

LOS VIRUS EN ESPECIES FORESTALES

ELENA DAL BÓ¹; J.M. ENRICO²; MARINA SISTERNA³ y M. CARRANZA⁴

Recibido: 20/03/02

Aceptado: 19/02/03

INTRODUCCIÓN

Los virus son entidades compuestas por un ácido nucleico y una cubierta proteica o cápside. Algunos grupos tienen, además, una envoltura lipídica. El ácido nucleico puede ser ARN o ADN de cadena simple o doble.

Los virus fitopatógenos tienen en su gran mayoría ARN como único ácido nucleico. Son parásitos absolutos, intracelulares. Se replican sólo dentro de células vivas, usando los sistemas biológicos celulares para dar origen a nuevas partículas virales, lo que constituye la causa directa o indirecta de la enfermedad que producen. Los virus fitopatógenos tienen forma de icosaedro, bastón rígido o flexuoso, bacilo o filamento. En todos los casos sólo pueden ser observados por microscopía electrónica. Algunos de los síntomas originados por los virus pueden confundirse con la deficiencia de nutrientes, con el efecto de algunos agroquímicos de acción hormonal o con las infecciones producidas por fitoplasmas.

Los síntomas característicos son mosaicos y manchas, anillos o dibujos cloróticos y necróticos en hojas, atrofas y enanismo.

Son transmitidos en la naturaleza por jugos (contacto entre plantas o con herramientas), injertos, propágulos, polen, semillas o vectores. La transmisión por vectores es altamente específica. Los insectos son los transmisores de virus más estudiados y frecuentes, sumados a varias especies de ácaros, nematodos y hongos de suelo que también suelen vehicularlos (Matthews, 1991).

Para el diagnóstico de los virus fitopatógenos existen métodos clásicos, como la reacción de plantas indicadoras y la determinación de sus propiedades físicas (Punto de Inactivación Termal, Punto de Dilución Final y longevidad *in vitro*). Siempre que sea posible son más convenientes los métodos serológicos, usando técnicas como ELISA, inmunoensayo en membranas o inmunoensayo sobre improntas de tejido. Existen técnicas moleculares que tienen todavía poca difusión comercial: PCR, o sondas de ácidos nucleicos. La combinación de dos técnicas de diagnóstico: inmunocaptura y PCR, aumenta la sensibilidad del ensayo y la confiabilidad de los diagnósticos (Werner *et al.*, 1997).

En cuanto a su nomenclatura, los virus son conocidos por un nombre en inglés que generalmente incluye la especie en que se lo aisló por primera vez y los síntomas característicos, seguidos de la palabra "virus": *tobacco mosaic virus*. Actualmente, esta palabra es reemplazada por el nombre del género al cual pertenece cada especie viral, escrito en itálica: *tobacco mosaic Tobamovirus*. Sin embargo, no todas las especies se han asignado aún a un género conocido y coexiste bibliografía escrita de este modo con la que respeta la forma anterior. Por estas razones, en este trabajo se ha usado la palabra final "virus", informando en el texto a qué género pertenece cada especie. El género -llamado grupo hasta hace una década- forma su nombre con las sílabas iniciales del virus tipo (*tobacco mosaic Tobamovirus*) o de características típicas de los virus que lo integran (*Nepovirus*: virus transmitidos por nematodos, de forma poliédrica).

¹CIDEFI, Departamento de Sanidad Vegetal, FCAyF, UNLP

²Ex Pasante, CIDEFI, Departamento de Sanidad Vegetal, FCAyF, UNLP.

^{3,4}CIDEFI, Departamento de Sanidad Vegetal, FCAyF, UNLP - Investigador CIC de la Pcia. de Buenos Aires.

Casi todas las especies vegetales son afectadas por enfermedades virales. Los virus tienen rangos de hospedantes variables: algunos son muy específicos, afectando a pocas especies de una misma familia, otros son polífagos y atacan a cientos de especies pertenecientes a decenas de ellas. Pueden producir daños de gran importancia económica sobre la mayoría de las plantas cultivadas.

