

Cítricos ornamentales como vector de enfermedades: riesgos para el comercio internacional

S. Panno^{1,2}, S. Davino^{1,2}, P. Tuttolomondo¹, G. Iacono³, M. Davino³, L. Rubio^{2,4} y L. Galipienso^{2,4}

¹ Dipartimento Scienze Agrarie e Forestali (SAF), Università di Palermo, Viale delle Scienze Ed.5, 90123 Palermo, Italia

² Istituto Euro Mediterraneo di Scienza e Tecnologia (IEMEST), Via E. Amari 123, 90139 Palermo, Italia

³ Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agrarie ed Alimentari (DISPA), Via S. sofia 100, 95123 Catania, Italia

⁴ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), 46116 Moncada, Valencia, España

Resumen

El cultivo de los cítricos comenzó en Extremo Oriente hace unos 4.000 años, en las regiones que ocupan actualmente China y Japón. Los grandes movimientos migratorios que ocasionaron las conquistas de Alejandro Magno, la expansión del Islam y el descubrimiento de América favorecieron la expansión de este cultivo por todo el mundo. Sin embargo, fue a partir del siglo XVIII cuando la citricultura adquirió una relevancia económica, tanto desde el punto de vista industrial como ornamental. El movimiento de plantas fue acompañado por la difusión de diversos patógenos, aunque afortunadamente, sólo una parte de los presentes en las regiones de origen han llegado en las nuevas áreas de cultivo. En Italia, la superficie cultivada con cítricos es de aproximadamente 160.000 Ha y de éstas, alrededor del 60% se encuentran en Sicilia. En los últimos años ha cobrado relevancia la producción de cítricos destinados a fines ornamentales, con una producción media anual en Sicilia de unos 4,5 millones de plantas, lo que la convierte en el máximo productor de cítricos ornamentales de Europa. Entre estos se encuentran los limones ornamentales, distintos kumquats, calamondín, naranjo amargo, cidro, naranjo dulce, mandarinos y pomelos. Desde el punto de vista sanitario, hay que tener en cuenta que las plantas ornamentales que se venden por todo el territorio Europeo pueden actuar como reservorios y facilitar el tráfico y emergencia de nuevas enfermedades. Entre las enfermedades más comunes en los cítricos ornamentales se encuentra la exocortis, las protuberancias nerviales (vein enation), las manchas anulares (ring spot), la psoriasis, la tristeza, la variegación, las concavidades gomosas (concave gum), la impietratura, el stubborn y el Huanglongbing. En este artículo se describen las principales enfermedades que afectan a los cítricos ornamentales y que representan un riesgo en la Comunidad Europea.

Palabras clave: virus, viroide, bacteria, naranjo, limonero, lima, cidro.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIROIDES

Exocortis

Esta enfermedad está causada por el viroide de la exocortis de los cítricos (*Citrus Exocortis viroid*, CEVd) que pertenece al género *Pospiviroid* (familia *Pospiviroidae*) y está formado por una pequeña molécula de ARN de simple cadena de unos 370 nucleótidos de longitud (Semancik y Weathers, 1972). El CEVd se encuentra

distribuido por todo el mundo y se transmite por injerto y a través de herramientas de poda. Los síntomas de la enfermedad se caracterizan por la aparición de puntos amarillos, escamas y grietas en la corteza de los patrones naranjo trifoliado y lima Rangpur, acompañado de enanismo. Los cidros son particularmente sensibles a este viroide y experimentan epinastia de hojas, necrosis de venas corticales y hendiduras muy largas (Fig. 1). Los frutos de los cidros afectados presentan una notable reducción del tamaño y adquieren formas irregulares.



Figura 1. Naranja dulce injertado sobre citrange Troyer con los síntomas típicos de la enfermedad de la exocortis.

