



ENFERMEDADES EMERGENTES Y REEMERGENTES DE PLANTAS EN LATINOAMÉRICA: UNA REVISIÓN

EMERGING AND REEMERGING PLANT DISEASES IN LATIN AMERICA: A REVIEW

Luz Adriana Pedraza • lapedrazah@unal.edu.co

Estudiante de Doctorado en Ciencias Agrarias - Fitopatología, Universidad Nacional de Colombia Grupo Microbiología Agrícola, Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia Grupo BioGRID, Sociedad de Doctores e Investigadores de Colombia SoPhiC, Colombia.

Fernanda Sánchez • fersafra@gmail.com

Magister en investigación y Avances en microbiología, Universidad de Granada, España
Grupo Ceparium – Semillero Neonature, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Colombia.

Valeria Arias • variasa@unicolmayor.edu.co

Bacterióloga y laboratorista clínico Grupo Ceparium – Semillero Neonature Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Colombia.

María Fernanda Moreno • mfernandamoreno@unicolmayor.edu.co

Bacterióloga y laboratorista clínico Grupo Ceparium – Semillero Neonature, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Colombia.

Ligia Consuelo Sánchez • lconsuelosanchez@unicolmayor.edu.co

Docente investigadora. Grupo Ceparium, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Colombia.

Citación: Pedraza, L., Sánchez, F., Arias, V., Moreno, M. y Sánchez, L. (2022). Enfermedades emergentes y reemergentes de plantas en Latinoamérica: Una revisión. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(2), 15 – 51. DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.4639>

RESUMEN

Contextualización: Una enfermedad en plantas es el resultado de la interacción entre un hospedero susceptible, un patógeno virulento y condiciones medioambientales favorables. Diversos factores direccionadores, antropogénicos y ambientales, han favorecido la emergencia y reemergencia de enfermedades que han conllevado a pérdidas en los cultivos. A nivel mundial, en los últimos años se ha presentado una serie de primeros reportes de patógenos que han aparecido en determinadas zonas geográficas o atacando diferentes hospederos, incluso la aparición de variantes, cepas y nuevas especies de algunos patógenos.


Vacío de la investigación: Sin embargo, adicional a estas revisiones que describen factores direccionadores o que explican la emergencia de patógenos particulares, no existe una que destaque la emergencia de enfermedades en plantas en América Latina. Tampoco una actualización de los grupos de patógenos de los géneros *Candidatus Liberibacter* y *Phytoplasma* que permitan un conocimiento amplio de los mismos.

Propósito del estudio: Revisar de manera exhaustiva la presencia de enfermedades emergentes y reemergentes de plantas en Latinoamérica en los últimos cinco años,

destacar algunos patógenos de bastante importancia en la región y actualizar la información de los grupos de *Ca. Liberibacter* y *Ca. Phytoplasma*.

Metodología: Se realizó una búsqueda en diferentes bases de datos bibliográficas, acotando la información respecto a la región geográfica y a los últimos diez años, destacando los resultados de los últimos cinco años, sin excluir artículos base para los diferentes grupos de patógenos. Adicionalmente, se hizo búsqueda específica para los géneros *Ca. Liberibacter* y *Ca. Phytoplasma*.

Resultados y conclusiones: América Latina presenta enfermedades emergentes y reemergentes de plantas evidenciado en un gran número de primeros reportes para

diferentes países; además de estudios que indican la expansión geográfica, el rango de hospederos de patógenos, aparición de nuevas razas, cepas y variantes, e incluso especies de virus, viroides, bacterias, hongos y oomicetos. Para los géneros *Ca. Liberibacter* y *Ca. Phytoplasma* se encontraron nuevos hospederos de los grupos con relación a las reportadas inicialmente. Se concluye que Latinoamérica presenta un gran número de reportes para patógenos emergentes, pero también siguen causando inconvenientes algunas enfermedades reemergentes y es clave la información resumida en esta revisión para dar a conocer la presencia de dichas problemáticas en la región. 

Palabras clave: agentes infecciosos; fitopatógeno; aparición; plantas; enfermedad; Latinoamérica


ABSTRACT

Context: A plant disease is the result of the interaction between a susceptible host, a virulent pathogen and favorable environmental conditions. Several anthropogenic and environmental factors have favored the emerging and re-emerging of diseases that have led to crop losses. Globally, in recent years there have been a series of first reports of pathogens that have appeared in certain geographical areas or attacking different hosts, including the development of variants, strains and new species of some pathogens.

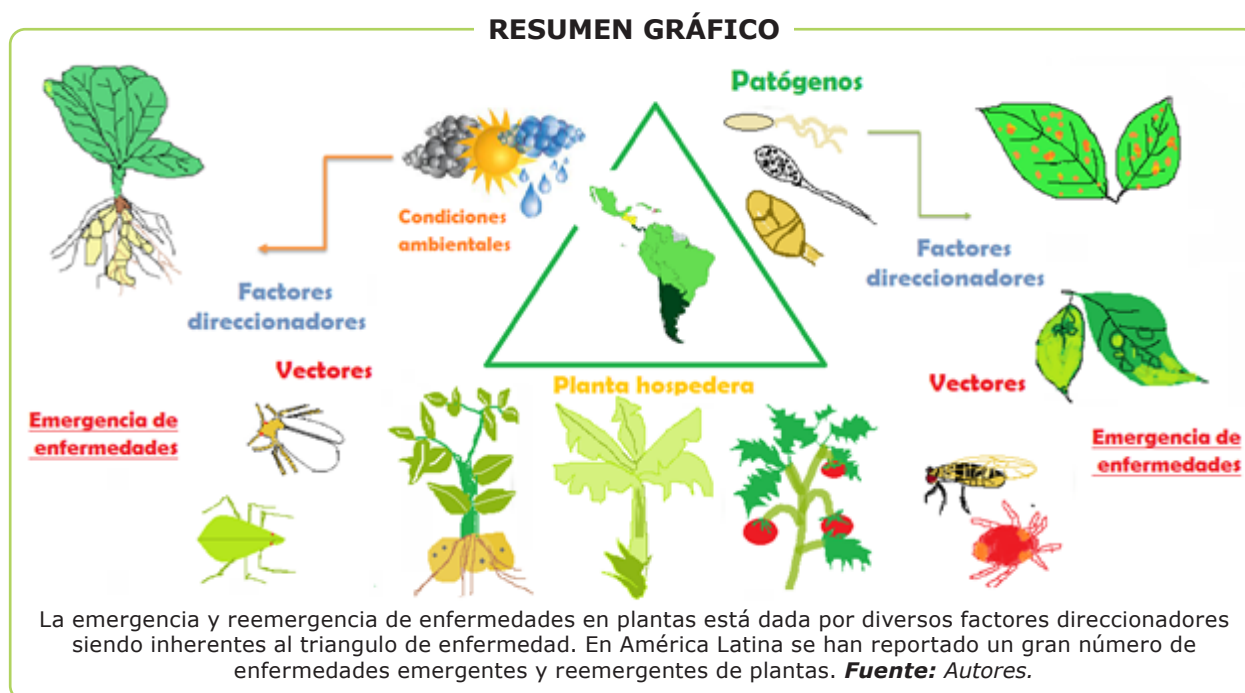
Knowledge Gap: However, in addition to these reviews that describe the factors that direct or explain the emerging of particular pathogens, there is no review that highlights the emerging of plant diseases in Latin America. Neither is there an update of the pathogen groups of the genera *Candidatus Liberibacter* and *Phytoplasma* that would allow a comprehensive knowledge of them.

Study purpose: To comprehensively review the occurrence of emerging and re-emerging plant diseases in Latin America in the last five years, to highlight some pathogens of considerable importance in the region and to update the information on the groups of *Ca. Liberibacter* and *Ca. Phytoplasma*.

Methodology: A search was made in different bibliographic databases, limiting the information to the geographic region and the last ten years, highlighting the results of the last five years, without excluding basic articles for the different groups of pathogens. Additionally, a specific search was made for the genera *Ca. Liberibacter* and *Ca. Phytoplasma*.

Results and conclusion: Latin America experiences emerging and re-emerging plant diseases evidenced in a large number of first reports for different countries; in addition to studies indicating geographic expansion, host range of pathogens, appearance of new races, strains and variants, and even species of viruses, viroids, bacteria, fungi and oomycetes. For the genera *Ca. Liberibacter* and *Ca. Phytoplasma* new hosts of the groups were found in relation to those initially reported. It is concluded that Latin America presents a large number of reports for emerging pathogens, but also some reemerging diseases continue to cause problems, and the information summarized in this review is key to make known the existence of these problems in the region. 

Keywords: infectious agents; phytopathogen; emergence; plants; disease; Latin America



1. INTRODUCCIÓN

La susceptibilidad de la planta hospedera, la virulencia del patógeno y el impacto del medio ambiente en la patogénesis definen el triángulo de la enfermedad (Scholthof, 2007). Una enfermedad es la afectación de una o más funciones en la planta, siendo enfermedad emergente un caso original o grupo de casos que son reconocidos por primera vez o han aparecido por primera vez en un área y pueden incrementar rápidamente en incidencia y severidad, produciendo pérdidas dramáticas en los cultivos (Milgroom, 2017; Ristaino et al., 2021). Las enfermedades emergentes, son causadas por patógenos que: a) han incrementado su incidencia, su localización geográfica o su rango de hospederos; b) han tenido cambios en su patogénesis; c) han evolucionado de manera reciente; d) se han descubierto o se han reconocido de manera reciente (Anderson et al., 2004; Daszak et al., 2000; Institute of Medicine, 1992). Por otro lado, una enfermedad reemergente es aquella que, aun siendo conocida y teniendo control, da lugar a epidemias en determinados momentos (Batista et al., 2012; Ristaino et al., 2021).

Existen factores direccionadores de emergencia y reemergencia de enfermedades en plantas como lo son la introducción antropogénica de patógenos a diferentes

áreas, el cambio climático, el desequilibrio en la agricultura por intensificación, diversificación y globalización, y la evolución de la interacción planta – patógeno (Anderson et al., 2004; McDonald y Stukenbrock, 2016; Velásquez et al., 2018).

El conocimiento de la presencia de determinados microorganismos patógenos resulta importante para el diagnóstico de las enfermedades en campo, así como la nueva aparición de éstos en determinada región geográfica o en un nuevo hospedero dan lugar a primeros reportes (Garibaldi et al., 2011). A la fecha, se cuenta con primeros reportes de diferentes patógenos de plantas en Latinoamérica, sin embargo, no es claro el panorama global de las problemáticas causadas por éstos que permitan establecer cuales grupos están presentes en la región.

En la misma vía, apariciones de nuevas especies de los géneros bacterianos *Candidatus Liberibacter* y *Candidatus Phytoplasma* se han presentado en los últimos años (Melgoza et al., 2018; Caicedo et al., 2020), reportando especificidad a hospederos y vectores (Hogenhout et al., 2008). Sin embargo, los grupos definidos para estos géneros están desactualizados, como es el caso de *Ca. Phytoplasma* donde Lee et al., (2000) reportan para esa época 15

grupos, pero en la actualidad se sabe que hay muchos más grupos (Foissac et al., 2019) por lo cual, la probabilidad que existan nuevas especies en Latinoamérica es muy alta.

Por otra parte, algunas epidemias de grupos de fitopatógenos en Latinoamérica han dado lugar a considerar la presencia de enfermedades reemergentes, es el caso del tizón tardío de la papa, el cual sigue ocasionando problemáticas a nivel mundial (Fry et al., 2015). Bajo estos criterios, existen otros patógenos dentro de bacterias, hongos y oomycetes que son agentes causales de enfermedades, los cuales, a pesar de tener un manejo, no han dejado de ser una preocupación para los cultivos (Nabhan et al., 2013) y los cuales consideramos incluir en esta revisión para América latina.

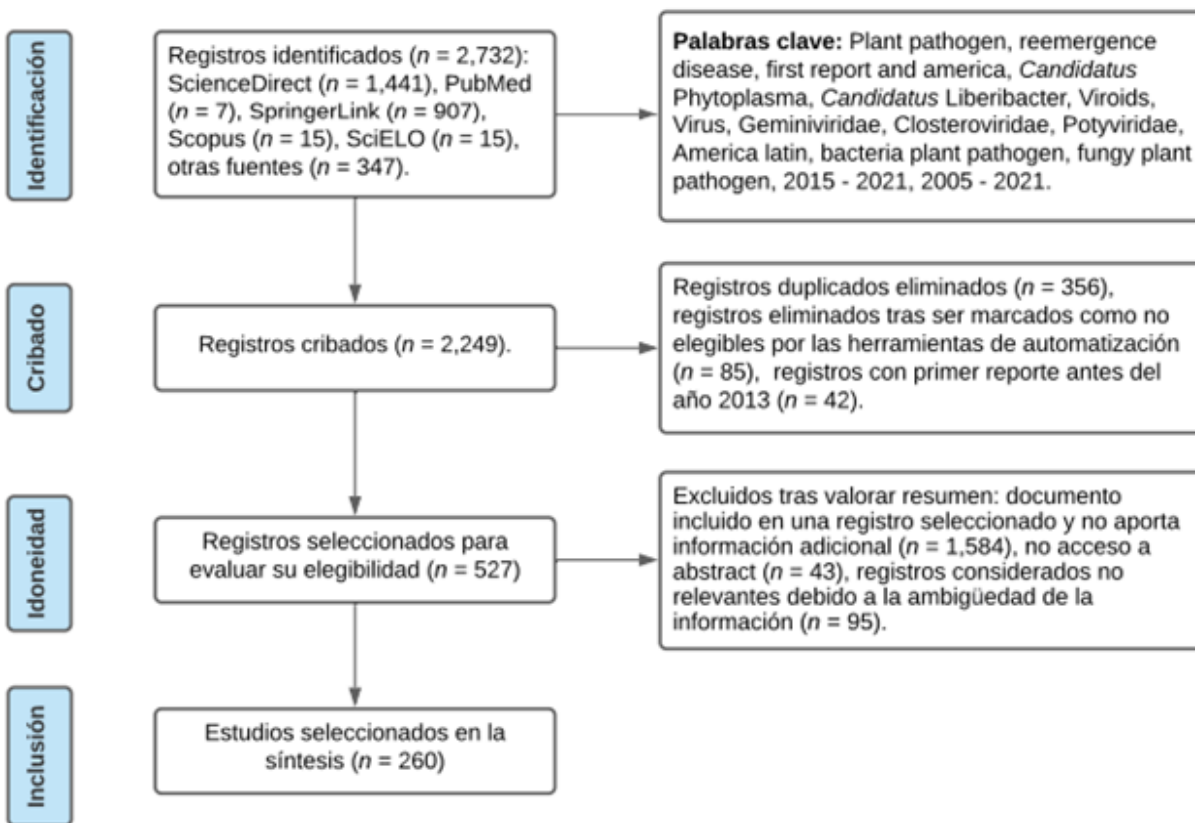
El objetivo de este artículo fue revisar la presencia de enfermedades emergentes y reemergentes, y los diferentes grupos de patógenos de plantas en Latinoamérica. Además, actualizar la información taxonómica

de los grupos de *Ca. Liberibacter* y *Ca. Phytoplasma*, y su rango de hospederos y sus vectores, destacando su presencia en la región.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología consistió en la revisión de literatura bajo los criterios de grupos de patógenos, enfermedades emergentes y epidemias en los últimos diez años en Latinoamérica, destacando los reportes de los últimos cinco años. Adicionalmente, se incluyeron otros artículos que son literatura base en cada una de las temáticas y en la ampliación de la información de los géneros *Ca. Phytoplasma* y *Ca. Liberibacter*. Para la búsqueda de los artículos se usaron diferentes recursos electrónicos y bases de datos, incluyendo las palabras clave propuestas en la figura 1, pero además nombres de géneros y especies de patógenos.

Bajo los criterios se lograron recopilar un total de 2 249 artículos, de los cuales el cribado y los criterios de selección nos



Fuente: Autores

Figura 1. Diagrama de flujo metodología de búsqueda de literatura para la generación de este artículo de revisión.



dejaron en un total de 521, que se utilizaron para el planteamiento de la revisión y de estos se citaron 260 artículos. Las razones de exclusión de los demás artículos, desde los 2 249 elementos, es que no datan de primeros reportes en la región de interés, poseen solo estudios filogenéticos, no se refieren a primeros reportes, sino a métodos de diagnóstico, métodos de inoculación, estudio de biología básica del patógeno, interacción planta-microorganismo, entre otros.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Enfermedades emergentes y reemergentes de plantas causadas por hongos y oomicetos

Los hongos fitopatógenos son los principales responsables de enfermedades emergentes y reemergentes en plantas (Anderson et al., 2014). En este mismo sentido, se ha demostrado, a través de diferentes ejemplos históricos, que la introducción de patógenos a nuevas áreas es el factor direccionador más importante de emergencia de enfermedades en las plantas (Talhinhas et al., 2017; Anderson et al., 2014). Dentro de las enfermedades ocasionadas por estos patógenos en la región tenemos:

El mal de Panamá

Una enfermedad de plantas de la familia *Musaceae* causada por el ascomyceto *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) (Ploetz, 2015) del cual se han caracterizado cuatro razas: FocR1, que afecta las variedades de banano Gros Michel y Lady Finger; FocR2, ataca las mismas variedades que R1 y plátanos de cocción; FocR3, ataca el género *Heliconia*; y FocR4, que afecta todas las variedades comerciales (Ploetz, 2006), esta última se divide en la raza 4 tropical FocR4T y la raza 4 subtropical. Esta enfermedad fue descrita por primera vez en Panamá en 1949, donde una epidemia de FocR1 causó que la variedad Gros Michel fuera reemplazada por la variedad resistente Cavendish (Thangavelu et al., 2021). No obstante, esta enfermedad se hizo recurrente en 1970 en el sur de Asia y Australia, donde se detectó la nueva raza 4 tropical (Foc R4T) causando daños devastadores. En adelante, se extendió del

sureste de Asia a India, Pakistán y África (Ordóñez et al., 2015; Zheng et al., 2018) llegando a América en 2019, donde se reportó la raza FocR4T en Colombia (García-Bastidas et al., 2020) no encontrando nuevos reportes en otros países en la región. Esta raza se reclasificó a la especie *F. odoratisinum* (Maryani et al., 2019).