Hasta hace unos años se consideraba que las Coníferas eran prácticamente inmunes a los virus. Sin embargo, ya a fines de los 50 se supo que eran hospedantes naturales de virus aún no identificados, y susceptibles a infecciones experimentales con virus conocidos (Yarwood, 1959). Desde entonces se han detectado partículas parecidas a virus en coníferas, generalmente asociadas a síntomas determinados (Harrison, 1977; Castello *et al.*, 2000). El único virus identificado afectando una conífera en un bosque es el *tobacco necrosis virus* sobre *Picea rubens* L. (Bachand *et al.*, 1996).

No son muchos los virus identificados sobre especies forestales, sobre todo si los comparamos con la cantidad que se registra sobre otras plantas cultivadas. Esto podría atribuirse a una mayor resistencia de los árboles a las virosis, así como a la ausencia de síntomas ostensibles en muchos de ellos frente al ataque de determinados virus.

En la Argentina no se conocen estudios sobre el tema. Sin embargo, es de esperar que, a medida que los bosques se conviertan en monocultivos y sufran otras prácticas que alteren su ecosistema, se encuentren más predisuestos a los impactos de los factores bióticos y abióticos (Nienhaus y Castello, 1989).

En este trabajo se reseñan los virus más importantes identificados en el mundo sobre las especies forestales que resultan de interés económico en nuestro país. Casi todos son además patógenos de otras especies, cultivadas o no, a veces alejadas sistemáticamente del forestal. En estos casos se registra si el virus está presente en la Argentina, ya sea sobre especies leñosas o herbáceas.

Se hace una descripción de los síntomas y se registran datos de utilidad para el diagnóstico de la enfermedad, como forma y tamaño de las partículas virales y modalidad de transmisión.

LOS VIRUS QUE PRODUCEN LAS ENFERMEDADES MÁS COMUNES

Apple Mosaic Virus - Virus del Mosaico del Manzano. ApMV

Es un Ilarvirus de partícula isométrica (26 nm de diámetro). Se transmite con dificultad por jugos en laboratorio, por lo que no se cree que esa forma de transmisión tenga importancia en la naturaleza (Fulton, 1972). No se conoce su vector. Se lo encuentra en todo el mundo, también en la Argentina (Rossini *et al.*, 1986), atacando principalmente manzano, ciruelo y rosál.

Se lo ha detectado sobre *Betula papyrifera* Marsh., *Betula alleghaniensis* Britton y *Cassia occidentalis* L. reduciendo el crecimiento de los brotes y el rendimiento de los frutos. La severidad de los síntomas varía en un rango que va desde la aparición de dibujos cloróticos en las hojas hasta la muerte de la planta por una necrosis que comienza en los brotes (Gottlieb y Berbee, 1973). Puede producir grandes pérdidas económicas.

Arabis mosaic virus - Virus del Mosaico del Arabis - ArMV

Es un Nepovirus (30 nm de diámetro) que se transmite por jugos (Cooper, 1975a). Tiene un amplio rango de hospedantes. Su vector es el nematode *Xiphinema diversicaudatum* Cobb. Se lo ha detectado en Europa y Estados Unidos donde produce mosaico y dibujos cloróticos en las hojas de *Fraxinus americana* L., *F. exelsior* L. y *F. pennsylvanica* Marsh. Sus ataques no ocasionan daños de importancia económica (Cooper, 1975b).

Cherry Leafroll Virus - Virus del Enrullamiento de la Hoja del Ciruelo - CLRV

A pesar de que no se ha comprobado que sea transmitido por nematodos, se lo considera un Nepovirus porque comparte el resto de sus características con este grupo. Su partícula isométrica mide 28 nm y se puede transmitir por jugos (Jones, 1985).