Caquexia (en inglés Cachexia)

Esta enfermedad está causada por ciertas variantes del virus del enanismo del lúpulo (*Hop stunt viroid*, HSVd; antes llamado *citrus cachexia viroid*, CCaVd). Este viroide pertenece a la misma familia del CEVd, pero a un género diferente, el *Hostuviroid* (Semancik, Roistacher y Duran-Vila, 1988; Hsu et al., 1994). Es una enfermedad presente en todo el mundo y se caracteriza por la acumulación de goma bajo la corteza, en el pie de injerto y en el vástago. Ésta afecta a mandarino, tangerina, *Citrus macrophilla*, limas dulces, limas amargas, kumquat y tangor. (Fig. 2).



Figura 2. Decaimiento de tangor, característico de la caquexia, en campo abierto utilizado para la propagación de cítricos ornamentales.

ENFERMEDADES VÍRICAS

Enfermedad de las protuberancias nerviales (Vein enation)

Esta enfermedad está asociada a un virus (*Citrus vein enation virus*, CVEV) cuyo genoma está formado una molécula de ARN monocatenario que pertenece al género *Enamovirus* de la familia *Luteoviridae* (Vives et al., 2013). La enfermedad fue descrita por primera vez en California por Wallace y Drake (1953), luego en Sudáfrica por Mc Clean (1954), y más tarde en Turquía, España, China, Perú y Japón. Las especies más susceptibles son el limonero rugoso, la lima mexicana y **Citrus volkameriana**. Las plantas afectadas desarrollan protuberancias en las nerviaciones secundarias y agallas en el tronco y ramas. El virus se transmite por los pulgones: *Toxoptera citricidus*, *Myzus persicae* y *Aphis gossypii* de manera persistente y se puede eliminar del material infectado por termoterapia y microinjerto.

Psoriasis (psorosis)

Esta enfermedad se observó por primera vez en Florida y California, y se ha extendido a todas las zonas cítricas del mundo. Las especies más susceptibles a este virus son el naranjo dulce, mandarina y pomelo, siendo asintomático en naranjo amargo y limón rugoso. El síntoma más característico es la formación de costras y descamaciones en tronco y ramas (Fig. 3). En árboles muy afectados se puede observar decaimiento, y en casos muy extremos, muerte de ramas. El agente etiológico de la enfermedad es el virus de la psoriasis de los cítricos (*Citrus psorosis virus*, CPsV), un virus perteneciente al género *Ophiovirus* de la familia *Ophioviridae* y tiene un genoma de ARN dividido en tres segmentos. El virus se transmite mediante la propagación de material infectado, aunque se especula que podría ser transmitido por insectos u hongos del género *Olpidium* (Palle et al., 2004). El virus puede eliminarse por termoterapia y microinjerto.



Figura 3. Síntomas de descamación en mandarina causado por CPsV.

Tristeza

La tristeza es la enfermedad viral más importante de cítricos en todo el mundo. Es endémica en la mayor parte de Asia, Australia, Sudáfrica y Sudamérica, y tiene una incidencia elevada en Estados Unidos (California y Florida), Israel y España. CTV se dispersa en Centro América y han aparecido epidemias aisladas en países del área mediterránea y en el este de Europa (Cambra y Moreno, 2000).

El patógeno causante de la enfermedad es el virus de la tristeza de los cítricos (*Citrus tristeza virus*, CTV), un miembro del género *Closterovirus* (familia *Closteroviridae*) que presenta un genoma de RNA de simple cadena de unos 19.000 nucleótidos (Bar-Joseph et al., 1979; Martelli et al., 2000). La dispersión de CTV a nuevas áreas se produce por el transporte de material propagativo sin control sanitario, mientras que a nivel local se dispersa por pulgones (Cohen y Bové, 1981). Además, CTV puede transmitirse mediante inoculación mecánica por medio de cortes en el floema (Garnsey et al., 1987), pero su eficiencia es tan baja que no tiene importancia epidemiológica.