El ciclo de la enfermedad, causada por FocR4T, comienza con el inóculo que pueden ser microconidias consideradas los principales propagulos infectivos, y clamidosporas, que permanecen hasta 30 años en el suelo (Ploetz, 2006). Estas luego germinan sobre las raíces y penetran hasta el tejido vascular limitándose al xilema, en el que ocasionan decoloración y posterior marchitez de la parte aérea (Warman y Aitken, 2018). Se debe resaltar que las fuentes de diseminación del patógeno son el material de propagación vegetal, las herramientas de trabajo, el agua de riego y las malezas (Pegg et al., 2019), por lo cual el conocimiento de estas fuentes ha permitido el establecimiento de planes de contingencia en diferentes países que incluyen el diagnóstico, erradicación, confinamiento, contención, entre otros de Foc, y están diseñados para evitar un brote eventual de FocR4T en la región (Pérez-Vicente, 2015).

La antracnosis

El género fúngico *Colletotrichum* causa antracnosis y otras enfermedades en diferentes cultivos en Latinoamérica, tal es el caso de las especies: *C. truncantum*, reportado por primera vez afectando tomate en México (Sánchez et al., 2019), *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, ocasionando ramulosis en algodón en Colombia (Moreno y Burbano, 2016), *C. grossum*, agente causal de antracnosis en mango en Cuba (Manzano-León et al., 2018), y *C. gloeosporioides* en *Oxalis corniculata* en Brasil (Bellé et al., 2019).

Colletotrichum cuenta con cerca de 200 especies, todas fitopatógenas (Marin-Felix et al., 2017). La enfermedad más recurrente es la antracnosis (de Silva, 2019), que se caracteriza por el desarrollo de lesiones oscuras y hundidas, presentes en hojas, tallos y frutos, con una masa de esporas de color

rosado a salmón en el centro (Kumar, 2015). Esta enfermedad reemergente es común a muchos cultivos en diferentes países del mundo (Kumar, 2015; Da Silva et al., 2020).

Las especies de *Colletotichium* se agrupan en 14 complejos (*caudatum*, *graminicola*, *spaethianum*, *destructivum*, *acutatum*, *dematium*, *gigasporum*, *gloeosporioides*, *boninense*, *truncatum*, y *orbiculare*, *dracaenophilum*, *magnum*, *orchidearum*) (Marin-Felix et al., 2017; Damm et al., 2019), los cuales se han definido con la combinación de marcadores moleculares y características de patogenicidad, metabólicas y ecológicas (Liu et al., 2016) dado que difieren en su estilo de vida, encontrando así fitopatógenos, endófitos, saprófitos e incluso patógenos de humanos (Da Silva et al., 2020).

La pudrición del cogollo de la palma aceitera

Esta enfermedad reemergente fue descrita por primera vez en Latinoamérica, en Surinam en 1920 (Malaguti, 1953). Posteriormente se extendió a Panamá (Richardson, 1995), Colombia (De Rojas y Ruíz, 1972), Ecuador, Perú y Brasil (De Franqueville, 2003). *Phytophthora palmivora* fue reconocido como el agente causal en Colombia (Torres et al., 2010) y en 2014 se le atribuyó una nueva epidemia en este mismo país (Mosquera et al., 2014).

P. palmivora es un Oomycete [del orden *Peronosporales*] que forma esporangios ovalados sobre el tejido de la palma, así como clamidosporas, las cuales funcionan como estructuras de resistencia en el suelo e infectan raíces que actúan como fuente de inóculo. Así, la infección inicia en las hojas con zoosporas que se enquistan, germinan y penetran a través de los estomas de la planta (Sarria et al., 2016; Vélez et al., 2014). La sintomatología inicia en los bordes de las hojas más jóvenes con lesiones húmedas café y de forma irregular que, posteriormente, aumentan en número y tamaño y que con la emergencia de los tejidos foliares se extienden hasta la zona meristemática de la hoja donde pueden llegar al corazón y terminar con la destrucción de la yema (Torres et al., 2016; Torres et al., 2010). Condiciones de lluvias y humedad altas son esenciales para el desarrollo de la enfermedad (Torres et al., 2016).

Tizón tardío de la papa

Es la enfermedad más devastadora en el cultivo de papa y es ocasionada por *Phytophthora infestans*, que también afecta otras Solanáceas (Céspedes et al., 2013). Este patógeno se introdujo en Europa en 1840 causando la hambruna irlandesa de la papa (Goss et al., 2014) y en América se sugiere que su origen puede estar en sudamérica (Gomez-Alpizar et al., 2007; Berkeley, 1846) o en México (Goss et al., 2014).

P. infestans es un oomycete hemibiotrófo, heterotálico de micelio diploide y con reproducción sexual y asexual (Fry et al., 2008). El ciclo de enfermedad inicia con la llegada de esporangios que liberan zoosporas que se enquistan, germinan y penetran a través de células epidermales o de estomas foliares (Grenville-Briggs y West, 2005). La sintomatología inicia con lesiones necróticas acuosas sobre el borde de la hoja y el tallo, que avanzan hasta producir un tizón sobre la planta, días después el micelio emerge a través de los estomas y se forman nuevos esporangios (Widmark, 2007). Los esporangios se dispersan por agua y viento, pero, cuando ocurre reproducción sexual hay formación de oosporas que sobreviven en el suelo (Drenth et al., 1995). El tizón tardío de la papa se considera una enfermedad emergente y reemergente, debido a las apariciones del patógeno en nuevas localizaciones y el cambio frecuente en las poblaciones mundiales que imposibilitan su manejo (Fry et al., 2015; Milgroom, 2017).

Diferentes especies de hongos y oomycetos fitopatógenos obedecen a otros factores direccionadores, como es el caso de la evolución de la interacción planta-patógeno, ocasionando que los microorganismos tengan diferentes mecanismos de evolución y especiación. Estos mecanismos han permitido el salto y la expansión de hospederos, dentro de los que se incluyen mutaciones, transferencia horizontal de genes, hibridación, eventos de recombinación sexual e intercambio nuclear (Corredor-Moreno, 2020). Algunos últimos reportes de enfermedades emergentes y reemergentes causadas por hongos y oomycetos durante los años 2018 a 2019 en Latinoamérica son presentados en la tabla 1.



Tabla 1. Algunos primeros reportes de enfermedades causadas por hongos y oomycetes en cultivos de América Latina en los años 2018-2019.

| Enfermedad | Patógeno | Tipo | Cultivo | Distribución geográfica | Referencia |
|--|----------------------------------|----------|-----------|-------------------------|------------------------|
| Pudrición del aguacatero | <i>Pythium</i> sp. "Amazonianum" | Oomyceto | Aguacate | México | Ochoa et al., (2018) |
| Tristeza del aguacatero | <i>Phytophthium vexans</i> | Oomyceto | Aguacate | México | Pérez et al., (2019) |
| Enfermedades causadas por <i>Alternaria</i> spp. | <i>Alternaria alternata</i> | Hongo | Chirimoya | Ecuador | Guevara et al., (2019) |
| | <i>Alternaria tomato</i> | Hongo | Girasol | México | Poudel et al., (2019) |
| Roya de la hoja del arándano | <i>Thekopsora minima</i> | Hongo | Arándano | Perú | Huarhua et al., (2020) |
| Cancro del tallo del Eucalipto | <i>Teratosphaeria zuluensis</i> | Hongo | Eucalipto | Paraguay | Silva et al., (2020) |
| Mancha negra de la granada | <i>Pseudocercospora punicae</i> | Hongo | Granada | México | Ayala et al., (2019) |

Fuente: Este estudio

Enfermedades emergentes y reemergentes causadas por bacterias fitopatógenas

Las bacterias adquieren rasgos novedosos mientras interactúan con su hospedero, presentando una alta tasa de mutación. Así mismo, éstas tienen la capacidad de obtener material genético nuevo a través de reordenamiento o transferencia de plásmidos entre diferentes especies bacterianas o mediante fagos, logrando así adaptación a nuevos entornos, irrumpir las defensas del hospedero y adquirir nuevos factores de virulencia (Gootz, 2010; Greger, 2007). Adicional a estos procesos, la evolución de la interacción planta-bacteria patógena se da a partir de interacciones coercitivas mediante manipulación sensorial (Rowe et al., 2018). Algunas enfermedades causadas por patógenos bacterianos son:

Enfermedades causadas por el género *Pectobacterium*

Pectobacterium (antes *Erwinia carotovora*) es un género de bacterias Gram negativas, anaerobias facultativas (Adeolu et al., 2016). Contiene 17 especies fitopatógenas reconocidas: *actinidiae*, *aquaticum*,

aroidearum, *atrosepticum*, *betavascularum*, *brasiliense*, *cavascularum*, *carotovorum*, *fontis*, *odoriferum*, *parmentieri*, *parvum*, *polaris*, *polonicum*, *punjabense*, *versatile* y *wasabiae*, y dos especies propuestas aún no validadas: *peruviense* y *zantedeschiae* (Alcorn et al., 1991; Gallois, et al., 1992; Dees et al., 2017; Gardan et al., 2003; Nabhan et al., 2013; Khayi et al., 2016; Sarfraz et al., 2018; Portier et al., 2019; Pédrón et al., 2019; Oulghazi et al., 2019; Waleron et al., 2019; Portier, et al., 2020; Pasanen et al., 2020).

Las cepas de este género se adaptan a un amplio rango de hospederos, ocasionando diversas enfermedades (Meng et al 2017; van der Wolf et al., 2017). Así, se ha reportado *P. carotovorum* afectando tomate y espatifilo en Argentina (Alippi y López, 2009). *P. aroiderum* en lechuga, col china y pimiento en Brasil (Barroso et al., 2019; Moraes et al., 2020). En tanto, las especies *P. atrosepticum*, *P. brasiliense*, *P. carotovorum*, *P. odoriferum*, *P. parmentieri*, *P. peruviense*, *P. polaris* y *P. punjabense* son asociadas a papa (Nabhan et al., 2013), siendo la más relevante *P. brasiliense* (Duarte et al., 2004)

que además causa enfermedad en calabacín (Brasil), tomate (Colombia) (Jaramillo et al., 2017) y pimiento (Venezuela) (Gillis et al., 2017).

Una enfermedad relevante generada por especies del género *Pectobacterium* es la pata negra de la papa, aunque también hay otros agentes causales asociados como la bacteria *Dickeya solani* (Cardoza et al., 2016). Esta enfermedad se caracteriza por una decoloración negra de los tallos y un rápido marchitamiento, amarillamiento y necrosis de las hojas por la presencia de bacterias en el tubérculo madre (Kim et al. 2009, Charkowski, 2015; Pérombelon, 2002; Yap et al., 2004). Por su parte, los tubérculos infectados desarrollan lesiones acuosas, sufren pudrición blanda y son de color cremoso o negro, además de presentar mal olor en infecciones secundarias (Kim et al., 2009; Yap et al., 2004).

Rayado bacteriano del maíz

Xanthomonas vasicola pv. *vasculorum* es el agente causal del rayado bacteriano del maíz (Studholme et al., 2020), enfermedad reportada por primera vez en Sudáfrica en 1949 (Dyer, 1949) y en Brasil y Argentina en el año 2018 (Leite et al., 2018; Plazas et al., 2018). Esto último le atribuye su carácter de emergente.

El ciclo de enfermedad de esta bacteria inicia con el inóculo del patógeno en residuos del cultivo, que se dispersa en gotas de lluvia o por el riego, infectando nuevas plantas donde penetra a través de aberturas naturales o heridas y posteriormente colonizando el tejido (Castro et al., 2020). La sintomatología inicia con pequeñas lesiones en las hojas inferiores y luego en el dosel medio superior, las cuales coalescen para formar líneas delgadas, largas, con márgenes ondulados, de color amarillo o naranja y con un halo amarillo a contraluz (Dyer, 1949). Esta bacteria sobrevive en suelo y hospederos alternos, de los que se han identificado 15 nuevos, sugiriendo que el manejo de malezas y la rotación de cultivo son claves para controlar el patógeno (Hartman et al., 2020).

Enfermedades causadas por *Xylella fastidiosa*

Xylella fastidiosa es una especie de bacteria Gram negativa, la cual fue reportada inicialmente en Estados Unidos, causa la enfermedad de Pierce (PD) en la vid y es transmitida por vectores de la subfamilia Cicadellinae, superfamilia Cercopoidea y potencialmente de la superamilia Cicadoidea (Mazzaglia et al., 2020) que se alimentan del xilema (Almeida & Nunney, 2015; Chen et al., 2007). *X. fastidiosa* presenta seis subespecies, cada una con un rango y distribución geográfica específicos: *X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa*, causante de la enfermedad de Pierce (EP) y quemadura foliar del almendro (ALF), originaria de Centro y Suramérica; *X. fastidiosa* subsp. *sandyi*, causante de la quemadura de la hoja de adelfa y reportada inicialmente en EE. UU; *X. fastidiosa* subsp. *multiplex*, asociada con enfermedades de más de 30 especies de plantas y nativa de zonas templadas y subtropicales de norte y Sudamérica; *X. fastidiosa* subsp. *pauca*, originaria de Sudamérica, presente en Centroamérica, causante de la clorosis variegada de los cítricos (CVC) y la crespada de la hoja de café (CLS) (Lopes et al., 2020; Nunney, 2014; Saponari et al., 2017); *X. fastidiosa* subsp. *morus*, asociada a quemadura foliar de morera en EE. UU; y *X. fastidiosa* subsp. *tashke*, causando la quemadura de la hoja de chitalpa en EE. UU (Mazzaglia et al., 2020). La distribución geográfica del género *Xylella* sugiere que las diferentes especies evolucionaron separadamente, aumentando su variabilidad genética por introducción de cepas de *X. fastidiosa* a nuevas áreas geográficas y recombinación con cepas endémicas (Mazzaglia et al., 2020; Nunney et al., 2014).

En los insectos vectores, las bacterias colonizan el intestino anterior, pero no sistémicamente, por lo cual, el ciclo de enfermedad de *X. fastidiosa* inicia con la inoculación realizada por el insecto vector en la planta hospedera y la posterior colonización y multiplicación en el xilema, donde los haces vasculares son atacados por enzimas degradadoras de pared celular vegetal



(Roper et al., 2007). Finalmente se presentan los síntomas de enfermedad de acuerdo con el patosistema (Rapicavoli et al., 2018). Actualmente se han descrito 343 especies de plantas, 163 géneros y 64 familias hospederas

de *X. fastidiosa* (Chatterjee et al., 2008). En la tabla 2 se presentan otras enfermedades emergentes y reemergentes causadas por bacterias y reportadas en Latinoamérica a partir del 2019.

Tabla 2. Enfermedades emergentes y reemergentes causadas por bacterias fitopatógenas y reportados en Latinoamérica.

| Enfermedad | Patógeno | Cultivo | Distribución geográfica | Referencia |
|-------------------------------|--|-----------|-------------------------|----------------------------------|
| Marchitez bacteriana | <i>Dickeya chrysanthemi</i> | Magüey | México | (Cabrera-Huertas et al., 2019) |
| Mancha de la planta de sésamo | <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Sesami</i> | Sésamo | México | (Félix-Gastélum et al., 2019) |
| Podredumbre negra | <i>Xanthomonas campestris</i> | Acelga | Cuba | (Corzo., 2019) |
| Cancro bacteriano | <i>Pseudomonas syringae</i> | Manzana | Brasil | (Araujo et al., 2020) |
| Marchitez bacteriana | <i>Ralstonia solanacearum</i> | Eucalipto | Ecuador | (Álvarez et al., 2021) |
| Marchitez bacteriana | <i>Ralstonia solanacearum</i> filotipo IIB secuevar 1 | Tomate | Chile | (Vasconez et al., 2020) |
| Cancro bacteriano | <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> | Tomate | Chile | (Sepúlveda-Chavera et al., 2013) |
| Tizón de la hoja del arroz | <i>Pantoea agglomerans</i> | Arroz | Venezuela | (González., 2015) |

Fuente: Este estudio

Enfermedades causadas por *Candidatus liberibacter*

Candidatus liberibacter es un género de bacterias Gram negativas que se alojan en los tubos cribosos del floema de las plantas. Son biótropas obligadas, difícilmente cultivables y transmitidas por insectos vectores de hábito chupador, que se alimentan de la

savia del floema (Haapalainen, 2014). El rango de hospederos de *Ca. Liberibacter* está restringido a los de su insecto vector, que son Pysilidos (Hemíptera) (Sarkar y Ghamin, 2020). En la tabla 3 se exponen las especies hasta ahora reportadas, su rango de hospederos y sus respectivos vectores.

Tabla 3. Especies de *Candidatus Liberibacter* reportadas hasta la actualidad.

| Especies | Vector | Cultivo | Distribución geográfica | Referencia |
|----------------------------|----------------------------------|--|--|--|
| <i>Ca L solanacearum</i> | <i>Bactericera cockerelli</i> | Familia <i>solanácea</i> | Norteamérica y Centroamérica, Nueva Zelanda | Nelson et al., (2013) |
| Haplotipo A | | | Norteamérica y Centroamérica | Melgoza et al., (2018) |
| Haplotipo B | <i>Trioza apicalis</i> | Familia <i>apiaceae</i> | Norte de Europa | Nelson et al., (2011); Nelson et al., (2013) |
| Haplotipos D y E | | | España, Marruecos y Francia | Teresani et al., (2014) |
| Haplotipo F | Vector desconocido | <i>Solanum tuberosum</i> | Estados Unidos | Swisher Grimm y Garczynski, (2019) |
| Haplotipo G | Vector desconocido | <i>Solanum umbelliferum</i> | Estados Unidos | Mauck et al., (2019) |
| Haplotipo U | <i>Trioza uricae</i> | <i>Urtica dioica</i> | Finlandia | Haapalainen et al., (2018) |
| <i>Ca L asiaticus</i> | <i>Diaphorina citri</i> | Familia <i>Rutaceae</i> especialmente <i>Citrus</i> sp | Sur de Asia, Brasil, Caribe y Estados Unidos | Li et al., (2006) |
| <i>Ca L africanus</i> | <i>Trioza erytraeae</i> | Familia <i>Rutaceae</i> | África | Pietersen et al., (2010) |
| <i>Ca L americanus</i> | <i>Diaphorina citri</i> | | Brasil | Texeira et al., (2005) |
| <i>Ca L europaeus</i> | <i>Cacopsylla species</i> | Familia <i>Rosaceae</i> | Europa | Raddadi et al., (2011) |
| | <i>Arytainilla sparticophila</i> | Familia <i>Fabaceae</i> | Europa y Nueva Zelanda | Thompson et al., (2013) |
| <i>Ca L crescens</i> | Vector desconocido | Papaya (<i>Carica papaya</i>) | Puerto Rico | Leonard et al., (2012) |
| <i>Ca L brunswickensis</i> | <i>Acizzia solanicola</i> | Berenjena (<i>Solanum melongena</i>) | Australia | Morris et al., (2017) |

Fuente: Este estudio

Las especies de *Ca. Liberibacter* son específicas, tanto para su hospedero como para su vector (tabla 3). Por ejemplo, *Ca L. solanacearum* afecta plantas de la familia *Solanaceae*, causando la punta morada de la papa, el Zebra chip, el variegado del chile

y el permanente del tomate; estas especies han sido emergentes en Sudamérica, así como sus haplotipos A y B (Melgoza et al., 2018). De igual manera, Caicedo et al (2020) reportó por primera vez a *Ca L. solanacearum* (haplotipo A) causando decoloración de la



hoja en uchuva y tomate de árbol en Ecuador, cuyo vector es *Bactericera cockerelli*. Todos los reportes de *Ca Liberibacter* en Latinoamérica se consideran emergentes, dado que los agentes causales aumentan su localización geográfica o rango de hospederos (Anderson et al., 2004), sumado a que la expansión de la enfermedad depende de la capacidad de dispersión del vector, como el caso de HLB (Huangbloating o enfermedad del dragón amarillo) en cítricos causada por *Ca. L. asiaticus* y cuyo vector es *Diaphorina citri* (Hall, 2013).

