

DÍA DEL PRODUCTOR

1. AMENAZAS FITOSANITARIAS EMERGENTES EN CULTIVOS AGRICOLAS DE IMPORTANCIA ECONOMICA EN MEXICO, CENTROAMERICA Y EL CARIBE

[Emerging phytosanitary threats to economically important agricultural crops in Mexico, Centro America and the Caribbean]

Carlos R. Urías Morales¹, Xavier Euceda² y Nancy Villegas².

¹Fundación Embioclimatica y ²OIRSA. Correspondencia: carlos.urias@embioclimatica.com

Debido a diferentes acuerdos comerciales en el mundo, a variabilidad climática, migración y por naturaleza biológica de las plagas y enfermedades se incrementan las amenazas fitosanitarias y algunas de ellas se convierten en peligro para los cultivos de importancia económica, así como en la salud de las plantas en diferentes ecosistemas. A nivel mundial en consenso en el 2025 entre las Organizaciones Regionales de Protección Fitosanitaria (ORPF) las plagas consideradas como emergentes más importantes en un país libre, son especies de moscas de la fruta (*Ceratitis* spp, *Bactrocera* spp, *Dacus* spp, *Drosophila* spp), gorgojo kapra (*Trogoderma granarium*) y fusariosis de las musáceas (Foc TR4) que pueden impactar en los indicadores más importantes, como son pobreza, violencia, migración y la aplicación de diferentes medidas fitosanitarias que afectaran el comercio de los productos involucrados. En la producción de musáceas, los plátanos y bananos actualmente están en peligro por la diseminación de la fusariosis (*Fusarium oxysporum* f. sp *cubensis* raza 4 tropical), lo que cambiaría de manera radical el sistema de producción; asimismo una detección del virus del cogollo racimoso (BBTV), de la bacteriosis por *Xanthomonas vasicola* que causa marchitez del plátano, entre otras inducirían al uso de medidas de bioseguridad especializada y al uso de agroquími-

cos que afectarían la producción y economía de los productores. En el cultivo del café, la enfermedad de las cerezas (CBD), especies de *Fusarium xylaroides* que están afectando en África y nuevas razas de roya pueden ser las amenazas más importantes en México y en Latinoamérica donde este cultivo es de alta importancia en la economía regional. En palmáceas, la pudrición del cogollo se ha convertido en una epidemia importante en zonas productivas, desde la detección de *Phytophthora palmivora* hasta su desarrollo de la epidemia pueden cambiar la cadena productiva. En hortalizas, la detección de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) implicaría regulaciones fitosanitarias y estrategias específicas; asimismo diferentes especies de trips se convierten de plagas emergentes a plagas epidémicas en tiempos cortos, caso de *Megalotrips usitatus* en frijol y *Trips parvispinus* en hortalizas y otras especies de plantas cultivadas.

Literatura Citada. 1. Kumar L .2017. Banana bunchy top virus (bunchy top of banana). CABI Compendium. 2. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala. 2024. Ficha técnica de banano, 3. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF).2023. Directrices sobre las listas de plagas reglamentadas (NIMF No.19). FAO.

2. FUSARIOSIS DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN MÉXICO: RETOS FITOSANITARIOS, INNOVACIÓN Y ESTRATEGIAS PARA UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

[Fusarium wilt of sugarcane in Mexico: Phytosanitary challenges, innovation and strategies for sustainable production]

Francisco Ramírez y Ramírez¹, Angel Ramírez Suárez², Clemente de Jesús García Avila^{2*}, Cynthia Cocchet Castañeda Casasola², Andres Quezada Salinas². ¹Dirección General de Sanidad Vegetal. Insurgentes Sur 489, P-7, Col. Hipódromo, CP. 06100, Cuauhtémoc, CDMX. ²Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Km. 37.5, Carretera Federal México-Pachuca, Av. Centenario de la Educación, Col. Santa Ana. Tecámac, Edo. Méx. C.P. 55740. *Correspondencia: clemente.garcia@senasica.gob.mx

El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV), establece medidas fitosanitarias necesarias para mantener el nivel adecuado de protección y condición fitosanitaria en todo el territorio nacional, considerando la evidencia científica y las características agroecológicas de las áreas productoras. La enfermedad Pokkah Boeng (PB) en caña de azúcar es causada principalmente por el hongo *Fusarium verticillioides*, aunque también se han identificado las especies *F. sacchari*, *F. proliferatum* y *F. subglutinans* como agente causal. En México, en el año 2014, se reportó PB en Morelos, Puebla, Oaxaca y Veracruz causada por *F. verticillioides* y *F. proliferatum*; en 2022 en la Huasteca Potosina por *F. sacchari*; en 2024 en Quintana Roo por *F. sacchari*, como causante de marchitez (marchitez vascular, clorosis y retraso del crecimiento). Todas las variedades de caña de azúcar que se utilizan en México han presentado susceptibilidad por alguna especie de *Fusarium*. La presencia de PB y marchitez, está relacionada a diversas condiciones ambientales atípicas y otros agentes patogénicos.

