

Capítulo 1

La enfermedad de Sharka

Mónica Madariaga V.

Licenciada en Biología, Dra.

mmadariaga@inia.cl

Nelly Nova L.

Ingeniera en Biotecnología Molecular

Los frutales de carozo incluyen más de 230 especies. Son originarios de Asia Central y Oriente cercano (Martínez-Gómez, 2016), pero se han extendido a todo el mundo ocupando una superficie superior a 5 millones de hectáreas en producción, obteniéndose sobre los 43 millones de toneladas por año (FAO, 2021). Por lo cual, representan un importante rubro económico, siendo las especies más comercializadas a nivel mundial cerezas, damascos, durazneros, nectarines y ciruelos. Los mayores productores de estas especies son Asia, seguido por Europa y América (Figura 1.1).

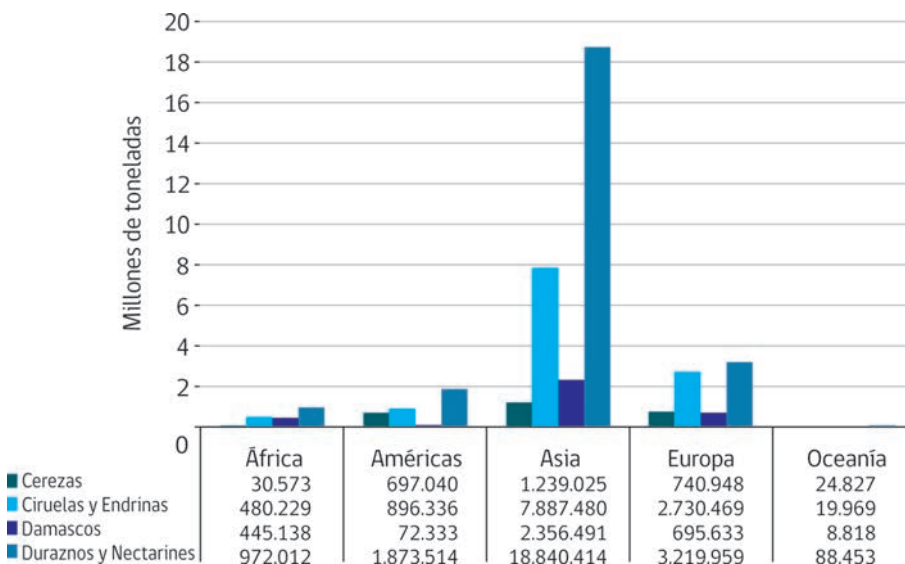


Figura 1.1. Comparación de la producción mundial de cerezas, ciruelas, endrinas, damascos, duraznos y nectarines por continente en el año 2021 (Fuente: FAOSTAT, FAO Statistical Databases).

Entre los principales factores que afectan la calidad de la fruta están las enfermedades y entre éstas, aquellas que son causadas por virus, ya que este tipo de fitopatógenos no tienen un control químico. La enfermedad de Sharka, causada por *Plum pox virus* (PPV), es considerada a nivel mundial la enfermedad viral más devastadora de los frutales de carozos (Rimbaud *et al.*, 2015). Afecta especialmente a las plantas del género *Prunus* (familia Rosaceae), que incluye especies de importancia comercial como: *Prunus armeniaca* (damascos), *P. domestica* (ciruelo europeo), *P. salicina* (ciruelo japonés) y *P. persica* (durazno y nectarines) (Sochor *et al.*, 2012; CIPF, 2018). No presenta peligro para el ser humano ni mata a la planta hospedera, pero causa la caída prematura de la fruta y la pérdida de su calidad organoléptica y cosmética, generando pérdidas millonarias tanto en la producción como en la comercialización de estos frutos (García *et al.*, 2014; Rimbaud *et al.*, 2015), lo cual hace que esta enfermedad sea considerada cuarentenaria en todo el mundo.