Enfermedades causadas por *Candidatus phytoplasma*

Candidatus phytoplasma es un género de bacterias fitopatógenas de la clase Mollicutes que carecen de pared celular, por lo cual adquieren formas pleomórficas (Namba, 2019). Los fitoplasmas pueden colonizar el floema de las plantas y son transmitidos por hemípteros de las familias *Cicadellidae*, *Cixidae*, *Cercopidae*, *Psyllidae* y *Fulgoridae*, en los cuales invaden sus glándulas salivales y el sistema digestivo (Ferriol-Marchena et al., 2013).

Hasta el año 2000 se conocían 15 grupos y más de 40 subgrupos de fitoplasmas, debido al uso del análisis de secuencia del gen del ARNr 16S y la región espaciadora (Lee et al., 2000; Lee et al., 2006), pero actualmente hay 27 grupos que presentan una amplia distribución a nivel mundial (tabla 4), la cual depende del rango de hospederos y vectores, siendo Latinoamérica una de las regiones más afectadas (Pérez-López et al., 2016). Dentro de estos encontramos a *Ca. P. asteris* (tabla 4), reportado en Cuba afectando caña de azúcar (Acosta et al., 2011), hoja de albahaca (Arocha, Piñol, Picornell, Almeida, Jones & Boa, 2006), papaya (Acosta et al., 2011), fresa (Ferriol-Marchena et al., 2013) y pasto napier (Acosta et al., 2018); mientras que en Colombia se ha encontrado asociado a marchitez letal de la palma aceitera (Álvarez et al., 2014), enfermedades en árboles urbanos (Franco-Lara et al., 2020) y elefantiasis del banano (Aliaga et al., 2018).

Por su parte, *Ca. P. aurantifolia* se ha reportado causando escoba de bruja en Tilo, en México; (Taheri et al., 2011), en guayacán, en Brasil; (Mafia et al., 2008), en

papaya (Arocha, Piñol, Picornell, Almeida & Jones, 2006) y en níspero, en Cuba (Arocha et al., 2009). Síntomas de escoba de bruja también son causados por *Ca. P. brasiliense* en hibisco, en Brasil (Montano et al. 2001) y por *Ca. P. hispanicum* en Calafate, en Chile (Madariaga y Ramírez, 2019). *Ca. P. pruni* (tabla 4) está presente en Latinoamérica afectando diferentes cultivos: En Bolivia, al pimienta marrón, fresa, molle y arracacha (Arocha et al., 2010); en Chile, a la cereza (González et al., 2011); en Argentina, a la remolacha (Fernández et al., 2020) y a la ciruela (Bongiorno et al., 2020); en México, al amaranto (Rojas-Martínez et al., 2009) y en Brasil, a *Melothria pendula* (Guglielmi y Arocha, 2019).

Varias enfermedades causadas por fitoplasmas han dado lugar a numerosos primeros reportes, por tanto, se consideran emergentes. La sintomatología causada por fitoplasmas varía según el patosistema (Hogenhout et al., 2008), aunque existen algunos síntomas generales como filodia, retraso en el crecimiento, formación de escobas de bruja, amarillamiento, entre otros (Oshima et al., 2013).

Enfermedades de plantas causadas por virus

Los virus son agentes no vivos, constituidos por una o más moléculas de ácidos nucleicos empaquetadas dentro de una cubierta proteica, que por su imposibilidad de replicarse fuera del hospedero son patógenos obligados (Gergerich y Dolja, 2006). El primer virus vegetal descrito fue el mosaico del tabaco (TMV) en el siglo XIX (van Regenmortel, 2004) y desde entonces se han reportado más de 1000 especies diferentes en cultivos de importancia económica (Roossinck, 2011), se destaca su abundancia en plantas silvestres (Roossinck, 2012; Hopkins et al., 2014).

Un factor importante para los virus vegetales es la dispersión y la transmisión en el que los vectores tienen un papel fundamental (Morin et al. 1999). Los vectores son principalmente insectos, destacando la mosca blanca, trips y áfidos, los cuales son transmisores de varias especies de virus en un amplio rango de hospederos (Roossinck, 2015), pero también existen nematodos, quitridios y plasmodioforidos. De acuerdo

con la variabilidad genética y la constante emergencia de enfermedades causadas por virus, se conocen cuatro escenarios que favorecen este fenómeno, los cuales tienen que ver con cambios en: (a) la planta hospedera y/o ecología del virus; (b) la composición genética de la población del hospedero; (c) la composición genética de la población del virus; y (d) la ecología y la composición genética del vector (Jones et al., 2009). De manera más reciente, McLeish et al., (2019) afirman que los cambios en el rango de hospederos de virus vegetales son fundamentales para la emergencia de estos. A su vez, estos procesos evolutivos están dados por factores intrínsecos, como los rasgos genéticos, y extrínsecos, como la distribución, abundancia e interacción de especies.

Dentro de los virus vegetales se destaca la familia *Geminiviridae* con 10 géneros, resaltando los *begomovirus* con más de 320 especies; están conformados por un ADN circular bipartita de cadena sencilla (Pei et al., 2020) con dos variables: ADN – A y ADN – B. Afectan varios cultivos de importancia económica (Tamime, 2019), mencionándose el virus del rizado amarillo de la hoja del tomate (TYLCSV), el virus Chino del tomate (CdTV), virus del enrollamiento de la hoja de la papaya de China (PaLCuCNV), virus de Tailandia (TYLCTHV), virus del rizado de la hoja de algodón Multan (CLCuMuV), virus del mosaico amarillo de la Euphorbia (EuMV), entre otros (Chowda-Reddy et al., 2012; Guo et al., 2015; Weng et al., 2015).

De otra parte, los virus de la familia *Closteoviridae* son virus filamentosos, compuestos de ARN monocatenario de cadena positiva. Entre estos destaca el virus de la tristeza de los cítricos (CTV), que causa una enfermedad de importancia económica a nivel mundial (Candresse y Fuchs, 2020) y la cual es transmitida por áfidos (*Toxoptera citricida* y *Aphis gossypii*), presentes en Centro y Sur América (Yokomi, 2019). La sintomatología de la enfermedad provocada por CVC se presenta en una tríada: decaimiento del árbol generalizada (tristeza), agujeros en el tronco y finalmente clorosis en las hojas. Aún sin síntomas puede ser devastadora en pocos días, dependiendo de variables como la cepa viral, el hospedero, el

injerto y las condiciones ambientales (Rivas-Valencia et al., 2017; 2020). Se considera una enfermedad emergente en Latinoamérica debido a su rápida expansión geográfica y la presencia de nuevos casos (Contreras–Maya y Villegas-Monter, 2020).

También cabe mencionar la familia *Potyviridae*, compuestos de ARN monocatenario de cadena positiva (Tatineni, 2017) y representados por 8 géneros (Valli et al., 2015), los cuales afectan muchos cultivos (Tatineni, 2017). Su transmisión es por áfidos, artrópodos, plasmodioforidos (Wylie et al., 2017) y por semillas. Se ha reportado esta familia en aproximadamente 20 especies vegetales, incluyendo los virus del mosaico de la soja (SMV), mosaico de la lechuga (LMV), mosaico de calabacín amarillo (ZYMV), mosaico transmitido por semillas de guisantes (PSbMV), mosaico de la sandía y el virus Y de la papa (PVY) (Revers y García, 2015).

Enfermedades causadas por viroides

Los viroides son patógenos exclusivos de plantas constituidos por ARN circular no codificante (246 a 463 nucleótidos) y, a diferencia de los virus, carecen de cápside (Tsagris et al., 2008). La transmisión de viroides puede darse por daño mecánico de la planta, por semilla y/o polen, pero no por vectores (Singh et al., 2003; Krczyński et al., 1988). Las especies de viroides se asignan en dos familias taxonómicas, según sus propiedades estructurales y funcionales. Estas son *Pospiviroidae* y *Asunviroidae* (Flores y Owens, 2021), con 29 y cuatro especies respectivamente (Di Serio et al., 2014).

En Latinoamérica se destacan diversas enfermedades causadas por viroides, como el viroide del tubérculo fusiforme de la papa (PSTVd) (*Pospiviroidae*), aislado por primera vez en árboles de aguacate en Perú (Querci, 1995). Este viroide afecta plantas ornamentales (*Solanaceae* y *Asteraceae*) (Verhoeven et al., 2010), papa y tomate (Seigner et al., 2008; Ling et al., 2014). Los síntomas típicos de PSTVd son acortamiento de entrenudos y pecíolos, enanismo, epinastia severa y arrugamiento de las hojas (Owens, 2007); en la papa, los tubérculos se elongan tras la infección, con aparición de ojos prominentes, y ahusamiento de estos.



En la misma vía, el viroide del enanismo del lúpulo (HSVd) es de importancia en cultivos de cítricos en Latinoamérica, ha sido reportado en Cuba y es transmitido por material agrícola contaminado o lesiones causada por áfidos en cítricos como el toronjo (Soto et al., 2008). Además de cítricos (Rutaceae), el HSVd se ha identificado en un amplio rango

de familias de plantas (Moraceae, Rosaceae, Anacardiaceae y Malvaceae) (Maddahian et al., 2019; Luigi et al., 2013; Vamenani et al., 2019). En la tabla 5, se presentan algunos primeros reportes para especies de virus y viroides causando enfermedad en plantas en Latinoamérica.

Tabla 4. Clasificación actual de los grupos de *Candidatus* Phytoplasma

| Grupo | Especies | Enfermedad asociada | Cultivo | Vector | Referencia |
|---|---|---|---|--|--|
| 16SrI: Amarillamiento del Aster | <i>Ca. P. asteris</i> | Amarillamiento del Aster | Cebolla, canola, arroz, naranja | <i>Macrostelus quadripunctulatus</i> <i>Kirschbaum</i> y <i>Euscelidius egatus</i> <i>Kirschbaum</i> | Lee et al., (2004) Galletto et al., (2011) |
| | <i>Ca. P. japonicum</i> | Filoda de la hortensia japonesa | Hortensia | Desconocido | Sawayanagi et al., (1999) |
| | <i>Ca. P. lycopersici</i> | Hoja de perejil del tomate | Tomate | Desconocido | Arocha et al., (2007) |
| 16SrII: Escoba de bruja del maní | <i>Ca. P. aurantifolia</i> | Escoba de bruja del limón | Haba, limón, Bakraee | <i>Hishimonus phycitis</i> | Al-Saleh y Amer., (2014) Salehi et al., (2007) |
| 16srIII: Enfermedad X | <i>Ca. P. pruni</i> | Enfermedad X | Cereza, melocotón, durazno, nectarino, almendro | <i>Cacopsylla pruni</i> | Davis et al., (2013) McClure, (1980) González et al., (2011) |
| 16srIV: Amarillamiento letal de la palma | <i>Ca. P. palmae</i> , <i>Ca. P. cocostanzaniae</i> , <i>Ca. P. cocosnigeriae</i> | Amarillamiento letal del coco en México, Tanzania y Nigeria | Palmilla de tabaco Palma colorada | <i>Haplaxius crudus</i> | Poghosyan et al., (2019) |
| 16SrV: Amarillamiento del olmo | <i>Ca. P. ulmi</i> | Amarillamiento del olmo | Olmo | <i>Amplicephalus curtulus</i> Linnavuori y DeLong; <i>Scaphoideus titanus</i> y <i>Hishimonus selletus</i> Uhle | Hodgetts et al., (2015) Arismendi et al., (2015) Li et al., (2014) |
| | <i>Ca. P. vitis</i> | Flavescencia dorada | Uva | | |
| | <i>Ca. P. ziziphi</i> | Escoba de bruja del azufaifo | Azufaifo | | |
| 16SrVI: Proliferación del trébol | <i>Ca. P. trifolii</i> | Proliferación del trébol | Repollo, pimentón | <i>Ceratagallia itidula</i> y <i>Empoasca abrupta</i> | Serçe y Yilmaz, (2020) Mauricio-Castillo et al., (2015) |
| 16SrVII: Amarillo ceniza | <i>Ca. P. fraxinii</i> | Amarillo ceniza | Alfalfa y especies del género <i>Fraxinus</i> | Desconocido | Conci et al., (2005) Perilla-Henao y Franco-Lara (2014) |

| | | | | | |
|---|---------------------|---|---|---|--|
| 16SrVIII: Escoba de bruja de la Luffa | Ca. P. luffae | Escoba de bruja de la luffa | Estropajo o luffa | <i>Orosius albicinctus</i> | Davis et al., (2017) |
| 16SrIX: Escoba de bruja del Guandú (PPWB) | Ca. P. phoenicium | Enfermedad letal del almendro | Almendro Guandú | <i>Asymmetrasca decedens</i> <i>Tachycixius viperina</i> y <i>Tachycixius cypricus</i> | Verdin et al., (2003) |
| 16SrX: Proliferación de la manzana | Ca. P. mali | Proliferación de la manzana | Manzana | <i>Cacopsylla melanoneura</i> <i>Fieberiella florii</i> | Tedeschi y Alma, (2006) |
| | Ca. P. pyri | Decline de la pera | Pera | <i>Cacopsylla pyricola</i> | Sabaté et al., (2014) |
| | Ca. P. prunorum | Amarillamiento europeo de los frutos de hueso | Durazno, nectarino | Psylido (<i>Cacopsylla pruni</i>) | Etropolska y Lefort, (2019) |
| | Ca. P. spartii | Escoba de bruja del esparto | Esparto | Desconocido | Torres et al., (2002) |
| 16SrXI: Arroz enano y amarillo (RYD) | Ca. P. oryzae | Enfermedad del arroz enano y amarillo (RYD) | Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) | <i>Nephotettix cincticeps</i> , <i>Nephotettix virescens</i> y <i>Nephotettix nigropictus</i> | Jung et al., (2003) |
| 16SrXII Stolbur | Ca. P. australiense | Amarillamiento australiano de la uva Muerte negra de la papaya Muerte negra de Coprosma | Uva, lino de Zelanda, col de Nueva Zelanda Papaya Karamu y Coprosma | <i>Oliarus atkinsoni</i> y <i>Zeoliarus atkinson</i> | Liefting et al., (1998) Winks et al., (2014) Beever et al., (2004) |
| | Ca. P. fragariae | Amarillamiento letal de la fresa Stoil boir y Bois noir | Fresa, Uva Más de 100 especies de plantas incluyendo la familia Solanaceae y manzana | <i>Amplipcephalus funzaensis</i> <i>Hyalesthes obsoletus</i> , <i>Reptalus panzeri</i> y <i>Reptalus quinquecostatus</i> | Valiunas et al., (2006) Quaglino et al., (2013) Maixner et al., (1994) Jović et al., (2007) Chucho et al., (2016) |
| 16SrXIII: Virosis del bígaro Mexicano | Ca. P. hispanicum | Virosis del bígaro Mexicano | Carantus | <i>Balclutha hebe</i> | Davis et al., (2016); Canale y Bedendo, (2020) |



| | | | | | |
|---|--------------------|--|----------------|---|---|
| 16SrXIV: Hoja blanca del pasto Bermuda (BMWL) | Ca. P. cynodontis | Hoja blanca del pasto Bermuda | Pasto Bermuda | <i>Exitianus indicus</i> <i>Distant</i> | Marcone et al., (2004b) Kumar et al., (2015) |
| | | Huanglongbing | Pomelo | | Ghosh et al., (2019) |
| 16SrXV: Ca. P. brasiliense | Ca. P. brasiliense | Escoba de bruja del hibisco Papaya bunchy top | Hibisco Papaya | Desconocido | Montano et al., (2001) Wei et al., (2017) |
| 16SrXVI: Hoja amarilla de la caña de azúcar | Ca. P. graminis | Hoja amarilla de la caña de azúcar | Caña de azúcar | <i>Saccharosydne saccharivora</i> | Arocha et al., (2005) |
| 16SrXVII: Papaya bunchy top | Ca. P. caricae | Papaya bunchy top | Papaya | <i>Empoasca papayae</i> | Arocha et al., (2005) |
| 16SrXVIII: Punta morada de la papa | Ca. P. americanum | Punta morada de la papa | Papa | <i>Circulifer tenelus</i> , <i>Macrosteles</i> sp y <i>Bactericera</i> spp. | Lee et al., (2006) |
| 16SrXIX: Escoba de bruja de la del castaño | Ca. P. castaneae | Escoba de bruja del castaño | Castaño | Desconocido | Jung et al., (2002) |
| 16SrXX: Escoba de bruja del cerval | Ca. P. rhamnii | Escoba de bruja del espino cerval | Espino cerval | <i>Cacopsylla rhamnii</i> | Jović et al., (2011) |
| 16SrXXI: Proliferación de los brotes de pino | Ca P. pini | Proliferación de los brotes de pino | Pino | Desconocido | Schneider et al., (2005) |
| 16SrXXII: Amarillamiento letal del coco | Ca. P. palmicola | Amarillamiento letal del coco | Coco | <i>Dioscymbus mkurangai</i> | Harrison et al., (2014) Bila et al., (2017) |
| 16SrXXIX: Escoba de bruja de la Cassia | Ca. P. omanense | Escoba de bruja de la Cassia | Cassia | <i>Cixiidae</i> | Al-Saady et al., (2008) Foissac et al., (2019) |
| 16SrXXX: Escoba de bruja de cedro salado | Ca P. tamaricis | Escoba de bruja de cedro salado | Cedro salado | Desconocido | Zhao et al., (2009) |
| 16SrXXXI: Atrofia de la soya | Ca P. costaricanum | Atrofia de la soya | Soya | Desconocido | Lee et al., (2011) |

| | | | | | |
|---|-----------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------|------------------------|
| 16SrXXXII: Virescencia y la filodia del Bígaro | Ca P. malaysianum | Virescencia y la filodia del Bígaro | Bígaro | Desconocido | Nejat et al., (2013) |
| 16SrXXXIII Amarillamiento de la casuarina | Ca. P. allocasuarinae | Amarillamiento de la casuarina | Cusarina de costa | Desconocido | Marcone et al., (2004) |

