

Distribución, plantas hospederas y ácaros vectores del virus de la leprosis de los cítricos en Colombia

Autores

Guillermo A. León M.

Juan Carlos Campos P.

Yudy Alejandra Guevara

Avijit Roy

Distribución, plantas hospederas y ácaros vectores del virus de la leprosis de los cítricos en Colombia

Guillermo A. León M.
Juan Carlos Campos P.
Yudy Alejandra Guevara
Avijit Roy

Distribución, plantas hospederas y ácaros vectores del virus de la leprosis de los cítricos en Colombia. / León Martínez, Guillermo Adolfo [y otros tres] – Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2023.

88 páginas (Colección Nuevo Conocimiento Agropecuario)
Incluye fotografías y tablas.
ISBN e-Book: 978-958-740-642-9

1. Frutas cítricas 2. *Brevipalpus* 3. Enfermedades de las plantas 4. Análisis microbiológico 5. Diagnóstico de laboratorio. I. León Martínez, Guillermo Adolfo II. Campos Pinzón, Juan Carlos III. Guevara, Yudy Alejandra IV. Avijit, Roy.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Centro de Investigación La Libertad. Kilómetro 17, vía Puerto López, Meta. Código postal 502008, Colombia.

Esta publicación es resultado de investigación del proyecto "Investigación básica y estratégica sobre virus de la leprosis de los cítricos (CiLVs), enfermedad cuarentenaria presente en Colombia", como parte del convenio USDA - AGROSAVIA 19-8130-0815-CA con código interno AGROSAVIA ID 1000820, el cual estuvo en el marco del macroproyecto "Investigación y desarrollo de tecnologías sostenibles para el mejoramiento de los sistemas productivos de cítricos en Colombia".

Colección: Nuevo Conocimiento Agropecuario
Tipología: Libro Resultado de Investigación

Fecha de recepción: 8 de septiembre de 2022
Fecha de evaluación: 26 de diciembre 2022
Fecha de aceptación: 5 de junio de 2022

Publicado: Julio de 2023

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA
editorial@agrosavia.co
Dirección editorial: Astrid Verónica Bermúdez Díaz
Edición: Lilibian Gaona García
Corrección de estilo: Nathalie De la Cuadra Núñez N.
Fotografías: Juan Carlos Campos Pinzón y Guillermo León M., con excepción de las que tienen crédito en el pie de foto.
Diagramación: María Paula Berón Ramírez

Citación sugerida: León M., G. A., Campos P., J. C., Guevara, Y. A., & Roy, A. (2023). *Distribución, plantas hospederas y ácaros vectores del virus de la leprosis de los cítricos en Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.investigacion.7406429>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones y de la información recogida en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
www.agrosavia.co



https://co.creativecommons.org/?page_id=13



Contenido

Agradecimientos	11
Introducción	15
Metodología	25
Recolección de muestras vegetales con síntomas y ácaros vectores de CiLV en los núcleos de producción cítrica de Colombia	25
Optimización y desarrollo de técnicas moleculares para la identificación de virus CiLV	26
Resultados	29
Resultados de los laboratorios del USDA, APHIS, PPQ	29
Resultados de AGROSAVIA, Centro de Investigación La Libertad	30
Plantas hospederas de CiLV	30
Familia Araceae	38
Familia Apocynaceae	43
Familia Araliaceae	43
Familia Asparagaceae	44
Familia Cannaceae	45
Familia Clusiaceae	45
Familia Costaceae	46
Familia Commelinaceae	47

Familia Cycadaceae	48
Familia Heliconiaceae	49
Familia Hydrangeaceae	49
Familia Iridaceae	50
Familia Malvaceae	51
Familia Marantaceae	52
Familia Orchidaceae	53
Familia Passifloraceae	60
Familia Rosaceae	61
Familia Rutaceae	62
Familia Smilacaceae	65
Familia Solanaceae	65
Familia Strelitziaceae	66
Familia Zingiberaceae	67
El ácaro vector en Colombia	69
Dispersión de CiLV en Colombia	72
Conclusiones	77
Referencias	79

Lista figuras

Figura 1	Aglaonema (<i>Aglaonema</i> sp.). Positivo para CiLV-C2H	38
Figura 2	Bore (<i>Alocasia macrorhiza</i>). Positivo para CiLV-C y CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	38
Figura 3	Anturio (<i>Anthurium</i> sp.). Positivo para CiLV-C2H	39
Figura 4	Difenbaquia (<i>Dieffenbachia</i> sp.). Positivo para CiLV-C2H e infecciones mixtas CiLV-C+CiLV-C2H y CiLV-C2+CiLV-C2H	39
Figura 5	Mostera (<i>Monstera</i> sp.). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	40
Figura 6	Care vaca (<i>Philodendron burle</i>). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	40
Figura 7	Balazo (<i>Philodendron bipinnatifidum</i>). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	41
Figura 8	Pata de gallo (<i>Syngonium</i> sp.). Positivo para CiLV-C2H	41
Figura 9	Chonque (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>). Positivo para CiLV-C2H	42
Figura 10	Laurel rosa (<i>Nerium oleander</i>). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	43
Figura 11	Aralia (<i>Fatsia japónica</i>). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	43
Figura 12	Caña de indio (<i>Cordyline fruticosa</i>). Positivo para CiLV-C2 e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	44
Figura 13	Achira (<i>Canna indica</i>). Positivo para infecciones mixtas CiLV-C+CiLV-C2+CiLV-C2H	45
Figura 14	Copey (<i>Clusia rosea</i>). Positivo para CiLV-C2H	45
Figura 15	Caña de la virgen (<i>Costus</i> sp.). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	46
Figura 16	Jengibre azul (<i>Dichorisandra</i> sp.). Positivo para CiLV-C2H	47
Figura 17	Palma cica (<i>Cycas</i> spp.). Positivo para CiLV-C2H e infecciones mixtas CiLV-C2+CiLV-C2H; CiLV-C+CiLV-C2+CiLV-C2H	48
Figura 18	Heliconia (<i>Heliconia rostrata</i>). Positivo para CiLV-C2H	49
Figura 19	Hortensia (<i>Hydrangea arborescens</i>). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	49
Figura 20	Lirio (<i>Lilium</i> spp.). Positivo para CiLV-C2H	50

Figura 21	Cayena o Cayene (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>). Positivo para CiLV-C2 y CiLV-C2H, e infecciones mixtas CiLV-C2+CiLV-C+CiLV-C2H; CiLV-C+CiLV-C2+CiLV-C2H	51
Figura 22	Bijao (<i>Calathea lutea</i>). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	52
Figura 23	Orquídea ada (<i>Ada</i> sp.). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	53
Figura 24	Orquídea bambú (<i>Arundina graminifolia</i>). Positivo para CiLV-C2 y CiLV-C2H, e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	54
Figura 25	Orquídea catleya (<i>Cattleya</i> sp.). Positivo para CiLV-C2H	55
Figura 26	Orquídea (<i>Dendrobium</i> sp.). Positivo para CiLV-C2 y CiLV-C2H, e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	55
Figura 27	Orquídea (<i>Eriopsis biloba</i>). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	56
Figura 28	Orquídea (<i>Maxillaria</i> sp.). Positivo para CiLV-C2 y CiLV-C2H, e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	56
Figura 29	Orquídea (<i>Peristeria</i> sp.). Positivo para CiLV-C2H	57
Figura 30	Orquídea (<i>Phallaenopsis</i> sp.). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	57
Figura 31	Orquídea (<i>Sobralia</i> sp.). Positivo para CiLV-C2	58
Figura 32	Orquídea (<i>Spathoglottis</i> sp.). Positivo para CiLV-C2H	58
Figura 33	Orquídea (<i>Stanhopea</i> sp.). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	59
Figura 34	Orquídea (<i>Vanda</i> spp.). Positivo para CiLV-C2H	59
Figura 35	Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	60
Figura 36	Rosa (<i>Rosa chinensis</i>). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	61
Figura 37	Níspero del japon (<i>Eriobotrya japonica</i>). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	61
Figura 38	Limón mandarino (<i>Citrus x limonia</i>). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	62
Figura 39	Mandarino (<i>Citrus reticulata</i>). Positivo CiLV-C2 y CiLV-C2H, e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	62

Figura 40	Naranja (<i>Citrus sinensis</i>). Positivo para CiLV-C2H y CiLV-C2, e infecciones mixtas CiLV-C2+CiLV-C2H; CiLV-C+CiLV-C2+CiLV-C2H	63
Figura 41	Suingle (<i>Swinglea glutinosa</i>). Positivo para CiLV-C2H y CiLV-C2, e infecciones mixtas CiLV-C2+CiLV-C2H; CiLV-C+CiLV-C2+CiLV-C2H	64
Figura 42	Zarzaparrilla (<i>Smilax</i> sp.). Positivo para CiLV-C2H	65
Figura 43	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	65
Figura 44	Ave del paraíso (<i>Strelitzia reginae</i>). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	66
Figura 45	Ginger (<i>Alpinia purpurata</i>). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	67
Figura 46	Azucena de porcelana (<i>Alpinia zerumbet</i>). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	67
Figura 47	Bastón del emperador (<i>Etilingera elatior</i>). Positivo para CiLV-C2H y CiLV-C2, e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	68
Figura 48	Ginger rojo (<i>Zingiber zerumbet</i>). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H	68
Figura 49	Adulto y huevo del ácaro <i>Brevipalpus yothersi</i> vector de CiLV. El tamaño del adulto es de 0,5 mm; ambos están sobre la cascara de un fruto de naranja	69
Figura 50	Microfotografía en vista dorsal del ácaro rojo plano <i>Brevipalpus yothersi</i> , vector del virus de la leprosis de los cítricos	71
Figura 51	Mapa de distribución de la leprosis de los cítricos causada por diferentes especies de virus CiLV detectados en Colombia	74

Lista tablas

Tabla 1	Plantas hospederas positivas al CiLV en Colombia	32
----------------	--------------------------------------------------	----





Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y al Servicio de Inspección Sanitaria de Plantas y Animales (APHIS), por la financiación del proyecto y los servicios técnicos y científicos prestados. Al programa de Protección y Cuarentena de Plantas (PPQ), por el apoyo logístico y científico para el diagnóstico de virus en las muestras colectadas en Colombia.

A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), por el soporte en el área del Laboratorio de Biotecnología del Centro de Investigación La Libertad y la logística administrativa para el cumplimiento y el logro de los resultados del convenio.

A los investigadores Chellappan Padmanabhan, del Department of Plant Pathology, North Carolina State University, Raleigh; a Schyler Nunziata, Yazmin Rivera y Mark K. Nakhla del USDA, APHIS, PPQ, Science and Technology (S&T), Beltsville Laboratory, Laurel (Maryland), por todo el apoyo y el trabajo durante el desarrollo de la presente investigación.

A Alexandra Sierra, del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), por su apoyo científico y taxonómico en la identificación y confirmación de la especie de ácaro *Brevipalpus yothersi*.

A los investigadores Demian Takumasa Kondo y José Mauricio Montes; a los profesionales de apoyo a la investigación de AGROSAVIA: Claudia Milena Flórez, Yenifer Campos Patiño y Carlos Esteban Brochero, por su decidida colaboración en el desarrollo del proyecto, en especial en la colecta y el envío de muestras para su análisis y procesamiento en el laboratorio del Centro de Investigación La Libertad.