De manera coordinada la DGSV colabora con productores e instituciones del ámbito federal, estatal y municipal, para implementar acciones de detección (monitoreo y muestreo), pruebas de diagnóstico, estrategias de manejo sustentable, capacitación, fortalecimiento de laboratorios de reproducción de agentes de control biológico, uso y aplicación de insumos para el manejo de enfermedades fúngicas en caña de azúcar. Asimismo, desde el 2023 en la región de la Huasteca Potosina se tienen módulos interactivos diseñados específicamente para el seguimiento de enfermedades, barrenadores de tallos, mosca pinta, langosta y rata de campo en caña de azúcar con orientación agroecológica, principalmente haciendo uso y manejo de agentes de control biológico y prácticas agronómicas sustentables; desde 2024, cuatro ingenios azucareros de esa región son parte de esta estrategia, beneficiando a 30 mil productores. El control eficaz de esta enfermedad fúngica es un desafío, por lo que la biorremediación de suelos, el control biológico y una cultura preventiva en la detección temprana, son estrategias que ofrecen grandes posibilidades para el manejo de este complejo, no solo en caña de azúcar, sino para otras enfermedades.

3. PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DE FIRA PARA EL DESARROLLO DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

[Strategic programs of FIRA for the development of the agri-food sector]

Rodrigo Javier Córdova Hernández¹.

Banco de México-FIRA. Correspondencia: rjcordova@fira.gob.mx

FIRA constituye uno de los principales instrumentos de la banca de desarrollo para impulsar el crecimiento del sector agroalimentario y del medio rural mediante esquemas de financiamiento, garantías, asistencia técnica e incentivos para la inversión. Su modelo de operación se basa en la participación de intermediarios financieros autorizados, quienes canalizan créditos destinados a capital de trabajo e inversión fija, para la actividad primaria, la comercialización, la agroindustria, los servicios relacionados con la agricultura y actividades económicas desarrolladas en localidades rurales. Asimismo, FIRA promueve la inclusión financiera de productores de distintos estratos: micro empresa familiar, pequeña, mediana, hasta las grandes empresas. FIRA otorga a los Intermediarios Financieros el servicio de fondeo y/o garantía, dentro de las más relevantes se encuentra la garantía FONAGA, que facilita el acceso al crédito mediante garantías complementarias dirigidas principalmente a productores que forman parte de la población prioritaria. El Programa de Financiamiento a la Agricultura Familiar (PROAF) fortalece la inclusión financiera de pequeñas unidades de producción mediante la participación de Sociedades Cooperativas de Ahorro y Préstamo. Por su parte, Cosechando Soberanía integra apoyos como reducción en la tasa de

interés, seguros agropecuarios y coberturas de precios para fortalecer cadenas productivas prioritarias y mejorar la rentabilidad de los productores. De manera complementaria, FIRA impulsa el desarrollo tecnológico mediante apoyos para capacitación, asesoría, consultoría, certificaciones, eventos demostrativos y servicios especializados que favorecen la adopción de innovaciones. También promueve el desarrollo sostenible mediante programas como PROSOSTENIBLE, enfocado en inversiones relacionadas con el uso eficiente del agua, energías renovables, agricultura sustentable y mitigación del cambio climático, así como FONAGUA, orientado a la modernización de infraestructura hidroagícola. Además, cuenta con otros programas como PROIF (Red de Financiamiento Agropecuario) que fortalecen la colocación de crédito mediante fondos de garantía de primeras pérdidas y estímulos federales y estatales para reducir el costo financiero. En conjunto, estas estrategias permiten ampliar la cobertura del financiamiento, incrementar la productividad, fortalecer las cadenas de valor y promover un desarrollo rural más competitivo, incluyente y sostenible, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos institucionales de FIRA y al desarrollo del campo en México.

4. CORTAR, PEGAR Y VENDER: LA CARRERA GLOBAL POR REGULAR LA PAPAYA EDITADA GENÉTICAMENTE

[Cut, paste, and profit: The global race to regulate the gene-edited papaya].

Patricia M. B. Fernandes¹.

¹Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio, Núcleo de Biotecnologia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil. Correspondencia: patricia.fernandes@ufes.br

La edición génica, impulsada por tecnologías revolucionarias como el sistema CRISPR-Cas, ha transformado el panorama de la biotecnología agrícola global. Esta herramienta permite modificaciones precisas y dirigidas en el genoma de plantas sin la necesidad de introducir DNA exógeno, lo cual constituye una alternativa interesante frente a los organismos genéticamente modificados (OGM) tradicionales. Sin embargo, la viabilidad comercial de estas innovaciones depende intrínsecamente de un mosaico regulatorio complejo y fragmentado en todo el mundo (Favarato et al., 2026). El estudio de caso de la papaya (*Carica papaya* L.) editada genéticamente ejemplifica perfectamente los desafíos científicos y las barreras regulatorias que definen la carrera global por la regulación de Nuevas Técnicas Genómicas (NGTs). La enfermedad de la meleira (papaya sticky disease, PSD), causada por el complejo viral PMEV/PMEV2, representa una de las principales amenazas para la producción de papaya en América Latina, volviendo los frutos comercialmente inviables debido a la exudación de látex y la pérdida de compuestos como el isotiocianato de bencilo (BITC), lo que aumenta la susceptibilidad a moscas de la fruta (Sá Antunes et al., 2020). Apesar de los esfuerzos de mejoramiento tradicional, no se han identificado genotipos resistentes, lo que subraya la necesidad de enfoques innovadores como la edición génica. El objetivo de este trabajo fue analizar los marcos regulatorios globales que impactan la comercialización de papaya editada

genéticamente, utilizando como caso de estudio los avances del grupo de investigación de la Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) en el combate a la meleira mediante CRISPR-Cas9.