Fuente: Este estudio

Tabla 5. Primeros reportes de enfermedades emergentes y causadas por virus en Latinoamérica entre los años 2012-2020.

| Familia | Especie | Vector | Cultivo | Distribución geográfica | Referencia |
|-------------------------|---|--|---|------------------------------------|---|
| <i>Benyviridae</i> | Virus del mosaico de rayas del trigo (WhSMV) | Hongo parásito <i>Polymyxa graminis</i> | Trigo | Brasil | (Valente et al., 2019) |
| <i>Betaflexiviridae</i> | Virus de la vid Pinot gris (GPGV) | Ácaro eriófito (<i>Colomerus vitis</i>) | Uva roja | Argentina, Brasil, Chile y Uruguay | (Debat et al., 2020) |
| <i>Geminiviridae</i> | Virus del mosaico dorado de Boerhavia (BoGMV) | Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> MEAM1) | Familia Nyctaginaceae y <i>Boerhavia erecta</i> | Puerto rico | (Malgarejo et al., 2019) |
| | Virus del entorchamiento de la hoja del tomate (ToTLV) | Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> MEAM1) | Tomate, frijol y tabaco | Colombia y Venezuela | Rodríguez-Negrete et al., (2019); Martínez-Marrero et al., (2020); Vaca-Vaca et al., (2019) |
| <i>Potyviridae</i> | Virus de la distorsión de la hoja de la maracuyá (PLDV) | Mosca blanca, (<i>B. tabaci</i> , biotipo B) | Ají y maracuyá | Colombia | (Vaca-Vaca et al., 2019). |
| | Virus Y de la papa Complejo PVY | Mosca blanca y áfidos | <i>Calibrachoa hybrida</i> y papa | Argentina, Brasil y Chile | (Tombion et. al., 2019) |
| | Virus del mosaico de la caña de azúcar (SCMV) | Propagación vegetativa | Achira | Colombia | (Betancourt et al., 2020) |
| <i>Rhabdoviridae</i> | Pitaya badnavirus 1 (PiBV1) y virus asociado al moteado de <i>epiphyllum</i> (EpMoaV) | Chinche patón (<i>Leptoglossus zonatus</i>), Picudo negro (<i>Metamasius sp.</i>), | Pitaya roja | Brasil | (Zheng et al., 2020) |
| | <i>Badnavirus A</i> de la batata (SPV-A) | Áfidos (<i>Aphididae</i>) y cigarritas (<i>Cicadellidae</i>) | Papa dulce | Brasil, Guatemala y Honduras | Maich et al., (2020) |
| | Virus del mosaico leve del cacao (CaMMV) | Posiblemente escarabajos (<i>Coleoptera</i>) | Cacao | Puerto rico | Chingandu et al., (2017) |



| | | | | | |
|----------------------|--|--|--------------------------|--|--|
| <i>Rhabdoviridae</i> | Virus C de la leprosis de los cítricos (CiLV-C) | Ácaros <i>Brevipalpus</i> (BTV) <i>B. yothersi</i> | Cítricos | Colombia, Uruguay, Brasil, Bolivia, Argentina, Venezuela, Perú | Nunes et al., (2020); Rodríguez-Ramírez et al., (2019) |
| <i>Apocaviridae</i> | Viroide de la piel cicatrizada de la manzana (ASSVd) | No aplica | Manzana | | (Nome et al., 2012) |
| | Viroide 1 del moteado amarillo de la vid (GYSVd-1) | No aplica | Vid | Brasil | (Fajardo et al., 2016) |
| <i>Pospiviroidae</i> | Viroide del enanismo de los cítricos (CVd-III) y Viroide IV de los cítricos (CVd-IV) | No aplica | Limón tahiti | Colombia | (Murcia et al., 2010) |
| | Viroide del tubérculo fusiforme de la papa (PSTVd) | No aplica | Uchuva, tomate, pimentón | República Dominicana | (Ling et al., 2014) |
| | Viroide del enanismo del crisantemo (CSVd) | No aplica | Crisantemo | Brasil | (Gobatto et al., 2014) |

Fuente: este estudio

De acuerdo con los resultados de esta revisión, América Latina presenta un gran número de primeros reportes de enfermedades en plantas en los últimos cinco años y, de acuerdo con los criterios presentados por Anderson et al., (2004), son consideradas emergentes porque son causadas por patógenos de nueva aparición; tanto hongos, como oomycetes, bacterias, virus y viroides. En esta misma vía se lograron evidenciar cambios con respecto a su distribución geográfica, rango de hospederos e incluso la aparición de nuevas especies, variantes, cepas y patovares de los patógenos, lo cual también son factores que permiten incluir a estas enfermedades como emergentes (Nunley et al., 2014; Daszak et al., 2000; Pérez-López et al., 2016). Este es el caso de los grupos de fitoplasmas (tabla 4), los cuales, además de producir la enfermedad descrita inicialmente y en el hospedero inicial, han tenido una ampliación en el rango de especies hospederas (Franco-Lara et al., 2020; Aliaga et al., 2018). Por otra parte, debe mencionarse el caso contrario. Algunas especies patógenas se especializan en determinado número de especies de

plantas e incluso se encuentran circunscritas dentro de determinada región geográfica dando lugar a nuevos grupos, como es el caso de *Xylella fastidiosa* y sus subespecies (Mazzaglia et al., 2020).

En términos de enfermedades reemergentes cabe mencionar aquellas históricas como el tizón tardío de la papa, que sigue causando problemas a pesar de la aplicación de programas de manejo (Fry et al., 2015). En esta misma dirección, la antracnosis sigue siendo un problema para Latinoamérica, en especial porque hay diferentes especies y complejos de *Colletotrichum* que causan esta enfermedad dependiendo del cultivo (Silva et al., 2020); encontrando además otras problemáticas asociadas a este género de hongos (Moreno-Moran y Burbano-Figueroa, 2016). Dentro de este mismo ejemplo, se puede mencionar las especies bacterianas del género *Pectobacterium* cuyas estrategias de control a veces no son efectivas, dando lugar a epidemias que son favorecidas bajo el escenario del cambio climático (Nabhan et al., 2013), además de la variabilidad del patógeno, lo que ha conllevado a la identificación de nuevas especies y subespecies que generan

enfermedades en un mismo hospedero o en otros (Charkowski, 2018).

Varios factores que han favorecido la emergencia y reemergencia de enfermedades en plantas en Latinoamérica se identificaron en esta revisión, pudiéndose mencionar, entre ellos, la biología de los vectores, ya que en algunos casos la transmisión de enfermedades se ha dado por procesos de especificidad (tabla 3), pero en otros de inespecificidad, como para *X. fastidiosa*, en el que varios vectores pueden transmitir una misma subespecie que es el caso de CVC en Sao Paulo (Almeida et al., 2005).

La evolución de la interacción planta-patógeno es otro factor para mencionar, debido a que los patógenos pueden generar cepas más virulentas, existiendo una ruptura de la resistencia en la planta. A manera de ejemplo, el Virus Y de la papa (PVY) y sus cepas necrogenicas son consideradas

reemergentes, debido a los filogrupos R1 y R2 que se originaron por procesos de recombinación (Karasev et al., 2013; Gibbs et al., 2017). En Sudamérica, R2 ha desplazado las cepas no recombinantes y tanto R1 como R2 han superado los genes de resistencia presentes en plantas de papa a nivel mundial (Gibbs et al., 2017).

Finalmente, se encontraron especies de virus y viroides causando emergencia y reemergencia de enfermedades en Latinoamérica. Esto se evidencia no solo a través de los primeros reportes (tabla 5), sino en el estudio de los posibles vectores y de la imposibilidad de establecer estrategias de manejo, debido a la gran velocidad de evolución, el salto y expansión de hospederos y a los cambios en la distribución geográfica, lo cual obedece a diferentes factores direccionadores (Jones et al., 2009; Debat et al., 2020; Gobatto et al., 2014; McLeish et al., 2019).

CONCLUSIONES

Latinoamérica es una región afectada por enfermedades emergentes y reemergentes de plantas, lo cual se ve reflejado en una cantidad importante de nuevos reportes, epidemias e incluso pérdidas en términos productivos y económicos.

A través de la revisión de emergencia y reemergencia de enfermedades de plantas en Latinoamérica en los últimos cinco años, se logró evidenciar diferentes procesos de los patógenos como la ampliación del rango de hospederos, aparición en nuevas áreas geográficas, aparición de nuevas especies, variantes, cepas y patovares

De acuerdo con los resultados de la revisión se encontró que en la actualidad hay nuevos grupos de bacterias *Candidatus Liberibacter* y *Candidatus Phytoplasma*, de los cuales varios cuentan con primer reporte en Latinoamérica en los últimos cinco años y que por su ampliación en el rango de hospederos y aparición en nuevas áreas geográficas son considerados emergentes

El conocimiento y estudio de enfermedades emergentes y sus factores direccionadores permitirán en el futuro reducir el impacto de estas.

CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

Luz Adriana Pedraza Herrera generó la idea de este artículo y de su objetivo. Revisó artículos sobre las enfermedades emergentes y reemergentes en general y las causadas por hongos, oomycetos, *Candidatus Phytoplasma*, *Candidatus Liberibacter* y viroides; escribió lo correspondientes a estos temas y elaboró las tablas, la discusión y conclusiones. Realizó los ajustes del artículo y la bibliografía al

formato de la revista. Corrigió y acotó los temas revisados por los demás autores.

Fernanda Sánchez revisó artículos sobre las enfermedades emergentes y reemergentes en general, y las causadas por bacterias, escribió lo correspondientes a estos temas y elaboró las tablas, unió toda la información escrita reestructurando el artículo, organizó la bibliografía y propuso el resumen.



Valeria Arias Ávila revisó artículos de virus y viroides, escribió y elaboró las tablas correspondientes a este tema.

María Fernanda Moreno revisó artículos de *Candidatus Phytoplasma*, escribió el texto sobre este tema, colaboró en recopilar información para la tabla de revisión de los grupos para su actualización.

Ligia Consuelo Sánchez supervisó la elaboración de este artículo por parte de sus estudiantes y realizó las correcciones pertinentes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Ministerio de Ciencia, tecnología e innovación de Colombia [Minciencias] (antes Colciencias) por el crédito-beca otorgado a Luz Adriana Pedraza para sus estudios de doctorado, a través de la Convocatoria 757 de 2016 para doctorados nacionales. Agradecemos también al Programa de doctorado en ciencias agrarias y a sus docentes porque proporcionaron las herramientas conceptuales necesarias en la formación de Luz Adriana, lo cual permitió la generación de esta revisión.

LITERATURA CITADA

Acosta, K. I., Silva, F. N., Peña, L., Leyva, R. M., Piñol, B., Zamora, L., Urquiza, G. P. C., Zerbini, F. M., Carvalho, C. M. & Quiñones, M. (2018). First report of '*Candidatus Phytoplasma asteris*' associated with napier grass in Cuba. *Journal of Plant Pathology*, 100(3), 603. <https://doi.org/10.1007/s42161-018-0108-9>

Acosta, K., Zamora, L., Fernández, A., Arocha, Y. & Martínez, Y. (2011). First report of "*Candidatus Phytoplasma asteris*" (group 16SrI) affecting papaya in Cuba. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55(6), 2451–2463. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.63797-0>

Adeolu, M., Alnajar, S., Naushad, S. & Gupta, R. S. (2016). Genome-based phylogeny and taxonomy of the "Enterobacterales": proposal for Enterobacterales ord. nov. divided into the families nov., and Budviciaceae fam. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 66, 5575–5599. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001485>

Alcorn, S. M., Orum, T. V., Steigerwalt, A., Foster, J. L., Fogleman, A. & Brenner, D. (1991). Taxonomy and Pathogenicity of *Erwinia cacticida* sp. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 41(2), 197–212. <https://doi.org/10.1099/00207713-41-2-197>

Aliaga, F., Hopp, E., Álvarez, E. & Becerra López-Lavalle, L. A. (2018). First report of a '*Candidatus Phytoplasma asteris*' isolate associated with banana elephantiasis disease in Colombia. *New Disease Reports*, 37, 12. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2018.037.012>

Alippi, A. M. & López, A. C. (2009). First Report of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* on *Spathiphyllum wallisii* in Argentina. *Plant Disease*, 93(8), 842. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-8-0842C>

Almeida, R. P. P., Blua, M. J., Lopes, J. R. S. & Purcell, A. H. (2005). Vector Transmission of *Xylella fastidiosa*: Applying Fundamental Knowledge to Generate Disease Management Strategies. *Annals of the Entomological Society of America*, 98(6), 775–786. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2005\)098\[0775:VTOXFA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2005)098[0775:VTOXFA]2.0.CO;2)

Al-Saady, N. A., Khan, A. J., Calari, A., Al-Subhi, A. M. & Bertaccini, A. (2008). '*Candidatus Phytoplasma omanense*', associated with witches'-broom of *Cassia italica* (Mill.) Spreng. in Oman. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 58(2), 461–466. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.65425-0>

Al-Saleh, M.A. & Amer, M. (2014). Molecular characterization of the 16sr ii group of phytoplasma associated with faba bean (*Vicia faba* L.) in Saudi Arabia. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 24(1), 221–228.

Álvarez-Romero, P. I., Grabowski Ocampos, C., Carpio, C., Toro, V. S., Ferreira e Ferreira, A. F. T. A. & Mizubuti, E. S. G. (2021). First Report of *Ralstonia solanacearum* Causing Bacterial Wilt of Eucalyptus in Ecuador. *Plant Disease*, 105(1), 211. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-19-2516-PDN>

Alvarez, E., Mejía, J. F., Contaldo, N., Paltrinieri, S., Duduk, B. & Bertaccini, A. (2014). "Candidatus phytoplasma asteris" strains associated with oil palm lethal wilt in Colombia. *Plant Disease*, 98(3), 311–318. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-12-1182-RE>

Anderson, P. K., Cunningham, A. A., Patel, N. G., Morales, F. J., Epstein, P. R. & Daszak, P. (2004). Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. *Trends Ecology Evolution*, 19(10), 535-544. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.07.021>

Araujo, L., Franco, Y., Duarte, V. & Gravina, M. (2020) *Pseudomonas syringae* causing bacterial canker on Apple trees in Brazil. *Plant Protection*. 79(4), 467-473. <http://doi.org/10.1590/1678-4499.20200246>

Arismendi, N. L., Fiore, N. & Carrillo, R. (2015). Absence of Transovarial Transmission of 'Candidatus Phytoplasma ulmi' in the Vector *Amplipcephalus curtulus* Linnavuori & DeLong (Hemiptera: Cicadellidae): Is It a Rule More Than an Exception? *Neotropical Entomology*, 44(1), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s13744-014-0249-2>

Arocha, Y., Antesana, O., Montellano, E., Franco, P., Plata, G. & Jones, P. (2007). 'Candidatus Phytoplasma lycopersici', a phytoplasma associated with 'hoja de perejil' disease in Bolivia. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 57(8), 1704–1710. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.64851-0>

Arocha, Y., Piñol, B., Picornell, B., Almeida, R. & Jones, P. (2006). First report of a 16SrII ('Candidatus Phytoplasma aurantifolia') group phytoplasma associated with a bunchy-top disease of papaya in Cuba. *Plant Pathology*, 55(6), 821. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01480.x>

Arocha, Y., Plata, G., Franco, J., Maín, G., Veramendi, S., Lazcano, F., Crespo, J. L., Lino, V., Calderón, C., Llerena, R., Andrew, R., Antezana, O., Gutiérrez, A., Coca, M. & Boa, E. (2010). First report of a 16SrIII phytoplasma (X-disease group) affecting bell pepper, strawberry (frutilla), *Schinus molle* and *Arracacia xanthorrhiza* in Cochabamba,

Bolivia. *Plant Pathology*, 59(2), 395. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2009.02235.x>

Arocha, Y., Piñol, B., Picornell, B., Almeida, R., Jones, P. & Boa, E. (2006). Basil little leaf: A new disease associated with a phytoplasma of the 16SrI (Aster Yellows) group in Cuba. *Plant Pathology*, 55(6), 822. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01481.x>

Arocha, Y., Singh, A., Pandey, M., Tripathi, A. N., Chandra, B., Shukla, S. K., Singh, Y., Kumar, A., Srivastava, R. K., Zaidi, N. W., Arif, M., Narwal, S., Tewari, A. K., Gupta, M. K., Nath, P. D., Rabindran, R., Khirbat, S. K., Byadgi, A. S., Singh, G. & Boa, E. (2009). New plant hosts for group 16SrII, "Candidatus Phytoplasma aurantifolia", in India. *Plant Pathology*, 58(2), 391. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2008.01969.x>

Arocha, Y., López, M., Piñol, B., Fernández, M., Picornell, B., Almeida, R., Palenzuela, I., Wilson, M. R. & Jones, P. (2005). "Candidatus Phytoplasma graminis" and "Candidatus Phytoplasma caricae", two novel phytoplasmas associated with diseases of sugarcane, weeds and papaya in Cuba. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55(6), 2451–2463. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.63797-0>