Introducción

¿Por qué es importante la leprosis de los cítricos?

La leprosis de los cítricos es reconocida mundialmente como una enfermedad de importancia cuarentenaria y económica; es una amenaza para la industria cítrica, pues debido a su presencia se podrían cerrar los mercados internacionales de fruta fresca con naciones que no la tienen, como Estados Unidos y varios de los países de Europa y Asia (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA, por sus siglas en inglés], 2004; Rodrigues et al., 2003).

Después de comprobarse su dispersión por los países de Centroamérica, Suramérica y el sur de México, la leprosis de los cítricos ha incrementado su importancia en el sector agrícola (Bastianel et al., 2006; Rodrigues et al., 2003). En Brasil, a partir de 1990 cuando la leprosis se tornó endémica, la importancia de la enfermedad aumentó porque la estrategia de manejo es costosa y tiene un promedio de 9 a 12 aplicaciones de acaricidas para el control del ácaro vector; para el año 2000 se calculó en cerca de cien millones de dólares anuales el valor de los acaricidas para el control del ácaro transmisor de la leprosis en Brasil y representó el 25% del total de los costos de producción de cítricos (Freitas et al., 2005; Kitajima et al., 2004; Rodrigues et al., 2003). La leprosis está presente en casi todos los países del centro y el sur de América, ha afectado la producción de cítricos y causado pérdidas económicas en Argentina, Brasil, Panamá, Uruguay, Venezuela, Bolivia, Costa Rica, Guatemala,

Honduras, México y Colombia (Freitas-Astúa et al., 2004; Freitas, 2005; León M., Realpe et al., 2006; Mejía et al., 2005; Organización Norteamericana de Protección a las Plantas [NAPPO], 2005).

La leprosis de los cítricos es de gran importancia para Colombia, pues existe una demanda creciente por parte de los mercados internacionales por frutas frescas y, en especial, por cítricos producidos en la región tropical. Los países con los cuales Colombia tiene tratados de libre comercio (TLC), que no tienen la enfermedad, como Estados Unidos y Canadá, Martinica y Guadalupe, Inglaterra y Países Bajos, así como países del mercado asiático, principalmente Japón y China, y que han tenido o proyectan importaciones de cítricos y productos agropecuarios provenientes de Colombia, pueden cerrar importaciones de productos agropecuarios desde Colombia en caso de una detección del ácaro vector *Brevipalpus yothersi* (Acarina: Tenuipalpidae) en los cargamentos de exportación. Este escenario es importante porque el área sembrada en el país y las exportaciones de cítricos han tenido durante los últimos años incrementos muy significativos.

Entre 2011 y 2020 las exportaciones colombianas de cítricos registraron un crecimiento anual del 30%. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR, 2018b), en Colombia existían 160.408 hectáreas sembradas con cítricos y 63.795 unidades productivas dedicadas a la citricultura. Según el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2018), durante 2017 Colombia exportó 28.130 toneladas de cítricos con destino a diferentes países y el valor de las exportaciones de naranja alcanzó los USD4,9 millones. Para 2019, Colombia obtuvo una producción de 1.206.856 toneladas de cítricos. De acuerdo con Procolombia (2021), citando al DANE, en 2020 las exportaciones de naranja crecieron un 79% con respecto al año anterior, con 24.631 toneladas netas exportadas, principalmente a Curazao, Ecuador, Emiratos Árabes, Estados Unidos y Francia. Las exportaciones de lima Tahití acumularon en 2020 USD31,1 millones, mientras que las de naranja sumaron USD11,2 millones, ambas con un buen posicionamiento en los mercados internacionales. Las

exportaciones de cítricos hacia Estados Unidos entre enero y agosto de 2021 lograron USD13,3 millones, lo cual representa un crecimiento del 27% con respecto al mismo periodo del año anterior, cuando se exportaron USD3,6 millones. Estos datos muestran el crecimiento extraordinario de las exportaciones de cítricos en Colombia durante los últimos años y la tendencia continúa en crecimiento. Además, según el MADR (2018a), la Unión Europea se ha convertido en el segundo destino de exportaciones de los productos del agro colombiano, con una participación de 30%, mientras que el primer lugar lo ocupa Estados Unidos con el 38%. Las exportaciones agropecuarias de Colombia hacia la Unión Europea, después de cinco años de TLC, sumaron alrededor de USD10.000 millones, y los principales productos que se exportaron en fresco fueron bananos o plátanos, que representaron USD3.500 millones de ingresos; luego el café, con USD3.800 millones, seguido de las flores, con USD657 millones, y los aguacates con USD137; todos estos productos son hospederos del ácaro *B. yothersi* en Colombia, por lo cual se encuentra en riesgo su exportación.

Algo de historia. Especies de virus de la leprosis de los cítricos (CiLV) en Colombia

El virus de la leprosis de los cítricos (CiLV) no es un virus común en las plantas (Bastianel et al., 2006; Bastianel et al., 2010) y, teniendo en cuenta su morfología, se asumía que era un virus de la familia Rhabdoviridae. Pascon et al. (2006) secuenciaron el genoma y los síntomas de la leprosis se relacionaron con dos tipos de virus de acuerdo con su ubicación dentro de las células afectadas: el citoplasmático (CiLV-C), cuando se presenta en el citoplasma, y el nuclear (CiLV-N), cuando se aloja en el núcleo de las células infectadas (Bastianel et al., 2006; Guerra-Moreno et al., 2007). Recientemente se definió que CiLV pertenece a la familia Kitaviridae; el citoplasmático se clasifica dentro de los géneros *Cilevirus* e *Higrevirus*, mientras que el nuclear pertenece al género *Dichorhavirus*. También se encontró que el Hibiscus Green Spot Virus 2 (HGSV 2) causa síntomas similares a los de la leprosis (Melzer et al., 2013; Padmanabhan et al., 2023; Roy et al., 2013).

El CiLV puede causar síntomas en hojas, ramas y frutos de los cítricos. Los naranjos dulces son los más susceptibles; los mandarinos y las toronjas presentan una susceptibilidad media a la enfermedad, mientras que las naranjas ácidas, las limas ácidas, los limones y tangelos muestran menor susceptibilidad (Locali et al., 2004; Rodrigues et al., 2001). Según Rodrigues et al. (2001), en el estado de São Paulo, Brasil, cuando el inóculo del virus está presente en el campo y el ácaro vector no es controlado, una plantación completa se puede contaminar en dos o tres años; por esto, gran parte de los estudios sobre control de leprosis se enfoca en el manejo del ácaro vector, para lo cual es necesario conocer sus mecanismos de dispersión (Alves et al., 2005). De acuerdo con León M., Realpe et al. (2006), las lesiones de leprosis crecen de 5 a 7 mm de diámetro cada 15-20 días y cuando la severidad de la enfermedad es mayor que el 30 %, la caída de las hojas afectadas ocurre en promedio 70 días después de que aparece la primera lesión.

En Colombia, se han detectado varias especies de virus de la leprosis de los cítricos; sin embargo, antes de la presente investigación, se desconocía su distribución e incidencia en las diferentes regiones productoras de cítricos del país, así como las plantas hospederas distintas a cítricos que podrían albergar la enfermedad. Entre 2006 y 2012, el virus de la leprosis nuclear (CiLV-N) y dos especies de virus de la leprosis citoplasmática (CiLV-C y CiLV-C2) fueron reportados en los departamentos de Meta y Casanare (León M., 2012). En 2008, en Colombia se reportó por primera vez en el mundo la *Swinglea glutinosa* como planta diferente a cítricos hospedera natural del CiLV. La importancia de esta planta radica en que es utilizada en todo el país como cerca viva (León M. et al., 2008). Luego, se detectaron infecciones mixtas por CiLV-N, CiLV-C y CiLV-C2 en naranjos y mandarinos (León Martínez, 2013; Roy et al., 2013) y también infección natural por CiLV-C2 en otra planta no cítrica (*Hibiscus rosa-sinensis*). La dispersión de la enfermedad fue confirmada en Cundinamarca y Tolima en 2014, mediante diagnóstico de CiLV-C2.

Las pruebas de diagnóstico molecular RT-PCR (transcripción, reversa y reacción en cadena de la polimerasa), con los iniciadores previamente utilizados para su identificación, presentaron inconsistencias entre 2006 y 2011 en Colombia (Lenis & Angel, 2010; León M., 2012; León Martínez, 2013; Roy et al., 2013); esto no permitió obtener el diagnóstico del agente causal de la enfermedad en el país y abrió interrogantes sobre la identificación del virus. Por ello, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA, en ese momento Corpoica), la Universidad de Florida y el USDA, mediante convenio cooperativo durante 2009 y 2014, secuenciaron fragmentos pequeños del genoma en RNA (*small* RNA-sRNA) extraídos de lesiones típicas de leprosis de plantas provenientes de los departamentos de Meta y Casanare. Con esto se elaboró un análisis filogenético del virus y se desarrollaron nuevos iniciadores para su detección mediante pruebas moleculares basadas en análisis RT-PCR. Como resultado, se determinó la presencia de varias especies de virus de la leprosis de los cítricos en Colombia: dos del tipo citoplasmático (CiLV-C y CiLV-C2), que se encuentran en el citoplasma de las células del parénquima de las plantas, y una del tipo nuclear (CiLV-N), que se localiza en el núcleo de las células; ambas se clasifican en el género *Cilevirus* (Comité Internacional de Taxonomía de Virus [ICTV, por sus siglas en inglés], 2021; Roy et al., 2015). Con esos resultados se concluyó en 2015 que los agentes etiológicos asociados a la leprosis de los cítricos en el país son CiLV-C, CiLV-C2 y CiLV-N; estos se pueden presentar simultáneamente y causar infecciones mixtas. También se determinó que el virus prevalente en los departamentos del Meta y Casanare es el CiLV-C2 (Roy et al., 2013; Roy et al., 2014; Roy et al., 2015). Es importante resaltar que en la actualidad los tres tipos de CiLV que causan la leprosis de los cítricos fueron elevados a la categoría de especie según el listado maestro de especies de virus #37, publicado por el ICTV (2021); razón por la cual se seguirán nombrando de esta manera en el documento.

Recientemente, en muestras de tejido de árboles de naranja dulce recolectadas en Meta y Casanare se descubrió la especie CiLV-C2H, la cual infecta principalmente *Hibiscus*. Esta especie del CiLV se encontró en infección mixta con CiLV-C2 y representa el primer

reporte de la especie CiLV-C2H que infecta a una planta cítrica. CiLV-C2H anteriormente solo había sido reportada en plantas de *Hibiscus* en Hawái y Florida, Estados Unidos (Roy et al., 2014; Roy et al., 2015; Roy et al., 2018).

Respecto a la diseminación del virus en Colombia, Bastianel et al. (2010) mencionaron la presencia de CiLV en Ibagué, Tolima, lo cual significa que para 2010 el virus había logrado traspasar la barrera natural de la cordillera occidental y situarse en el centro del país. Corpoica, en 2014, reportó oficialmente la presencia de CiLV-C en los departamentos de Tolima y Cundinamarca en naranja Valencia y naranja común (*Citrus sinensis*), swingle (*Swinglea glutinosa*) y cayena (*Hibiscus* sp.) (Corpoica, 2014), por lo cual era necesario efectuar estudios sobre la distribución de los virus que producen leprosis en los cítricos, las plantas hospederas y la diseminación de sus ácaros vectores *Brevipalpus* spp. en Colombia.