El grupo de investigación de la UFES ha logrado un hito en el control de la meleira de la papaya mediante el desarrollo exitoso de un protocolo de edición génica para este cultivo. La viabilidad de la estrategia se demostró inicialmente con el silenciamiento del gen de la fitoeno desaturasa (PDS), cuya alteración generó fenotipos de clorosis como prueba de concepto. Posteriormente, se identificaron dianas específicas, como el gen de la β -1,3-glucanasa (GLU), cuya modulación resulta fundamental para conferir resistencia al complejo viral. Los ensayos de transformación, tanto transitoria como estable, confirmaron la mutación de los genes seleccionados; paralelamente, la citometría de flujo y la tinción con azul de anilina corroboraron plenamente los efectos fenotípicos esperados. Estos resultados indican que la edición génica representa una estrategia prometedora para el control de virosis en cultivos de importancia económica (Favaratto et al., 2026).

La regulación a escala global evidencia notorias discrepancias normativas, así como desafíos estructurales aún por resolver. En caso de plantas editadas por CRISPR varía drásticamente según la jurisdicción, dividiéndose esencialmente entre sistemas enfocados en el proceso de obtención y sistemas enfocados en las características del producto

final. Latinoamérica se ha destacado por crear caminos regulatorios ágiles y basados en ciencia para las NGTs. Países como Brasil y Argentina adoptan un análisis caso a caso. Bajo estas directrices, si el producto final editado por CRISPR (clasificado como SDN1 o SDN2) no contiene DNA exógeno, es considerado no-transgénico, exentándolo de los procesos de aprobación exigidos para los OGM tradicionales. Estados Unidos adoptan un modelo regulatorio basado en el producto, donde el USDA ha desregulado cultivos editados por CRISPR equiparándolos a plantas obtenidas por mejoramiento convencional. Canadá utiliza la estructura de “Plantas con Características Novas” (PNTs), evaluando la novedad y el riesgo del producto final independientemente del método de obtención. En contraste, la Unión Europea mantuvo una postura conservadora hasta 2018, cuando el Tribunal de Justicia de la Unión Europea (TJUE) determinó que todos los organismos editados genéticamente deberían ser sometidos a las mismas reglas estrictas que los OGM tradicionales. Sin embargo, este escenario cambió drásticamente el 17 de junio de 2026, cuando el Parlamento Europeo aprobó definitivamente una nueva ley que establece un tratamiento regulatorio diferenciado para las plantas obtenidas por NGTs. Bajo el nuevo Reglamento (UE) 2026/1388, las plantas editadas cuyas modificaciones genéticas sean equivalentes a las que podrían obtenerse por mejoramiento convencional (cambios puntuales en genes existentes, sin introducción de ADN exógeno) recibirán un proceso de aprobación acelerado, equiparándolas a las variedades convencionales. Por el contrario, las ediciones más sustanciales o la transgénesis seguirán sujetas a la normativa estricta de los OGM tradicionales. La ley, que entró en vigor el 16 de julio de 2026, incluye un período de implementación de dos años para definir los detalles técnicos, por lo que se espera que las primeras solicitudes de aprobación sean aceptadas a

partir de mediados de 2028. Como parte del acuerdo, las empresas deberán divulgar públicamente las patentes existentes involucradas en la creación de nuevos cultivos editados, con el fin de evitar monopolios y facilitar el acceso de pequeñas empresas de mejoramiento. Esta apertura histórica de la UE representa una ventana de oportunidad para que la ciencia de punta desarrollada en América Latina pueda acceder a uno de los mercados más grandes del mundo. Esta fragmentación regulatoria genera incertidumbre y obstáculos para el comercio internacional de la papaya editada, limitando su acceso a mercados clave (Fernandes et al., 2024).

En México, el tratamiento jurídico de los organismos genéticamente editados se define por un vacío regulatorio. Si bien existe un marco legal robusto para los OGM tradicionales (transgénicos) basado en la Ley de Bioseguridad de 2005, la edición genética no está contemplada explícitamente. Esto ha generado un escenario donde la ciencia avanza más rápido que el derecho, llevando a académicos y legisladores a debatir la necesidad de una nueva normativa que ofrezca certidumbre jurídica y fomente la innovación, sin descuidar los principios de bioseguridad.

A pesar de los avances tecnológicos consolidados en laboratorio por el grupo de la UFES, el principal desafío actual reside en transponer esta innovación al campo y al mercado consumidor. La armonización de los marcos biosanitarios y la prevención de disputas comerciales son críticas para evitar la fragmentación del mercado, particularmente para las economías en desarrollo que dependen de las exportaciones de papaya. El éxito de la papaya editada contra la meleira depende no solo de su validación técnica, sino de una armonización regulatoria global que permita su transición a los pomares comerciales. A medida que grandes bloques económicos como la Unión Europea flexibilizan sus reglas para NGTs, se abre una ventana de

oportunidad para que la ciencia de punta desarrollada en América Latina promueva una agricultura más sustentable, productiva y resiliente al cambio climático. La integración estratégica entre científicos, reguladores y actores comerciales será fundamental para equilibrar la innovación con la bioseguridad, asegurando la viabilidad a largo plazo de los cultivos editados con CRISPR en los mercados globales (Favaratto et al., 2026).

