

¿QUÉ SABEMOS DE *Phytophthora* ASOCIADA A PODREDUMBRES DE FRUTA DE PERA?: SITUACIÓN EN PATAGONIA NORTE

María Cristina Sosa^{1,2}

1- CITAAC, CONICET-UNCo, subsede IBAC, Río Negro, Argentina

2- Fitopatología, Facultad de Ciencias Agrarias, UNCo, Cinco Saltos, Río Negro, Argentina

Email: mcristinasosa10@gmail.com

RESUMEN

La región NorPatagonia se caracteriza por la producción y exportación de peras y manzanas. Las podredumbres en raíz y corona del manzano y en cuello del peral causadas por *Phytophthora cactorum* se presentan en la región. Sin embargo, desde hace más de 15 años, las pérdidas por el incremento en la mortalidad de las plantas, y la presencia de podredumbres de fruta de pera tanto en la planta como en la conservación frigorífica se presentan como una problemática creciente y representan un desafío para la región. En el Laboratorio de Fitopatología desde hace varios años estudiamos el desarrollo y la etiología de problemáticas asociadas a *Phytophthora* spp. y las estrategias de manejo. En este artículo se abordará la problemática asociada a fruta de pera, para próximamente, abordar la enfermedad afectando a las plantas del huerto frutal.

Palabras claves: enfermedades postcosecha, patógenos, pera, pérdidas por podredumbres, *Phytophthora*, infecciones mixtas

1. Introducción

En las provincias de Río Negro y Neuquén, Patagonia Norte se concentra la mayor producción de peras (*Pyrus communis*) en que más de 1.422 productores cultivan 17.883 hectáreas, donde se produce mayoritariamente pera Williams. Esta representa el 40,5% de la superficie en producción, seguida por las Packham's Triumph (29,2% del total) y las Beurre D'Anjou (14,7%) (SENASA CRPN, 2022) Nuestra región presenta condiciones agroclimáticas favorables para la producción de fruta de alta calidad; sin embargo, las enfermedades suelen ocasionar importantes pérdidas económicas al afectar a las plantas en los huertos comerciales y a la fruta, durante la conservación y comercialización (Dobra *et al.*, 2008).

En la región, las pérdidas económicas por enfermedades fúngicas de postcosecha implican rechazos de mercados compradores, repastos de fruta durante la conservación y comercialización por parte de los empacadores/exportadores y aumento del descarte. En pera, entre los principales patógenos de postcosecha se destacan *Botrytis cinerea* (moho gris) y *Alternaria alternata*-*Alternaria* spp. Estos patógenos pueden afectar la calidad estética de la fruta

(Sosa *et al.*, 2016a); producir podredumbres asociadas a heridas y aberturas naturales (Dobra *et al.*, 2007; Lutz *et al.*, 2017), y particularmente, en algunas variedades, desarrollar podredumbres desde el cáliz y el pedúnculo, a partir de infecciones latentes y tempranas en su desarrollo (Sosa *et al.*, 2016b; Basso *et al.*, 2022).

Respecto a las podredumbres de fruta por *Phytophthora*, en otros países se han reportado tanto en peras como manzanas a podredumbres de postcosecha por *Phytophthora syringae* (Palazón Español *et al.*, 1984; Bondoux, 1994; Spotts and Grove, 2002). En Francia, las podredumbres por *Phytophthora* son enfermedades comunes, que se presentan sólo algunos años de acuerdo a los lotes de fruta, con pérdidas que varían entre 5 y 25% pudiendo llegar al 30% (Bondoux, 1994). En Estados Unidos, *P. syringae* se detectó en manzanas Granny Smith conservadas en Oregon; sin embargo, fue reportada por primera vez en ese país recién en 2002 (Spotts and Grove, 2002).

En Argentina, en el año 1993, hubo registro de podredumbres en peras Winter Bartlett conservadas en frigorífico en el Alto Valle de Río Negro (AVRN) cuyas pérdidas fueron de alrededor del 10% (Dobra *et al.*, 1993), aunque la

especie de *Phytophthora* responsable no fue determinada.