A pesar de los estudios que se han realizado en Colombia respecto a este tema, antes del presente trabajo se desconocía la incidencia de CiLV, sus vectores y sus plantas hospederas alternas en las principales regiones productoras de cítricos del país. El proyecto del cual surge esta publicación buscó dar respuesta a una demanda priorizada por la cadena citrícola para determinar la distribución de las diferentes especies de CiLV reportadas en Meta, Tolima y Casanare, y la de sus ácaros vectores y plantas hospederas en las principales regiones productoras de cítricos de Colombia. Asimismo, buscó aportar nuevas técnicas de detección molecular y facilitar información que favorezca el diagnóstico y la toma de decisiones para el manejo de la enfermedad en el país.

Teniendo en cuenta la importancia del virus de la leprosis de los cítricos como enfermedad cuarentenaria, es imprescindible conocer su distribución en Colombia, así como las plantas hospederas alternas que facilitan su establecimiento y dispersión por diferentes regiones. Esta información se describe en el presente documento con el objetivo de contribuir a la toma de decisiones de manejo fitosanitario y control legal, para así evitar las restricciones que

tendrían las exportaciones de cítricos y otros productos agrícolas de exportación que pueden ser hospederos de los ácaros *Brevipalpus yothersi* y *B. californicus*, vectores de CiLV.

El ácaro vector *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae)

El ácaro rojo plano *Brevipalpus yothersi* (Acarina: Tenuipalpidae) es el principal trasmisor o vector del virus de la leprosis de los cítricos; forma parte de un complejo de especies de ácaros que se presentan en cítricos, se alimentan de savia y contenidos celulares de las plantas, como el ácaro tostador de los cítricos (*Phyllocoptruta oleivora*), el ácaro blanco tropical (*Polyphagotarsonemus latus*), el ácaro rojo (*Panonychus citri*), las arañitas rojas (*Tetranychus* spp.) y el ácaro hindú (*Schizotetranychus hindustanicus*) entre otros (León & Kondo, 2017).

Un factor de gran importancia para la diseminación del virus es que el ácaro transmisor *B. yothersi* tiene más de 486 especies de plantas hospederas diferentes a los cítricos (Childers, et al., 2003), dentro de las cuales se encuentran frutales, ornamentales, flores y varios productos cultivados como café y banano; por esta razón, podría ser transportado y detectado en cualquiera de las exportaciones de productos agrícolas. Esto representa un alto riesgo de restricción para el comercio internacional de cítricos, frutas frescas, flores, ornamentales u otros productos agrícolas hacia países que no reportan la enfermedad.

Se sabe que los virus CiLV-C y CiLV-N son transmitidos principalmente por ácaros del género *Brevipalpus*. El ácaro vector de CiLV fue identificado inicialmente en Colombia como *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) (León M., Realpe et al., 2006; Mesa & Valencia, 2013); Beard et al. (2012) definieron la existencia de varios grupos *phoenicis* y establecieron que la especie *B. phoenicis* de Colombia pertenece al grupo II, la cual no es *B. phoenicis sensu stricto* (estrictamente); posteriormente, Beard et al. (2015) determinaron que la especie presente en Colombia es *Brevipalpus*

yothersi, la cual es vector del CiLV; además, los autores aclaran que esta especie se conocía antes como *B. phoenicis*.

Los ácaros del género *Brevipalpus* tienen un amplio rango de plantas hospederas y se presentan tanto en cítricos como en plantas no cítricas que son exportadas del centro y del sur América hacia Norteamérica, Europa y Asia (Childers et al., 2003; Rodrigues et al., 2003). El ácaro rojo plano *B. yothersi* es el más diseminado y eficaz vector de CiLV en el mundo; otras especies como *B. californicus*, *B. inornatus* y *B. obovatus* (Acarina: Tenuipalpidae) han sido relacionadas también como vectores de estos virus, pero con poca frecuencia (Childers et al., 2001; Kitajima et al., 2003; Rodrigues et al., 2003; Rodrigues & Childers, 2013; Roy et al., 2013).

El ICA reportó la especie *B. phoenicis* (ahora *B. yothersi*) en varios cultivos y frutales hospederos, como cacao (*Theobromacacao*), guayaba (*Psidium guajaba*), varias especies de *Passiflora* spp., zapote (*Mathisia cordata*), vid (*Vitis vinifera* L.), papayo (*Carica papaya* L.), ciruelos (*Prunus domestica*) y varias especies de cítricos (*Citrus sinensis*, *C. reticulata* y *C. latifolia*) (Posada Ochoa, 1989); *Brevipalpus phoenicis* también es reportado en yuca (*Manihot esculenta*) (Belloti, et al., 1982). En un estudio que se llevó a cabo en el Valle del Cauca, *B. yothersi* fue la especie predominante, distribuida en 15 de las 25 localidades estudiadas, en 44 especies de plantas hospederas diferentes que incluyen los cítricos. En dicho estudio, *Brevipalpus obovatus* también fue reportado en cítricos mandarino (*C. reticulata*), naranjo (*C. sinensis*), lima Tahití (*C. latifolia*), Kumquat (*Fortunella japonica*) y Swinglea (*Swinglea glutinosa*) (Mesa & Valencia, 2013).







Metodología

Para dar respuesta a las demandas priorizadas por la cadena de cítricos en cuanto a distribución, plantas hospederas y vectores de leprosis presentes en Colombia, se realizó un diagnóstico de CiLV por pruebas moleculares RT-qPCR a partir de muestras de tejido vegetal y ácaros vectores colectadas en diferentes regiones de Colombia, empleando iniciadores y sondas desarrolladas por el USDA mediante un convenio cooperativo con dicha institución. De acuerdo con los resultados del diagnóstico, se construyó el mapa de distribución de las diferentes especies de leprosis presentes en las regiones muestreadas.

Recolección de muestras vegetales con síntomas y ácaros vectores de CiLV en los núcleos de producción citrícola de Colombia

Para el desarrollo de la investigación, se hicieron recolecciones al azar en cultivos de cítricos y diversas plantas hospederas con lesiones o sintomatología típica de leprosis de los cítricos en los núcleos productivos de cítricos y en otras regiones del país. Se tomaron muestras en 15 departamentos: Boyacá, Bolívar, Caldas, Casanare, Cundinamarca, Guajira, Guaviare, Magdalena, Meta, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, Valle del Cauca y Vichada.

En cada región se revisaron huertos citrícolas, árboles cítricos de patio, plantas hospederas del virus de la leprosis de los cítricos reportadas previamente como *Hibiscus* sp., *Dieffenbachia* sp., entre otras; además, en plantas ornamentales, flores y orquídeas, así como en cercas vivas (*Swinglea glutinosa*), en busca de hojas, frutos o ramas con síntomas. Las muestras de tejido vegetal con síntomas de leprosis se colectaron en bolsas plásticas con cierre hermético.

Las muestras vegetales recolectadas se procesaron y se codificaron; una parte se envió a los laboratorios del USDA, APHIS, PPQ en el Center for Plant Health Science and Technology (CPHST) en Maryland, Estados Unidos, y otra parte al Laboratorio de Genética Molecular de AGROSAVIA en el Centro de Investigación La Libertad, en Villavicencio, Meta. Las muestras fueron analizadas para la detección de las especies de virus CiLV-C; CiLV-C2 y CiLV-C2H, causantes de la leprosis de los cítricos.

En cada sitio de muestreo, también se buscaron y recolectaron ácaros del género *Brevipalpus*, posibles vectores de los virus causantes de la leprosis de los cítricos. Algunas de esas muestras se procesaron, codificaron y enviaron a los laboratorios del USDA (Maryland) y de AGROSAVIA (Meta), para la detección de las especies CiLV-C, CiLV-C2 y CiLV-C2H. La identificación taxonómica del ácaro *Brevipalpus yothersi* se realizó con el apoyo del ICA.

Optimización y desarrollo de técnicas moleculares para la identificación de virus CiLV

Las muestras vegetales y de ácaros colectadas en Colombia y enviadas a los laboratorios del USDA, se utilizaron para optimizar y desarrollar un protocolo de la técnica de secuenciación múltiple de PCR y la secuencia de nueva generación (NGS, por sus siglas en inglés) para la detección en una sola prueba molecular de varias y nuevas especies de CiLV, utilizando tejido de plantas afectadas y ácaros vectores de CiLV recolectados en Colombia (Padmanabhan et al., 2023).

En Colombia, se llevó a cabo la estandarización de la técnica RT-qPCR para el diagnóstico del virus CiLV en el Laboratorio de Genética Molecular de AGROSAVIA, en el Centro de Investigación La Libertad. A partir de tejido vegetal con síntomas virales y ácaros macerados con nitrógeno líquido, se hizo la extracción de ARN siguiendo el protocolo

del kit de extracción ARN viral AccuPrep® de Bioneer. Su calidad y concentración fue determinada empleando un NanoDrop™ One/OneC Microvolume UV-Vis Spectrophotometer.

Para la RT-qPCR, se usaron los iniciadores y las sondas compartidas por el USDA - APHIS. El programa de amplificación en un termociclador LightCycler® 96 (Roche Life Science) consistió en una preincubación para la retrotranscripción (RT) a 50 °C por 10 min; denaturación a 94 °C por 3 min; 45 ciclos de 94 °C por 30 s, 58 °C por 30 s y 72 °C por 40 s; un paso de extensión final de 72 °C por 5 min, y un enfriamiento final de 10 °C. Los controles positivos para los virus CiLV comprendieron el ARN de muestras previamente amplificadas en los laboratorios del USDA, APHIS, PPQ y CPHST





Resultados

Resultados de los laboratorios del USDA, APHIS, PPQ

Para el trabajo con el USDA, en la Estación Nacional de Inspección de Germoplasma Vegetal USDA, APHIS Y PPQ en Laurel, Maryland, se analizaron 167 muestras de tejido vegetal de posibles plantas hospederas de CiLV colectadas en Colombia y 34 viales con ácaros *Brevipalpus yothersi*, así como otras especies de ácaros *Brevipalpus* que fueran posibles vectores del virus, los cuales se extrajeron de las diferentes plantas colectadas con síntomas o lesiones típicas.

Luego de los análisis moleculares que se realizaron a las muestras vegetales colectadas, se encontró que varias de estas muestras resultaron ser nuevos reportes de plantas hospederas y nuevas familias de plantas hospederas de CiLV para Colombia y el mundo. Adicionalmente, con los resultados obtenidos se establecieron los primeros registros en el mundo por infecciones mixtas de estos tipos de virus en varias regiones de Colombia y también en varias plantas hospederas que pertenecen a diferentes familias.

Otro resultado importante es la presencia de CiLV-C en departamentos del Eje Cafetero, como Caldas, Quindío y Risaralda, y también en el departamento del Meta. Este tipo de virus no había sido detectado en previos envíos al USDA y tampoco desde 2006, cuando fue reportado en *C. sinensis* y *S. glutinosa* por León M., Realpe et al. (2006) y León M. et al. (2008).