La Sharka fue descrita por primera vez en Bulgaria en 1917 en plantas de ciruelo. Desde esa época, la enfermedad se ha esparcido por otros continentes (**Figura 1.2**), gracias a que es capaz de diseminarse rápidamente a corta distancia mediante áfidos en forma no persistente, siendo *Myzus persicae* una de las especies más eficientes en la transmisión (Cambra y Vidal, 2017) y a larga distancia a través del traslado de material de propagación infectado. Debido a esto, los países productores de este tipo de frutales, constantemente trabajan

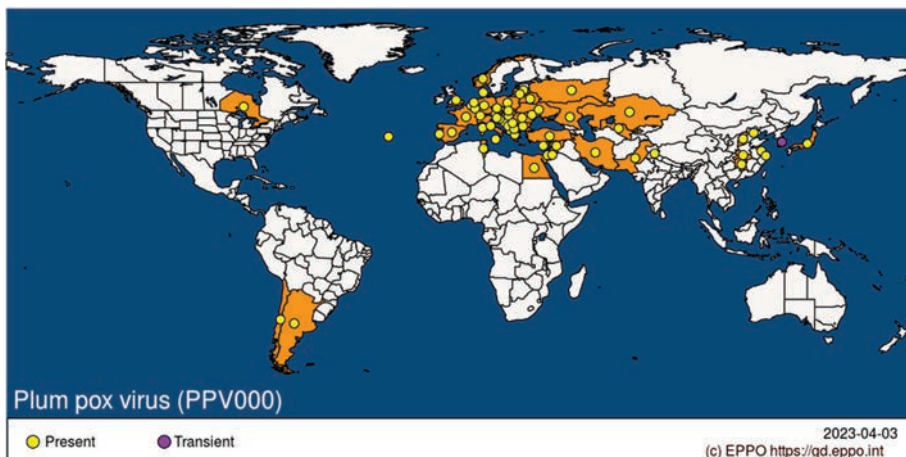


Figura 1.2. Distribución de la enfermedad de Sharka en el mundo. Los puntos amarillos indican los países donde la enfermedad está presente en distintos grados de diseminación. Información actualizada octubre 2022 (Fuente: EPP0 Global Database).

en la búsqueda de estrategias de mitigación y control preventivo de la Sharka, estableciendo estrictas medidas para el movimiento de material de propagación entre las diferentes regiones geográficas.

En Chile esta enfermedad se detectó por primera vez en 1992 (Acuña, 1993; Herrera, 1994; Rosales *et al.*, 1996) y su contención ha estado bajo el control oficial del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de acuerdo a la Resolución 796 (SAG, 1994) y sus modificaciones (Resoluciones 534 y 4906, disponibles en <https://www.sag.cl/ambitos-de-accion/plum-pox-virus-raza-d-enfermedad-de-sharka/normativas>). Desde su aparición, diferentes investigadores han caracterizado la raza de PPV presente en Chile, coincidiendo todos que la raza D es la única presente en nuestro territorio (Rosales *et al.*, 1996 y 1998; Reyes *et al.*, 2001 y 2003; Fiore *et al.*, 2010 y 2016). Afortunadamente, esta raza sólo afecta a durazneros, nectarinos, damascos y ciruelos, dejando fuera de peligro al cerezo, que es la principal fruta de carozo exportada por Chile y que equivale al 59,5 % del volumen total de exportación nacional de este tipo de frutos (ODEPA, 2022). No obstante, la presencia de la Sharka en las zonas productoras de frutales de carozo es una constante preocupación, puesto que Chile es uno de los 10 mayores productores de estos frutos, abarcando más de 80 mil hectáreas de cultivo y produciendo más de 1 millón de toneladas al año, posicionándose como el mayor productor a nivel latinoamericano, de hecho, la producción nacional de cereza corresponde al 96,4 % del total de cerezas producidas en América del Sur. Situación similar ocurre con ciruelas y endrinas en donde la producción chilena corresponde al 80,4 % del total de la producción en Sudamérica (FAO, 2021) (**Figura 1.3**). Chile también aparece entre los 10 principales exportadores, reportando el año 2022 más de 600 mil toneladas de frutales de carozos exportados, equivalentes a U\$2.472.722.783 (ODEPA, 2022) (**Cuadro 1.1**). Por esta razón, se vuelve de vital importancia producir fruta de calidad que le permita a Chile mantener su posición como país productor y exportador de este tipo de frutos y a la vez conquistar nuevos mercados.