Literatura citada

Favaratto, L., da Silva, M. L., Buss, D. S., Quadros, O. F., Tapia-Tussell, R., Ventura, J. A., Fernandes, A. A. R. and Fernandes, P. M. B. 2026. The regulatory frameworks surrounding CRISPR-edited papaya and their impact on international commerce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, doi: 10.1002/jsfa.70478.

Fernandes, P. M. B., Favaratto, L., Merchán-Gaitán, J. B., Fuganti Pagliarini, R., Zerbini, F. M. and Nepomuceno, A. L. 2024. Regulation of CRISPR-edited plants in Latin America. In: *Global Regulatory Outlook for CRISPRized Plants* (Eds. K. A. Abd-Elsalam, A. Ahmad). Academic Press, London, pp. 197–212.

Sá Antunes, T. F., Maurastoni, M., Madroño, L. J., Fuentes, G., Santamaría, J. M., Ventura, J. A., et al. 2020. Battle of three: the curious case of papaya sticky disease. *Plant Disease*, 104(10): 2754–2763.

Palabras clave: enfermedad de la papaya pegajosa, PMeV, PMeV2, complejo viral, interacción planta-virus, laticíferos

Apoyo financiero: Investigación financiada por el CNPq (subvenciones 441499/2023-6, 404972/2021-7), FAPES (subvención 1132/2024) y CAPES. El autor es investigador becario del CNPq (301052/2025-5).

5. EL AMARILLAMIENTO LETAL DEL COCOTERO EN MÉXICO Y SU MANEJO

[Lethal Yellowing of Coconut Trees in Mexico and its Management]

Carlos Oropeza^{1*}, Matilde Cortázar², María Narváez¹, Carmen Silverio², Carlos F. Ortiz³

¹Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, Yucatán. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Xul Há, Quintana Roo. ³Colegio de Postgraduados, Cárdenas, Tabasco.

*Correspondencia: cos@cicy.mx

El cultivo del cocotero ha adquirido una gran relevancia comercial; sin embargo, enfrenta graves amenazas fitopatológicas, entre las que destaca el Amarillamiento Letal del Cocotero (ALC), una enfermedad causada por un fitoplasma. Aunque el ALC emergió hace 50 años en la Península de Yucatán y posteriormente se dispersó hacia las costas del Golfo de México, la enfermedad sigue activa. Muestra de ello es que, en los últimos cinco años, se han registrado nuevos brotes en los estados de Oaxaca y Guerrero, en el Pacífico mexicano. Para hacer frente a esta amenaza, en México se han desarrollado diversas investigaciones orientadas a su

manejo, con especial énfasis en la identificación de cultivares resistentes. No obstante, la existencia de enfermedades similares al ALC en África —asociadas a fitoplasmas evolutivamente distintos— representa un riesgo latente para el cultivo del cocotero en México, América Latina y el Caribe. En esta presentación se expondrán los trabajos más relevantes realizados en México y el extranjero para el manejo del ALC. Asimismo, se abordarán las acciones fitosanitarias actuales y las perspectivas de investigación colaborativa destinadas a fortalecer la resiliencia regional frente al ALC y a otras enfermedades similares que amenazan el futuro del sector.

6. MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES DEL MANGO

[Integrated Management of mango diseases]

Luciano Martínez-Bolaños

Universidad Autónoma Chapingo. Centro Académico Regional sede Oaxaca. Ingeniería en Agricultura Sostenible. lmartinezb@chapingo.mx

El mango (*Mangifera indica*) es uno de los principales frutos tropicales que se consumen en el mundo (Bambalele *et al.*, 2021); sin embargo, existen microorganismos fitopatógenos que afectan al cultivo, impactando en la producción y calidad del mango. Dentro las principales enfermedades que afectan a las plantas de mango son: la proliferación vegetativa y floral (*Fusarium subglutinans*, *F. oxysporum*), cenicilla (*Oidium mangifera*), antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), pudrición texana (*Phymatotrichopsis omnivora*), y muerte descendente (*Lasioidiplodia theobromae*); mientras que las inflorescencias y frutos son afectados por la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*). Por otra parte, hoy el mercado mundial requiere productos sanos e inocuos, con procesos de producción amigables con el ambiente, por lo cual es necesario el desarrollo de modelos de producción sostenible. En ese sentido, el manejo integrado de enfermedades en el cultivo de mango, es la base

para el desarrollo de modelos inteligentes, lo cual implica la integración de estrategias profilácticas y curativas que mitiguen el impacto de los problemas fitosanitarios; además se deben considerar diferentes factores relacionados al proceso de patogénesis, sobrevivencia y dispersión de las enfermedades a través del tiempo y el espacio. Algunas actividades implican desde la selección de variedades tolerantes, el desarrollo de prácticas agronómicas que reduzcan las fuentes de inóculo de los patógenos y fortalezcan el crecimiento y desarrollo de la planta, además del manejo de las condiciones ambientales. En ese sentido, se deben realizar podas y eliminación de tejidos enfermos; promover suelos saludables mediante la incorporación de abonos orgánicos y microorganismos benéficos en las plantaciones, y realizar la aplicación de tratamientos preventivos a base de fungicidas bioracionales efectivos, acorde a la etapa fenológica del cultivo de mango, y a las condiciones ambientales.

7. MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES DEL LIMÓN MEXICANO

[Integrated management of Mexican lime diseases]

Mario Orozco-Santos¹, José Joaquín Velázquez Monreal²,
Manuel de Jesús Bermúdez-Guzmán² y Gilberto Manzo-Sánchez³.

¹Ex Investigador del INIFAP, ²INIFAP, Campo Experimental Tecomán y ³FCBA-Universidad de Colima.

Correspondencia: orozco_santos@yahoo.com

México es el principal productor mundial de limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) con una superficie cultivada de 104,520 ha y un volumen de producción de 1.48 millones de t anuales. Se cultiva principalmente en el trópico seco, siendo los principales estados productores Michoacán, Colima, Oaxaca y Guerrero. Esta especie citrícola es afectada por diversas enfermedades que afectan el rendimiento, calidad del fruto y algunas pueden provocar la muerte de los árboles. Las más importantes son: Huanglongbing (HLB) causado por la bacteria *Candidatus Liberibacter* y transmitido por el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*). Antracnosis causada por *Colletotrichum acutatum* raza KLA. Muerte de ramas asociada a HLB y el hongo oportunista *Lasiodiplodia* spp. Gomosis causada por el oomicete *Phytophthora nicotianae* y otras especies. Mancha foliar relacionada con el hongo *Alternaria limicola*. Fumagina causada por *Capnodium citri*. Mancha grasienta por *Mycosphaella citri* y alga de los cítricos asociada a *Cephaleuros virescens*. La más importante es el HLB y la estrategia de manejo está basada en un esquema de coexistencia mediante un manejo agronómico integrado: el uso estricto de plantas certificadas (libres de patógenos), altas densidades y patrones capaces de convivir con el HLB es fundamental en las nuevas plantaciones. Asimismo, el manejo agronómico integrado (nutrición, irrigación, salud radicular, podas, control de plagas, enfermedades y maleza) y el manejo sostenible del vector (uso

de extractos vegetales, aceites minerales, control biológico y rotación de insecticidas sintéticos) son elementos importantes en el programa de manejo. En el caso de la antracnosis, es el factor más importante que reduce la producción de fruta en los meses de invierno, llegando a afectar hasta un 40% el rendimiento. Esta enfermedad se presenta únicamente en la época de lluvias. Dos factores deben coincidir para que la antracnosis se presente: tejido susceptible (flores, brotes vegetativos jóvenes y frutos en desarrollo) y lluvias. *C. acutatum* tiene un período de incubación corto (3 a 5 días), por lo que es importante tomar medidas de control oportunas. Cuando se presentan lluvias frecuentes y una floración y/o brotación vegetativa importante es necesario aplicar fungicidas protectantes (mancozeb) o de acción sistémica (estrobilurinas: azoxistrobin, trifloxistrobin o Pyraclostrobin). La manera más práctica y económica de combatir la gomosis en limón mexicano es mediante el uso de portainjertos tolerantes. Los patrones macrofila (*C. macrophylla*) y volkameriana (*C. volkameriana*) son tolerantes a *Phytophthora*. El portainjerto más utilizado es el macrofila, el cual le confiere un crecimiento vigoroso a los árboles y precocidad en entrar a producción de fruta. La muerte de ramas se presenta con mayor severidad en árboles debilitados fisiológicamente por el HLB. Su manejo está orientado a un manejo agronómico adecuado de la plantación para evitar algún tipo de estrés en los árboles. Las prácticas de nutrición, riego y poda de ramas enfer-

mas ayudan a reducir los daños de la enfermedad. El resto de enfermedades (mancha foliar, mancha grasienta y algas) se controlan con manejo agronómico y las aplicaciones usadas para el control de antracnosis. En el caso de fumagina, su combate está orientado hacia el control de insectos fitófagos de hábitos picador-chupador (escamas, pulgones y mosca blanca) que excretan mielecilla donde se

desarrolla *C. citri*. El Manejo Integrado de Enfermedades es la estrategia viable para garantizar la rentabilidad y sostenibilidad del cultivo en escenarios de alta presión fitosanitaria (presencia endémica de HLB y antracnosis). Su éxito no depende de acciones aisladas, sino de un enfoque holístico que combine plantas certificadas, manejo agronómico integrado y control químico y alternativo (biológico, extractos vegetales y aceites minerales).

8. ANILLAMIENTO DEL PEDÚNCULO Y ROÑA DEL AGUACATE: DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL Y BASES PARA SU MANEJO INTEGRADO

[Avocado peduncle girdling and scab: differential diagnosis and
foundations for integrated management]

José Luciano Morales García¹, Julio César Martínez Rodríguez¹.

¹Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
Uruapan, Michoacán, México.