Resultados de AGROSAVIA, Centro de Investigación La Libertad

En el Laboratorio de Genética Molecular de AGROSAVIA, se realizó el procesamiento y el diagnóstico de 253 muestras que comprendieron diferentes hospederos con lesiones o síntomas virales presuntivos y diez viales de ácaros vectores procedentes de distintas regiones del país. La mayoría de las muestras vegetales fueron positivas en un 66 % para el virus CiLV-C2H, seguido de un 36 % del virus CiLV-C2; en un 28 % se presentaron infecciones mixtas para los virus CiLV-C2H y CiLV-C2. En cuanto al diagnóstico del virus en ácaros vectores, se identificó el virus CiLV-C2H en una muestra del Casanare colectada en mandarino (*Citrus reticulata*). Estos resultados demuestran que las técnicas estandarizadas para la extracción de ARN y el diagnóstico molecular por RT-qPCR fueron satisfactorias y que gran parte de los síntomas que se encontraron en las muestras estaban relacionados con infección por CiLV.

Plantas hospederas de CiLV

Gracias a los análisis moleculares hechos por el USDA y por AGROSAVIA se encontraron 22 familias botánicas de plantas positivas para uno o varios virus del CiLV. Estas familias son: Araceae, Apocynaceae, Ariliaceae, Asparagaceae, Cannaceae, Clusiaceae, Costaceae, Commelinaceae, Cycadaceae, Heliconiaceae, Hydrangeaceae, Iridaceae, Malvaceae, Marantaceae, Orchidaceae, Passifloraceae, Rosaceae, Rutaceae, Smilacaceae, Solanaceae, Strelitziaceae y Zingiberaceae. En la tabla 1, se presentan las plantas hospederas del CiLV en Colombia, su familia botánica, sus nombres comunes y científicos, y el resultado de la prueba RT-qPCR obtenido en los laboratorios del USDA y de AGROSAVIA. Gran parte de dichas detecciones representan nuevos registros de plantas y familias hospederas de CiLV para Colombia y el mundo.

De estas familias, se registraron 52 especies de plantas hospederas del CiLV (CiLV-C2, CiLV-C2H y CiLV-C). Estas especies de virus detectados se pueden presentar en infecciones simples, es decir, un virus en cada planta, o en infecciones mixtas o múltiples, esto es, cuando se presenta más de una de estas especies de virus en la misma planta (tabla 1). La gran cantidad de nuevas plantas hospederas del virus de leprosis que se encontraron en el presente estudio en Colombia implica un cambio en el estatus fitosanitario de la enfermedad en el país. Por lo tanto, las instituciones gubernamentales y privadas del sector agrícola, así como los gremios o las empresas de productores y exportadores deben tener en cuenta esta nueva información para evitar sanciones cuarentenarias a productos agropecuarios exportables que puedan llevar la presencia del ácaro vector *Brevipalpus* spp. o la enfermedad presente en su producto de exportación.

Tabla 1. Plantas hospederas positivas al CiLV en Colombia

Familia	Nombre científico	Nombre común	Resultado de detección para CiLV en laboratorios USDA y AGROSAVIA	Localidad Municipio, departamento
Araceae	<i>Aglaonema</i> sp.	Aglaonema	CiLV-C2H	Villavicencio, Meta.
	<i>Alocasia macrorrhiza</i>	Bore	CiLV-C; CiLV-C2H y mixta CiLV-C2+C2H	Santa Rosa de Cabal, Risaralda. Alcalá, Valle del Cauca.
	<i>Anthurium</i> sp.	Anturio	CiLV-C2H	Ginebra, Valle del Cauca.
	<i>Dieffenbachia</i> sp.	Difenbaquia	CiLV-C2H y mixtas CiLV-C+C2H; CiLV-C2+C2H	Granada, Cumaral, Lejanías y Guamal, Meta.
	<i>Monstera</i> sp.	Mostera	CiLV-C2H y mixta CiLV-C2+C2H	Granada y Acacías, Meta. Ginebra, Valle del Cauca.
	<i>Philodendron burle</i>	Care vaca	CiLV-C2H y mixta CiLV-C2+C2H	Granada, Meta.
	<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	Balazo	Mixta CiLV-C2+C2H	Granada, Meta. Ibagué, Tolima.
	<i>Syngonium</i> sp.	Pata de gallo	CiLV-C2H	Granada, Meta.
	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Chonque	CiLV-C2H	Granada y Acacías, Meta.
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Laurel rosa	CiLV-C2H y mixta CiLV-C2+C2H	Ibagué, Tolima.
Araliaceae	<i>Fatsia japonica</i>	Aralia	Mixta CiLV-C2+C2H	Machetá, Cundinamarca.
Asparagaceae	<i>Cordyline fruticosa</i>	Caña de indio	CiLV-C2 y mixta CiLV-C2+C2H	Villavicencio, Meta.
Cannaceae	<i>Canna indica</i>	Achira	Mixtas CiLV-C+C2+C2H	Sutamarchán, Boyacá.
Clusiaceae	<i>Clusia rosea</i>	Copey	CiLV-C2H	Granada, Meta.
Costaceae	<i>Costus</i> sp.	Caña de la virgen	CiLV-C2H y mixta CiLV-C2+C2H	Acacías, Meta.

continúa

Continuación tabla 1

Familia	Nombre científico	Nombre común	Resultado de detección para CiLV en laboratorios USDA y AGROSAVIA	Localidad Municipio, departamento
Commelinaceae	<i>Dichorisandra</i> sp.	Jengibre azul	CiLV-C2H	Montenegro, Quindío.
Cycadaceae	<i>Cycas</i> spp.	Palma cica	CiLV-C2H y mixtas CiLV-C2+C2H; CiLV-C+C2+C2H	Guamal, Meta. Montenegro, Quindío.
Heliconiaceae	<i>Heliconia rostrata</i>	Heliconia	CiLV-C2H	Yopal, Casanare.
Hydrangeaceae	<i>Hydrangea arborescens</i>	Hortensia	Mixta CiLV-C2+C2H	Ventaquemada, Boyacá.
Iridaceae	<i>Lilium</i> spp.	Lirio	CiLV-C2H	Ibagué, Tolima.
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cayena	CiLV-C2; CiLV-C2H y mixtas CiLV-C2+C2H; CiLV-C+C2+C2H	Villavicencio, Granada y Lejanías, Meta. Andalucía y Ginebra, Valle del Cauca. Lérida, Melgar, Espinal y Chicoral, Tolima. Zona bananera, Magdalena. Chinchiná, Caldas.
Marantaceae	<i>Calathea lutea</i>	Bijao	CiLV-C2H y mixta CiLV-C2+C2H	Montenegro, Quindío.
Orchidaceae	<i>Ada</i> sp.	Orquídea ada	Mixta CiLV-C2+C2H	Charalá, Santander.
	<i>Arundina graminifolia</i>	Orquídea bambú	CiLV-C2H; CiLV-C2 y mixta CiLV-C2+C2H	Villavicencio, Meta. Girón, Santander.
	<i>Brassia</i> sp.	Orquídea	Mixta CiLV-C2+C2H	Pradera, Valle del Cauca.
	<i>Cattleya</i> sp.	Orquídea	CiLV-C2H	Cumaral, Meta. Pradera, Valle del Cauca.

continúa

Continuación tabla 1

Familia	Nombre científico	Nombre común	Resultado de detección para CiLV en laboratorios USDA y AGROSAVIA	Localidad Municipio, departamento
Orchidaceae	<i>Dendrobium</i> sp.	Orquídea	CiLV-C2H; CiLV-C2 y Mixta CiLV-C2+C2H	Pradera y Ginebra, Valle del Cauca.
	<i>Eriopsis biloba</i>	Orquídea	Mixta CiLV-C2+C2H	Charalá, Santander
	<i>Maxillaria</i> sp.	Orquídea	CiLV-C2H; CiLV-C2 y mixta CiLV-C2+C2H	Bucaramanga y Charalá, Santander.
	<i>Oncidium</i> sp.	Orquídea	Mixta CiLV-C2+C2H	Bucaramanga, Santander.
	<i>Peristeria</i> sp.	Orquídea	CiLV-C2H	Pradera, Valle del Cauca.
	<i>Phallaenopsis</i> sp.	Orquídea	CiLV-C2H y mixta CiLV-C2+C2H	Bucaramanga, Santander.
	<i>Sobralia</i> sp.	Orquídea	CiLV-C2	Charalá, Santander. Pradera, Valle del Cauca.
	<i>Spathoglottis</i> sp.	Orquídea	CiLV-C2H	Bucaramanga, Santander.
	<i>Stanhopea</i> sp.	Orquídea	CiLV-C2H y mixta CiLV-C2+C2H	Pradera, Valle del Cauca.
Passifloraceae	<i>Vanda</i> sp.	Orquídea	CiLV-C2H	Pradera, Valle del Cauca.
	<i>Passiflora edulis</i>	Maracuyá	CiLV-C2H y mixta CiLV-C2+C2H	Yopal, Casanare.
Rosaceae	<i>Rosa chinensis</i>	Rosa	CiLV-C2H y mixta CiLV-C2+C2H	Yopal, Casanare. Granada, Meta. Quimbaya, Quindío.
	<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero del Japón	Mixta CiLV-C+C2H	Pradera, Valle del Cauca.

continúa

Continuación tabla 1

Familia	Nombre científico	Nombre común	Resultado de detección para CiLV en laboratorios USDA y AGROSAVIA	Localidad Municipio, departamento
Rutaceae	<i>Citrus x tangelo</i>	Tangelo	CiLV-C2H	Restrepo, Meta.
	<i>Citrus x limonia</i>	Limón mandarino	Mixta CiLV-C2+C2H	Pradera, Valle del Cauca.
	<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	CiLV-C2H; CiLV-C2 y mixta CiLV-C2+C2H	Yopal, Casanare. Restrepo y Granada, Meta.
	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	CiLV-C2H; CiLV-C2 y mixtas C2+C2H; CiLV-C+C2+C2H	Villavicencio, Restrepo, Cumaral, Granada, Guamal, Lejanías y Puerto López, Meta. Yopal, Casanare. La Primavera, Vichada. Palmira, Valle del Cauca. Chicoral, Tolima.
	<i>Swinglea glutinosa</i>	Swinglea	CiLV-C2H; CiLV-C2 y mixtas CiLV-C2+C2H; CiLV-C+C2+C2H	Villavicencio, Guamal y Restrepo, Meta. Bucaramanga, Santander. Ibagué, Melgar, Líbano, Lérída, Espinal, Tolima. Andalucía, Palmira y Rozo, Valle del Cauca. Chinauta, Cundinamarca. Armenia y Montenegro, Quindío. Pereira, Risaralda. Chinchiná, Caldas.

continúa

Continuación tabla 1

Familia	Nombre científico	Nombre común	Resultado de detección para CiLV en laboratorios USDA y AGROSAVIA	Localidad Municipio, departamento
Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp.	Zarzaparrilla	CiLV-C2H	Dibulla, La Guajira.
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate	Mixta CiLV-C2+C2H	Yopal, Casanare.
Strelitziaceae	<i>Strelitzia reginae</i>	Ave del paraíso	Mixta CiLV-C2+C2H	Villavicencio, Meta. Yopal, Casanare. Ibagué, Tolima.
Zingiberaceae	<i>Alpinia purpurata</i>	Ginger	Mixta CiLV-C2+C2H	Ginebra, Pradera, Andalucía y Alcalá, Valle del Cauca. Ibagué y Espinal, Tolima.
	<i>Alpinia zerumbet</i>	Azucena de porcelana	Mixta CiLV-C2+C2H	Ginebra, Valle del Cauca.
	<i>Etilingera elatior</i>	Bastón del emperador	CiLV-C2H; CiLV-C2 y mixta CiLV-C2+C2H	Guamal y Granada, Meta. Yopal, Casanare. Ibagué y Espinal, Tolima.
	<i>Zingiber officinale</i>	Jengibre	Mixta CiLV-C2+C2H	Yopal, Casanare.
	<i>Zingiber zerumbet</i>	Ginger rojo	Mixta CiLV-C2+C2H	Pradera, Valle del Cauca. Acacías, Meta.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados consolidados en la tabla 1, en Colombia el virus CiLV-C2 se registró por primera vez en las familias botánicas Araceae, Asparagaceae, Costaceae, Malvaceae, Orchidaceae, Rosaceae, Rutaceae, Strelitziaceae y Zingiberaceae; el virus CiLV-C2H, en las familias Apocynaceae, Araceae, Asparagaceae, Costaceae, Cycadaceae, Heliconiaceae, Iridaceae, Malvaceae, Marantaceae, Orchidaceae, Passifloraceae, Rosaceae, Rutaceae, Strelitziaceae y Zingiberaceae, y las infecciones mixtas CiLV-C2+C2H, en las familias Asparagaceae, Costaceae, Malvaceae, Orchidaceae, Rosaceae, Rutaceae, Strelitziaceae y Zingiberaceae.