Ayala-Escobar, V., Pérez-López, A., Suaste-Dzul, A. P., Leyva-Mir, S. G. & Tovar-Pedraza, J. M. (2019). First report of *Pseudocercospora punicae* causing black spot of pomegranate fruit in Mexico. *Journal of Plant Pathology*, 101(2), 403. <https://doi.org/10.1007/s42161-018-0181-0>

Barroso, K. A., Moraes, A. J. G., Mariano, R. L. R., Gama, M. A. S., Souza, E. B., Queiroz, M. F., Silva, G. S. P., Da Paz, C. D. & Peixoto, A. R. (2019). First Report of *Pectobacterium aroidearum* Causing Soft Rot in Lettuce and Chinese Cabbage in Brazil. *Plant Disease*, 103(12), 3274. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-18-2237-PDN>

Batista, J. G., Melo, F. L., Pereira-Carvalho, R. C., Alves-Freitas, D. M. T. & Ribeiro, S. G. (2019). First report of tomato apical leaf curl virus infecting tomato in Brazil. *Plant Disease*, 103(6), 1443. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-18-1636-PDN>



- Beever, R. E., Wood, G. A., Andersen, M. T., Pennycook, S. R., Sutherland, P. W. & Forster, R. L. S. (2004). "Candidatus phytoplasma australiense" in *Coprosma robusta* in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 42(4), 663–675. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2004.9512918>
- Bellé, C., Ramos, R. F., Gabriel, M., Kasparý, T. E. & de Brida, A. L. (2019). *Colletotrichum gloeosporioides* causing leaf anthracnose on *Oxalis corniculata* in Brazil. *Australasian Plant Disease Notes*, 14(1), 36. <https://doi.org/10.1007/s13314-019-0367-0>
- Berkeley, M. J. (1948). *Observations, Botanical and Physiological, on the Potato Murrain*. The American Phytopathological Society. <https://doi.org/10.1094/9780890545232>
- Betancourt, C., Salomón, C., Moreno Henao, J. M., Montañó, S., Salazar, C., Uribe, P., Martínez, A., Muñoz, L. & Cuervo, M. (2020). First report of Sugarcane mosaic virus in achira (*Canna edulis* Ker.) in Nariño, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1), 1–8. <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1461>
- Bila, J., Modjana, A., Samils, B., Hogberg, N., Wilson, M. & Santos, L. (2017). First report of 'Candidatus Phytoplasma palmicola' detection in the planthopper *Diostrombus mkurangai* in Mozambique. *Bulletin of Insectology*, 70(1): 45-48
- Bongiorno, V., Alessio, F., Curzel, V., Nome, C., Fernández, F. D. & Conci, L. R. (2020). 'Ca. Phytoplasma pruni' and 'Ca. Phytoplasma meliae' are affecting plum in Argentina. *Australasian Plant Disease Notes*, 15(1), 1–5. <https://doi.org/10.1007/s13314-020-00406-8>
- Cabrera-Huerta, E., Arandas-Ocampo, S., Hernandez-Castro, E., Nava-Díaz, C., Mora-Aguilera, A. & Vasquez-Lopez, A. (2019). First Report of Bacterial Wilt Caused by *Dickeya chrysanthemi* on Agave-Mezcal (*Agave cupreata*) in Mexico. *Plant Disease*, 103, 6. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-18-0877-PDN>
- Caicedo, J., Vallejo, M., Simbaña, L. & Rivera, L. (2020). First report of 'Candidatus Liberibacter solanacearum' causing leaf discoloration and wilting in tamarillo and cape gooseberry in Ecuador. *New Disease Reports*, 41(30). <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2020.041.030>
- Canale, M. C. & Bedendo, I. P. (2020). Report of 'Candidatus Phytoplasma hispanicum' (16SrXIII-E) Associated with Cauliflower Stunt in São Paulo State, Brazil, and *Balclutha hebe* as Its Potential Vector. *Plant Disease*, 104(3), 967. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-19-2111-PDN>
- Candresse, T. & Fuchs, M. (2020). Closteroviridae. *Els*, 1-10. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0000747.pub4>
- Cardoza, Y. F., Duarte, V. & Lopes, C. A. (2017). First Report of Blackleg of Potato Caused by *Dickeya solani* in Brazil. *Plant Disease*, 101(1), 243-243. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-16-1045-PDN>
- Céspedes, M., Cárdenas, M., Vargas, A., Rojas, A., Morales, J., Jiménez, P., Bernal, A. & Restrepo, S., (2013). Physiological and molecular characterization of *Phytophthora infestans* isolates from the Central Colombian Andean Region. *Revista Iberoamericana de Micología*. 30(2), 81-87. <https://doi.org/10.1016/j.riam.2012.09.005>
- Charkowski, A. O. (2018). The Changing Face of Bacterial Soft-Rot Diseases. Annual review of phytopathology, 56, 269–288. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080417-045906>
- Charkowski, A. O. (2015). Biology and control of *Pectobacterium* in potato. *American Journal of Potato Research*, 92(2), 223-229. <https://doi.org/10.1007/s12230-015-9447-7>
- Chatterjee, S., Almeida, R. P. P. & Lindow, S. (2008). Living in two Worlds: The Plant and Insect Lifestyles of *Xylella fastidiosa*. *Annual Review of Phytopathology*, 46(1), 243-271. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto.45.062806.094342>
- Chen, J., Groves, R., Civerolo, E. L., Viveros, M., Freeman, M. & Zheng, Y. (2007). Two *Xylella fastidiosa* Genotypes Associated with Almond Leaf Scorch Disease on the

Same Location in California. *Phytopathology*, 95(6), 708–714. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-95-0708>

Chingandu, N., Zia-ur-rehman, M., Sreenivasan, T. N., Surujdeo-Maharaj, S., Umaharan, P., Gutierrez, O. A. & Brown, J. K. (2017). Molecular characterization of previously elusive Badnaviruses associated with symptomatic cacao in the New World. *Archives of Virology*, 162(5), 1363–1371. <https://doi.org/10.1007/s00705-017-3235-2>

Chowda-Reddy, R. V., Kirankumar, M., Seal, S. E., Muniyappa, V., Valand, G. B., Govindappa, M. R. & Colvin, J. (2012). *Bemisia tabaci* Phylogenetic Groups in India and the Relative Transmission Efficacy of Tomato leaf curl Bangalore virus by an Indigenous and an Exotic Population. *Journal of Integrative Agriculture*, 11(2), 235–248. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(12\)60008-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(12)60008-2)

Chuche, J., Danet, L., Salar, P., Foissac, X. & Thiéry, D. (2016). Transmission of 'Candidatus Phytoplasma solani' by *Reptalus quinquecostatus* (Hemiptera:Cixiidae). *Annals of Applied Biology*, 169(2), 214–223. <https://doi.org/10.1111/aab.12291>

Conci, L., Meneguzzi, N., Galdeano, E., Torres, L., Nome, C., & Nome, S. (2005). Detection and molecular characterisation of an alfalfa phytoplasma in Argentina that represents a new subgroup in the 16S rDNA Ash Yellows group ('Candidatus Phytoplasma fraxini'). *European Journal of Plant Pathology*, 113(3), 255–265. <https://doi.org/10.1007/s10658-005-0298-9>

Contreras-Maya, R. & Villegas-Monter, A. (2020). First report VT isolate of Citrus Tristeza Virus in Veracruz, Mexico. *Horticulture International Journal*, 4(3), 75–76. <https://doi.org/10.15406/HIJ.2020.04.00161>

Corredor-Moreno, P. & Saunders, D.G.O. (2020). Expecting the unexpected: factors influencing the emergence of fungal and oomycete plant pathogens. *New Phytologist*, 225, 118–125. <https://doi.org/10.1111/nph.16007>

Corzo, M., Quiñones, M.L. & Paul, K. P. (2019). First report of *Xanthomonas*

campestris causing black rot of chard in Cuba. *New Disease Reports*, 39, 13. <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2019.039.013>

Cvrković, T., Jović, J., Mitrović, M., Krstić, O. & Toševski, I. (2014). Experimental and molecular evidence of *Reptalus panzeri* as a natural vector of bois noir. *Plant Pathology*, 63(1), 42–53. <https://doi.org/10.1111/ppa.12080>

Da Silva, L. L., Moreno, H., Correia, H., Santana, M. F. & de Queiroz, M. V. (2020). *Colletotrichum*: species complexes, lifestyle, and peculiarities of some sources of genetic variability. *Applied microbiology and biotechnology*, 104(5), 1891–1904. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10363-y>

Damm, U., Sato, T., Alizadeh, A., Groenewald, J. Z. & Crous, P. W. (2019). The *Colletotrichum dracaenophilum*, *C. magnum* and *C. orchidearum* species complexes. *Studies in mycology*, 92, 1–46. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2018.04.001>

Da Paz, S. L., Neves, C. G., De Souza, I. T., Bescerra, M., Nascimento, F., & Ribeiro, D. (2020). Detection and Partial Molecular Characterization of a Badnavirus Isolate in Brazil. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 52787–52796. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-794>

Daszak, P., Cunningham, A. A. & Hyatt, A. D. (2000). Emerging Infectious Diseases of Wildlife-- Threats to Biodiversity and Human Health. *Science*, 287(5452), 443–449. <https://doi.org/10.1126/science.287.5452.443>

Davis, R. E., Zhao, Y., Wei, W., Dally, E. L. & Lee, I. M. (2017). 'Candidatus Phytoplasma luffae', a novel taxon associated with witches' broom disease of loofah, *Luffa aegyptica* Mill. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 67(8), 3127–3133. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001980>

Davis, R. E., Harrison, N. A., Zhao, Y., Wei, W. & Dally, E. L. (2016). 'Candidatus Phytoplasma hispanicum', a novel taxon associated with Mexican periwinkle virescence disease of *Catharanthus roseus*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 66(9), 3463–3467. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001218>



- Davis, R. E., Zhao, Y., Dally, E. L., Lee, I. M., Jomantiene, R. & Douglas, S. M. (2013). "Candidatus Phytoplasma pruni", a novel taxon associated with X-disease of stone fruits, *Prunus* spp.: Multilocus characterization based on 16S rRNA, secY, and ribosomal protein genes. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63(2), 766–776. <https://doi.org/10.1099/ijls.0.041202-0>
- De Rojas, E. y Ruíz, E., (1972). *Investigaciones sobre la pudrición del cogollo y pudrición de la flecha de la palma africana en la plantación de la Arenosa de Coldsas S.A (Turbo, Ant)*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- De Silva, D. D., Groenewald, J. Z., Crous, P. W., Ades, P. K., Nasruddin, A., Mongkolporn, O. & Taylor, P. (2019). Identification, prevalence and pathogenicity of *Colletotrichum* species causing anthracnose of *Capsicum annuum* in Asia. *IMA fungus*, 10(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s43008-019-0001-y>
- Debat, H., Luna, F., Moyano, S., Zavallo, D., Asurmendi, S. & Gomez-Talquenca, S. (2020). First report of grapevine *Pinot gris virus* infecting grapevine in Argentina. *Journal of Plant Pathology*, 102, 42161. <https://doi.org/10.1007/s42161-020-00608-0>
- Dees, M. W., Lysøe, E., Rossmann, S., Perminow, J., & Brurberg, M. B. (2017). *Pectobacterium polaris* sp. nov., isolated from potato (*Solanum tuberosum*). *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 67(12), 5222–5229. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.002448>
- Di Serio, F., Flores, R., Verhoeven, J. Th. J., Li, S.-F., Pallás, V., Randles, J. W., Sano, T., Vidalakis, G. & Owens, R. A. (2014). Current status of viroid taxonomy. *Archives of Virology*, 159(12), 3467–3478. <https://doi.org/10.1007/s00705-014-2200-6>
- Drenth, A., Janssen, E.M. & Govers, F. (1995). Formation and survival of oospores of *Phytophthora infestans* under natural conditions. *Plant Pathology*, 44, 86–94. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1995.tb02719.x>
- Duarte, V., De Boer, S. H., Ward, L. J. & De Oliveira, A. M. R. (2004). Characterization of atypical *Erwinia carotovora* strains causing blackleg of potato in Brazil. *Journal of Applied Microbiology*, 96, 535–545. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02173.x>
- Dyer, R. A. (1949). Botanical surveys and control of plant diseases. *Farming in South Africa*, 24(275), 119–121.
- Etropolska, A. & Lefort, F. (2019). First report of *Candidatus Phytoplasma prunorum*, the European stone fruit yellows phytoplasma on peach trees on the territory of Canton of Geneva. Switzerland. *International Journal of Phytopathology*, 8(2), 63–67. <https://doi.org/10.33687/phytopath.008.02.2965>
- Fajardo, T. V. M., Eiras, M. & Nickel, O. (2016). Detection and molecular characterization of Grapevine yellow speckle viroid 1 isolates infecting grapevines in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 41(4), 246–253. <https://doi.org/10.1007/s40858-016-0097-1>
- Félix-Gastélum, R., Maldonado-Mendoza, I., Olivas-peraza, N., Peñuelas-Rubio, O., Leyva-Madrigal, K., Cervantes-Gámez, R., Lizarraga-Sanchez, G. & Longoria-Espinoza, R. (2019). First report of sesame spot caused by *Xanthomonas campestris* pv. *sesami* in Sinaloa, Mexico. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 41, 2019. <https://doi.org/10.1080/07060661.2019.1566181>
- Fernández, F. D., Guzmán, F. A., Baffoni, P., Reinoso, L., Kiehr, M., Delhey, R., Favere, V. M., Galdeano, E. & Conci, L. R. (2020). Phytoplasmas of subgroup 16SrIII-J associated with *Beta vulgaris* in Argentina. *Tropical Plant Pathology*, 45(2), 143–147. <https://doi.org/10.1007/s40858-019-00317-9>
- Ferriol-Marchena, X., Hernández-Rodríguez, L., Luis-Pantoja, M., García-García, G., Banguela-Castillo, A. & Pérez, J. M. (2013). First report of a 'Candidatus Phytoplasma asteris' isolate affecting a strawberry nursery in Cuba. *New Disease Reports*, 28(1), 19. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2013.028.019>
- Flores, R. & Owens, R. A. (2021). Viroids (Pospiviroidae and Avsunviroidae).

Encyclopedia of Virology, 3, 852-861. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.21257-0>

Foissac, X., Jreijiri, F., Salar, P., Wakim, S., Danet, J. L. & Choueiri, E. (2019). A 'Candidatus Phytoplasma omanense'-related strain detected in yellowing grapevine, stunted bindweed and Cixiidae planthoppers in Lebanon. *European Journal of Plant Pathology*, 153(1), 265–272. <https://doi.org/10.1007/s10658-018-1525-5>

Franco-Lara, L., García, J. A., Bernal, Y. E. & Rodríguez, R. A. (2020). Diversity of the 'Candidatus Phytoplasma asteris' and 'Candidatus Phytoplasma fraxini' isolates that infect urban trees in Bogotá, Colombia. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 70(12), 6508–6517. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004553>

Fry, W. E., Birch, P. R., Judelson, H. S., Grünwald, N. J., Danies, G., Everts, K. L., Gevens, A. J., Gugino, B. K., Johnson, D. A., Johnson, S. B., McGrath, M. T., Myers, K. L., Ristaino, J. B., Roberts, P. D., Secor, G. & Smart, C. D. (2015). Five Reasons to Consider *Phytophthora infestans* a Reemerging Pathogen. *Phytopathology*, 105(7), 966–981. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-15-0005-FI>

Fry W. (2008). *Phytophthora infestans*: the plant (and R gene) destroyer. *Molecular plant pathology*, 9(3), 385–402. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00465.x>

Galetto, L., Bosco, D., Balestrini, R., Genre, A., Fletcher, J. & Marzachi, C. (2011). The major antigenic membrane protein of "Candidatus Phytoplasma asteris" selectively interacts with ATP synthase and actin of leafhopper vectors. *Plos one*, 6(7), 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022571>

Gallois, A., Samson, R., Ageron, E. & Grimont, P. A. D. (1992). *Erwinia carotovora* subsp. *odorifera* subsp. nov., Associated with Odorous Soft Rot of Chicory (*Cichorium intybus* L.). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 42(4). <https://doi.org/10.1099/00207713-42-4-582>

García-Bastidas, F. A., Quintero-Vargas, J. C., Ayala-Vasquez M., Shermer, T., Sedl, M.F., Santos-Paiva, M., Noguera, A.M., Aguilera-Galvez, C., Wittenberg, R., Sorensen, A. & Kema, G.H. (2020). First Report of *Fusarium* Wilt Tropical Race 4 in Cavendish Bananas Caused by *Fusarium odoratissimum* in Colombia. *Plant Disease*, 104(3). <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-19-1922-PDN>

Gardan, L., Gouy, C., Christen, R. & Samson, R. (2003). Elevation of three subspecies of *Pectobacterium carotovorum* to species level: *Pectobacterium atrosepticum* sp. nov., *Pectobacterium betavasculorum* sp. nov. and *Pectobacterium wasabiae* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 53(2), 381–391. <https://doi.org/10.1099/ijms.0.02423-0>

Garibaldi, A., Berletti, D., Rapetti, S. & Gullino, M. L. (2011) First report of a new *Fusarium oxysporum* causing carnation wilt in Colombia. *Journal of plant pathology*, 93(4), 1.