El género *Phytophthora* pertenece a los Oomycetes (reino Estraminipila) que se caracteriza por tener micelio cenocítico, esporas asexuales flageladas llamadas zoosporas, que tienen capacidad de nadar y que se forman dentro de zoosporangios, sostenidos por zoosporangióforos y esporas sexuales llamadas oosporas. *Phytophthora* es un género que tiene muchas especies, muchas de ellas como *P. cactorum* polífagas, con un amplio rango de hospedantes. *Phytophthora* es responsable de enfermedades muy destructivas y devastadoras, cuando las condiciones ambientales favorecen su desarrollo.

Teniendo en cuenta la importancia del cultivo de peral en la región del AVRN, y que, desde hace aproximadamente 15 años, ha habido un notable incremento de la problemática de podredumbres causadas por *Phytophthora*, se ha hecho evidente la falta de herramientas de control amigables con el ambiente.

Desde 2010, desde el grupo de investigación de Fitopatología de la FaCA los estudios de las diferentes problemáticas de podredumbres asociadas a *Phytophthora* en peral en el AVRN, tanto a campo como en conservación, se han enmarcado en Proyectos de Investigación UNCo y servicios de diagnóstico de podredumbres postcosecha y de propuestas de manejo en respuesta a requerimientos de empresas del sector frutícola. Esto ha llevado a la generación de publicaciones científicas. Dada la importancia del conocimiento generado, y que es necesario que llegue al sector productor-empacador, el objetivo de este artículo es difundir los conocimientos desarrollados, de modo de “familiarizar a la comunidad con la problemática y la importancia de *Phytophthora* asociada a podredumbres de fruta de pera en la NorPatagonia”.

Algunas de las preguntas que nos hemos realizado en estos años y que condujeron parte de nuestros trabajos de investigación del patosistema *Phytophthora*/pera/AVRN fueron:

-¿*P. cactorum*, ampliamente distribuida en la región AVRN, puede causar podredumbre en fruta de pera?

-¿*P. syringae* (reportada en EEUU y Europa) es la especie que origina podredumbre en fruta de pera?

-¿Cómo llega *Phytophthora* sp. a ser responsable de la podredumbre a la fruta en pre y postcosecha?

2. Desarrollo

A continuación, se describen tres enfermedades en fruta de pera causadas por *Phytophthora* que se estudiaron en diferentes sitios de la región Patagonia Norte, pero que continúan representando una problemática cada vez con mayor frecuencia y que aún muchos desconocen. En ellas se responden los interrogantes planteados arriba.

2.1 Podredumbres de pera por *Phytophthora* en conservación

Situación. En 2010, fruta de pera de las variedades Williams, Packham's Triumph y Red Bartlett conservada en cajones bins durante 4 meses en cámara frigorífica comercial del AVRN presentó una podredumbre atípica, diferente a las producidas causadas por *P. expansum*, *B. cinerea* o *Alternaria* spp.. Las pérdidas fueron entre 5 y 20% según los lotes (Dobra *et al.*, 2011) (Figura 1). Esta podredumbre se presentó además en fruta procesada en línea de empaque y embalada dentro de cajas de cartón con bolsas de polietileno.

Esta podredumbre se ha presentado desde entonces, esporádicamente en diferentes empaques y frigoríficos de la región, de ahí que resulte importante su reconocimiento.

Sintomatología. Los síntomas en la fruta incluyeron podredumbres con márgenes irregulares, lobados u ondulados y ligeramente indefinidos. El color de la podredumbre fue marrón chocolate, en ocasiones con marcada zonación, producto del avance del patógeno en la fruta. Al tacto, la podredumbre presentó consistencia firme. Los síntomas iniciales fueron podredumbres circulares, marrón claro que evolucionaron al oscuro chocolate y que coalescieron entre ellas ante el avance del patógeno en la fruta. En el corte de la fruta se observó el avance de la podredumbre en forma de hipérbola o en V. El avance de la podredumbre hacia el interior es rápido, desde la superficie hacia la pulpa, alcanzando en poco tiempo casi la totalidad del fruto (Figura 2).