Los últimos estudios sobre la enfermedad de Sharka en Chile corresponden al año 2016 (Fiore *et al.*, 2016) y, por ende, se desconoce cómo ha cambiado la epidemiología de la enfermedad en la última década. Es así que, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) junto a la empresa privada y otros actores del sector público han apoyado la iniciativa “Desarrollo de estrategias de mitigación de la enfermedad de Sharka” propuesta por INIA, donde se ha abordado la epidemiología de la enfermedad desde distintas áreas, con el fin de tener un panorama actualizado de la Sharka que permita desarrollar nuevas estrategias para su control.

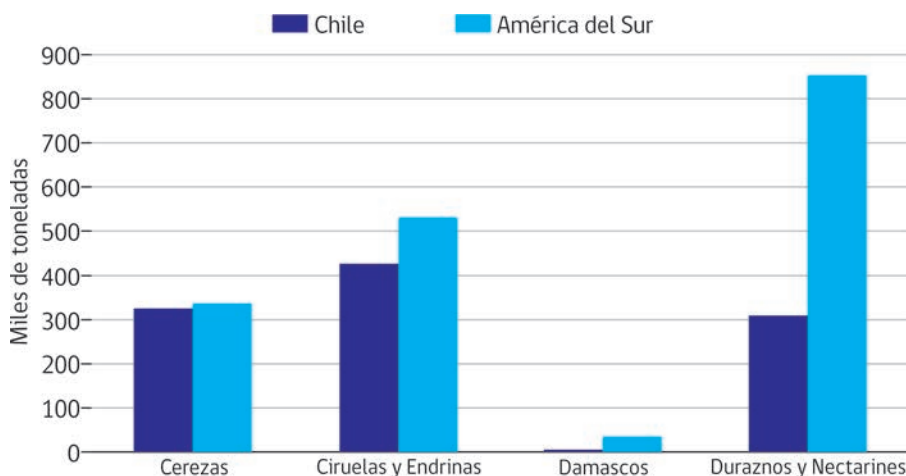


Figura 1.3. Producción de cerezas, ciruelas, endrinas, damascos, duraznos y nectarines en Chile y América del Sur en el año 2021 (Fuente: FAOSTAT, FAO Statistical Databases).

Cuadro 1.1. Volumen de frutas de carozos y su equivalente en dólares exportados por Chile en el año 2022.

Producto Fresco	Volumen Exportación (Toneladas)	Exportaciones US\$FOB
Cerezas	397.224	2.132.226.039
Ciruelas	158.121	217.692.360
Duraznos y Nectarines	111.088	120.851.052
Damascos	1.036	1.953.332

(Fuente: ODEPA, 2022)

El control de las enfermedades causadas por virus es preventivo, pues no existe un control químico. Teniendo en cuenta la estrategia de diseminación que tiene el virus causante de la Sharka, se puede comprender que no existe una medida de control absoluto, sino que este debe estar dado por una serie de estrategias que permitan mitigar la enfermedad y en el mejor de los casos, erradicarla cuando está presente en regiones geográficas aisladas. Las medidas de control preventivo deben considerar la diseminación a corta y larga distancia. En el primer caso, la principal vía de transmisión son los áfidos que actúan como vectores, sobre los cuales se profundizará en el capítulo 5, mientras que a larga distancia la diseminación tiene relación con el material de propagación y para controlarlo

se deben establecer fuertes normativas que aseguren la producción de plantas de carozo libres del virus y medidas cuarentenarias tanto en huertos infectados como en fronteras, con el fin de evitar el establecimiento de la enfermedad en zonas libre de virus. Al diseñar las estrategias de control es importante considerar la susceptibilidad frente a PPV de las nuevas variedades de frutales de carozo que van generando los programas de mejoramiento genético.

A continuación, se enumeran una serie de medidas que ayudan a mitigar la diseminación de la Sharka.

