículas son varillas sinuosas de alrededor de 730 nm de largo por 11 nm de diámetro. Causan moteados en el follaje de las plantas afectadas, que pueden enmascararse con temperaturas por debajo de los 10°C o por encima de los 25°C. Con frecuencia en las infecciones primarias se presenta necrosis de nervaduras (Salazar, 1995). En general no se observan síntomas sobre los tubérculos, pero en la literatura se registra un aislamiento que induce la presencia de anillos necróticos sobre ellos (Delgado y Grogan, 1970; Kus, 1990, citado por Salazar, 1995).

• **Virus del Enanismo amarillo de la papa (Potato yellow dwarf nucleorhabdovirus, PYDV)**

Es un virus de difícil transmisión mecánica, siendo uno de los pocos, sino el único de los virus transmitidos por saltahojas, en forma propagativa, que ha sido transmitido mecánicamente. Sus partículas tienen forma baciliforme y miden 380 nm de largo por 75 nm de diámetro. Las plantas de papa afectadas por el virus muestran reducción severa en su crecimiento y una especie de acartuchamiento de las hojas jóvenes. Se presenta además necrosis del anillo vascular de los tallos y tubérculos (Black, 1970; Salazar, 1995; Walker y Larson, 1939).

• **Virus del Mosaico amarillo de la papa (Potato yellow mosaic begomovirus, PYMV)**

Es un virus de poca ocurrencia en las áreas productoras en el mundo. Presenta partículas gemelas que miden aproximadamente 20 x 30 nm. Induce enanismo, amarillamientos y enrollamiento hacia arriba, en las hojas de las plantas de papa infectadas. Posteriormente pueden enmascararse y permanecer latente o promover una falta de desarrollo similar a las asociadas con fitoplasmas (Salazar, 1995).

• **Virus del Amarillamiento de venas de la papa (Potato yellow vein closterovirus, PVV)**

Es un virus presente en las áreas de cultivo de Colombia, Ecuador, Venezuela, especialmente donde se realizan cultivos asociados con frijol y ocasiona pérdidas de un 50%. Es transmitido por la mosca blanca

Trialeurodes vaporariorum. Las plantas afectadas muestran un amarillamiento brillante de las venas terciarias en algunas o todas las hojas, luego se disemina a las venas secundarias y a la lámina de la hoja entre las venas primarias. En las hojas viejas afectadas es frecuente encontrar verdes solo las venas primarias. Los tubérculos de plantas infectadas muestran yemas con un desarrollo anormal y algunos pueden tener forma de huso (Salazar, 1995).

• **Virus del Amarillamiento occidental de la remolacha (Beet western yellows luteovirus, BWYV)**

Es un virus transmitido por áfidos en forma persistente. Sus partículas son isométricas de alrededor de 26 nm de diámetro. Su infección produce enrollamiento de hojas semejantes a los síntomas asociados con el PLRV. Parece ser el principal responsable del enrollamiento de hojas en los Estados Unidos (Duffus, 1981; Salazar, 1995).

• **Virus de la Mancha anular del tabaco (Tobacco ringspot nepovirus, TRSV)**

Es un virus transmitido mecánicamente, por semilla sexual y por nematodos de los géneros *Longidorus* o *Xiphinema*. Las partículas son isométricas, de alrededor de 28-30 nm de diámetro. Los síntomas se expresan en forma de áreas amarillas brillantes hacia los márgenes de las hojas medias y superiores, que aumentan en tamaño para formar manchas fácilmente visibles (Fribourg, 1977; Salazar, 1995).

• **Virus de los Anillos negros del tomate (Tomato black ring nepovirus, TBRV)**

Es un virus transmitido mecánicamente, por semilla sexual y por los nematodos *Longidorus attenuatus* y *Longidorus elongatus*. Las partículas son isométricas, de alrededor de 28-30 nm de diámetro. El virus causa anillos necróticos (Harrison et al., 1961, citado por Matthews, 1970; Salazar, 1995; Salazar y Harrison, 1978).