A continuación, en las figuras de la 1 a la 49, se presentan imágenes de las especies de plantas hospederas de CiLV, las lesiones o los síntomas típicos desarrollados por la leprosis en sus hojas y las especies de CiLV detectadas en cada una. Las especies señaladas en las figuras 5, 6, 22 y 43 correspondientes a monstera (*Monstera* sp.), care vaca (*Philodendron burle*), bijao (*Calathea lutea*) y tomate (*Solanum lycopersicum*), respectivamente, resultaron en los valores límites para ser considerados positivos a CiLV de acuerdo con los análisis moleculares realizados mediante qRT-PCR en este trabajo. Por lo tanto, los catalogamos como positivos no concluyentes, teniendo en cuenta además que los síntomas observados son similares a lesiones típicas causadas por infección viral transmitida por ácaros *Brevipalpus*.

Familia Araceae



Figura 1. *Aglaonema* (*Aglaonema* sp.). Positivo para CiLV-C2H.



Figura 2. Bore (*Alocasia macrorrhiza*).
Positivo para CiLV-C y CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 3. Anturio (*Anthurium* sp.). Positivo para CiLV-C2H.



Figura 4. Difenbaquia (*Dieffenbachia* sp.). Positivo para CiLV-C2H e infecciones mixtas CiLV-C+CiLV-C2H y CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 5. *Monstera* (*Monstera* sp.). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 6. *Care vaca* (*Philodendron burle*). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 7. Balazo (*Philodendron bipinnatifidum*). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 8. Pata de gallo (*Syngonium* sp.). Positivo para CiLV-C2H.



Figura 9. Chonque (*Xanthosoma sagittifolium*). Positivo para CiLV-C2H.

Familia Apocynaceae



Figura 10. Laurel rosa (*Nerium oleander*). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Araliaceae



Figura 11. Aralia (*Fatsia japónica*). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Asparagaceae



Figura 12. Caña de indio (*Cordyline fruticosa*).
Positivo para CiLV-C2 e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Cannaceae



Figura 13. Achira (*Canna indica*).
Positivo para infecciones mixtas CiLV-C+CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Clusiaceae



Figura 14. Copey (*Clusia rosea*). Positivo para CiLV-C2H.

Familia Costaceae



Figura 15. Caña de la virgen (*Costus* sp.).
Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Commelinaceae



Figura 16. Jengibre azul (*Dichorisandra* sp.). Positivo para CiLV-C2H.

Familia Cycadaceae

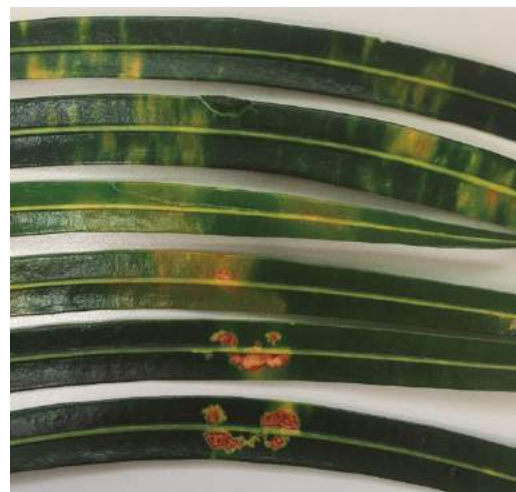


Figura 17. Palma cica (*Cycas* spp.). Positivo para CiLV-C2H e infecciones mixtas CiLV-C2+CiLV-C2H; CiLV-C+CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Heliconiaceae



Figura 18. Heliconia (*Heliconia rostrata*). Positivo para CiLV-C2H.

Familia Hydrangeaceae



Figura 19. Hortensia (*Hydrangea arborescens*). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Iridaceae



Figura 20. Lirio (*Lilium* spp.). Positivo para CiLV-C2H.

Familia Malvaceae



Figura 21. Cayena o Cayene (*Hibiscus rosa-sinensis*). Positivo para CiLV-C2 y CiLV-C2H, e infecciones mixtas CiLV-C2+CiLV-C+CiLV-C2H; CiLV-C+CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Marantaceae



Figura 22. Bijao (*Calathea lutea*).
Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Orchidaceae



Figura 23. Orquídea ada (*Ada* sp.). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H. a. Lesiones en el haz; b. Derecha, lesiones en el envés.

Fotografía: José Mauricio Montes



Figura 24. Orquídea bambú (*Arundina graminifolia*).
Positivo para CiLV-C2 y CiLV-C2H, e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

Fotografía: José Mauricio Montes



Figura 25. Orquidea catleya (*Cattleya* sp.). Positivo para CiLV-C2H.



Figura 26. Orquídea (*Dendrobium* sp.). Positivo para CiLV-C2 y CiLV-C2H, e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 27. Orquídea (*Eriopsis biloba*). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 28. Orquídea (*Maxillaria* sp.). Positivo para CiLV-C2 y CiLV-C2H, e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

Fotografía: José Mauricio Montes



a.



b.

Figura 29. Orquídea (*Peristeria* sp.). Positivo para CiLV-C2H.
a. Lesiones en el haz; b. Lesiones en el envés.



Figura 30. Orquídea (*Phallaenopsis* sp.). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 31. Orquídea (*Sobralia* sp.). Positivo para CiLV-C2.



Figura 32. Orquídea (*Spathoglottis* sp.). Positivo para CiLV-C2H.

Fotografía: José Mauricio Montes



Figura 33. Orquídea (*Stanhopea* sp.). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

Fotografía: José Mauricio Montes



Figura 34. Orquídea (*Vanda* spp.). Positivo para CiLV-C2H.

Familia Passifloraceae



Figura 35. Maracuyá (*Passiflora edulis*). Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Rosaceae



Figura 36. Rosa (*Rosa chinensis*).
Positivo para CiLV-C2H e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 37. Níspero del japon (Eriobotrya japonica).
Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Rutaceae



Figura 38. Limón mandarino (*Citrus x limonia*).
Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 39. Mandarino (*Citrus reticulata*).
Positivo CiLV-C2 y CiLV-C2H, e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

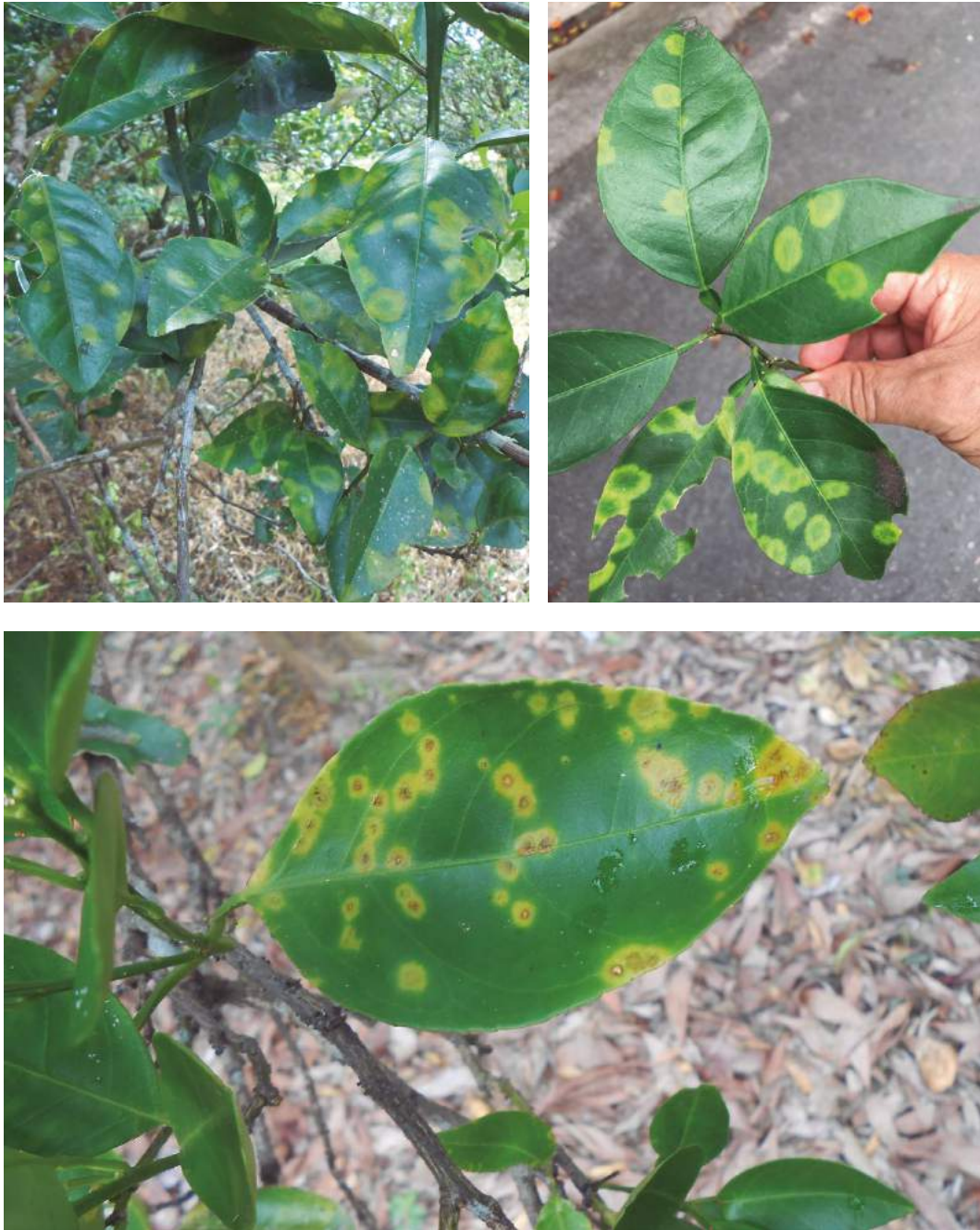


Figura 40. Naranja (*Citrus sinensis*). Positivo para CiLV-C2H y CiLV-C2, e infecciones mixtas CiLV-C2+CiLV-C2H; CiLV-C+CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 41. Suingle (*Swinglea glutinosa*). Positivo para CiLV-C2H y CiLV-C2, e infecciones mixtas CiLV-C2+CiLV-C2H; CiLV-C+CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Smilacaceae



Figura 42. Zarzaparrilla (*Smilax* sp.). Positivo para CiIV-C2H.
a. Hoja de Zarzaparrilla (*Smilax* sp.); b. Lesiones en el haz; c. Lesiones en el envés.