- a. Educación:** los diferentes actores que participan a lo largo del proceso de producción de frutos y control de la enfermedad es indispensable educarlos sobre las características de la Sharka, pues a través de los procesos de producción de plantas, movimiento de material vegetal entre regiones e incluso investigación, pueden causar la diseminación del virus por acciones involuntarias debido al desconocimiento del comportamiento de la enfermedad.
- b. Medidas Cuarentenarias:** el establecimiento de normas y leyes que permitan controlar el movimiento de material vegetal de una región a otra y que fijen los requerimientos mínimos para el establecimiento de cuarentenas para materiales provenientes de otras regiones que deben ingresar acompañados de su correspondiente certificado fitosanitario, emitidos por parte de la autoridad sanitaria de la región de procedencia del material vegetal.
- c. Certificación de Plantas:** es el proceso que permite generar una planta de calidad comprobada incluyendo su calidad fitosanitaria. Con este método se asegura una producción de plantas libres de fitopatógenos. El SAG dispone de una normativa de certificación de plantas frutales, cuya implementación es voluntaria para los viveros.
- d. Control de la Producción de Plantas:** en Chile la producción de plantas se encuentra desde 1994 bajo control oficial del SAG de acuerdo a la Resolución 796 y todas sus modificaciones (Resoluciones 534 y 4906). Están afectos a este control obligatorio todos los viveros de frutales de carozo y todo aquel que reproduzca plantas de *Prunus*.
- e. Monitoreo de Predios:** consiste en recorrer el huerto durante la primavera para identificar síntomas característicos de la enfermedad en hojas y luego en verano identificarlos en los frutos.

- f. **Erradicación de Plantas Infectadas:** consiste en el arranque de la planta infectada de forma completa y la aplicación de herbicida en la cavidad en donde se encontraba, con el fin de desecar los restos de raíces. La planta arrancada es luego destruida mediante una chipeadora.
- g. **Control de Vectores:** el control químico de vectores no es totalmente eficiente para detener la diseminación del virus, debido a que se transmite de forma no persistente, pero si ayuda a mitigar su dispersión.
- h. **Control de Malezas:** las malezas pueden ser reservorio del virus por lo cual deben ser eliminadas.
- i. **Biología:** estudios utilizando herramientas biotecnológicas han permitido la obtención de plantas transgénicas resistentes a PPV mediante estrategias de silenciamiento genético. Estas plantas fueron puestas bajo condiciones de laboratorio e invernadero mostrando una alta resistencia a las cepas de PPV. Además, pruebas de campo realizadas con plantas de ciruelo tratadas con esta metodología, entregaron resultados prometedores en resistencia a infección de PPV mediante áfidos (Ilardi y Nicola-Negri, 2011; García *et al.*, 2014; Rodamilans *et al.*, 2020).

1.1 Bibliografía

- Acuña, R. (1993). Brotes de *Plum pox virus* en Chile. Conferencia de la Organización Europea y Mediterránea de Protección de las Plantas (EPPO) *Plum pox virus*, Burdeos, Francia. 5-8 de agosto. EPPO, París, Francia.
- Cambra, M., y Vidal, E. (2017). Sharka, a vector-borne disease caused by *Plum pox virus*: vector species, transmission mechanism, epidemiology and mitigation strategies to reduce its natural spread. *Acta horticulturae*, 1163, 57-68. DOI: 10.17660/actahortic.2017.1163.10.
- Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF). (2018). NIMF 27. Anexo 2. Virus de la Sharka del ciruelo. https://assets.ippc.int/static/media/files/publication/es/2020/02/DP_02_2018_Es_2020-01-08_Rev_PostCPM-14_LRGRRev.pdf