• **Virus Cascabel del tabaco (Tobacco rattle tobavirus, TRV)**

Es un virus transmitido mecánicamente y por varias especies de *Trichodorus* o *Paratrichodorus*. Sus

partículas son verillas rígidas de dos tamaños, una corta con longitudes entre 45 y 115 nm y otra larga con 180-210 nm de largo. El virus causa anillos necróticos en la pulpa del tubérculo, conocidos como anillos corchosos, generalmente asociados con lesiones externas. En el follaje se presenta un moteado muy definido, pero que es observado en un número limitado de tallos. En infecciones secundarias se observa reducción severa en el desarrollo de las plantas y deformación de las hojas en algunos tallos, observándose con algunos aislamientos del virus la presencia de parches amarillos brillantes (Harrison, 1970; Salazar, 1995).

• **Virus del Rayado del tabaco (Tobacco streak ilarvirus, TSV)**

Es transmitido mecánicamente, no se transmite fácilmente a través de los tubérculos de las plantas afectadas y se le desconoce su vector. Sus partículas son isométricas de alrededor de 28 nm de diámetro. Ocasiona el desarrollo de anillos concéntricos y manchas en las plantas inoculadas mecánicamente y otros aislamientos del virus ocasionan un mosaico muy suave en la infección primaria, mientras en la secundaria hay deformación severa de las hojas como resultado del engrosamiento de las venas (Costa et al., 1964; Fulton, 1971; Salazar, 1995; Salazar et al., 1981).

• **Virus de la Necrosis del tabaco (Tobacco necrosis necrovirus, TNV)**

Es un virus transmitido por las zoosporas del hongo *Oidium brassicae*. Sus partículas son isométricas, de 26 nm de diámetro. El virus produce los síntomas conocidos como ABC, pues se presentan tres clases diferentes. Los tubérculos recién cosechados muestran lesiones de un color café oscuro sobre la piel y rajaduras superficiales radiales o reticuladas (síntoma A). Durante el almacenamiento estas lesiones se transforman en ampollas hundidas (síntoma B), que se agrandan hasta cubrir casi toda la superficie del tubérculo (síntoma C). El virus muy rara vez se hace sistémico en la planta de papa, lo que permite que tubérculos afectados produzcan progenie sana en suelos no infectados por el hongo (Kassanis, 1970; Noordam, 1957 citado por Salazar, 1995; Salazar, 1995).

• **Virus del Encrespamiento de cogollos de la remolacha (Beet curly top curtovirus, BCTV)**

Es un virus de poca ocurrencia en las áreas productoras

en el mundo. Presenta partículas gemelas que miden aproximadamente 20 x 30 nm. Induce enanismo, amarillamientos y enrollamiento hacia arriba, en las hojas de las plantas de papa infectadas. Posteriormente pueden enmascararse y permanecer latentes o promover una falta de desarrollo similar a las asociadas con fitoplasmas (Salazar, 1995).

• **Virus del Encrespamiento apical de hojas de las solanáceas (Solanum apical leaf curling (?) curtovirus, SALCV)**

Es un virus descubierto en la selva del Perú. No se transmite mecánicamente y no se le conoce el vector, por lo que la transmisión se realiza por injerto. Presenta las partículas típicas de los miembros de la familia Geminiviridae. Los síntomas son similares a los que ocasiona el PLRV en infecciones primarias o a aquellos producidos por el fitoplasma responsable del amarillamiento del aster. Aparentemente se presenta una distribución desuniforme del virus en el tubérculo, lo que promueve el desarrollo de unos brotes vigorosos y otros débiles en el mismo tubérculo. El virus está restringido al floema (Hooker y Salazar, 1983; Salazar, 1995).

• **Virus del Mosaico de la alfalfa (Alfalfa mosaic alfamovirus, AMV)**

El virus parece ser de poca importancia en el cultivo de la papa, aunque tiene amplia difusión en los cultivos de la zona andina. El virus es transmitido mecánicamente y por áfidos en una forma no persistente. Las formas de las partículas va desde baciliforme a redonda, pudiendo presentar cinco formas o tamaños. Los síntomas van desde un mosaico suave en las hojas de las plantas de papa enferma, pasando por manchas de color amarillo brillante, hasta necrosis del follaje y los tubérculos en algunas variedades (Hull, R., 1969; Salazar, 1995).