En España, CTV ha causado la muerte de aproximadamente 40 millones de árboles de cítricos injertados en naranjo amargo (Cambra et al., 2000) lo que ha obligado la sustitución de este patrón por otros tolerantes a CTV. Los huéspedes naturales de CTV pertenecen a la familia *Rutaceae* y especies de híbridos del género *Citrus* y *Fortunella*. Los síntomas varían dependiendo de los aislados virales, de las especies de cítricos o combinación variedad y pie de injerto. Algunos aislados son asintomáticos incluso en las variedades más sensibles, como sucede con el aislado K de Córcega (Albertini et al., 1988; Bovè et al., 1988), mientras que la mayoría de los aislados causan algunos de los siguientes síntomas: A) decaimiento de variedades injertadas en naranjo amargo (Fig. 4), B) clorosis nervial y acanaladuras en la madera y C) amarillamiento de plantas francas de limonero, naranjo amargo o pomelo.



Figura 4. Síntomas de decaimiento rápido en naranjo dulce injertado en naranjo amargo infectado con CTV.

Variegado (variegation)

Esta enfermedad es causada por un miembro del género *Ilarvirus* de la familia *Bromoviridae* llamado virus del variegado de los cítricos (*Citrus variegation virus*, CVV). Su genoma consta de tres moléculas de ARN de polaridad positiva y se transmite principalmente por injerto (Symons, 1985). CVV se encuentra en todas las áreas cítricas del mundo y las plantas infectadas presentan unas decoloraciones muy

vistas, a menudo asimétricas, en las venas de las hojas (Fig. 5). Estos síntomas tienden a desaparecer a temperaturas superiores a 24 °C. En limón, los frutos son pequeños y asimétricos y en Satsuma puede provocar un enanismo acusado de la planta.



Figura 5. Hojas distorsionadas con un perímetro irregular causado por CVV.

Enfermedad de las concavidades gomosas y bolsillo ciego de los cítricos (*Concave gum pocket-blind disease*)

Esta alteración es muy frecuente en los campos citrícolas antiguos de la cuenca mediterránea y poco frecuente en otras áreas. Causa concavidades alargadas en el tronco, que a veces son anchas y de fondo plano (*concave gum*) y otras más estrechas y profundas (*blind pocket*). En naranjo dulce, tangerino, tangelo y tangor se producen síntomas foliares (Garnsey y Timmer 1988). En el tronco y las ramas, cuando los árboles tienen entre 8 y 10 años, se observan pequeñas hendiduras que en verano se llenan de goma, causando la oclusión de los vasos y la muerte de la parte distal de la rama. (Fig. 6). Las plantas infectadas muestran síntomas graves de marchitez, con frutos pequeños y asimétricos que frecuentemente no alcanzan la madurez. Hasta la fecha, no se ha encontrado el agente etiológico de la enfermedad aunque se sospecha que tiene un origen viral ya que es una enfermedad transmitida por injerto y por el polen, aunque no se ha podido transmitir mecánicamente ni se ha encontrado ningún insecto vector. El patógeno puede eliminarse de los brotes mediante termoterapia y microinjerto.



Figura 6. Exudación gomosa de la rama principal de un tangelo de 10 años.

Impietratura

Los síntomas fueron descritos por primera vez en Palestina en 1930 y consisten en la formación de goma que endurece el fruto. La enfermedad está extendida en la cuenca mediterránea, siendo las especies más susceptibles el naranjo dulce (especialmente los navel), el pomelo, el mandarino y *Citrus volkameriana*. La enfermedad causa clorosis de las hojas jóvenes, de manera similar al CPsV y los frutos muestran bolsas de goma en el albedo y en la columela (Fig. 7). La goma origina la caída prematura del fruto, y en los casos en los que permanece en la planta, son pequeños, deformes y no alcanzan la maduración. El agente causal es desconocido, aunque se cree que puede ser un virus ya que se transmite por injerto y es posible eliminarlo por termoterapia y microinjerto.



Figura 7. Síntomas típicos de la impietratura en frutos de cítricos en los que se observan bolsas gomosas.