Familia Solanaceae



Figura 43. Tomate (*Solanum lycopersicum*).
Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Strelitziaceae



Figura 44. Ave del paraíso (*Strelitzia reginae*).
Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

Familia Zingiberaceae



Figura 45. Ginger (*Alpinia purpurata*).
Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 46. Azucena de porcelana (*Alpinia zerumbet*).
Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 47. Bastón del emperador (*Etlingera elatior*). Positivo para CiLV-C2H y CiLV-C2, e infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.



Figura 48. Ginger rojo (*Zingiber zerumbet*). Positivo para infección mixta CiLV-C2+CiLV-C2H.

El ácaro vector en Colombia



Figura 49. Adulto y huevo del ácaro *Brevipalpus yothersi* vector de CiLV. El tamaño del adulto es de 0,5 mm; ambos están sobre la cascara de un fruto de naranjo.

En el presente estudio, se evidenció una amplia distribución de ácaros *Brevipalpus yothersi* (figuras 49 y 50) en todas las regiones donde se llevaron a cabo muestreos. Esta especie de ácaro se conoce como el principal vector del virus de la leprosis. Los departamentos donde se colectaron específicamente ácaros del género *Brevipalpus* fueron Boyacá, Casanare, Cundinamarca, Meta, Magdalena, Quindío, Santander, Tolima y Valle del Cauca; los ácaros fueron hallados en varias especies de plantas ornamentales, frutales y flores de diferentes especies y familias como *Monstera* sp., *Etlingera elatior* (familia Araceae), *Cordyline fruticosa* (familia Asparagaceae), *Citrus sinensis*, *Swinglea glutinosa* (familia Rutaceae), *Hibiscus rosa-sinensis* (familia Malvaceae), *Alpinia purpurata* (familia Zingiberaceae) y orquídeas como *Ada* sp., *Elleanthus* sp., *Oncidium* sp., *Phragmipedium* sp., *Stanhopea* sp., *Maxilaria* sp. y *Phalaenopsis* sp. (familia Orchidaceae).

Las pruebas de detección RT-qPCR para virus de leprosis en ácaros *B. yothersi* (figuras 49 y 50) colectados en varias plantas hospederas registraron infecciones con virus de diferente tipo, de la siguiente manera: sobre plantas de *Citrus sinensis* y *C. reticulata* los ácaros fueron positivos para CiLV-C2H; en *Swinglea glutinosa*, positivos para CiLV-C2, y en *Hibiscus rosa-sinensis* se detectaron ácaros con los dos tipos de virus: CiLV-C2 y CiLV-C2H. Cabe resaltar que la mayoría de las plantas sintomáticas en las que se colectaron ácaros *Brevipalpus* fueron positivas para alguno de los CiLV detectados en el estudio.

Se registró, además, la especie *B. californicus* en el departamento de Santander sobre plantas de orquídeas *Oncidium isthmi*, lo cual es un nuevo registro de este ácaro para Colombia; dichas orquídeas resultaron positivas para infección mixta por CiLV-C2+CiLV-C2H cuando se realizó la prueba de detección.



Figura 50. Microfotografía en vista dorsal del ácaro rojo plano *Brevipalpus yothersi*, vector del virus de la leprosis de los cítricos.

Fotografía: Alexandra Sierra

Estos registros evidencian la extensa distribución de ácaros transmisores *Brevipalpus* en Colombia y su amplio rango de hospederos. En la actualidad, las aplicaciones de insecticidas y acaricidas son la principal medida de manejo, lo que conlleva riesgos para el medio ambiente y para la salud, tanto de los consumidores, como de los agricultores; además, la aplicación de productos insecticidas o acaricidas de síntesis química en las plantaciones excluye a estos últimos del mercado de frutas y alimentos inocuos que la sociedad actualmente demanda y que viene creciendo durante los últimos años.

Dispersión de CiLV en Colombia

De acuerdo con los resultados de las pruebas moleculares para la detección del CiLV realizadas por el USDA y AGROSAVIA, y con estudios desarrollados previamente (León, M., 2012; León Martínez, 2013; León M., Realpe et al., 2006; León, Kitajima et al., 2006; León M. et al., 2008; Roy et al., 2013; Roy et al., 2014; Roy et al., 2015; Roy et al., 2018), se determinó que hay varias especies de CiLV presentes en el país. En este trabajo, se detectaron las especies CiLV-C, CiLV-C2 y CiLV-C2H en los 15 departamentos donde se realizaron muestreos, los cuales están distribuidos en las siguientes regiones productoras de cítricos del país: costa Atlántica (Bolívar, La Guajira, Magdalena), nororiente (Boyacá, Santander), centro (Cundinamarca, Tolima), Llanos Orientales (Casanare, Guaviare, Meta, Vichada) y occidente (Caldas, Quindío, Risaralda, Valle del Cauca) (figura 51). Estas tres especies de CiLV se detectaron en infecciones simples por CiLV-C, CiLV-C2 o CiLV-C2H, o en infecciones mixtas por CiLV-C+CiLV-C2H, CiLV-C2+CiLV-C2H o CiLV-C+CiLV-C2+CiLV-C2H, debido a que se encontraron dos o tres especies de CiLV en la misma planta.

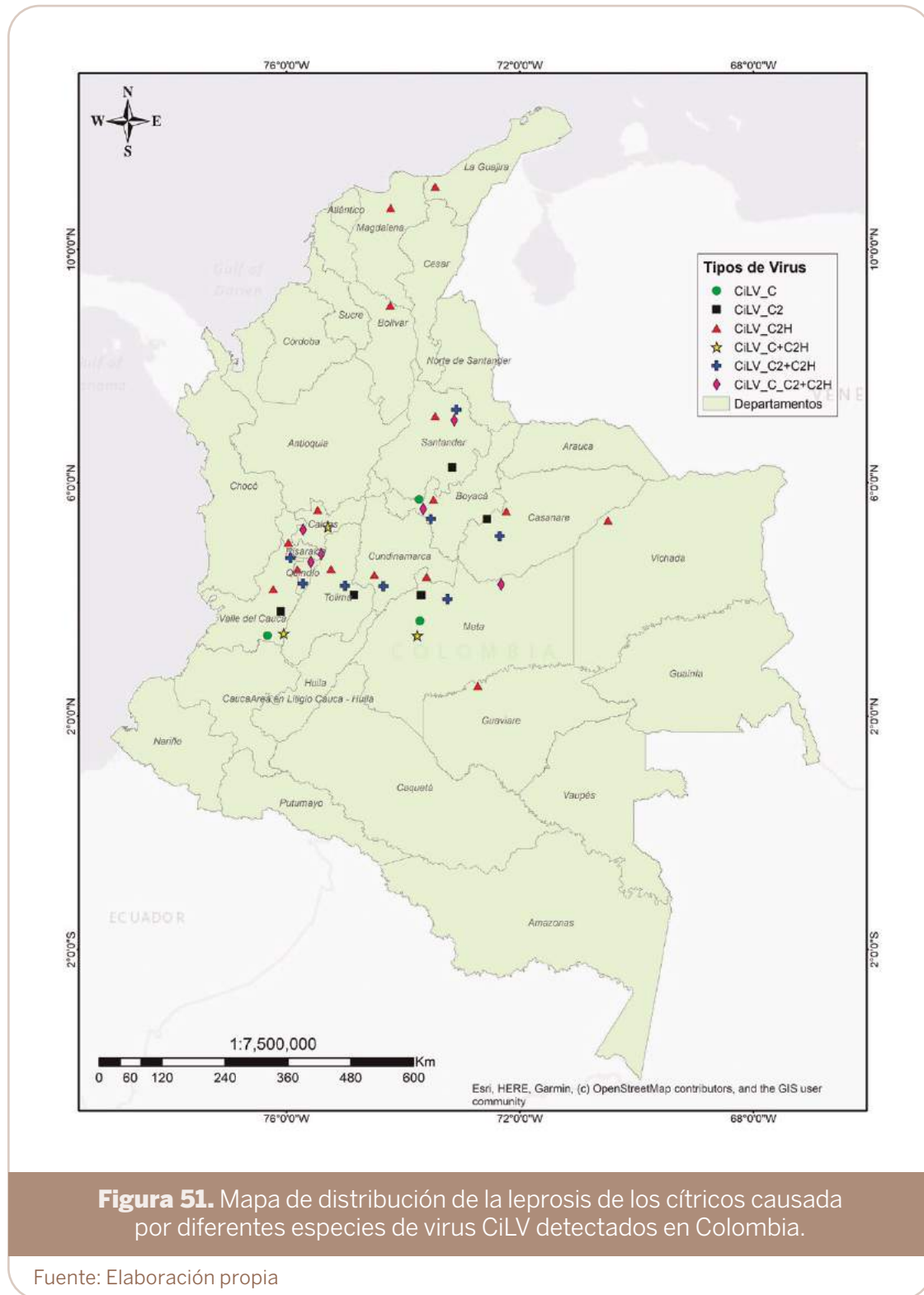
En los departamentos de Bolívar, La Guajira, Guaviare, Magdalena y Vichada se observó la presencia del virus de la leprosis tipo CiLV-C2H. En los departamentos del Eje Cafetero: Caldas, Quindío y Risaralda, se encontraron infecciones mixtas de dos especies e infecciones simples de tipo CiLV-C2H, excepto en Quindío, así: en Caldas CiLV-C2H e infecciones mixtas CiLV-C+C2H y CiLV-C+C2+C2H; en Quindío infecciones mixtas CiLV-C+C2H, CiLV-C2+C2H y CiLV-C+C2+C2H; en Risaralda CiLV-C y CiLV-C2H, e infección mixta CiLV-C+C2+C2H. En los departamentos de Casanare y Tolima, se detectaron las infecciones por las especies CiLV-C2 y CiLV-C2H, e infección mixta CiLV-C2+C2H. En el departamento de Cundinamarca, se hallaron los virus CiLV-C2 y mixta CiLV-C2+C2H. Los departamentos con mayor presencia de los diferentes tipos de virus entre infecciones simples y mixtas fueron Boyacá, con las especies CiLV-C, CiLV-C2H y mixtas con CiLV-C2+C2H y CiLV-C+C2+C2H, y Valle del Cauca, con las especies CiLV-C, CiLV-C2, CiLV-C2H y las mixtas CiLV-C2+C2H y CiLV-C+C2H. En Meta se detectaron todas las especies de virus de

la leprosis de los cítricos presentes en Colombia: CiLV-C, CiLV-C2, CiLV-C2H y mixtas CiLV-C+C2H, CiLV-C2+C2H y CiLV-C+C2+C2H.