Gergerich, R. C. y Dolja V. V. (2008). Introducción a los Virus Vegetales, el Enemigo Invisible. *The Plant Health Instructor*. <https://doi.org/10.1094/PHI-I-2008-0122-01>

Ghosh, D. K., Motghare, M., Kokane, A., Kokane, S., Warghane, A., Bhose, S., Surwase, D. & Ladaniya, M. S. (2019). First report of a 'Candidatus Phytoplasma cynodontis'-related strain (group 16SrXIV) associated with Huanglongbing disease on *Citrus grandis*. *Australasian Plant Disease Notes*, 14(1), 9. <https://doi.org/10.1007/s13314-019-0340-y>

Gibbs, A. J., Ohshima, K., Yasaka, R., Mohammadi, M., Gibbs, M. J. & Jones, R. (2017). The phylogenetics of the global population of *potato virus Y* and its necrogenic recombinants. *Virus evolution*, 3(1). <https://doi.org/10.1093/ve/vex002>

Gillis, A., Santana, M. A., Rodríguez, M. & Romay, G. (2017). First Report of Bell Pepper Soft-Rot Caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* in Venezuela. *Plant Pathology*, 101(9), 27–29. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-17-0361-PDN>



- Gobatto, D., Chaves, A. L. R., Harakava, R., Marque, J. M., Daròs, J. A. & Eiras, M. (2014). Chrysanthemum Stunt Viroid in Brazil: survey, identification, biological and molecular characterization and detection methods. *Journal of Plant Pathology*, 96(1), 111-119. <http://dx.doi.org/10.4454/JPP.V96I1.037>
- Gómez-Alpizar, L., Carbone, I. & Ristaino, J. B. (2007). An Andean origin of *Phytophthora infestans* inferred from mitochondrial and nuclear gene genealogies. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(9), 3306-3311. <https://doi.org/10.1073/pnas.0611479104>
- González, A. D., Franco, M. A., Contreras, N., Galindo-Castro, I., Jayaro, Y. & Graterol, E. (2015). First Report of *Pantoea agglomerans* Causing Rice Leaf Blight in Venezuela. *Plant Disease*, 99(4). <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-14-0736-PDN>
- González, F., Zamorano, A., Pino, A. M., Paltrinieri, S., Bertaccini, A. & Fiore, N. (2011). Identification of phytoplasma belonging to X-disease group in cherry in Chile. *Bulletin of Insectology*, 64.
- Gootz, T. D. (2010). The Global Problem of Antibiotic Resistance. *Critical Reviews in Immunology*, 30(1), 79-93. <https://doi.org/10.1615/critrevimmunol.v30.i1.60>
- Goss, E. M., Tabima, J. F., Cooke, D. E., Restrepo, S., Fry, W. E., Forbes, G. A., Fieland, V. J., Cardenas, M. & Grünwald, N. J. (2014). The Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans* originated in central Mexico rather than the Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(24), 8791-8796. <https://doi.org/10.1073/pnas.1401884111>
- Greger, M. (2007). The Human/Animal Interface: Emergence and Resurgence of Zoonotic Infectious Diseases. *Critical Reviews in Microbiology*, 33(4), 243-299. <https://doi.org/10.1080/10408410701647594>
- Grenville-Briggs, L. J. & West, P. van. (2005). The Biotrophic Stages of Oomycete-Plant Interactions. *Advances in Applied Microbiology*, 57, 217-243. [https://doi.org/10.1016/S0065-2164\(05\)57007-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2164(05)57007-2)
- Guevara, F. E., Oviedo, M. A., Corral, M., Viera, W. F., Garrido, P. A., Leon-Reyes, A. & Flores, F. J. (2019). First Report of Alternaria Brown Spot in Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) Caused by *Alternaria alternata* in Ecuador. *Plant Disease*, 103(11), <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-19-0416-PDN>
- Guglielmi Montano, H. & Arocha Rosete, Y. (2019). First report of the identification of a '*Candidatus* Phytoplasma pruni'-related strain of phytoplasma in *Melothria pendula*. *New Disease Reports*, 39(1), 5. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2019.039.005>
- Guo, T., Guo, Q., Cui, X. Y., Liu, Y. Q., Hu, J. & Liu, S. S. (2015). Comparison of transmission of Papaya leaf curl China virus among four cryptic species of the whitefly *Bemisia tabaci* complex. *Scientific Reports*, 5, 1-9. <https://doi.org/10.1038/srep15432>
- Haapalainen, M., Wang, J., Latvala, S., Lehtonen, M. T., Pirhonen, M. & Nissinen, A. I. (2018). Genetic Variation of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' Haplotype C and Identification of a Novel Haplotype from *Trioza urticae* and Stinging Nettle. *Phytopathology*, 108(8), 925-934. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-12-17-0410-R>
- Haapalainen, M. (2014). Biology and epidemics of *Candidatus* Liberibacter species, psyllid-transmitted plant-pathogenic bacteria. *Annals of Applied Biology*, 165(2), 172-198. <https://doi.org/10.1111/aab.12149>
- Hall, D. G., Richardson, M. L., Ammar, E.-D. & Halbert, S. E. (2013). Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus huanglongbing disease. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 146(2), 207-223. <https://doi.org/10.1111/eea.12025>
- Harrison, N. A., Davis, R. E., Oropeza, C., Helmick, E. E., Narváez, M., Eden-Green, S., Dollet, M. & Dickinson, M. (2014). '*Candidatus* Phytoplasma palmicola', associated with a lethal yellowing-type disease of coconut (*Cocos nucifera* L.) in Mozambique. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 64(6), 1890-1899. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.060053-0>

Hartman, T., Tharnish, B., Harbour, J., Yuen, G. Y. & Jackson-Ziems, T. A. (2020). Alternative Hosts in the Families Poaceae and Cyperaceae for *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*, Causal Agent of Bacterial Leaf Streak of Corn. *Phytopathology*, 110(6), 1147–1152. <https://doi.org/10.1094/PHTO-04-19-0132-R>

Hodgetts, J., Flint, L. J. & Fox, A. (2015), First report of 'Candidatus phytoplasma ulmi' (16SrV-A) associated with *Ulmus* cultivar Morfeo (elm) in the United Kingdom. *New Disease Reports*, 32(1), 26. <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2015.032.026>

Hogenhout, S. A., Oshima, K., Ammar, E. D., Kakizawa, S., Kingdom, H. N. & Namba, S. (2008). Phytoplasmas: Bacteria that manipulate plants and insects. *Molecular Plant Pathology*, 9(4), 403–423. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2008.00472.x>

Hopkins, D. W., Swanson, M. M. & Taliansky, M. E. (2014). What Do We Know About Viruses in Terrestrial Antarctica? En D. A. Cowan (Ed.). *Antarctic Terrestrial Microbiology* (pp. 79-90). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-45213-0_5

Institute of Medicine (1992). *Emerging Infections: Microbial Threats to Health in the United States*. En J. Lederberg, R. E. Shope & S. C. Oaks (Eds). National Academy Press. <https://doi.org/10.17226/2008>

Jaramillo, A., Huertas, C. A. & Gomez, E. (2017). First Report of Bacterial Stem Rot of Tomatoes Caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* in Colombia. *Plant Disease*, 101(5), 10–11. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-16-1184-PDN>

Jones, R. A. C. (2009). Plant virus emergence and evolution: Origins, new encounter scenarios, factors, driving emergence, effects of changing world conditions, and prospect for control. *Virus Research*, 141(2), 113-130. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2008.07.028>

Jović, J., Krstić, O., Toševski, I., & Gassmann, A. (2011). The occurrence of 'Candidatus phytoplasma rhamni' in *Rhamnus cathartica* L. without symptoms. *Bulletin of Insectology*, 64.

Jović, J., Cvrković, T., Mitrović, M., Krnjajić, S., Redinbaugh, M. G., Pratt, R. C., Gingery, R. E., Hogenhout, S. A. & Toševski, I. (2007). Roles of stolbur phytoplasma and *Reptalus panzeri* (Cixiinae, Auchenorrhyncha) in the epidemiology of Maize redness in Serbia. *European Journal of Plant Pathology*, 118(1), 85-89. <https://doi.org/10.1007/s10658-007-9105-0>

Jung, Hee-Young, Sawayanagi, T., Kakizawa, S., Nishigawa, H., Miyata, S., Oshima, K., Ugaki, M., Lee, J.-T., Hibi, T. & Namba, S. (2002). «Candidatus Phytoplasma castaneae», a novel phytoplasma taxon associated with chestnut witches' broom disease. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52(5), 1543-1549. <https://doi.org/10.1099/00207713-52-5-1543>

Jung, H. Y., Sawayanagi, T., Wongkaew, P., Kakizawa, S., Nishigawa, H., Wei, W., Oshima, K., Miyata, S. I., Ugaki, M., Hibi, T. & Namba, S. (2003). "Candidatus phytoplasma oryzae", a novel phytoplasma taxon associated with rice yellow dwarf disease. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 53(6), 1925–1929. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.02531-0>

Karasev, A. V. & Gray, S. M. (2013). Continuous and emerging challenges of Potato virus Y in potato. *Annual review of phytopathology*, 51, 571–586. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-082712-102332>

Khay, S., Cigna, J., Chong, T. M., Quêtu-Laurent, A., Chan, K.-G., Hélias, V. & Faure, D. (2016). Transfer of the potato plant isolates of *Pectobacterium wasabiae* to *Pectobacterium parmentiere* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 66(12), 5379–5383. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001524>

Kim, H. S., Ma, B., Perna, N. T. & Charkowski, A. O. (2009). Phylogeny and virulence of naturally occurring type III secretion system-deficient *Pectobacterium* strains. *Applied and environmental microbiology*, 75(13), 4539–4549. <https://doi.org/10.1128/AEM.01336-08>

Kryczyński, S., Paduch-Cichal, E. & Skrzeczkowski, L. (1988). Transmission of Three Viroids Through Seed and



Pollen of Tomato Plants. *Journal of Phytopathology*, 121(1), 51–7. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1988.tb00952.x>

Kumar, A. (2015). Anthracnose diseases of some common medicinally important fruit plants. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 4(3), 233-236.

Kumar, S., Jadon, V., Tiwari, A. K., & Rao, G. P. (2015). *Exitianus indicus* (Distant): a putative vector for 'Candidatus Phytoplasma cynodontis' in India. *Phytopathogenic Mollicutes*, 5(1). <http://dx.doi.org/10.5958/2249-4677.2015.00021.3>

Lee, I. M., Bottner-Parker, K., Zhao, Y., Villalobos, W. & Moreira, L. (2011). 'Candidatus Phytoplasma costaricanum' a novel phytoplasma associated with an emerging disease in soybean (*Glycine max*). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 61, 2822-2826. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.029041-0>

Lee, I. M., Bottner, K. D., Secor, G. & Rivera-Varas, V. (2006). "Candidatus Phytoplasma americanum", a phytoplasma associated with a potato purple top wilt disease complex. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 56(7), 1593–1597. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.64251-0>

Lee, I. M., Gundersen-Rindal, D. E., Davis, R. E., Bottner, K. D., Marcone, C. & Seemüller, E. (2004). "Candidatus Phytoplasma asteris", a novel phytoplasma taxon associated with aster yellows and related diseases. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54(4), 1037–1048. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.02843-0>

Lee, I. M., Davis, R. E. & Gundersen-Rindal, D. E. (2000). Phytoplasma: phytopathogenic mollicutes. *Annual review of microbiology*, 54, 221–255. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.54.1.221>

Leite, R., Custódio, A. A. P., Madalosso, T., Robaina, R. R., Duin, I. & Sugahara, V. (2018). First report of the occurrence of bacterial leaf streak of corn caused by *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* in Brazil. *Plant Disease*, 103(1), 1–4. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-18-1100-PDN>

Leonard, M. T., Fagen, J. R., Davis-Richardson, A. G., Davis, M. J. & Triplett, E. W. (2012). Complete genome sequence of *Liberibacter crescens* BT-1. *Standards in genomic sciences*, 7(2), 271–283. <https://doi.org/10.4056/sigs.3326772>

Li, Z. N., Bai, Y. B., Liu, P., Zhang, L. & Wu, Y. F. (2014). Occurrence of "Candidatus Phytoplasma ziziphi" in apple trees in China. *Forest Pathology*, 44(5), 417–419. <https://doi.org/10.1111/efp.12126>

Li, W., Hartung, J. S. & Levy, L. (2006). Quantitative real-time PCR for detection and identification of *Candidatus Liberibacter* species associated with citrus huanglongbing. *Journal of microbiological methods*, 66(1), 104–115. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2005.10.018>

Liefting, L. W., Padovan, A. C., Gibb, K. S., Beaver, R. E., Andersen, M. T., Newcomb, R. D., Beck, D. L. & Forster, R. L. S. (1998). 'Candidatus Phytoplasma australiense' is the phytoplasma associated with Australian grapevine yellows, papaya dieback and Phormium yellow leaf diseases. *European Journal of Plant Pathology*, 104, 619–623. <https://doi.org/10.1023/A:1008693904427>

Ling, K. S., Li, R., Groth-Helms, D. & Assis-Filho, F. M. (2014). First Report of Potato spindle tuber viroid Naturally Infecting Field Tomatoes in the Dominican Republic. *Plant disease*, 98(5), 701. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-13-0992-PDN>

Liu, F., Wang, M., Damm, U., Crous, P. W. & Cai, L. (2016). Species boundaries in plant pathogenic fungi: A *Colletotrichum* case study. *BMC Evolutionary Biology*, 16(1), 81. <https://doi.org/10.1186/s12862-016-0649-5>

Lopes, S. A., Raiol-Júnior, L. L., Torres, S., Martins, E. C., Prado, S. S. & Beriam, L. (2020). Differential Responses of Tobacco to the Citrus Variegated Chlorosis and Coffee Stem Atrophy Strains of *Xylella fastidiosa*. *Phytopathology*, 110(3), 567–573. <https://doi.org/10.1094/PHTO-10-19-0374-R>

Luigi, M., Manglli, A., Tomassoli, L. & Faggioli, F. (2013) First report of Hop stunt viroid in *Hibiscus rosa-sinensis* in Italy. *New*

Disease Reports, 27, 14. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2013.027.014>

Maddahian, M., Massumi, H., Heydarnejad, J., Hosseinipour, A., Khezri, A. & Sano, T. (2019). Biological and molecular characterization of hop stunt viroid variants from pistachio trees in Iran. *Journal of Phytopathology*, 167(3), 163–173. <https://doi.org/10.1111/jph.12783>

Madariaga, M. & Ramírez, I. (2019). Identification of a phytoplasma associated with witches' broom symptoms in calafate (*Berberis microphylla* G. forst.). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 79(3), 493–498. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392019000300493>

Mafia, R. G., Barreto, R. W., Vanetti, C. A., Hodgetts, J., Dickinson, M. & Alfenas, A. C. (2008). A phytoplasma associated with witches' broom disease of *Tabebuia pentaphylla* in Brazil. *Plant Pathology*, 57(2), 365. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01745.x>

Maixner, M. (1994). Transmission of German grapevine yellows (Vergilbungskrankheit) by the planthopper *Hyalesthes obsoletus* (Auchenorrhyncha: Cixiidae). *Vitis*, 33, 103–104.

Malaguti G. (1953). "Putrididad del cogollo" de la palmera Africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Venezuela. *Agronomía Trópic*, 3, 13-31.

Manzano León, A. M., Serra Hernández, W., García Pérez, L. Crespo, K., & Guarnaccia, V. (2018). First report of leaf anthracnose caused by *Colletotrichum grossum* on mango (*Mangifera indica*) in Cuba. *J Plant Pathology*, 100, 329. <https://doi.org/10.1007/s42161-018-0040-z>

Marcone, C., Gibb, K., Streten, C. & Schneider, B. (2004). 'Candidatus Phytoplasma spartii', 'Candidatus Phytoplasma rhamni' and 'Candidatus Phytoplasma allocasuarinae', respectively associated with spartium witches'-broom, buckthorn witches'-broom and allocasuarina yellows diseases. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*,

54(4), 1025-1029. <https://doi.org/10.1099/IJS.0.02838-0>

Marcone, C., Schneider, B. & Seemüller, E. (2004). 'Candidatus Phytoplasma cynodontis', the phytoplasma associated with Bermuda grass white leaf disease. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54(4), 1077-1082. <https://doi.org/10.1099/ijls.0.02837-0>

Marin-Felix, Y., Hernández-Restrepo, M., Iturrieta-González, I., García, D., Gené, J., Groenewald, J. Z., Cai, L., Chen, Q., Quaedvlieg, W., Schumacher, R. K., Taylor, P., Ambers, C., Bonthond, G., Edwards, J., Krueger-Hadfield, S. A., Luangsa-Ard, J. J., Morton, L., Moslemi, A., Sandoval-Denis, M., Tan, Y. P ... Crous, P. W. (2019). Genera of phytopathogenic fungi: GOPHY 3. *Studies in mycology*, 94, 1–124. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2019.05.001>

Martínez-Marrero, N., Avalos-Calleros, J. A., Chiquito-Almanza, E., Acosta-Gallegos, J. A., Ambriz-Granados, S., Anaya-López, J. L. & Argüello-Astorga, G. R. (2020). A new begomovirus isolated from a potyvirus-infected bean plant causes asymptomatic infections in bean and *N. benthamiana*. *Archives of Virology*, 165(7), 1659–1665. <https://doi.org/10.1007/s00705-020-04646-y>

Maryani, N., Lombard, L., Poerba, Y. S., Subandiyah, S., Crous, P. W. & Kema, G. (2019). Phylogeny and genetic diversity of the banana Fusarium wilt pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in the Indonesian centre of origin. *Studies in mycology*, 92, 155–194. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2018.06.003>

Mauck, K. E., Sun, P., Meduri, V. & Hansen, A. K. (2019). New *Ca. Liberibacter psyllauros* haplotype resurrected from a 49-year-old specimen of *Solanum umbelliferum*: A native host of the psyllid vector. *Scientific Reports*. 9(1), 9530. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45975-6>

Mauricio-Castillo, J. A., Salas-Muñoz, S., Velásquez-Valle, R., Ambriz-Granados, S. & Reveles-Torres, L. R. (2015). "Candidatus Phytoplasma trifolii" (16SrVI) en Chile mirasol (*Capsicum annuum* L.) cultivado en zacatecas,