Autor de correspondencia: jose.morales@umich.mx

El aguacate (*Persea americana*) es un cultivo de elevada importancia económica y social para México. Su productividad y calidad comercial dependen de procesos fisiológicos complejos que regulan la floración, el amarre, la abscisión y el crecimiento del fruto; por ello, una proporción considerable de flores y frutos jóvenes puede perderse de manera fisiológica antes de la cosecha (Garner y Lovatt, 2008; Schaffer *et al.*, 2013). En campo, esta caída natural puede confundirse con pérdidas asociadas con estrés o agentes bióticos, lo que vuelve indispensable un diagnóstico diferencial antes de establecer medidas de manejo. Entre los problemas descritos en la presentación técnica analizada se encuentran el anillamiento del pedúnculo y la roña o mancha púrpura del aguacate. Aunque ambos pueden reducir la permanencia o la calidad externa del fruto, difieren en su naturaleza y expresión. El anillamiento se presenta como una banda completa o incompleta de tejido seco y descortezado alrededor del pedúnculo y se plantea como un síndrome potencialmente fisiológico o asociado con hongos, bacterias e insectos (Morales García, s.f.). En contraste, la roña es una enfermedad superficial causada, en la nomenclatura clásica, por *Sphaceloma perseae*, agente descrito originalmente por Jenkins (1934). La taxonomía moderna de los hongos causantes de roñas reconoce la estrecha relación entre los nombres *Sphaceloma* y *Elsinoë*, por lo que la

identificación debe sustentarse en caracteres morfológicos y, cuando sea posible, moleculares (Fan *et al.*, 2017). El objetivo de este miniartículo fue integrar información técnica y bibliográfica sobre el anillamiento del pedúnculo y la roña del aguacate, establecer criterios para su diagnóstico diferencial y organizar las medidas culturales, sanitarias y fitosanitarias que sustentan su manejo integrado. Se realizó una revisión técnica, descriptiva y comparativa de la presentación “Manejo integrado de enfermedades del aguacate”, preparada para un Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología (Morales García, s.f.). La información sobre anillamiento del pedúnculo y roña se organizó en cinco componentes: naturaleza del problema, síntomas, factores o agentes asociados, condiciones favorables y medidas de manejo.

La interpretación se contrastó con literatura especializada sobre fisiología reproductiva del aguacate, enfermedades de frutos tropicales, roña del aguacate, taxonomía de *Elsinoë* y daños superficiales causados por trips (Jenkins, 1934; Ploetz *et al.*, 1994; Hoddle *et al.*, 2002; Menge y Ploetz, 2003; Garner y Lovatt, 2008; Schaffer *et al.*, 2013; Fan *et al.*, 2017). Para evitar atribuciones etiológicas incorrectas, el anillamiento se analizó como un síndrome de origen potencialmente multifactorial; en cambio, la roña se examinó como una enfermedad fúngica con agente causal históricamente

documentado. Posteriormente se compararon los órganos afectados, el momento de aparición, la naturaleza de las lesiones, las fuentes de inóculo y los factores de manejo del huerto. Las medidas se jerarquizaron conforme a los principios del manejo integrado: diagnóstico, prevención, reducción del inóculo, modificación del microclima, monitoreo y empleo racional de productos fitosanitarios autorizados.

La revisión confirmó que el anillamiento del pedúnculo no debe considerarse automáticamente una enfermedad con agente causal único. La presentación indica que puede observarse desde la floración y el amarre hasta etapas próximas a la cosecha, y que puede tener componentes fisiológicos, patológicos o entomológicos (Morales García, s.f.). Este planteamiento es compatible con la fisiología reproductiva del aguacate, cultivo en el que la abscisión de flores y frutos jóvenes responde al balance entre demanda reproductiva, disponibilidad de fotoasimilados y capacidad del árbol para sostener la carga (Garner y Lovatt, 2008; Schaffer *et al.*, 2013). El síntoma característico es una zona anular, seca y descortezada sobre el pedúnculo. Cuando la lesión permanece superficial, el fruto puede continuar adherido; cuando progresa, aumenta la deshidratación y puede presentarse momificación o caída prematura (Morales García, s.f.). No obstante, la observación de una banda seca no demuestra por sí sola que exista infección. El diagnóstico debe separar al menos cuatro escenarios: abscisión fisiológica, estrés hídrico o nutrimental, daño mecánico o por insectos, y enfermedad asociada con un microorganismo. Entre los factores predisponentes descritos se encuentran altas temperaturas, riego insuficiente, asfixia radicular, escaso follaje, exposición al viento y radiación solar, y desequilibrios nutrimentales (Morales García, s.f.). La literatura sobre fisiología del aguacate respalda que el estado hídrico, la nutrición y la relación fuente-demanda

influyen en el crecimiento y la retención del fruto (Garner y Lovatt, 2008; Schaffer *et al.*, 2013). Por ello, estos factores deben evaluarse antes de atribuir el problema a un patógeno. La presentación menciona la posible participación de *Xanthomonas* sp., *Colletotrichum* sp. y *Dothiorella* sp., así como daño de *Neosilba batesi* (Morales García, s.f.). Sin embargo, tales menciones deben interpretarse como hipótesis diagnósticas o asociaciones de campo y no como causalidad demostrada. La confirmación requiere muestreo del margen activo de la lesión, aislamiento o detección del organismo, asociación consistente con el síntoma y, cuando sea viable, pruebas de patogenicidad.