Los síntomas fueron similares en las diferentes variedades, con ligeras variaciones en la coloración de mayor o menor intensidad. Sobre las áreas afectadas, en condiciones de elevada humedad relativa, se observó la presencia del signo, que al microscopio óptico reveló un micelio cenocítico, torulado con ensanchamientos y con presencia de estructuras

reproductivas asexuales (zoosporangióforos con zoosporangios) (Figura 2).

Agente causal. En medio de cultivo agar papa dextrosa acidificado (APD-A) y en agar jugo V8 se realizaron aislamientos desde la zona de avance de las podredumbres. Las colonias blancas se desarrollaron con el crecimiento típico de *Phytophthora*, marcada zonación y bordes



Figura 1 (A-D). Fruta de pera Williams con podredumbre por *Phytophthora* dentro de cajones bins a la salida del frigorífico. A, B y D. Síntomas de podredumbre marrón chocolate con coalescencia de manchas, bordes indefinidos. C. Avance de podredumbre en hipérbola o "v" en corte transversal de fruta.

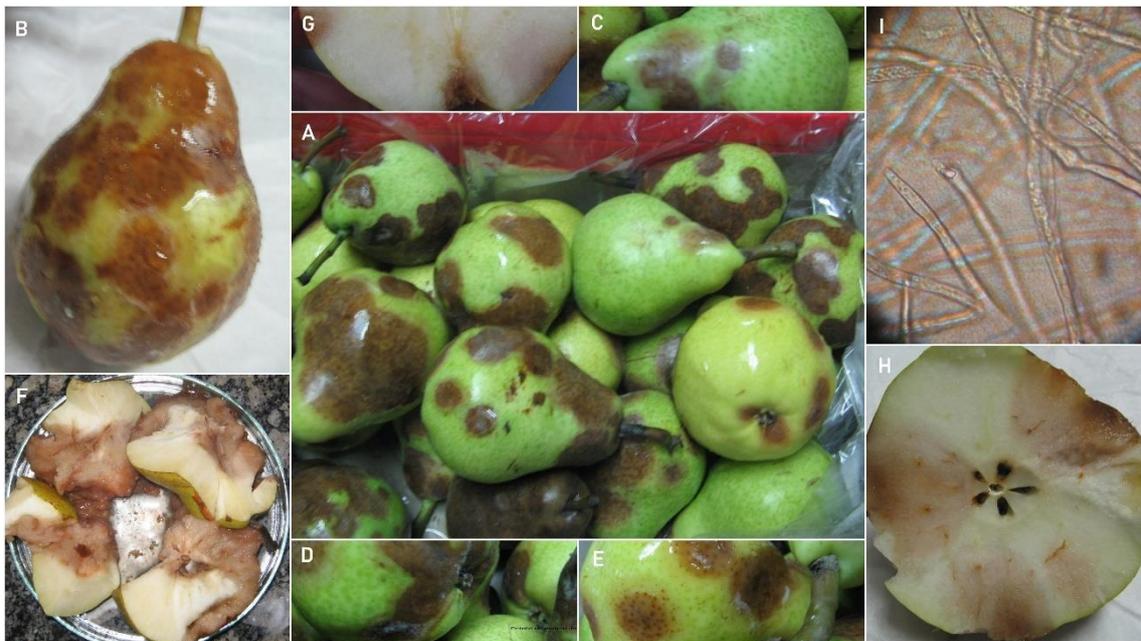


Figura 2 (A-I). Síntomas y signos de fruta embalada de pera Williams. A, B, C, D y E. Síntomas de podredumbre por *Phytophthora*. D y E. Signos de eflorescencia blanquecina. F, G y H. Corte de fruta con avance de podredumbre. I. Micelio cenocítico al microscopio óptico.

lobados y petaloides. Al microscopio óptico, el micelio fue cenocítico o no septado, con abultamientos conocidos como “swellings”. Los zoosporangióforos fueron simples con formación de zoosporangios ovoides u obpiriformes por proliferación interna (Figura 3).