- EPPO Global Database. (visitado 3 de abril, 2023) *Plum pox virus* (PPV000) World distribution. <https://gd.eppo.int/taxon/PPV000/distribution>
- Fiore, N., Araya, C., Zamorano, A., González, F., Mora, R., Sánchez-Navarro, J., Pallás, V. y Rosales, I.M. (2010). Tracking *Plum pox virus* in Chile throughout the year by three different methods and molecular characterization of Chilean isolates. *Julius-Kühn-Archiv*, 427, 156- 161.
- Fiore, N., Zamorano, A., Pino, A.M., González, F., Rosales, I.M., Sánchez-Navarro, J.A., y Pallás, V. (2016). Survey of stone fruit viruses and viroids in Chile. *Journal of Plant Pathology*, 98(3), 631-635. <http://www.jstor.org/stable/44280512>
- Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (visitado 20 de marzo, 2023). Faostat: FAO Statistical Databases. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- García, J.A., Glasa, M., Cambra, M., y Candresse, T. (2014). *Plum pox virus* and sharka: a model potyvirus and a major disease: *Plum pox virus*. *Molecular Plant Pathology*, 15(3), 226-241. DOI: 10.1111/mpp.12083.
- Herrera, G. (1994). Detección de la enfermedad de Sharkas (*Plum pox virus*) en una vieja colección de carozos en la Subestación Experimental Los Tilos (INIA), Chile. *Agricultura Técnica*, 54, 187-191.
- Ilardi, V., Nicola-Negri, E.D. (2011). Genetically engineered resistance to *Plum pox virus* infection in herbaceous and stone fruit hosts. *GM Crops*, 2(1), 24-33. DOI:10.4161/gmcr.2.1.15096.
- Martínez-Gómez, P. (2016). Predicción científica y prescripción en mejora genética vegetal en cuanto ciencia Aplicada de Diseño: El caso de la mejora de frutales del género *Prunus*. *Acta Agronómica*, 66(1), 115-27. DOI: 10.15446/acag.v66n1.52329.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) (visitado 20 de marzo, 2023). Bases de datos comercio exterior. <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/bases-de-datos-comercio-exterior>

- Reyes, F., Reyes, M.A., Sepúlveda, P., Herrera, G., Hinrichsen, P., López-Moya, J. y Prieto, H. (2001). New insights on *Plum pox virus* present in Chile. *Acta Horticulturae*, 550, 135-140. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.550.19.
- Reyes, F., Fiore, N., Reyes, M.A., Sepúlveda, P., Paredes, V., y Prieto, H. (2003). Biological Behavior and Partial Molecular Characterization of Six Chilean Isolates of *Plum pox virus*. *Plant Disease*, 87(1), 15-20. DOI: 10.1094/PDIS.2003.87.1.15.
- Rimbaud, L., Dallot, S., Gottwald, T., Decroocq, V., Jacquot, E., Soubeyrand, S., y Thébaud, G. (2015). Sharka epidemiology and worldwide management strategies: learning lessons to optimize disease control in perennial plants. *Annual Review of Phytopathology*, 53(1), 357-378. DOI: 10.1146/annurev-phyto-080614-120140.
- Rodamilans, B., Valli, A., y García, J.A. (2020). Molecular plant-*Plum pox virus* interactions. *Molecular Plant-Microbe Interactions: MPMI*, 33(1), 6-17. DOI: 10.1094/MPMI-07-19-0189-FI.
- Rosales, M., Hinrichsen, P., y Herrera, G. (1996). PCR-specific detection of a *Plum pox virus* (PPV) isolate in Chile. *Agricultura Técnica*, 56, 89-98. https://oes.chileanjar.cl/files/V56I2A03_es.pdf
- Rosales, M., Hinrichsen, P., y Herrera, G. (1998). Molecular characterization of *Plum pox virus* isolated from apricots, plums and peaches in Chile. *Acta Horticulturae*, 472, 401-407. DOI: 10.17660/ActaHortic.1998.472.47.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (1994). Establece el control obligatorio de la plaga de los vegetales que indica en todo el territorio nacional y establece medidas de carácter cuarentenario. <https://normativa.sag.gob.cl/Publico/Normas/DetalleNorma.aspx?id=39312>
- Sochor, J., Babula, P., Adam, V., Krska, B., y Kizek, R. (2012). Sharka: the past, the present and the future. *Viruses*, 4(11), 2853-2901. DOI: 10.3390/v4112853.