• **Virus de la Marchitez moteada del tomate (Tomato spotted wilt tospovirus, TSWV)**

Es un virus de amplia difusión en muchos cultivos en el mundo, llegando a causar pérdidas considerables. El virus es transmitido por inoculación mecánica y por trips. Sus partículas son isométricas de 70-100 nm de diámetro. Los síntomas se asocian con necrosis de las

hojas, tallos y pecíolos de la parte media a alta de la planta, en la forma de manchas o anillos concéntricos que asemejan las lesiones producidas por algunos hongos, como por ejemplo *Alternaria solani*. La parte apical de muchas variedades se necrosa. Los tubérculos en las plantas infectadas pueden parecer normales o mostrar deformaciones, rajaduras y manchas necróticas internas (Ie, 1970; Salazar, 1995).

• **Virus del Mosaico del pepino (Cucumber mosaic cucumovirus, CMV)**

Es uno de los virus de poca importancia en el cultivo de la papa, especialmente por la poca frecuencia con las cuales se encuentra en los cultivos. El virus se transmite por medios mecánicos y por más de 60 especies de áfidos. Las partículas son isométricas de 30 nm de diámetro. Se caracteriza por producir una clorosis y un moteado en las hojas (Gibbs y Harrison, 1970; Salazar, 1995).

• **Virus del Mosaico del tabaco (Tobacco mosaic tobamovirus, TMV)**

Es un virus transmitido por medios mecánicos y por contacto entre plantas, pero no se le conoce un vector. Sus partículas son varillas rígidas de 300 nm de largo por 18 nm de diámetro. Produce síntomas de mosaico en muchas variedades (Zaitlin, 1975).

• **Viroide en forma de huso de la papa (Potato spindle tuber pospiviroid, PSTVd)**

Es el único de los viroides que infecta la papa en la naturaleza. Es transmitido por inoculación mecánica, por contacto entre plantas, por semilla sexual, por áfidos y por los implementos agrícolas. El viroide es una molécula de ARN circular de 359 nucleótidos que tienen un alto grado de complementariedad intramolecular y no posee la cubierta proteica característica de los virus. Hay aislamientos que producen síntomas severos, síntomas intermedios y síntomas muy leves. Los síntomas en el follaje de la papa son difíciles de reconocer. Las plantas que crecen bajo condiciones óptimas para la multiplicación del viroide o que han sido infectadas por varias generaciones son muy pequeñas, con un crecimiento erecto. Se presenta reducción en el tamaño de las hojas y la coloración grisácea del mismo. Los tubérculos pueden ser ahusados y pequeños, pueden mostrar rajaduras, disminución en la profundidad de los

ojos y un incremento de los mismos. La reducción en el rendimiento depende del aislamiento que puede variar entre el 17 y 24% con aislamientos no severos hasta más del 60% en los severos (Diener y Raymer, 1970; Salazar, 1995).

MANEJO DE LAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

La magnitud de las pérdidas ocasionadas por las enfermedades causadas por virus en el cultivo de la papa ha promovido la necesidad de establecer estrategias de manejo orientadas a su control.

En este proceso es necesario conocer todos los factores que influyen en su conservación y diseminación, siendo el primero de ellos el material de propagación sexual de la papa, en el cual se conservan y distribuyen con alta probabilidad todos los problemas sanitarios presentes en la planta original. Otro de los reservorios de virus son las plantas voluntarias que quedan en los lotes después de una cosecha, los vectores de los mismos, así como también las plantas hospedante del virus en consideración, las que son más perjudiciales cuando conservan el virus en forma asintomática. Las condiciones ambientales juegan también un papel muy importante en los procesos de producción y en los problemas sanitarios del cultivo. En los cultivos en zonas más bajas, la población y movilidad de los vectores es mucho más alta, mientras en zonas altas con temperaturas entre 5 y 10°C se tienen condiciones más favorables, especialmente para la producción de semillas.