Se lo ha encontrado en Norteamérica, Europa, Rusia y Nueva Zelanda. Ataca varias especies de árboles: *Fagus sylvatica* L., *Betula* sp. L. y *Fraxinus excelsior* L. Cuando ataca *Juglans regia* L. produce síntomas suaves consistentes en mosaico, manchas, anillos y dibujos cloróticos. Sin embargo, este virus puede producir una enfermedad muy severa cuando *J. regia* está injertado sobre *J. hindsii* (Jeps.) Jeps. o *paradox* (*J. hindsii* x *J. regia*), la que se conoce como "línea negra del nogal". Primero aparece una línea negra en la zona del injerto desde donde avanza una necrosis que llega a matar a la planta. Esta línea se atribuye a una reacción de hipersensibilidad del pie frente al CLRV portado por el injerto (Mircetich *et al.*, 1980).

Cuando el CLRV ataca *Ulmus americana* L. produce mosaico y anillos cloróticos en las hojas y a veces una necrosis que comienza por los brotes. Antiguamente, estos síntomas eran atribuidos a un virus del mosaico del olmo no conocido (Millikan, 1982).

En abedul ocasiona un mosaico foliáceo difuso, anillos cloróticos y bandas verde brillantes a lo largo de las nervaduras ("vein-banding"). Las ramas de los árboles atacados pueden tener aspecto achaparrado y menor desarrollo foliáceo. En Gran Bretaña se comprobó en abedules utilizados con fines ornamentales hasta un 17,5% de infección con CLRV, señalándose el riesgo de introducir el virus en países donde no se encuentra, mediante la importación de árboles infectados (Cooper y Massalsky, 1984).

Poplar mosaic virus - Virus del Mosaico del Álamo - PopMV

Es un Carlavirus de partículas filamentosas de 675 nm de largo (Brunt *et al.*, 1996).

Se detectó por primera vez en *Populus balsamifera* L. A partir de entonces se lo ha identificado siempre en especies del género *Populus* L., aunque por inoculaciones experimentales se ha demostrado la susceptibilidad de especies pertenecientes a varias familias (11). Produce la enfermedad viral de mayor importancia entre las especies forestales, encontrándose prácticamente en todos los países donde existen álamos.

Los síntomas de esta virosis varían mucho en severidad. Son susceptibles todos los clones de *Populus x euramericana* (Dode) Guinier, todos los cultivares de la sección Aigeiros y algunos de otras secciones.

En *Populus maximowiczii* Henry, no se manifiestan síntomas a pesar de ser infectado por el virus, confirmando resistencia a híbridos de esta especie con *P. balsamifera* ssp. *trichocarpa* (Torr. and Gray) Brayshaw. o *P. nigra* L.

Los clones de *P. x euramericana* son moderadamente susceptibles y los clones de *P. balsamifera* ssp. *trichocarpa* o del cruzamiento entre *P. trichocarpa* y *P. deltoides* Batr. ex Marshall son altamente susceptibles (Kontzag, 1989).

Produce manchas cloróticas con forma de estrella sobre las nervaduras más finas, mosaico y clorosis de nervaduras. En clones susceptibles causa además necrosis en la corteza, pecíolos y nervaduras, resquebrajamiento y engrosamiento de tallos. También hay una severa disminución en la altura de estos árboles. La severidad de los síntomas depende del cultivar, la estación, el clima y el aislamiento del virus (Biddle y Tinsley, 1971a).

En el caso de esta enfermedad se ha cuantificado el efecto de la infección sobre la calidad de la madera, relacionándose el mismo con la reducción en peso específico. Se ha comprobado que si los síntomas no son severos después de tres años de trasplante, las pérdidas no serán importantes. Cuando ataca árboles de menos de dos años reduce más del 10% la altura, lo cual en combinación con la reducción del diámetro del tronco, puede producir una pérdida del 25% de materia seca (Biddle y Tinsley, 1971b).