Con aislados de *Phytophthora* seleccionados se realizaron inoculaciones artificiales en fruta de pera de las variedades Williams, Packham’s Triumph y ‘D’Anjou’. En todas las variedades de pera hubo desarrollo de podredumbres, con el 80 % de incidencia de la enfermedad (Figura 3).

La identificación de la especie causal de la podredumbre de fruta en pera se realizó preliminarmente teniendo en cuenta características micro-morfológicas y culturales de los aislados de *Phytophthora*. La identidad se verificó por técnicas moleculares (secuenciación parcial del gen ITS del DNA).

Phytophthora sp. salixsoil, actualmente denominada *P. lacustris*, fue la especie responsable de las podredumbres de fruta de pera en la región. No se detectó ni a *P. cactorum* presente en la región ni a *P. syringae*, citada en otras regiones del mundo.

2.2 Podredumbres mixtas en pera de larga conservación

Situación. En 2013-2014 se registraron en un

empaque comercial del AVRN severas pérdidas económicas por podredumbres en fruta de pera variedad Packham’s Triumph, luego de larga conservación frigorífica en atmósfera controlada. La fruta había sido tratada en la línea de procesamiento de fruta con fungicidas de síntesis para controlar las podredumbres fúngicas de postcosecha causadas principalmente por *P. expansum* y *B. cinerea*, y embalada en cajas de cartón con bolsas de polietileno. Luego de 9 meses de conservación, se determinó hasta el 13% de incidencia de podredumbre de acuerdo a los lotes, en un total de 64 cajas con 5.500 frutos, correspondientes a 7 lotes diferentes (Sosa *et al.*, 2016b).

Sintomatología. Luego de 9 meses de almacenamiento en atmósfera controlada, la fruta mostró síntomas que inicialmente se reconocieron en el empaque como podredumbres por *B. cinerea*; sin embargo, la severidad del nivel de pérdidas observado, motivó el inicio del estudio.

La fruta fue categorizada según 3 tipos de podredumbres (I a III) (Figura 4). Tipo I: áreas con podredumbre marrón claro, firme al tacto y margen difuso. Presencia de moho gris sobre la podredumbre. Presencia de nidos de podredumbre en frutas dentro de cajas. Tipo II: podredumbre con dos coloraciones diferentes