Todas las actividades dirigidas al control de las enfermedades causadas por virus deben ser preventivas, pues no existen los productos viricidas que no sean perjudiciales para las células. Las prácticas a seguir dependen del conocimiento que se tiene del hospedante, el virus y sus vectores.

El primer paso a seguir es la selección de semilla, siendo cada vez más populares los esquemas de producción de semilla sana, con el uso de las técnicas de termoterapia y cultivo de meristemos, y los programas de producción acelerada de plantas sanas, pero mientras se llega a la obtención de semilla libre de virus y otros patógenos,

es posible realizar unas labores de erradicación temprana de plantas enfermas o dentro de otra alternativa, la identificación de plantas vigorosas, aparentemente sanas y la cosecha de los tubérculos provenientes de las plantas identificadas.

Todos estos esquemas exigen el contar con métodos para la correcta identificación de cual o cuales virus están presentes y entre ellos están los síntomas, métodos de transmisión y pruebas serológicas. Paralelamente los institutos de investigación trabajan en el proceso de producción de metodologías de biología molecular, resistencia genética al patógeno o a su vector, protección cruzada y otras estrategias de control de vectores.

REVISION BIBLIOGRAFICA

AVILA, A.C.; SALAZAR, L.F.; ORTEGA, M.; DANIELS, J. 1984. A new strain of Andean potato mottle virus from Brasil. *Plant Dis.* 68: 997-998.

BAGNALL, R.H.; SALAZAR, L.F. ORTEGA, M.; DANIELS, J. 1984. Differential host and serological relationships of potato virus M, potato virus S and carnation latent virus. *Phytopathology* 49: 435-442.

BARTELS, R. 1971. Potato virus A. In: *Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No.54. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.*

BAWDEN, F.C.; KASSANIS, B.; NIXON, H.L. 1950. The mechanical transmission and some properties of potato paracrinkle virus. *J. Gen. Microbiol.* 4: 210-219.

BERCKS, R. 1970. Potato virus X. In: *Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No.4. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.*

BLACK, L.M. 1970. Potato yellow dwarf virus. In: *Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No.35. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.*

CERVANTES, V. E.; CAMACHO, S.; MARTINEZ L, G; CORZO C., P. 1981. Desarrollo y adaptación de las técnicas de termoterapia y cultivo de tejidos para la limpieza de virus de las variedades colombianas de papa. Publicación ICA. Programa de Fisiología Vegetal. Boletín de Investigación No. 62. Agosto 1981. 129 p.

COSTA, A.S.; CARVALHO, A.B.; DESLANDES, J. 1964. Ocorrência do vírus de necrose branca do fumo em plantações de batatinha. *Bragantia* 23: 1-8.

DELGADO S, S.; GROGAN, R.G. 1970. In: *Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No.37. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.*

DIENER, T.O.; RAYMER, W.B. 1971. Potato spindle tuber "virus". In: *Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No.66. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.*

FEDEPAPA. 1997. Generalidades del cultivo de la papa en Colombia. *Revista Papa* 18: 5.

FRIBOURG, C.E. 1977. Andean potato calico strain of tobacco ringspot virus. *Phytopathology* 67: 174-178.

FRIBOURG, C.E.; JONES, R.A.C.; KOENING, R. 1977. Andean potato mottle, a new member of the cowpea mosaic virus group. *Phytopathology* 67: 969-974.

FRIBOURG, C.E.; JONES, R.A.C.; KOENING, R. 1979. Andean potato mottle virus. In: *Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 203. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.*

FULTON, R.W. 1971. Tobacco streak virus. In: *Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 44. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.*

GARCIA J, S.; VARGAS C, E.; ESCOBAR J, J; BETANCOURT V, M.; CASTRILLON J, M.; MARULANDA A, A.; Y MARTINEZ L, G. 1998. Identificación del virus Moteado de la papa andina (Andean potato mottle comovirus, APMoV), y el virus Latente de la papa andina (Andean potato laterit tymovirus, APLV), en los departamentos de Caldas y Tolima. En *Memorias XIX Congreso Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines. San Juan de Pasto. p.65.*

GIBBS, A..J.; HARRISON, B.D. 1970. Cucumber mosaic virus. In: *Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 1. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.*