ENFERMEDADES BACTERIANAS

Stubborn

Es una enfermedad típica de áreas áridas o semiáridas y causa importantes pérdidas en California, Arizona, el norte de Africa, el Cercano Oriente y la península Arábiga. También se ha encontrado en Turquía, Grecia, Italia, México, España, Sudan y Pakistán. Las plantas infectadas muestran anomalías en su crecimiento, entrenudos muy cortos y hojas pequeñas con clorosis nervial, frutos pequeños en forma de bellota (*acorn fruit disorder*) con sabor insípido y las semillas, generalmente cubiertas de goma, abortan. Las especies cítricas más susceptibles son el naranjo dulce, pomelo, tangelo, mandarina y pumelo. El agente causal de la enfermedad es *Spiroplasma citri*, una pequeña bacteria de morfología helicoidal sin pared celular perteneciente al género *Mollicut*, que se transmite por los insectos *Circulifer tenellus* y *Scaphytopius nitridus* (Saglio et al., 1973).



Figura 8. Fruto deformado de un cítrico afectado por Stubborn.

Huanglongbing (HLB)

Es una enfermedad altamente destructiva en cítricos que es causada por tres bacterias floemáticas: *Candidatus Liberibacter asiaticus* (Ca.L.as.), *Candidatus Liberibacter africanus* (Ca.L.afr.) y *Candidatus Liberibacter americanus* (Ca.L.am.). La primera de ellas es la más dañina y extendida, y se transmiten mediante dos insectos, *Diaphorina citri*, específica de las variantes asiática y americana y *Trioza citri*, específica de la variante africana (Coletta-Filho et al., 2004; Teixeira et al., 2005). Hasta el 2003, el HLB solo se localizaba en Asia y África, aunque actualmente se ha extendido a muchas otras áreas citrícolas. Esto, junto los grandes daños que causan, ha hecho que la Comunidad Europea la haya incluido en la lista de la Organización Europea y Mediterránea de Protección Vegetal (EPPO). Esta enfermedad afecta a muchas especies de la familia *Rutaceae* y todavía no se ha podido confirmar si se transmite por semilla. La progresión de la enfermedad puede ser rápida. En casos graves la planta está completamente decaída, clorótica con baja producción con frutos verdosos y ramas secas. La detección de HLB se realiza por ensayos biológicos, microscopía electrónica y métodos moleculares. El control de la enfermedad se debe basar en medidas profilácticas ya que no hay ningún tratamiento disponible.

Referencias

- Albertini D., Vogel R., Bovè C., Bovè J.M. (1988) – Transmission and preliminary characterization of *Citrus tristeza virus* strain K. pp. 17 – 21. En: Proc. 10th Conf. International Organization of Citrus Virologists, Timmer L.W., Garnsey S.M., Navarro L., eds. IOCV, Riverside, California.
- Bar-Joseph M., Garnsey S.M., Gonsalves D., Moscovitz M., Purcell D.E., Clark M.F., Loebenstein G. (1979) – The use of Enzyme-linked Immunosorbent Assay for detection of *Citrus tristeza virus*. *Phytopathology* 69: 190 – 194.
- Bovè C., Vogel R., Albertini D., Bovè J.M. (1988) – Discovery of a strain of Tristeza virus (K) inducing no symptoms in Mexican lime. pp. 14 – 21. En: Proc. 10th Conf. International Organization of Citrus Virologists. Timmer L.W., Garnsey S.M., Navarro L., eds. IOCV, Riverside California.
- Cambra M., Moreno P. (2000). En: Enfermedades de los cítricos, eds. Duran – Vila N., Moreno P. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. Tristeza. pp. 77 – 81.
- Cambra M., Gorris M.T., Marroquín C., Román M.P., Olmos A., Martínez M.C., Hermoso de Mendoza A., López A., Navarro L. (2000) – Incidence and