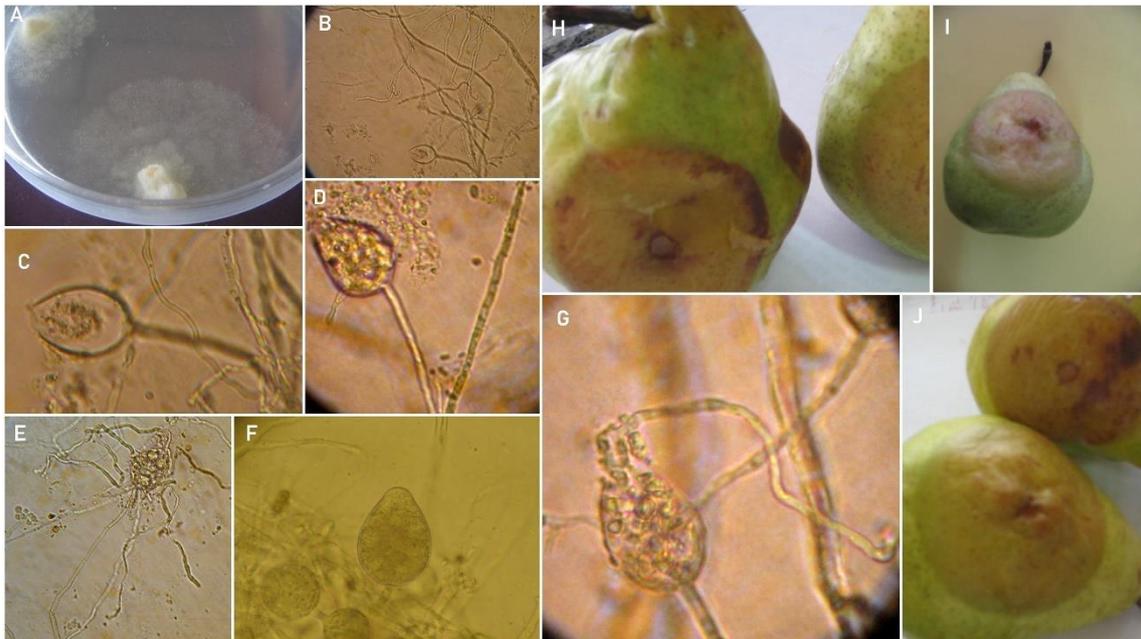


Figura 3 (A-J). Características culturales, patogénicas y microscópicas de *Phytophthora*. A. Colonia blanquecina con bordes lobados y zonación en cultivo *in vitro*. B-G. Zoosporangioforos solitarios, zoosporangios alimonados con zoosporas internas y en liberación. H-J. Síntomas de podredumbre en fruta inoculada.



Figura 4. Categorización de la fruta de acuerdo a la sintomatología en tres tipos (I a III). I. Podredumbre por *B. cinerea*. II: Podredumbres mixtas. III. Podredumbres por *Phytophthora*.

marrón claro y marrón oscuro, muy firme al tacto, prácticamente momificado, con bordes difusos y acuosos. No se observan nidos. Tipo III: podredumbre color marrón oscuro (chocolate), con márgenes irregulares y difusos, firmes al tacto. La podredumbre evolucionó rápidamente en la fruta y formó anillos de crecimiento sin la producción de signos. Hubo tendencia a la momificación.

Agente causal. De cada tipo de síntoma, se realizaron los aislamientos en medio de cultivo y la caracterización macro y microscópica correspondiente. En fruta categorizada en el tipo I se identificó a *B. cinerea*, en el tipo II se determinó la presencia de *B. cinerea* y *Phytophthora* sp. y en el tipo III se identificó a *Phytophthora* sp. como responsables de la podredumbre en fruta de pera. Todos los aislados fueron patogénicos en pruebas de patogenicidad en fruta de la misma variedad.

Inóculo en el huerto e infecciones latentes en fruta a precosecha y cosecha. Teniendo en cuenta la posibilidad de contar con la procedencia de los lotes de fruta afectada, se estudió en los huertos de origen (dos sitios del AVRN y de NQN), la presencia de *Phytophthora* mediante la técnica de “frutos sebo” en suelo muestreado del huerto para la captura de *Phytophthora* a campo. Cerca de 75% de las muestras de suelo fueron positivas para *Phytophthora* sp., desarrollando síntomas típicos

de la podredumbre en la fruta.

Además, se utilizó la técnica ONFIT para la detección de infecciones latentes en fruta a 30 días de cosecha y a cosecha asintomática. Tanto *B. cinerea* como *Phytophthora* sp. se detectaron en fruta 30 días antes de la cosecha de la temporada siguiente con 5 y 2.5% de incidencia de *Phytophthora* sp. y *B. cinerea*. A cosecha se detectó 2% de infecciones latentes por *Phytophthora* sp.

2.3 Podredumbres de pera en precosecha

Situación. En un huerto comercial del Valle Medio de Río Negro, en febrero de 2013 (15 días antes de cosecha) se detectó en fruta de pera variedad Golden Russet Bosc, una podredumbre en la fruta pendiente de las plantas. Aproximadamente el 10% de las plantas de 7 filas (53 árboles/fila) mostraban fruta afectada con síntomas de podredumbre. La fruta de las ramas inferiores ubicada entre 5 a 30 cm aproximadamente desde el suelo mostraba diferente grado de severidad de podredumbre y al contacto se producía su caída (Sosa *et al.*, 2015).