Como se observa en la figura 51, en el mapa de distribución de la enfermedad causada por el CiLV en Colombia, al menos una especie de virus (CiLV-C; CiLV-C2; CiLV-C2H) está presente en cada uno de los 15 departamentos muestreados. En resumen, se corrobora la teoría planteada por Moreno y Ángel (2005) respecto a la presencia de diferentes variantes genéticas en el país. La presencia del virus CiLV-C2 es consistente con lo reportado por Roy et al. (2014) para Meta y Casanare en cítricos y en *Swinglea glutinosa* (León et al., 2006b; León M. et al., 2008), y con este trabajo se muestra que tiene una amplia diseminación en todas las regiones del país.

Cabe señalar que hay presencia de infecciones mixtas en las regiones cítricas más importantes del país donde se recolectaron muestras; asimismo, aunque con menor frecuencia, se detectó CiLV-C en la región cafetera central de Colombia, en el Valle del Cauca, Meta y Boyacá, donde también existe una importante superficie sembrada de cítricos. La presencia de CiLV-C2H en todas las regiones del país y las infecciones mixtas por CiLV-C2H+C2 se destacan en el país por su alta frecuencia y dispersión.

El hecho de encontrar esta enfermedad en una amplia gama de plantas hospederas alternas a cítricos dispersas en diferentes zonas del país confirma el establecimiento del virus en las principales regiones productoras de cítricos de Colombia. Esto significa una amenaza para la producción y exportación de frutales, en especial de cítricos y de algunas plantas ornamentales que están proyectadas para exportación. Igualmente, la dispersión de CiLV registrada en este estudio determina una alta probabilidad de establecimiento de la enfermedad en plantaciones de cítricos de carácter comercial. La prevención de la enfermedad, por lo tanto, implica hacer monitoreos fitosanitarios preventivos relacionados con la presencia de ácaros del género *Brevipalpus* y lesiones típicas de la enfermedad, principalmente en las hojas, para evitar daños que puedan causar pérdidas económicas y con el fin de controlar las poblaciones de ácaros vectores.









Conclusiones

Mediante la técnica RT-qPCR se logró la detección positiva del CiLV, en tres diferentes especies: CiLV-C, CiLV-C2 y CiLV-C2H, para muestras de tejido vegetal de diferentes plantas y ácaros vectores *Brevipalpus yothersi*, procedentes de distintas regiones de Colombia.

De acuerdo con el diagnóstico realizado, la leprosis de los cítricos se registra en los departamentos de Bolívar, Boyacá, Caldas, Casanare, Valle del Cauca, Cundinamarca, La Guajira, Guaviare, Magdalena, Meta, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Vichada.

El diagnóstico positivo de los virus del CiLV en plantas que pertenecen a las familias Araceae, Apocynaceae, Ariliaceae, Asparagaceae, Cannaceae, Clusiaceae, Costaceae, Commelinaceae, Cycadaceae, Heliconiaceae, Hydrangeaceae, Iridaceae, Marantaceae, Orchidaceae, Passifloraceae, Rosaceae, Smilacaceae, Solanaceae, Strelitziaceae y Zingiberaceae constituye el primer reporte de detección para Colombia de especies de CiLV en las familias botánicas mencionadas.

En todos los departamentos muestreados y en la gran mayoría de las familias botánicas diagnosticadas, se detectaron infecciones mixtas por CiLV, en varias especies botánicas hospederas diferentes a cítricos. Las familias Araceae, Orquideaceae, Rutaceae y Zingiberaceae fueron las de mayor incidencia en este tipo de infecciones mixtas.

La estandarización de la técnica RT-qPCR es una herramienta altamente sensible e importante para el diagnóstico y la prevención de la diseminación del virus en Colombia. Es importante transmitir esta información al ICA para que sea aplicada en sus programas de detección y cuarentena para virus de los cítricos en el país.

Con este estudio se efectuó un nuevo registro para Colombia del ácaro *Brevipalpus californicus*, en el departamento de Santander sobre hospedero de orquídea.

Por último, la presencia de CiLV en especies ornamentales, frutales y flores, así como la amplia distribución de estos virus en diferentes regiones y departamentos de Colombia, representa un alto riesgo para la producción citrícola y la exportación de varios productos agrícolas del país, como maracuyá, rosas, orquídeas y, en general, todas aquellas especies de exportación que puedan ser hospederas de ácaros del género *Brevipalpus*.



Referencias

- Alves, E. B., Casarin, N. B. A., & Omoto, C. (2005). Dispersal mechanisms of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) in citrus groves. *Neotropical Entomology*, 34(1), 89-96.
- Bastianel, M., Freitas-Astúa, J., Kitajima, E., & Machado, M. A. (2006). The citrus leprosis pathosystem. *Summa Phytophathol*, 32(3), 211-220. <https://doi.org/10.1590/S0100-54052006000300001>
- Bastianel, M., Novelli, V. M., Kitajima, E., W., Kubo, K. S., Bassanezi, R. B., Machado, M. A., & Freitas-Astúa, J., (2010). Citrus Leprosis Centennial of an unusual mite – virus pathosystem. *Plant Disease*, 94(3), 284-293. <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-3-0284>
- Beard, J., Ochoa, R. I., Bauchan, G. R., Trice, M., Redford, A. J., Walters, T. W., & Mitter, C. W. (2012). *Flat Mites of the World* (2.a ed.). Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA]; Center for Plant Health Science and Technology (CPHST). <http://idtools.org/id/mites/flatmites/>
- Beard, J., Ochoa, R., Braswell, W., & Bauchan, G. (2015). *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) species complex (Acari: Tenuipalpidae) - a closer look. *Zootaxa*, 3944(1), 001-067. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3944.1>.
- Bellotti, A. C., Reyes, J. A., Guerrero, J. M., & Fernández, F. O. (Eds.). (1982). *Ácaros presentes en el cultivo de la yuca y su control*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2014). *Solicitud para modificar el estatus fitosanitario. Reporte de leprosis de los cítricos en los departamentos de Cundinamarca y Tolima* [sin publicar].

- Comité Internacional de Taxonomía de Virus [ICTV]. (2021). *Taxon Details*. https://ictv.global/taxonomy/taxondetails?taxnode_id=202106287
- Childers, C. C., Kitajima, E. W., Welbourn, W. C., Rivera, C., & Ochoa, R. (2001). *Brevipalpus* mites on citrus and their status as vectors of citrus leprosis. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*, (60), 66-70.
- Childers, C. C., Rodriguez, J. C. V., & Wellbourn, W. C. (2003). Host plants of *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus*, and *B. phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) and their potential involvement in the spread of viral diseases vectored by these mites. *Experimental & Applied Acarology*, 30, 29-105. <https://doi.org/10.1023/B:APPA.0000006544.10072.01>
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA]. (2004). *Targeting a threat to U.S. Citrus Mite-Borne disease already has foothold in South America*. <https://agresearchmag.ars.usda.gov/AR/archive/2004/Mar/citrus0304.pdf?>
- Freitas-Astúa, J., Cavalcante, M., Locali, E., Antonioli, R., Domingues, A., & Machado, M. (2004). RT-PCR detection of citrus leprosis virus in samples from the Northern region of Brazil. *Virus Reviews & Research*, 9(1) 246-247.
- Freitas, J., Kitajima, E., Locali, E., Antonioli, L., Bastianel, M., & Machado, M. (2005). Further evidence to support that citrus leprosis virus-cytoplasmic and nuclear types are different viruses. En *Annals XLV Annual Meeting of the American Phytopathological Society (APS)* (p. 93). Caribbean Division. San Jose.
- Guerra-Moreno, A. S., Manjunath, K. L., Bransky, R. H., & Lee, R. F. (2007). Citrus leprosis symptoms can be associated with the presence of two different viruses: Cytoplasmic and Nuclear, the Former Having a Multipartite RNA Genome. *International Organization of Citrus Virologists Proceedings*, 16(16), 30-239.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2018). *Productores colombianos de cítricos dulces podrán exportar a los Estados Unidos*. <https://www.ica.gov.co/Noticias/Productores-citricos-dulces-exportacion-EEUU-ICA.aspx>

- Kitajima, E. W., Chagas, C. M., & Rodrigues, J. C. V. (2003). *Brevipalpus* transmitted plant virus and virus-like diseases: Cytopathology and some recent cases. *Experimental & Applied Acarology*, 30, 135-160. <https://doi.org/10.1023/B:APPA.0000006546.55305.e3>
- Kitajima, E. W., Ferreira, P., Freitas-Astua, J., & Machado, M. A. (2004). Ocorrência da leprose dos citros, tipo nuclear (CiLV-N) nos municípios paulistas de Monte Alegre do Sul e Amparo. *Summa Phytopathologica*, 30(68) .
- Lenis, B., & Angel, J. (2010). *Evaluación de iniciadores para la detección del virus de la leprosis de los cítricos mediante la técnica Transmisión Reversa Reacción em Cadena de La Polimerasa* [Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander].
- León M., G. (2012). Current status of the citrus leprosis virus (CiLV-C) and its vector *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes). *Agronomía Colombiana*, 30(2), 242-250.
- León Martínez, G. A. (2013). *Eficiencia de transmisión del virus de la leprosis de los cítricos CiLV-C por ácaros vectores Brevipalpus phoenicis (Geijskes) en Colombia* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20487>
- León, G., & Kondo, D. (2017). *Insectos y ácaros de los cítricos: compendio ilustrado de especies dañinas y benéficas, con técnicas para el manejo integrado de plagas*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.investigation.7402469>
- León M., G., Becerra, C. H., Freitas-Astúa, J., Salarolli R. B., & Kitajima, E. W. (2008). Natural infection of *Swinglea glutinosa* by the Citrus leprosis virus Cytoplasmatic type (CiLV-C) in Colombia. American Phytopatological Society. APS. *Plant Disease*, 92(9), 1364. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-9-1364C>
- León M., G. A., Realpe, C. E., Garzón, P. A., Rodríguez, J. A., Moreno, M. G., Childers, C., Achor, D., Freitas-Astua, J., Antonioli-Luizon, R., Salarolli, R. B., Mesa, N. C., & Kitajima, E. W. (2006). Occurrence of Citrus leprosis virus in Llanos Orientales, Colombia. *Plant Disease*, 90(5), 682. <https://doi.org/10.1094/PD-90-0682C>