- México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(4), 389–396. <https://doi.org/10.35196/rfm.2015.4.389>
- Mazzaglia, A., Rahi, Y. J., Taratufolo, M. C., Tati, M., Turco, S., Ciarroni, S., Tagliavento, V., Valentini, F., D'Onghia, A. M. & Balestra, G. M. (2020). A new inclusive MLVA assay to investigate genetic variability of *Xylella fastidiosa* with a specific focus on the Apulian outbreak in Italy. *Scientific Reports*, 10(1), 10856. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68072-5>
- McClure, M. S. (1980). Spatial and Seasonal Distributions of Leafhopper Vectors of Peach X-Disease in Connecticut. *Environmental Entomology*, 9(5), 668–672. <https://doi.org/10.1093/ee/9.5.668>
- McDonald, B. A. & Stukenbrock, E. H. (2016). Rapid emergence of pathogens in agro-ecosystems: Global threats to agricultural sustainability and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1709). <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0026>
- McLeish, M. J., Fraile, A. & García-Arenal, F. (2019). Evolution of plant-virus interactions: Host range and virus emergence. *Current Opinion in Virology*, 34, 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2018.12.003>
- Melgarejo, T. A., Rojas, M. R. & Gilbertson, R. L. (2019). A bipartite begomovirus infecting *Boerhavia erecta* (Family Nyctaginaceae) in the Dominican Republic represents a distinct phylogenetic lineage and has a high degree of host specificity. *Phytopathology*, 109(8), 1464–1474. <https://doi.org/10.1094/PHTO-02-19-0061-R>
- Melgoza, V. C. M., León, S. C. R., López, V. J. A., Hernández, E. L. A., Velarde, F. S. & Garzón, T. J. A. (2018). Presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en *Bactericera cockerelli* Sulc. asociada con enfermedades en tomate, chile y papa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9, 499–509. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i3.267>
- Meng, X., Chai, A., Shi, Y., Xie, X., Ma, Z. & Li, B. (2017). Emergence of Bacterial Soft Rot in Cucumber Caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasilense* in China. *Plant Disease*, 101(2), 279–287. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-16-0763-RE>
- Milgroom M. (2017). Population Biology of Plant Pathogens: Genetics, ecology, and evolution. *The American Phytopathological Society*. <https://doi.org/10.1094/9780890544525>
- Montano, H. G., Davis, R. E., Dally, E. L., Hogenhout, S., Pimentel, J. P. & Brioso, P. S. T. (2001). *Candidatus Phytoplasma brasiliense*, a new phytoplasma taxon associated with hibiscus witches' broom disease. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51(3), 1109–1118. <https://doi.org/10.1099/00207713-51-3-1109>
- Moraes, A. J. G., Baia, A. D. B., Souza, E. B., Peixoto, A. R., Barroso, K. A., Almeida, C. O., Balbino, V. Q., Silva, W. J., & Gama, M. A. S. (2020). First Report of *Pectobacterium aroidearum* Causing Soft Rot of Pepper (*Capsicum annuum*) Fruits in Brazil. *Plant Disease*, 104(11), 3054. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-20-0403-PDN>
- Moreno-Moran, M. & Burbano-Figueroa, O. (2016). First Report of *Colletotrichum gossypii* va. *cephalosporioides* Causing Cotton Ramulosis in Colombia. *Plant Disease*, 100(3), 653. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-15-0933-PDN>
- Morin, S., Ghanim, M., Zeidan, M., Czosnek, H., Verbeek, M. & van den Heuvel, J. F. (1999). A GroEL homologue from endosymbiotic bacteria of the whitefly *Bemisia tabaci* is implicated in the circulative transmission of tomato yellow leaf curl virus. *Virology*, 256(1), 75–84. <https://doi.org/10.1006/viro.1999.9631>
- Morris, J., Shiller, J., Mann, R., Smith, G., Yen, A. & Rodoni, B. (2017). Novel 'Candidatus Liberibacter' species identified in the Australian eggplant psyllid, *Acizzia solanicola*. *Microbial biotechnology*, 10(4), 833–844. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12707>
- Mosquera, M., Evans, E., Grogan, K. & Fontanilla, C., (2014). Un modelo de

simulación discreto para determinar la edad óptima de replantación en presencia de la pudrición del cogollo (PC). *Palmas*, 1, 19-32.

Murcia, N., Bernad, L., Caicedo, A. & Duran-Vila, N. (2010). Citrus Viroids in Colombia. *International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings*, 17(17), 158-166. <https://escholarship.org/uc/item/008577nk>

Nabhan, S., De Boer, S. H. Maiss, E. & Wydra, K. (2013). *Pectobacterium aroidearum* sp. nov., a soft rot pathogen with preference for monocotyledonous plants. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63, 2520-2525. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.046011-0>

Namba, S. (2019). Molecular and biological properties of phytoplasmas. *Proceedings of the Japan Academy Series B: Physical and Biological Sciences*, 95(7), 401-418. <https://doi.org/10.2183/pjab.95.028>

Nejat, N., Vadamalai, G., Davis, R.E., Harrison, N.A., Sijam, K., Dickinson, M., Abdullah, S. & Zhao, Y. (2013). 'Candidatus Phytoplasma malaysianum', a novel taxon associated with virescence and phyllody of Madagascar periwinkle (*Catharanthus roseus*). *International Journal Systematic Evolutionary Microbiology*. 63(2),540-548. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.010413-0>

Nelson, W. R., Munyaneza, J., McCue, K. & Bové, J. (2013). The Pangaeen Origin Of "Candidatus Liberibacter" Species. *Journal of Plant Pathology*, 95(3), 455-461. <https://doi.org/10.4454/JPP.V95I3.001>

Nelson, W. R., Fisher, T.W. & Munyaneza, J. E. (2011). Haplotypes of "Candidatus Liberibacter solanacearum" suggest long-standing separation. *Journal of Plant Pathology*, 130, 5-12. <https://doi.org/10.1007/s10658-010-9737-3>

Nome, C., Giagetto, A., Rossini, M., Di Feo, L. & Nieto, A. (2012). First report of Apple scar skin viroid (ASSVd) in apple trees in Argentina. *New Disease Reports*, 25, 3. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2012.025.003>

Nunes, M. A., Novelli, V. M., Da Cunha, B. A., Soares, A. J., De Mineiro, J. L. C., Freitas-Astúa, J. & Bastianel, M. (2020). Survey of the

citrus leprosis vector (*Brevipalpus yothersi*) and phytoseiids in spontaneous plants of an organic citrus orchard. *Experimental and Applied Acarology*, 82(2), 199-209. <https://doi.org/10.1007/s10493-020-00543-w>

Nunney, L., Ortiz, B., Russell, S., Ruiz, R. & Stouthamer, R. (2014). The Complex Biogeography of the Plant Pathogen *Xylella fastidiosa*: Genetic Evidence of Introductions and Subspecific Introgression in Central America. *Plos one*, 9(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112463>

Ochoa, Y. M., Hernández, A., Delgado, J. C., Beltrán, M., Tapia, L. M., Hernández Bautista, O. & Cerna Chávez, E. (2018). First report of avocado tree wilt by *Pythium* sp. *amazonianum* in Mexico. *Ciencia e investigación agraria*, 45(3), 301-305. <https://dx.doi.org/10.7764/rcia.v45i3.1905>

Onkendi, E. M. & Moleleki, L. N. (2014). Characterization of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* and *brasiliense* from diseased potatoes in Kenya. *European Journal of Plant Pathology*, 139(3), 557-566. <https://doi.org/10.1007/s10658-014-0411-z>

Ordonez, N., Seidl, M. F., Waalwijk, C., Drenth, A., Kilian, A., Thomma, B. P. H. J., Ploetz, R. C. & Kema, G. H. J. (2015). Worse comes to worst: bananas and Panama disease—when plant and pathogen clones meet. *Plos Pathogens*, 11(11).

Ordoñez, N., García-Bastidas, F., Laghari, H. B., Akkary, M. Y., Harfouche, E. N., Al Awar, B. N. & Kema, G. H. J. (2016). First Report of *Fusarium oxysporum* f. Sp. *cubense* Tropical Race 4 Causing Panama Disease in Cavendish Bananas in Pakistan and Lebanon. *Plant Disease*, 100(1), 209. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-14-1356-PDN>

Ortiz-Castro, M., Hartman, T., Coutinho, T., Lang, J. M., Korus, K., Leach, J. E. Broders, K. (2020). Current Understanding of the History, Global Spread, Ecology, Evolution, and Management of the Corn Bacterial Leaf Streak Pathogen, *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*. *Phytopathology*, 110(6), 1-8. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-20-0018-PER>



- Oshima, K., Maejima, K. & Namba, S. (2013). Genomic and evolutionary aspects of phytoplasmas. *Frontiers in Microbiology*, 4, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00230>
- Oulghazi, S., Cigna, J., Lau, Y. Y., Mounni, M., Chan, K. G. & Faure, D. (2019). Transfer of the waterfall source isolate *Pectobacterium carotovorum* M022 to *Pectobacterium fontis* sp. nov., a deep-branching species within the genus *Pectobacterium*. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 69(2), 470–475. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.003180>
- Owens R. A. (2007). Potato spindle tuber viroid: the simplicity paradox resolved? *Molecular plant pathology*, 8(5), 549–560. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00418.x>
- Pasanen, M., Waleron, M., Schott, T., Cleenwerck, I., Misztak, A., Waleron, K., Pritchard, L., Bakr, R., Degefu, Y., van der Wolf, J., Vandamme, P. & Pirhonen, M. (2020). *Pectobacterium parvum* sp. nov., having a *Salmonella* SPI-1-like Type III secretion system and low virulence. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 70(4), 2440–2448. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004057>
- Pédrón, J., Claire, B., Géraldine, T., Perrine, P. & Marie-anne, B. (2019). *Pectobacterium aquaticum* sp. nov, isolated from waterways. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 69(3), 745–751. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.003229>
- Pegg, K. G., Coates, L. M., O'Neill, W. T. & Turner, D. W. (2019). The Epidemiology of Fusarium Wilt of Banana. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1395. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01395>
- Pei, S., Dong, R., Bao, Y., He, R. L. & Yau, S. S. T. (2020). Classification of genomic components and prediction of genes of Begomovirus based on subsequence natural vector and support vector machine. *PeerJ*, 8. <https://doi.org/10.7717/peerj.9625>
- Pérez-Vicente, L. (2015). Las mejores prácticas para la prevención de la raza 4 tropical de la marchitez por *Fusarium* y otras enfermedades exóticas en fincas bananeras. *Fitosanidad*, 19(3), 243–250.
- Pérez, H., Chávez, E. C., Ortíz, J.C., Beache, M. B., Vargas, L. T. & Ochoa, Y. M. (2019). First report of *Phytophthium vexans* causing the "Avocado sadness" in Michoacan, Mexico. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, 88(1), 11–13. <https://doi.org/10.32604/phyton.2019.04608>
- Pérez-López, E., Luna-Rodríguez, M., Olivier, C. Y., & Dumonceaux, T. J. (2016). The underestimated diversity of phytoplasmas in Latin America. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 66(1), 492–513. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.000726>
- Perilla-Henao, L. M. & Franco-Lara, L. (2014). Especies Arbóreas de las Familias Euphorbiaceae, Pittosporaceae y Salicaceae son Infectadas por 'Ca. Phytoplasma fraxini' y 'Ca. Phytoplasma asteris' en Infecciones Mixtas en Bogotá, Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 9(2), 248. <https://doi.org/10.18359/rfcb.386>
- Pérombelon, M. C. M. (2002). Potato diseases caused by soft rot erwinias: an overview of pathogenesis. *Plant Pathology*, 51, 1–12. <https://doi.org/10.1046/j.0032-0862.2001.Shorttitle.doc.x>
- Pietersen, G., Arrebola, E., Breytenbach, J., Korsten, L., Le Roux, H. F., La Grange, H., Lopes, S. A., Meyer, J. B., Pretorius, M. C., Schwerdtfeger, M., van Vuuren, S. P. & Yamamoto, P. (2010). A Survey for 'Candidatus Liberibacter' Species in South Africa Confirms the Presence of Only 'Ca. L. africanus' in Commercial Citrus. *Plant disease*, 94(2), 244–249. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-2-0244>
- Plazas, M. C., De Rossi, R. L., Brücher, E., Guerra, F. A., Vilaró, M., Guerra, G. D., Wu, G., Ortiz-Castro, M. C. & Broders, K. (2018). First Report of *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum* Causing Bacteria Leaf Streak of Maize (*Zea mays*) in Argentina. *Plant Disease*, 102(5), 1026–1026. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-17-1578-PDN>

Ploetz, R.C. (2015). Fusarium wilt of banana: some history and current status of the disease. *Phytopathology*, 105, 1512-1521. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-04-15-0101-RVW>

Ploetz, R. C. (2006). Fusarium Wilt of Banana Is Caused by Several Pathogens Referred to as *Fusarium oxysporum* f. Sp. *cubense*. *Phytopathology*, 96(6), 653-656. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0653>

Poghosyan, A., Hernandez Gonzalez, J., Lebsky, V., Oropeza, C., Narvaez, M., & Leon de la Luz, L. (2019). First Report of 16SrIV Palm Lethal Yellowing Group Phytoplasma ('*Candidatus* Phytoplasma palmae') in Palmilla de Taco (*Brahea brandegeei*) and Palma Colorada (*Washingtonia robusta*) in the State of Baja California Sur, Mexico. *Plant Disease*, 103(8), 2122. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-19-0247-PDN>

Portier, P., Pédrón, J., Taghouti, G., Dutrieux, C. & Barny, M.-A. (2020). Updated Taxonomy of *Pectobacterium* Genus in the CIRM-CFBP Bacterial Collection: When Newly Described Species Reveal "Old" Endemic Population. *Microorganisms*, 8(9), 1441. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091441>

Portier, P., Pédrón, J., Taghouti, G., Fischer-Le Saux, M., Caullireau, E., Bertrand, C., Laurent, A., Chawki, K., Oulgazi, S., Moumni, M., Andrivon, D., Dutrieux, C., Faure, D., Hélias, V. & Barny, M. A. (2019). Elevation of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *odoriferum* to species level as *Pectobacterium odoriferum* sp. nov., proposal of *Pectobacterium brasiliense* sp. nov. and *Pectobacterium actinidiae* sp. nov., emended description of *Pectobacterium carotovorum* and description of *Pectobacterium versatile* sp. nov., isolated from streams and symptoms on diverse plants. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 69(10), 3207-3216. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.003611>

Poudel, B., Velázquez-del Valle, M. G., Hernández-Lauzardo, A. N. & Zhang, S. (2019). First Report of *Alternaria tomato* Causing Leaf Spot on Sunflower in Mexico. *Plant Disease*, 103(5), 1029-1029. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-18-1173-PDN>

Quaglino, F., Zhao, Y., Casati, P., Bulgari, D., Bianco, P. A., Wei, W. & Davis, R. E. (2013). '*Candidatus* Phytoplasma solani', a novel taxon associated with stolbur- and bois noir-related diseases of plants. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 63(8), 2879-2894. <https://doi.org/10.1099/ij.s.0.044750-0>

Querci, M. (1995). Detection of Potato Spindle Tuber Viroid in Avocado Growing in Peru. *Plant Disease*, 79(2), 196. <https://doi.org/10.1094/pd-79-0196>

Raddadi, N., Gonella, E., Camerota, C., Pizzinat, A., Tedeschi, R., Crotti, E., Mandrioli, M., Bianco, P. A., Daffonchio, D. & Alma, A. (2011). '*Candidatus* Liberibacter europaeus' sp. nov. that is associated with and transmitted by the psyllid *Cacopsylla pyri* apparently behaves as an endophyte rather than a pathogen. *Environmental microbiology*, 13(2), 414-426. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2010.02347.x>

Rapicavoli, J., Ingel, B., Blanco-Ulate, B., Cantu, D. & Roper, C. (2018). *Xylella fastidiosa*: an examination of a re-emerging plant pathogen. *Molecular plant pathology*, 19(4), 786-800. <https://doi.org/10.1111/mpp.12585>

Revers, F. & García, J. A. (2015). Molecular Biology of Potyviruses. En *Advances in Virus Research*, 92, 101-199. <https://doi.org/10.1016/bs.aivir.2014.11.006>

Richardson, D. (1995). The history of oil palm breeding in the united fruit company. *ASD Oil Palm Papers*, 11, 1-22.

Ristaino, J., Anderson, P., Beber, D., Brauman, K., Cunniffe, N., Fedoroff, N., Finegold, C., Garrett, K., Gilligan, C., Jones, C., Martin, M., MacDonald, G., Neenan, P., Records, A., Schmale, D., Tateosian, L. & Qingshan Wei. (2021). The persistent threat of emerging plant disease pandemics to global food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118, 23. <https://doi.org/10.1073/pnas.2022239118>

Rivas-Valencia, P., Domínguez-Monge, S., Santillán-Mendoza, R., Loeza-Kuk, E., Pérez-Hernández, O., Rodríguez-Quibrera,



- C. G. & Lomas-Barrié, C. (2020). Severe Citrus tristeza virus Isolates from Eastern Mexico Are Related to the T36 Genotype Group. *American Journal of Plant Sciences*, 11(10), 1521–1532. <https://doi.org/10.4236/ajps.2020.1110110>
- Rivas-Valencia, P., Loeza-Kuk, E., Domínguez-Monge, S. & Lomas-Barrié, C. (2017). Chronic infection of the citrus tristeza virus in *Citrus sinensis*/*C. aurantium* trees in a restrictive thermal regime in Yucatán. *Revista Chapingo: Serie horticultura*, 23(3), 188–202. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.11.028>
- Rodríguez-Negrete, E. A., Morales-Aguilar, J. J., Domínguez-Duran, G., Torres-Devora, G., Camacho-Beltrán, E., Leyva-López, N. E., Voloudakis, A. E., Bejarano, E. R. & Méndez-Lozano, J. (2019). High-throughput sequencing reveals differential begomovirus species diversity in non-cultivated plants in northern-pacific Mexico. *Viruses*, 11(7), 594. <https://doi.org/10.3390/v11070594>
- Rodríguez-Ramírez, R., Santillán-Galicia, M. T., Guzmán-Franco, A. W., Ortega-Arenas, L. D., Teliz-Ortiz, D., Sánchez-Soto, S. & Robles-García, P. L. (2019). Transmission of Citrus leprosis virus C by the Mite, *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae), on Four Species of Citrus. *Journal of Economic Entomology*, 112(6), 2569–2576. <https://doi.org/10.1093/jee/toz201>
- Rojas-Martínez, R. I., Zavaleta-Mejía, E., Lee, I.-M. y Aragón-García, A. (2009). Identificación de un aislamiento del grupo 16SrIII, *Candidatus* Phytoplasma pruni en plantas y semillas de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en México. *Agrociencia*, 43(8), 851–860.
- Roossinck, M. J., Martin, D. P. & Roumagnac, P. (2015). Plant Virus Metagenomics: Advances in Virus Discovery. *Phytopathology*, 105(6), 716–727. <https://doi.org/10.1094/PHTO-12-14-0356-RVW>
- Roossinck, M. J. (2012). Plant virus metagenomics: biodiversity and ecology. *Annual review of genetics*, 46, 359–369. <https://doi.org/10.1146/annurev-genet-110711-155600>
- Roossinck M. J. (2011). The big unknown: plant virus biodiversity. Current opinion in virology, 1(1), 63–67. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2011.05.022>
- Roper, M. C., Greve, L. C., Warren, J. G., Labavitch, J. M. & Kirkpatrick, B. C. (2007). *Xylella fastidiosa* requires polygalacturonase for colonization and pathogenicity in *Vitis vinifera* grapevines. *Molecular plant-microbe interactions*, 20(4), 411–419. <https://doi.org/10.1094/MPMI-20-4-0411>
- Rowe, S. L., Norman, J. S. & Friesen, M. L. (2018). Coercion in the Evolution of Plant-Microbe Communication: A Perspective. *Molecular plant-microbe interactions*, 31(8), 789–794. <https://doi.org/10.1094/MPMI-11-17-0276-CR>
- Sabaté, J., Laviña, A. & Batle, A. (2014). First Report of '*Candidatus* Phytoplasma pyri' Causing Peach Yellow Leaf Roll (PYLR) in Spain. *Plant Disease*, 98(7), 989. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-13-1105-PDN>
- Salehi, M., Izadpanah, K., Siampour, M., Bagheri, A. & Faghihi, S. M. (2007). Transmission of '*Candidatus* phytoplasma aurantifolia' to bakraee (*Citrus reticulata* hybrid) by feral *Hishimonus phycitis* leafhoppers in Iran. *Plant Disease*, 91(4), 466. <https://doi.org/10.1094/PDIS-91-4-0466C>
- Sánchez, A., Ayala, V., Landero, N. Tlatilpa, I. & Nieto, A. (2019). First Report of *Colletotrichum truncatum* of *Solanum lycopersicum* in Mexico. *Plant Disease*, 107, 7, <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-18-1809-PDN>
- Saponari, M., Boscia, D., Altamura, G., Loconsole, G., Zicca, S., D'Attoma, G., Morelli, M., Palmisano, F., Saponari, A., Tavano, D., Savino, V. N., Dongiovanni, C. & Martelli, G. P. (2017). Isolation and pathogenicity of *Xylella fastidiosa* associated to the olive quick decline syndrome in southern Italy. *Scientific Reports*, 5, 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17957-z>
- Sarfraz, S., Riaz, K., Oulghazi, S., Cigna, J., Sahi, S. T., Khan, S. H. & Faure, D. (2018). *Pectobacterium punjabense* sp. nov., isolated from blackleg symptoms of potato plants in Pakistan. *International journal of*

systematic and evolutionary microbiology, 68(11), 3551–3556. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.003029>