Roña o mancha púrpura. La roña del aguacate es una enfermedad fúngica superficial descrita tempranamente en frutos y hojas, y atribuida a *Sphaceloma perseae* (Jenkins, 1934). Compendios y revisiones posteriores la reconocen como una enfermedad que afecta principalmente tejidos jóvenes, incluidos frutos, hojas, brotes y pedicelos (Ploetz *et al.*, 1994; Menge y Ploetz, 2003). En los frutos jóvenes se presentan manchas pequeñas, circulares, de color marrón a negro, que pueden aumentar, confluir y formar áreas ásperas, corchosas o costrosas. En hojas, las lesiones pueden concentrarse a lo largo de las nervaduras y ocasionar deformación cuando son numerosas; en ramillas y pedicelos adoptan formas ovales o alargadas (Jenkins, 1934; Ploetz *et al.*, 1994; Menge y Ploetz, 2003; Morales García, s.f.). Debido a que el daño suele permanecer en los tejidos externos, la principal consecuencia es la pérdida de calidad comercial, aunque las lesiones también pueden facilitar el establecimiento de otros microorganismos. El agente produce estructuras conidiogénicas y conidios en los tejidos infectados. En cultivo, las colonias pueden variar de blanco grisáceo a gris oscuro y producir pigmentación rojiza, anaranjada o amarillenta, rasgo relacio-

nado con metabolitos del grupo de las elsinocromas (Morales García, s.f.; Fan *et al.*, 2017). La revisión taxonómica de Fan *et al.* (2017) demuestra que la identificación de especies de *Elsinoë* y sus morfos históricamente denominados *Sphaceloma* no debe basarse únicamente en el color de la colonia, sino en la integración de morfología, hospedante y datos filogenéticos. El patógeno puede persistir en lesiones de hojas, frutos y ramillas, y producir inóculo cuando existen condiciones de humedad favorables. La infección es más importante durante el crecimiento de tejidos jóvenes; la humedad y la escasa ventilación prolongan el mojado y favorecen la enfermedad (Ploetz *et al.*, 1994; Menge y Ploetz, 2003). Por ello, huertos densos, sombreados y con copa cerrada suelen presentar mayor riesgo. La eliminación de frutos momificados y ramas enfermas, señalada en la presentación, reduce reservorios potenciales de inóculo (Morales García, s.f.). No toda costra en el pericarpio corresponde a roña. Los trips pueden producir cicatrices y zonas acorchadas en frutos jóvenes, especialmente cuando se alimentan durante etapas tempranas del desarrollo (Hoddle *et al.*, 2002). También deben considerarse rozaduras, daño por ácaros, heridas mecánicas y quemadura solar. La distribución de las lesiones, el historial de plagas, la presencia de estructuras del hongo y el aislamiento del agente son elementos decisivos para el diagnóstico diferencial.

Bases para el manejo integrado. Para el anillamiento, la primera medida es determinar si la caída corresponde a un proceso fisiológico esperado o a un daño anormal. Se recomienda registrar la etapa fenológica, distribución del síntoma, porcentaje de frutos afectados, estado hídrico y nutrimental, condición radicular, exposición de la copa y presencia de insectos. El manejo preventivo debe mantener riego uniforme, aireación del suelo, nutrición equilibrada y follaje suficiente para proteger los frutos.

Estas acciones mejoran el equilibrio fisiológico del árbol y disminuyen factores de estrés relacionados con la abscisión (Garner y Lovatt, 2008; Schaffer *et al.*, 2013). Cuando existan signos de infección o lesiones activas, el diagnóstico debe apoyarse en laboratorio antes de seleccionar una medida específica. Las aplicaciones generalizadas de fungicidas sin confirmación etiológica son poco justificables, porque el anillamiento puede originarse por causas que no responden al control químico. Del mismo modo, la presencia de bacterias u hongos oportunistas en tejido necrosado no demuestra que hayan iniciado el daño. En la roña, el manejo debe concentrarse en proteger los tejidos jóvenes y reducir el inóculo. Las prácticas prioritarias son podas de formación, aclaramiento y saneamiento; retiro de ramas secas y frutos momificados; eliminación de material enfermo; regulación de la densidad de plantación; y mantenimiento de ventilación e iluminación dentro de la copa (Ploetz *et al.*, 1994; Menge y Ploetz, 2003; Morales García, s.f.). El monitoreo debe intensificarse desde brotación, floración y cuajado hasta que el fruto pierda susceptibilidad. El manejo de trips y otros organismos que lesionan el pericarpio debe integrarse al programa fitosanitario, ya que sus daños pueden confundirse con roña o incrementar el deterioro superficial (Hoddle *et al.*, 2002). Cuando el riesgo epidemiológico y el diagnóstico justifiquen el control químico, este debe ser preventivo, dirigido a los periodos de mayor susceptibilidad y limitado a productos con registro vigente para aguacate y para el problema objetivo. La elección debe respetar dosis, intervalos de seguridad, límites máximos de residuos y rotación de modos de acción; la literatura técnica no sustituye la etiqueta autorizada ni las disposiciones regulatorias locales. En conjunto, el diagnóstico diferencial constituye el eje del manejo integrado. Tratar todo anillamiento como infección fúngica puede conducir a aplicaciones innecesarias, mien-

tras que interpretar toda costra como roña puede ocultar daños por trips, ácaros, rozaduras o estrés ambiental. La integración del diagnóstico, la sanidad del huerto, el equilibrio fisiológico del árbol y el uso racional de fitosanitarios permite reducir pérdidas y conservar la calidad comercial del fruto.