HARRISON, B.D. 1970. Tobacco rattle virus. In: *Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 12. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.*

HARRISON, B.D. 1974. Potato mop-top virus In: *Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 138.*

- Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.
- HARRISON, B.D. 1984. Potato leafroll virus. In: Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 291. Kew, Surrey, Inglaterra. 6p.
- HINOSTROZA, A.M. 1973. Isolation of infectious ribonucleic acid from leaves of *Chenopodium quinoa* infected with potato virus S. *Pytopath. Z.* 76: 149-152.
- HOOKE, W.J. (de.) . 1981. Compendium of potato diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, EE.UU. 125 p.
- HOOKE, W.J.; SALAZAR, L.F. 1983. A new plant virus from the high jungle of the Eastern Andes: *Solanum* apical leafcurling virus (SALCV). *Ann. Appl. Biol.* 103: 449-454.
- HULL, R. 1969. Alfalfa mosaic virus. *Adv. Virus Res.* 15: 365-433.
- JONES, R.A.C. 1982. Test for transmission of four potato viruses through potato true seed. *Ann. Appl. Biol.* 100: 315-320.
- IE, T.S. 1970. Tomato spotted wilt virus. In: Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 39. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.
- JONES, R.A.C.; FRIBOURG. 1977. Beetle, contact and potato true seed transmission of Andean potato latent virus. *Ann. Appl. Biol.* 86: 123-128.
- JONES, R.A.C.; FRIBOURG. 1986. Potato virus V. In: Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 316. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.
- JONES, R.A.C.; HARRISON, B.D. 1969. The behavior of potato mop-top virus in soil, and evidence for its transmission by *Spongospora subterranea* (Waalr.) Lagerh. *Ann. Appl. Biol.* 63: 1-17.
- KASSANIS, B. 1970. Tobacco necrosis virus. In: Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 14. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.
- KASSANIS, B.; GOVIER, D.A. 1972. Potato aucuba mosaic virus. In: Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 98. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.
- LUJAN, L. 1982. Evolución del cultivo de la papa en Colombia. *Agricultura de las Américas.* 24 (4): 457 - 464
- MARTINEZ L., G. 1998. Virología vegetal. (en preparación).
- MARTINEZ L., G.; BETANCOURT V., M.; CASTRILLÓN J., M. M.; ESCOBAR J., J.; GARCIA J., S. C.; MARULANDA, A., A.; VARGAS C., E. V. 1998. Evaluación del estado sanitario del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.), en el Departamento de Caldas, Agronomía. *Fac. Agr. Univ. de Caldas* p.33-38.
- MATTHEWS, R.E.F. 1979. *Plant Virology*. Academic Press. New York. p.512.
- MUNRO, J. 1960. The reaction of some potato varieties and seedlings to potato virus F. *Am. Potato J.* 37: 249-256.
- PETERS, D. 1970. Potato leafroll virus. In: Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 36. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.
- SALAZAR, L.F. 1995. Los virus de la papa y su control. Centro Internacional de la papa (CIP), Lima, Perú. 226 p.
- SALAZAR, L.F.; HARRISON, B.D. 1978. The relationship of potato black ringspot virus to tobacco ringspot and alien viruses. *Ann. Appl. Biol.* 90: 387-394.
- SALAZAR, L.F.; HARRISON, B.D. 1978. Potato virus T. In: Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 187. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.
- SALAZAR, L.F.; HARRISON, B.D. 1979. Potato black ringspot virus. In: Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 206. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.
- SALAZAR, L.F.; JONES, R.A.C. 1975. Some studies on the distribution and incidence of potato mop-top virus in Peru. *Am. Potato J.* 52: 143-150.
- WALKER, J.C.; LARSON, R.H. 1939. Yellow dwarf of potato in Wisconsin. *J. Agric. Res.* 59: 259-280.
- WETTER, C. 1971. Potato virus S. In: Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 60. Kew, Surrey, Inglaterra. 4p.
- ZAITLIN, M. 1975. Tobacco mosaic virus (Type strain). In: Description of Plant Viruses. Comm. Mycol. Inst., Ass. Appl. Biol. No. 151. Kew, Surrey, Inglaterra. 5p.