Sintomatología. Los síntomas correspondieron a podredumbres circulares, color castaño oscuro, bordes irregulares e indefinidos, que evolucionaron rápidamente, mostrando los anillos de avance. A la presión del tacto se detectó que la podredumbre fue firme. Se



Figura 5. Síntomas a precosecha de *Phytophthora* en fruta y hojas pendientes de la planta de peral variedad Bosc.

observó exudación sobre el área afectada en algunos casos. Las hojas también presentaron manchas necróticas con halos de crecimiento (Figura 5). Todos los síntomas correspondieron a las podredumbres típicas causadas por *Phytophthora*.

Agente causal. De fruta con síntomas, se realizaron los aislamientos en medio de cultivo y la caracterización macro y microscópica correspondiente de los aislados obtenidos. Se obtuvieron dos morfo-tipos diferentes. La identidad a nivel de especie se realizó molecularmente por amplificación y secuenciación de un sector del gen ITS, determinando la presencia de dos especies involucradas de *Phytophthora*: *P. lacustris* (*sin. P. salixsoil*) y *P. drechsleri*.

3. Conclusiones

- Las pérdidas económicas por podredumbres de fruta de pera por *Phytophthora* representan una problemática creciente en la Patagonia Norte.
- *Phytophthora* es un oomycete habitante de suelo, que ocasionalmente puede ocasionar podredumbres de fruta, pero cuyo riesgo aumenta ante condiciones conducentes.
- En la región, las podredumbres de fruta fueron causadas por *P. lacustris* en postcosecha, mientras que por *P. lacustris* y *P. drechsleri* en

precosecha. No hubo detecciones de *P. cactorum* en fruta de pera.

- Existen podredumbres en pera que resultan de infecciones mixtas por *Phytophthora* spp. y *B. cinerea*, ambos patógenos responsables de infecciones latentes.
- Las infecciones latentes ocurren en el huerto y la fruta permanece asintomática hasta que cambia su condición interna (pH, contenido de agua, azúcares, entre otros) que favorece el crecimiento del patógeno y desarrollo de la enfermedad.
- Las condiciones ambientales conducentes en el huerto próximas a cosecha (temperatura, humedad relativa, precipitaciones, rocío) pueden determinar la cantidad de inóculo disponible y su capacidad para infectar la fruta.
- Infecciones sintomáticas también se producen a campo y se manifiestan incluso en la fruta en la planta, cuando se conjugan como condiciones conducentes, el sistema de conducción con la fruta próxima al suelo, lluvias hasta 15 días previo a cosecha, exceso de agua y malezas altas.
- La diseminación de los zoosporangios no caducos como los de *P. lacustris* y *P. drechsleri* desde el suelo a las partes inferiores de la planta ha sido reportada para otras especies de *Phytophthora* en Europa.
- Para disminuir las pérdidas económicas en postcosecha, se requiere un manejo preventivo

integrado con medidas tendientes a disminuir el inóculo en el huerto, alejar la fruta del suelo, disminuir la generación de microclimas, inspeccionar el huerto a precosecha, de modo de disminuir la ocurrencia de infecciones en fruta.

- La detección de infecciones latentes puede utilizarse como estrategia para definir la pronta comercialización de la fruta.
- En Argentina, no existen fungicidas postcosecha para el control de *Phytophthora* en peras y manzanas. De contar con alguna sustancia con registro para su uso se debería evaluar su eficacia, ya que las infecciones hasta el momento detectadas provienen del huerto frutal.