- epidemiology of *Citrus tristeza virus* in the Valencia community of Spain. *Virus Research* 71: 85 – 95.
- Cohen M., Bové J. M. (1981) – Tristeza. En: Description and illustration of virus like diseases of citrus. A collection of color slides. Bové J.M. and Vogel R. eds. SETCO-IRFA, Paris.
- Coletta-Filho H. D., Targon M. L. P. N., Takita M. A., De Negri Jr J. D., Pompeu J., Machado M. A. (2004) – First report of the Causal Agent of Huanglongbing (“*Candidatus Liberibacter asiaticus*”) in Brazil. *Plant Disease* 88, 1382.
- Garnier M., Bové J. M. (1993) – Citrus greening disease and the greening bacterium. In: Proc. 12th Conf. IOCV, Univ. Calif., Riverside, CA, 212-219.
- Garnsey S.M., Gumpf D.J., Roistacher C.H., Civerolo E.L., Lee R.F., Yokomi R., Rar-Joseph M. (1987) – Toward a standardized evaluation of the biological properties of *Citrus tristeza virus*. *Phytophylactica* 19: 151 – 157.
- Garnsey, S. M., Timmer L. W. (1988) – Concave gum, p. 39. In: J. O. pitside, S. M. Garnsey, and L. W. Timmer (eds.). *Compendium of Citrus Diseases*. APS Press, St. Paul, MN, USA.
- Hsu, Y.-H., Chen, W. & Owens, R. A. (1994). Nucleotide sequence of a hop stunt viroid variant isolated from citrus growing in Taiwan. *Virus Genes* 9, 193-195.
- Maharaj, S. B., da Graça J. V. (1988) – Observation of isometric virus-like particles associated with citrus vein enation-infected citrus and the viruliferous aphid vector *Toxoptera citricidus*. *Phytophylactica* 20: 357-360.
- Martelli G.P., Agranovsky A.A., Bar-Joseph M., Boscia D., Candresse T., Coutts R.H.A., Dolja V.V., Duffus J.E., Falk B.W., Gonsalves D., Jelkmann W., Karasev A.V., Minafra A., Murant A., Namba S., Niblett C.L., Vetten H.J., Yoshikawa N. (2000) – Family *Closteroviridae*. pp. 943 – 952. En: *Virus taxonomy. Seventh Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Van Regenmortel M.H.V., Fauquet C.M., Bishop D.H.L., Carstens E.B., Estes M.K., Lemon S.M., Maniloff J., Mayo M.K., McGeoch D.J., Pringle C.R., Wickner R.B., eds. Academic Press, San Diego, CA., USA.
- Palle S.R., Miao H., Seyran M., Louzada E. S., da Graça J. V., Skaria M. (2004) – Preliminary evidence for natural transmission of citrus psorosis virus by *Olpidium*-Like fungus. *Proceedings 16th Conference IOCV, University of California, Riverside, USA, 100.*
- Saglio P., L’hospital M., Lafleche D., Dupont G., Bové J. M., Tully J. G., Freundt E. A. (1973) – *Spiroplasma citri* gen. and sp. M.: a mycoplasma-like organism associated with “stubborn” disease of citrus. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 23, 191 – 204.
- Semancik J.S., Weathers L.G. (1972) – Exocortis disease: An infectious free nucleic acid plant virus with unusual properties. *Virology*, 47, 456 – 466.
- Semancik J.S., Roistacher C.N., Duran-Vila N. (1988) – A new viroid is the causal agent of citrus cachexia disease. *Proceedings 10th Conference IOCV, University of California, Riverside, USA, 125 – 135*
- Symons R.H., 1985. Viral genome structure. In: *The Plant Viruses Vol. 1, Polyhedral Virions with Tripartite Genomes* (R.I.B. Franchi ed.), Plenum Press, NY, USA and London, UK, 57–81.
- Teixeira D. C., Saillard C., Eveillard S., Danet J. L., Ayres A. J., Bové J. M. (2005) – A new liberibacter species, *Candidatus Liberibacter americanus* sp. nov., is associated with citrus huanglongbing (greening disease) in São Paulo State, Brazil. In: Proc. 16th Conf. IOCV, Riverside, CA, 325-340.

Trabut M. (1913) – A note in Comptes rendus de l'Académie de sciences. Paris, 156, 243 – 244.

Vives M.C., Velázquez K., Pina J.A., Moreno P., Guerra J., Navarro L. (2013) – Identification of a new *Enamovirus* associated with citrus vein enation disease by deep sequencing of small RNAs. *Phytopathology*, 103, 1077-1086.