Este virus se transmite por inoculación mecánica experimentalmente y hay experiencias que demuestran que en la naturaleza puede producirse este tipo de transmisión, por herramientas o por entrecruzamiento de raíces.

Las plántulas de álamo pueden ser liberadas de PopMV por termoterapia, ya que luego de 4-10 semanas a 37-39 °C, los meristemas y brotes terminales quedan libres de virus.

Tobacco Mosaic Virus - Virus del Mosaico del Tabaco - TMV

Es un Tobamovirus de partículas tubulares de 18 x 300 nm. No tiene vectores conocidos, pero se transmite por jugos con mucha facilidad, siendo esta su forma más importante de diseminación en la naturaleza (Zaithin y Israel, 1975). Su distribución es mundial, atacando muchas especies de diferentes familias. Se lo encuentra muy difundido en la Argentina sobre hospedantes herbáceos (Lana y Agrios, 1974).

En Canadá se ha detectado TMV sobre *Acer saccharum* L. produciendo una grave enfermedad caracterizada por un mosaico foliáceo.

En Estados Unidos se han registrado daños de importancia por su ataque sobre *Fraxinus americana* L. donde causa los mismos síntomas que sobre la especie anterior.

Ha sido aislado de robles con mosaico y moteado clorótico en hojas deformadas, desde donde se lo pudo transmitir mecánicamente a plántulas de la misma especie.

Tobacco Ringspot Virus - Virus de la Mancha Anillada del Tabaco - TRSV

Es un Nepovirus (30 nm) que se transmite por jugos a un amplio rango de hospedantes. Varias especies de *Xiphinema* sp. son vectores de esta enfermedad, principalmente *X. americanum* Cobb (Fulton, 1969).

Este virus está presente en Norteamérica, Europa, Australia y Japón (Stace Smith, 1978).

Causa el declinamiento del fresno (*Fraxinus americana* L.) que se caracteriza por una necrosis de las ramas que comienza por el ápice, mosaico y moteado foliáceo, produciéndose finalmente la muerte del árbol (Millikan, 1982). También se lo ha detectado sobre *Cassia occidentalis* L.

Tomato Ringspot Virus - Virus de la Mancha Anillada del Tomate - ToRSV

Es un Nepovirus (20 nm) que se transmite por jugos y por algunas especies de *Xiphinema* sp. (Stace Smith, 1976). Está presente en todo el mundo.

Se lo ha detectado en *Fraxinus americana* L. donde se lo encuentra con más facilidad en las raíces. Si bien no produce síntomas visibles, reduce la producción de madera del árbol atacado.

OTROS VIRUS

Bean Yellow Mosaic Virus: ataca *Cassia* spp. L. en Australia (Brunt *et al.*, 1996).

Cassia Yellow Blotch Virus: Bromovirus que produce manchas amarillas en hojas de *Cassia pleurocarpa* L., *C. hirsuta* Quiet., *C. occidentalis* L. y *C. tora* L. (Brunt *et al.*, 1996).

Citrus enation-woody gall virus: inicialmente detectado sobre especies cítricas, también ataca a *Eucalyptus* sp. L'Herit. y *Ulmus* sp. Produce enaciones en las nervaduras principales de las hojas y galerías en tejidos leñosos. Está presente en Australia, Sudáfrica y Estados Unidos, en general donde existen cultivos cítricos (Brunt *et al.*, 1996).

Elm mottle virus: Ilarvirus que identificado sobre *Ulmus glabra* Huds. y *U. minor* Huds. (Brunt *et al.*, 1996).

Oak ringspot virus: Virus de partículas filamentosas flexuosas, que se encuentra en baja concentración en la savia de *Quercus marilandica* Muenchh. y *Q. velutina* Lam. En estas especies produce anillos cloróticos y mosaico, clorosis a lo largo de las nervaduras y dibujos con forma de hoja de roble en hojas maduras. La única forma de transmisión definida hasta hoy es por injertos (Brunt *et al.*, 1996).