4. Referencias

- Basso, C. N., Sosa, M. C., Lutz, M. C., 2022. Infecciones tempranas de *Botrytis cinerea* y *Alternaria* spp. y su relación con pudriciones de postcosecha en pera d' Anjou. Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences, 38(3), 318-334.
- Bondoux, P., 1994. Enfermedades de conservación de frutos de pepita, manzanas y peras. Ed. Mundi-Prensa. 172p.
- Dobra, A., Rossini, M., 1993. Patógenos de Poscosecha, Aspectos Epidemiológicos, Resistencia a fungicidas y su Control. In: Curso Internacional de Sanidad en frutales de Pepita. Ed. Por INTA Alto Valle, Gral. Roca. Cap. 7:1-12.
- Dobra, A., Rossini, M., Barnes, N., Sosa, M.C., 2007. Manejo integrado de enfermedades de los frutales de pepita. in: Árboles frutales: Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento. Sozzi, G.(ed.)1ªed.Bs.As. FAUBA. ISBN: 950-29-0974-7. CDD 635.977 Pags.: 587-615.
- Dobra, A., Sosa M.C., Dussi, M.C., 2008. Low Incidence of Fungal and Bacterial Diseases in the Pear Production of North Patagonia, Argentina. Proc. of the 10th International Pear Symposium. Ed: Webster-Oliveira ISHS. ISBN: 978 90 6605 611 4 ISSN 0567-7572. Acta Horticulturae 800: 907-912.
- Dobra, A., Sosa, M.C., Greslebin, A.G., Velez, M.L., Lutz, M.C.; Rodríguez, G., 2011. Fruit Rot caused by *Phytophthora* in Cold Stored Pears in the Valley of Rio Negro and Neuquén, Argentina. Acta Hort. 909: 505 - 510.
- Lutz, M.C., Sosa, M.C., Colodner, A., 2017. Effect of pre and postharvest application of fungicides on postharvest decay of Bosc pear caused by *Alternaria/Cladosporium* complex in North Patagonia, Argentina. Scientia Horticulturae. Amsterdam
- Nechwatal, J., Hahn, J., Schönborn, A., Brasier, C.M., Schmitz, G., 2011. A twig blight of understory European beech (*Fagus sylvatica*) caused by soilborne *Phytophthora* SPP 41:493-500.
- Palazón Español, I., Palazón Español, C., Sampietro, P., Escudero Torres-Solanot, I., Muñoz Lorient, M., Palazón Español, M., 1984. Estudio de los problemas patológicos de la conservación de peras y manzanas en la provincia de Zaragoza. Nueva Colección Monográfica. 149p.
- Rivero, V. I., Giayetto, A., Rossini, M., Vera, D., 2010. Detection of *Phytophthora cactorum* in the irrigation water in commercial orchards of 'Bartlett' pear in Villa Regina, Río Negro, Argentina. In XI International Pear Symposium 909 (pp. 521-526).
- SENASA, 2022. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/anuario_estadistico_crpn_senasa_2022.
- Sosa, M.C., Lutz, M.C.; Vélez, M.L., Greslebin, A., 2015. Pre-harvest rot of pear fruits Golden Russet Bosc caused by *Phytophthora* taxon *salixsoil* and *P. drechsleri* in Argentina. Australasian Plant D. Notes, 10:18, 1-3.
- Sosa, M.C., Lutz, M.C., Condoplo Lefort, N., Vera, L., 2016 (a). Calyx and Stem Mold, Affecting Pear Fruit Cosmetic Quality: Etiology and Management Strategies. ISHS Acta Hort. 1144:36. ISBN 978-94-62611-33-7, ISSN 0567-7572 (print) 2406- 6168 (electronic).
- Sosa, M.C., Lutz, M.C., Sanchez, A., Condoplo Lefort, N., 2016 (b). Postharvest Losses by Complex of *Phytophthora* sp. and *Botrytis cinerea* in Long Storage Pear Fruit in the Northpatagonia, Argentina, ISHS Acta Horticulturae 1144:35. ISBN 978-94-62611-33-7 ISSN 0567- 7572
- Spotts, R.A., Grove, G.G., 2002. First report of *Phytophthora syringae* causing rot on apples in cold storage in the United States. Plant Diseases 86(6):693.