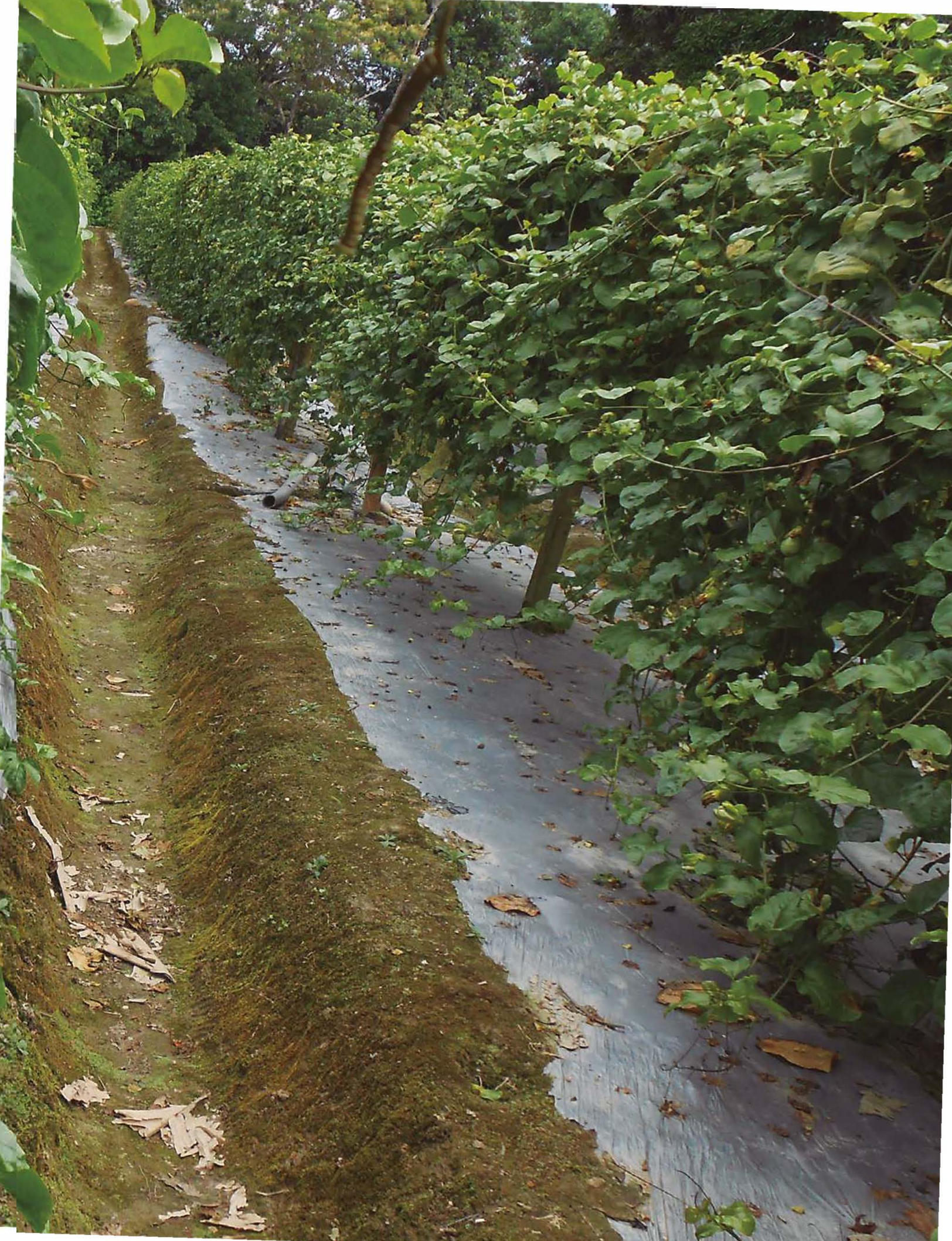
- León, G., Kitajima, E., Freitas-Astúa, J., & Mesa, N. C. (2006). Detección del virus de la leprosis de los cítricos tipo citoplasmático en los Llanos Orientales de Colombia. *Revista Corpoica*, 7(2), 67-72. https://doi.org/10.21930/rcta.vol7_num2_art:72
- Locali, E. C., Freitas-Astua, J., & Machado, M. A. (2004). Leprose dos citros: Biologia e diagnóstico. *Laranja*, 25(1), 53-68.
- Mesa, N. C., & Valencia, M. O. (2013). Diagnóstico taxonómico de la familia Tenuipalpidae (Acari: Tetranychoida) en el Valle del Cauca (Colombia). *Caldasia*, 35(1), 199-207.
- Mejía, L., Paniagua, A., Cruz, N., Porras, M., & Palmieri, M. (2005). Citrus leprosis, disease that endangers plantations in Guatemala. En *Annals Annual Meeting of American Phytopathological Society* (pp. 17-19). Caribbean Division.
- Melzer, M. J., Simbajon, N., Carillo, J., Borth, W. B., Freitas-Astúa, J., Kitajima, E. W., Neupane, K. R., & Hu, J. S. (2013). A *cilevirus* infects ornamental hibiscus in Hawaii. *Archives of Virology*, 158, 2421-2424. <https://doi.org/10.1007/s00705-013-1745-0>
- Melzer, M. J., Sether, D. M., Borth, W.B., & Hu, J. S. (2012). Characterization of a virus infecting *Citrus volkameriana* with citrus leprosis-like symptoms. *Phytopathology*, 102(1), 122-127. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-11-0013>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2018a). *Las exportaciones agropecuarias a la Unión Europea sumaron alrededor de US\$10.000 millones gracias a los cinco años de TLC*. [https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Las-exportaciones-agropecuarias-de-Colombia-a-la-Uni%C3%B3n-Europea-sumaron-alrededor-de-US\\$10-000-millones-gracias-a-los-cinco-.aspx](https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Las-exportaciones-agropecuarias-de-Colombia-a-la-Uni%C3%B3n-Europea-sumaron-alrededor-de-US$10-000-millones-gracias-a-los-cinco-.aspx)
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2018b). *Sistema de gestión de información y desempeño de organizaciones de cadena – SIOC*. <https://agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx>
- Moreno Pérez, M. G., & Angel Díaz, J. E. (2005). Sistema de detección molecular del virus de la leprosis de los cítricos (CiLV) en Colombia. *ICA Informa*, 32(2), 26-29.

- Organización Norteamericana de Protección a las Plantas [NAPPO]. (2005). *Notificaciones oficiales de plagas*. <http://www.pestalert.org/espanol/oprDetail.cfm?oprID=165>
- Pascon, R., Kitajima, J., Breton, M., Assumpção, L., Greggio, C., Zanca, A., Okura, V., Alegria, M., Camargo, M., Silva, G., Cardozo, J., Vallim, M., Franco, S., Silva, V. H., Hamilton, J. J., Oliveira, F., Giachetto, P. F., Ferrari, F., Aguilar Vildos, C. I., Franchiscini, F. J. B., ... Rases da Silva, A. C. et al. (2006). The complete nucleotide sequence and genomic organization of Citrus Leprosis associated Virus, Cytoplasmic type (CiLV-C). *Virus Gene*, 32, 289-298. <https://doi.org/10.1007/s11262-005-6913-1>
- Padmanabhan, C., Nunziata, S., León M., G., Rivera, Y., Mavrodieva, V. A., Nakhla, M. K., & Roy, A. (2023) Highthroughput sequencing application in the detection and discovery of viruses associated with the regulated citrus leprosis disease complex. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1058847. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1058847>
- Posada Ochoa, L. (1989). *Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia* [Boletín técnico N.º 43]. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Procolombia. (2021, 25 de octubre). *El buen momento de los cítricos colombianos*. <https://www.colombiatrader.com.co/noticias/el-buen-momento-de-los-citricos-colombianos#:~:text=De%20acuerdo%20con%20cifras%20del,Curazao%20y%20Emiratos%20%C3%81rabes%20Unidos>
- Rodrigues, J. C. V., & Childers, C. C. (2013). *Brevipalpus* mites (Acari: Tenuipalpidae): vectors of invasive, non-systemic cytoplasmic and nuclear viruses in plants. *Experimental and Applied Acarology*, 59, 165-175. <https://doi.org/10.1007/s10493-012-9632-z>
- Rodrigues, J. C. V., Childers, C. C., Derrick, K. S., Achor, D. S., French, J. V., Welbourn, W. C., Ochoa, R., & Kitajima, E. W. (2003). Citrus leprosis and its status in Florida and Texas: past and present. *Experimental & Applied Acarology*, 30(1-3), 181-202. <https://doi.org/10.1023/B:APPA.0000006548.01625.72>
- Rodrigues, J. C. V., Childers, C. C., Kitajima, E. W., Machado, M. A., & Nogueira, N. (2001). Uma estratégia para o controle da leprose dos citros. *Laranja*, 22(2), 412- 423.

- Roy, A., Choudhary, N., León M., G., Shao, J., Govindarajulu, A., Achor, D., Wei, G., Picton, D. D., Levy, L., Nakhla, M. K., Hartung, J. S., & Brlansky, R. H. (2013). A Novel Virus of the Genus *Cilevirus* Causing Symptoms Similar to Citrus Leprosis. *Phytopathology*, *103*(5) 488-500. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-12-0177-R>
- Roy, A., Hartung, J. S., Schneider, W. L., Shao, J., León, G., Melzer, M. J., Beard, J. J., Otero-Colina, G., Bauchan, G. R., Ochoa, R., & Brlansky, R. H. (2015). Role Bending: Complex Relationships Between Viruses, Hosts, and Vectors Related to Citrus Leprosis, an Emerging Disease. *Phytopathology*, *105*(7), 1013-1025. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-12-14-0375-FI>
- Roy, A., León, G., Hartung, J. S., Stone A. L., Schneider, W. L., & Brlansky, R. H. (2014). First Report of Citrus leprosis virus Nuclear Type in Sweet Orange in Colombia. *Plant Disease*, *98*(8), 1162-1163. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-14-0117-PDN>
- Roy, A., Stone, A. L., León Martínez, G., Hartung, J. S., Wei, G., Mavrodieva, V. A., Nakhla, M. K., Schneider, W. L., & Brlansky, R. H. (2018). First Report of Hibiscus-infecting cilevirus in Citrus sinensis in Meta and Casanare, Colombia. *Plant Disease*, *102*(8) 1675-1676 <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-18-0150-PDN>







Terminó de diseñarse en julio de 2023.
Bogotá, D. C., Colombia

Uno de los mayores limitantes para la producción agrícola mundial es la presencia de plagas y enfermedades que afectan los cultivos y que influyen en su sanidad, disminuyen su rendimiento y obligan, en la mayoría de los casos, a realizar medidas de control, lo cual aumenta los costos de producción.

La leprosis de los cítricos se cataloga, tal vez, como la enfermedad cuarentenaria más importante en el mundo para este cultivo; es causada por varias especies de virus y puede ser transmitida por ácaros del género *Brevipalpus*. Ambos agentes están presentes en Colombia y en la mayoría de países desde México, Centroamérica, islas del Caribe y Sudamérica, pero ausente en Norteamérica, Europa, África y Asia. De ahí su importancia como enfermedad cuarentenaria.

La presente obra es el resultado de largos años de investigación cooperativa entre la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). Incluye aspectos como colecta de muestras en diferentes regiones del país y varias especies de plantas, diferentes a cítricos, lo cual permitió afirmar y documentar la amplia distribución de la enfermedad en el territorio colombiano y, además, la detección por medios moleculares de la presencia del virus en diferentes especies de plantas que aún no habían sido reportadas en el mundo.

Por consiguiente, estos resultados son un gran aporte para el conocimiento de la enfermedad, su distribución en el país, sus plantas hospederas alternas y su relación con los ácaros transmisores. La obra aporta el conocimiento y los factores fundamentales antes desconocidos que deben ser tenidos en cuenta para la detección, el control legal y el manejo de la enfermedad en el país.



BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CORREO: bac@agrosavia.co

TELÉFONO: (57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274

SKYPE: [biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/name/identifiers/alias/biblioteca.agropecuaria)

www.agrosavia.co

**Distribución gratuita
Prohibida su venta**