Peanut mottle virus: Potyvirus que afecta a *Cassia bicapsularis* L., *C. leptocarpa* Benth., *C. obtusifolia* L. (Brunt *et al.*, 1996). Está presente en la Argentina en cultivos de soja (Truol *et al.*, 1987) y maní (Giorda *et al.*, 1985).

Poplar decline virus: detectado en Estados Unidos. Produce manchas cloróticas o necróticas en las hojas jóvenes, luego el bronceado y necrosis de las hojas y finalmente la muerte de ramas y de los árboles (Brunt *et al.*, 1996).

Tomato spotted wilt virus: Tospovirus polífago, muy frecuente en cultivos hortícolas y ornamentales en la Argentina, afecta *Cassia occidentalis* y *C. Tora* (Brunt *et al.*, 1996).

Turnip yellow mosaic virus: Tymovirus que ataca a *Eucalyptus cloeziana* L'Herit (Brunt *et al.*, 1996).

CONCLUSIONES

El panorama de las enfermedades producidas por los virus en especies forestales está poco definido, como lo demuestran los escasos datos reunidos luego de realizar una revisión que abarcó un espectro muy amplio de recursos.

Es probable que esto se deba a la situación que ofrece el estudio de esta etiología sobre especies leñosas: los virus que afectan a los árboles son difíciles de detectar ya que están en baja concentración en los tejidos, están distribuidos de manera no homogénea en la planta y su concentración varía a lo largo del año. Por otro lado, los compuestos fenólicos abundantes en los extractos foliares afectan la estructura proteica e impiden el reconocimiento del virus. Para que el diagnóstico sea confiable, es necesario tomar varias muestras de cada planta. Otra de las dificultades para caracterizar e identificar los virus que afectan a las especies leñosas se presenta ante la necesidad de cumplir con los postulados de Koch. Para la infección de plantas sanas con extractos purificados del virus aislado es necesario el uso de grandes sectores de invernáculos y el seguimiento de estas plantas inoculadas durante muchos meses o hasta uno o dos años, para poder evaluar si el proceso ha sido exitoso. Por otro lado, los estudios sobre el virus se aceleran cuando se encuentra un hospedante herbáceo que dé síntomas conspicuos y buena concentración del virus en los tejidos.

No se conoce el impacto de los virus en el crecimiento y rendimiento de los árboles en ecosistemas forestales, por lo tanto, tampoco existen indicaciones sobre el manejo adecuado para minimizarlas. De todos modos se pueden señalar algunas medidas razonables para retrasar la introducción y difusión de virus en estos sistemas. Estos son la eliminación de plantas infectadas en los viveros y en las plantaciones jóvenes y el establecimiento de los programas de indexado del "stock" de propagación clonal y de semillas para garantizar la producción de material inicial libre de virus.

Sin embargo, las medidas adecuadas en cada caso solo se podrán establecer luego de realizar el diagnóstico de la enfermedad y estudiar la transmisión y el rango de hospedantes alternativos, entre otros aspectos epidemiológicos. Si bien hasta el momento no se han producido daños que alerten sobre la presencia de virus en especies forestales en la Argentina, el monocultivo y la cercanía a otros cultivos y malezas que actúen como fuentes de inóculo, podrían modificar esta situación.

BIBLIOGRAFÍA

- BACHAND, G.; J. CASTELLO; M. SCHAEDELE and W. LIVINGSTON, 1996. Effect of tomato mosaic tobamovirus infection on red spruce seedlings. *Can. J. For. Res.* 26: 973-981.
- BIDDLE, P.G. and T.W. TINSLEY. 1971a. Poplar Mosaic Virus. *CMI AAB Descr. Plant Viruses* N° 75.