Sarkar, P. & Ghanim, M. (2020). Unravelling the Pathogenesis and Molecular Interactions of Liberibacter Phytopathogens with Their Psyllid Vectors. *Agronomy*, 10(8), 1132. <https://doi:10.3390/agronomy10081132>

Sarria, G. A., Martinez, G., Varon, F., Drenth, A. & Guest, D. I. (2016). Histopathological studies of the process of *Phytophthora palmivora* infection in oil palm. *European Journal of Plant Pathology*, 145(1), 39-51. <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0810-9>

Sawayanagi, T., Horikoshi, N., Kanehira, T., Shinohara, M., Bertaccini, A., Cousin, M.-T., Hiruki, C. & Namba, S. (1999). '*Candidatus* Phytoplasma japonicum', a new phytoplasma taxon associated with Japanese Hydrangea phyllody. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 49(3), 1275-1285. <https://doi.org/10.1099/00207713-49-3-1275>

Schneider, B., Torres, E., Martín, M. P., Schröder, M., Behnke, H. D. & Seemüller, E. (2005). '*Candidatus* Phytoplasma pini', a novel taxon from *Pinus silvestris* and *Pinus halepensis*. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 55(1), 303–307. <https://doi.org/10.1099/ijse.0.63285-0>

Scholthof, K. B. (2007). The disease triangle: pathogens, the environment and society. *Nature Reviews Microbiology*, 5, 152–156. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1596>

Seigner, L., Kappen, M., Huber, C., Kistler, M. & Köhler, D. (2008). First trials for transmission of Potato spindle tuber viroid from ornamental Solanaceae to tomato using RT-PCR and an mRNA based internal positive control for detection. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 115(3), 97-101. <https://doi.org/10.1007/BF03356246>

Sepúlveda, G. F., Salvatierra, R., Sandoval, C., & González, R. (2013). First report of tomato bacterial canker *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* on tomato crops in Arica. *Idesia*, 31(2), 99–101.

Serçe, Ç. U. & Yılmaz, S. (2020). First report of '*Candidatus* Phytoplasma trifolii' (16SrVI group) infecting cabbage (*Brassica oleracea*) in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 102(2), 553. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00443-y>

Silva, X., Roux, J. & Asiegbu, F. (2020). Diseases of Eucalypts in Paraguay and First Report of *Teratosphaeria zuluensis* from South America. *Forests*, 11, 10. <https://doi.org/10.3390/f11101035>

Singh, R. P., Ready, K. F. M. & Nie, S. (2003). Viroids of solanaceous species. En: A. Hadidi, R. Flores, J. W. Randles, and J. S. Semancik. (Eds.). Viroids: Properties, Detection, Diseases and their Control. CSIRO Publishing.

Soto, M., González, L., Peralta, E. L. y Pérez, R. (2008). Empleo de plantas de pepino como amplificador biológico para la detección del Viroide del enanismo del lúpulo (hsvd) en cítricos. *Revista de Protección Vegetal*, 23, 1-10.

Studholme, D. J., Wicker, E., Abrare, S. M., Aspin, A., Bogdanove, A., Broders, K., Dubrow, Z., Grant, M., Jones, J. B., Karamura, G., Lang, J., Leach, J., Mahuku, G., Nakato, G. V., Coutinho, T., Smith, J. & Bull, C. T. (2020). Transfer of *Xanthomonas campestris* pv. *arecae* and *X. campestris* pv. *musacearum* to *X. vasicola* (Vauterin) as *X. vasicola* pv. *arecae* comb. nov. and *X. vasicola* pv. *musacearum* comb. nov. and Description of *X. vasicola* pv. *vasculorum* pv. nov. *Phytopathology*, 110(6), 1153–1160. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-19-0098-LE>

Swisher Grimm, K. D. & Garczynski, S. F. (2019). Identification of a New Haplotype of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' in *Solanum tuberosum*. *Plant disease*, 103(3), 468–474. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-18-0937-RE>

Taheri, F., Nematzadeh, G., Zamharir, M. G., Nekouei, M. K., Naghavi, M., Mardi, M. & Salekdeh, G. H. (2011). Proteomic analysis of the Mexican lime tree response to '*Candidatus* Phytoplasma aurantifolia' infection. *Molecular BioSystems*, 7(11), 3028. <https://doi.org/10.1039/c1mb05268c>



- Talhinhas, P., Batista, D., Diniz, I., Vieira, A., Silva, D. N., Loureiro, A., Tavares, S., Pereira, A. P., Azinheira, H. G., Guerra-Guimarães, L., Várzea, V., & Silva, M. (2017). The coffee leaf rust pathogen *Hemileia vastatrix*: One and a half centuries around the tropics: Coffee leaf rust caused by *Hemileia vastatrix*. *Molecular Plant Pathology*, 18(8), 1039-1051. <https://doi.org/10.1111/mpp.12512>
- Tamime, A. (2019). *Ecogenomic characterization of Begomovirus in Natural and Agricultural ecosystems to understand the origin of new diseases*. [Tesis de doctorado, Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario De Investigación Para El Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa], Repositorio IPN 8(5).
- Tatineni, S. (2017). Wheat streak mosaic virus coat protein is a host-specific long-distance transport determinant in oat. *Virus Research*, 242, 37-42. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2017.08.014>
- Tedeschi, R., & Alma, A. (2006). *Fieberiella florii* (Homoptera: Auchenorrhyncha) as a vector of "Candidatus Phytoplasma mali". *Plant Disease*, 90(3), 284-290. <https://doi.org/10.1094/PD-90-0284>
- Teresani, G. R., Bertolini, E., Alfaro-Fernández, A., Martínez, C., Tanaka, F. A., Kitajima, E. W., Roselló, M., Sanjuán, S., Ferrándiz, J. C., López, M. M., Cambra, M. & Font, M. I. (2014). Association of 'Candidatus Liberibacter solanacearum' with a vegetative disorder of celery in Spain and development of a real-time PCR method for its detection. *Phytopathology*, 104(8), 804-811. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-13-0182-R>
- Texeira, D. C., Ayres, J., Kitajima, E. W., Danet, L., Jagoueix-Eveillard, S., Saillard, C. & Bové, J. M. (2005). First Report of a Huanglongbing-Like Disease of Citrus in Sao Paulo State, Brazil and Association of a New Liberibacter Species, "Candidatus Liberibacter americanus", with the Disease. *Plant disease*, 89(1), 107. <https://doi.org/10.1094/PD-89-0107A>
- Thangavelu, R., Saraswathi, M. S., Uma, S., Loganathan, M., Backiyarani, S., Durai, P., Raj, E. E., Marimuthu, N., Kannan, G. & Swennen, R. (2021). Identification of sources resistant to a virulent *Fusarium* wilt strain (VCG 0124) infecting Cavendish bananas. *Scientific Reports*, 11(1), 3183. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82666-7>
- Thompson S., Fletcher J.D., Ziebell H., Beard S., Panda P., Jorgensen N., Fowler S.V., Liefing L.W., Berry N. & Pitman A.R. (2013). First report of 'Candidatus Liberibacter europaeus' associated with psyllid infested Scotch broom. *New Disease Reports*, 27(1), 6. <http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2013.027.006>
- Tombion, L., Alderete, L., De La Torre, M., Agrofoglio, Y., Delfosse, V., Distefano, A. & Soto, M. (2019). First Report of Potato Virus Y in Ornamental Calibrachoa in Argentina. *Plant Disease*, 103(7), 1799-1799. <https://doi.org/10.1094/pdis-09-18-1673-pdn>
- Torres, G. A., Sarria, G. A., Varon, F., Coffey, M. D., Elliott, M. L. & Martinez, G. (2010). First Report of Bud Rot Caused by *Phytophthora palmivora* on African Oil Palm in Colombia. *Plant disease*, 94(9), 1163. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-9-1163A>
- Torres, G. A., Sarria, G. A., Martinez, G., Varon, F., Drenth, A. & Guest, D. I. (2016). Bud Rot Caused by *Phytophthora palmivora*: A Destructive Emerging Disease of Oil Palm. *Phytopathology*, 106(4), 320-329. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-09-15-0243-RVW>
- Torres, E., Botti S, Paltrinieri S, Martin M and Bertaccini A.(2002).First report of Spartium witches' broom disease in Spain. *Plant Pathology*, 51(6), 807. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2002.00777.x>
- Tsagris, E. M., Martínez de Alba, Á. E., Gozmanova, M. & Kalantidis, K. (2008). Viroids. *Cellular Microbiology*, 10(11), 2168-2179. <https://doi.org/10.1111/j.1462-5822.2008.01231.x>
- Vaca-Vaca, J. C., Morales-Euse, J., Rivera-Toro, D. M. & Lopez-Lopez, K. (2019). Primer reporte de begomovirus infectando cultivos de ají (*Capsicum* spp.) en Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 24(3), 452-462. <https://doi.org/10.15446/abc.v24n3.79367>

Valiunas, D., Staniulis, J. & Davis, E. (2006). 'Candidatus Phytoplasma fragariae', a novel phytoplasma taxon discovered in yellows diseased strawberry, *Fragaria x ananassa*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 277-281. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.63935-0>

Valente, J. B., Pereira, F. S., Stempkowski, L. A., Farias, M., Kuhnem, P., Lau, D., Fajardo, T. V. M., Nhani Junior, A., Casa, R. T., Bogo, A. & da Silva, F. N. (2019). A novel putative member of the family Benyviridae is associated with soilborne wheat mosaic disease in Brazil. *Plant Pathology*, 68(3), 588-600. <https://doi.org/10.1111/ppa.12970>

Valli, A., García, J. A. & López-Moya, J. J. (2015). Potyviridae, 1-10. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0000755.pub3>

Vamenani, R., Rahimian, H., Alavi, S.M., Pakdin Parizi, A. & Mirza Razzaz, T. (2019). Genetic diversity of hop stunt viroid from symptomatic and asymptomatic citrus trees in Iran. *Journal of Phytopathology*, 167, 484-489. <https://doi.org/10.1111/jph.12821>

Van der Wolf, J. M., De Haan, E. G., Kastelein, P., Krijger, M., De Haas, B. H., Velvis, H., Mendes, O., Kooman-Gersmann, M. & van der Zouwen, P. S. (2017). Virulence of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* on potato compared with that of other *Pectobacterium* and *Dickeya* species under climatic conditions prevailing in the Netherlands. *Plant Pathology*, 66(4), 571-583. <https://doi.org/10.1111/ppa.12600>

Van Regenmortel, M. H. & Mahy, B. W. (2004). Emerging issues in virus taxonomy. *Emerging infectious diseases*, 10(1), 8-13. <https://doi.org/10.3201/eid1001.030279>

Vasconez, I., Besoain, X., Vega-Celedón, P., Valenzuela, M. & Seeger, M. (2020). First Report of Bacterial Wilt Caused by *Ralstonia solanacearum* Phylotype IIB Sequevar 1 Affecting Tomato in Different Regions of Chile. *Plant Disease*, 104, 7. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-20-0181-PDN>

Velásquez, A. C., Castroverde, C. & He, S. Y. (2018). Plant-Pathogen warfare

under changing climate conditions. *Current biology*, 28(10), R619-R634. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.03.054>

Vélez, D., Rodríguez, J., Noreña, C., Varón, F. y Martínez, G., (2014). Desarrollo de *Phytophthora palmivora* en folíolos inmaduros de palma de aceite inoculados en condiciones *in vitro*. *Fitopatología Colombiana*, 37, 1-6.

Verdin, E., Salar, P., Danet, J., Choueiri, E., Jreijiri, F., El Zammar, S., Ge-lie, B., Bove, J., & Garnier, M. (2003). 'Candidatus Phytoplasma phoenicium' sp. nov., a novel phytoplasma associated with an emerging lethal disease of almond trees in Lebanon and Iran. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 53(3), 833-838. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.02453-0>

Verhoeven, J. Th. J., Hüner, L., Marn, M. V., Plesko, I. M. & Roenhorst, J. W. (2010). Mechanical transmission of Potato spindle tuber viroid between plants of *Brugmansia suaveolens*, *Solanum jasminoides* and potatoes and tomatoes. *European Journal of Plant Pathology*, 128(4), 417-421. <https://doi.org/10.1007/s10658-010-9675-0>

Waleron, M., Misztak, A., Waleron, M., Jonca, J., Furmaniak, M., & Waleron, K. (2019). *Pectobacterium polonicum* sp. nov. isolated from vegetable fields. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 69(6), 1751-1759. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.003387>

Warman, N. M. & Aitken, E. A. B. (2018). The Movement of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Sub-Tropical Race 4) in Susceptible Cultivars of Banana. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1748. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01748>

Wei, W., Pérez-López, E., Davis, R. E., Bermúdez-Díaz, L., Granda-Wong, C., Wang, J. & Zhao, Y. (2017). 'Candidatus Phytoplasma brasiliense'-related strains associated with papaya bunchy top disease in northern Peru represent a distinct geographic lineage. *Crop Protection*, 92, 99-106. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.10.024>

Weng, S. H., Tsai, W. S., Kenyon, L. & Tsai, C. W. (2015). Different transmission efficiencies may drive displacement of tomato



- begomoviruses in the fields in Taiwan. *Annals of Applied Biology*, 166(2), 321–330. <https://doi.org/10.1111/aab.12185>
- Widmark, A., Anderson, B., Lundhagen, A., Sandstrom, M. & Yuen, J. (2007). *Phytophthora infestans* in a single field in southwest Sweden early in spring: Symptoms, spatial distribution and genotypic variation. *Plant Pathology*. 56(4), 573–579. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01618.x>
- Winks, C. J., Andersen, M. T., Charles, J. G. & Beever, R. E. (2014). Identification of *Zelionus oppositus* (Hemiptera: Cixiidae) as a vector of "Candidatus Phytoplasma australiense." *Plant Disease*, 98(1), 10–15. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-13-0421-RE>
- Wolf, J. M., Haan, E. G., Kastelein, P., Krijger, M., Haas, B. H., Velvis, H., Gersmann, M. & Zouwen, P. (2017). Virulence of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* on potato compared with that of other *Pectobacterium* and *Dickeya* species under climatic conditions prevailing in the Netherlands. *Plant Pathology*, 66, 571–583. <https://doi.org/10.1111/ppa.12600>
- Wylie, S. J., Adams, M., Chalam, C., Kreuze, J., López-Moya, J. J., Ohshima, K., Praveen, S., Rabenstein, F., Stenger, D., Wang, A. & Zerbin, F. M. (2017). ICTV virus taxonomy profile: Potyviridae. *Journal of General Virology*, 98(3), 352–354. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.000740>
- Yap, M., Barak, J. D., & Charkowski, A. O. (2004). Genomic Diversity of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* and Its Correlation with Virulence. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(5), 3013–3023. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.5.3013-3023.2004>
- Yokomi R. (2019). CTV Vectors and Interactions with the Virus and Host Plants. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9558-5_4
- Zhao, Y., Sun, Q., Wei, W., Davis, R.E., Wu, W. & Liu, Q. (2009). 'Candidatus Phytoplasma tamaricis', a novel taxon discovered in witches'-broom-diseased salt cedar (*Tamarix chinensis* Lour.). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59(10), 2496–2504. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.010413-0>
- Zheng, Q., Wang, X., Zhou, J. & Ma, Y. (2020). Complete genome sequence of a new member of the genus Badnavirus from red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). *Archives of Virology*, 165(3), 749–752. <https://doi.org/10.1007/s00705-019-04503-7>
- Zheng, S.-J., García-Bastidas, F. A., Li, X., Zeng, L., Bai, T., Xu, S., Yin, K., Li, H., Fu, G., Yu, Y., Yang, L., Nguyen, H. C., Douangboupha, B., Khaing, A. A., Drenth, A., Seidl, M. F., Meijer, H. J. G. & Kema, G. H. J. (2018). New Geographical Insights of the Latest Expansion of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Tropical Race 4 Into the Greater Mekong Subregion. *Frontiers in Plant Science*, 9, 457. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00457>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.



Licencia de Creative Commons

Revista de Investigación Agraria y Ambiental is licensed under a Creative Commons Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual 4.0 Internacional License.