- BIDDLE, P.G and T.W. TINSLEY. 1971b. Poplar mosaic in Britain. *New Phytol.* 70: 67-77.
- BRUNT, A.; K. CRABTREE; M. DALLWITZ; A. GIBBS; L. WATSON and E. ZURCHER. (eds.). 1996. Plant Virus Online. URL <http://biology.anu.edu.au>.
- CASTELLO, J.; S. ROGERS; G. BACHAND and J. FILLHART. 2000. Detection and Partial Characterization of tenuiviruses from Black Spruce. *Plant Dis.* 84: 143-147.
- COOPER, J.I. 1975a. Virus Diseases of Ornamental Trees and Shrubs. *Proc. Inter Plant Prop. Soc.* 25: 194-205.
- COOPER, J.I. 1975. Arabis mosaic virus a cause of chlorotic symptoms in leaves of *Fraxinus excelsior* L. *Plant Pathology* 24:114- 116.
- COOPER, J.I. and P.R. MASSALSKY. 1984. Virus and Virus-like Diseases affecting *Betula* spp. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 85B:183-195.
- FULTON, R.W. 1969. Transmission of tobacco ringspot virus to the roots of a conifer by a nematode. *Phytopathology* 59: 236.
- FULTON, R.W. 1972. Apple Mosaic Virus. *CMI-AAB Descr. Plant Viruses* N° 83.
- GIORDA L.; S. F. NOME y G. LAGUNA. 1985. El virus del moteado del maní (PMV) en Argentina. *IDIA* 433/36: 53- 57.
- GOTTLIEB A.B. and J.G. BERBEE. 1973. Line pattern of birch caused by apple mosaic virus. *Phytopathology* 63: 1470-1477.
- HARRISON, B.D. 1977. Biology and control of viruses with soil inhabitants vectors. *Ann. Rev. Phytopathology* 15: 331-360.
- JONES, A.T. 1985. Cherry leafroll virus. *CMI-AAB Descriptions of Plant Viruses* N° 306.
- KONTZAG, H.Y. 1989. [Studies on the transmission of poplar mosaic virus]. *Archive fur Phytopatologie und Pflanzenschutz* 25: 185-187.
- LANA, A.O. and G.N. AGRIOS. 1974. Properties of a strain of tobacco mosaic virus isolate from white ash trees. *Phytopathology* 64:1490-1495.
- MATTHEWS, R. 1991. *Plant Virology*. Academic Press Inc.
- MILLIKAN, D.F. 1982. Virus diseases of shade and ornamental trees. *Arboricultural Journal* 6: 195-203.
- MIRCETICH, S.; J.D. SANBORN and D.E. RAMOS. 1980 Natural spread, graft transmission and possible etiology of walnut blackline disease. *Phytopathology* 70: 962- 968.
- NIENHAUS, F. and J.D. CASTELLO. 1989. Viruses in forest trees. *Ann. Rev. Phytopath.* 27: 165-186.
- ROSSINI, M.; J. ORTES y R. RODRÍGUEZ. 1986. Las virosis del manzano en el Alto Valle de Río Negro y Neuquen. *Jornadas Fitosanitarias Argentinas*.
- STACE-SMITH, R. 1976. Tomato ringspot virus. *CMI-AAB Descr. Plant Viruses* N° 290.
- STACE-SMITH, R. 1978. Tobacco ringspot virus. *CMI-AAB Descr. Plant Viruses* N° 309.
- TRUOL G.; G. LAGUNA y S.F. NOME. 1987. Detección del tobacco streak virus (TSV) en cultivos de soja en Argentina. *Fitopatología* 22: 15-20.
- WERNER R.; H. MUHLBACH and C. BUTTNER 1997. Detection of cherry leaf roll virus and poplar mosaic virus in forest trees by immunocapture RT- PCR. <http://www.rrz.uni-hamburg.de>.
- YARWOOD, C.E. 1959. Virus increase in seedling roots. *Phytopathology* 49: 220-223.
- ZAITHIN, M. and H.W. ISRAEL. 1975. Tobacco mosaic virus, type strain. *CMI-AAB Descr. Plant Viruses* N° 151.