Literatura Citada. Fan, X.L., Barreto, R.W., Groenewald, J.Z., Bezerra, J.D.P., Pereira, O.L., Cheewangkoon, R., Mostert, L., Tian, C.M. y Crous, P.W. 2017. Phylogeny and taxonomy of the scab and spot anthracnose fungus *Elsinoë* (Myriangiales, Dothideomycetes). *Studies in Mycology* 87:1–41. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2017.02.001>. Garner, L.C. y Lovatt, C.J. 2008. The relationship between flower and fruit abscission and alternate bearing of ‘Hass’ avocado. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 133:3–10. Hoddle, M.S., Morse, J.G., Phillips, P.A. y Faber, B.A. 2002. Avocado thrips: a new challenge for

growers. *California Agriculture* 56(3):103–107. Jenkins, A.E. 1934. *Sphaceloma perseae*, the cause of avocado scab. *Journal of Agricultural Research* 49:859–869. Menge, J.A. y Ploetz, R.C. 2003. Diseases of avocado. En: Ploetz, R.C. (ed.), *Diseases of Tropical Fruit Crops*. CABI Publishing, Wallingford, Reino Unido. pp. 35–71. Morales García, J.L. s.f. Manejo integrado de enfermedades del aguacate. Presentación para el Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, Universidad de Colima. Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ploetz, R.C., Zentmyer, G.A., Nishijima, W.T., Rohrbach, K.G. y Ohr, H.D. (eds.). 1994. *Compendium of Tropical Fruit Diseases*. APS Press, St. Paul, Minnesota, Estados Unidos. Schaffer, B., Wolstenholme, B.N. y Whaley, A.W. (eds.). 2013. *The Avocado: Botany, Production and Uses*. 2a ed. CABI, Wallingford, Reino Unido.

9. MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES DEL PLÁTANO

[Integrated management of banana diseases]

Gilberto Manzo-Sánchez¹, Mario Orozco-Santos², Luciano Martínez-Bolaños³,

¹Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. ²Asesor independiente. ³Universidad Autónoma Chapingo. Correspondencia: gmanzo@ucol.mx

Los cultivos de banano y plátano (*Musa* spp.) enfrentan importantes problemas fitosanitarios que afectan su productividad, rentabilidad y sostenibilidad. Entre las principales enfermedades se encuentran la Sigatoka negra, causada por *Pseudocercospora fijiensis*; la marchitez por Fusarium, ocasionada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; y el moko bacteriano, causado por *Ralstonia solanacearum*. El objetivo fue presentar los principales avances científicos que se han abordado por el grupo de investigadores de las diferentes instituciones, enfocados en la caracterización, epidemiología y manejo integrado de las enfermedades más importantes de *Musa* spp. La presentación integra información sobre la caracterización de los agentes causales, diversidad genética, epidemiología, sensibilidad y resistencia a fungicidas, bioseguridad, control cultural y control biológico. Por ejemplo, la investigación sobre *P. fijiensis* ha evolucionado desde la caracterización de la diversidad genética y la sensibilidad a fungicidas hacia el monitoreo de la resistencia y el desarrollo de estrategias de manejo antiresistencia frente a diferentes moléculas químicas. Mientras que el moko bacteriano, su manejo se requieren medidas profilácticas y de exclusión

que permitan reducir el riesgo de su diseminación a zonas libres de este problema fitosanitario y la implementación de microorganismos, extractos y aceites vegetales. En el caso de *F. oxysporum* f. sp. *cubense*, los estudios sobre diversidad genética y epidemiología han fortalecido el conocimiento de la dispersión y prevención de la marchitez por Fusarium, mientras que la amenaza de la raza tropical 4 resalta la importancia de la exclusión, la bioseguridad y el uso de material vegetal sano. Asimismo, la investigación sobre *Trichoderma* spp. y *Streptomyces* spp. ha demostrado el potencial de estos microorganismos antagonistas mediante competencia, antibiosis, producción de metabolitos secundarios e inducción de mecanismos de defensa en la planta. En conjunto, el manejo sostenible de las principales enfermedades de las musáceas requiere integrar diagnóstico oportuno, vigilancia epidemiológica, monitoreo de la resistencia a fungicidas, manejo antiresistencia, bioseguridad, material vegetal sano y control biológico. Este enfoque constituye una estrategia fundamental para reducir pérdidas productivas, retrasar la dispersión de patógenos emergentes y fortalecer la sostenibilidad de la producción de banano y plátano en los sistemas agrícolas tropicales.

1. SIMPOSIO: MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE BANANOS Y PLÁTANOS

1.1. NUEVAS TECNOLOGÍAS DE PREVENCIÓN Y BIOSEGURIDAD DE ENFERMEDADES EN BANANO CON ÉNFASIS EN *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* RAZA 4 TROPICAL

[New technologies for disease prevention and biosecurity in bananas with an emphasis on *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4]

Carlos R. Urías Morales¹, Xavier I. Euceda².

¹Fundación Embioclimática y ²OIRSA. Correspondencia: carlos.urias@embioclimatica.com

Manejar o gestionar medidas de prevención de la Fusariosis o Marchitez de las musáceas (bananos y plátanos) causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical (FocR4T), requiere de tecnologías de diagnóstico que permitan rapidez, precisión y reacción rápida ante la amenaza o peligro para la exclusión, prevención o ante los primeros brotes de la enfermedad más destructiva de este cultivo. El objetivo de este trabajo es informar las nuevas tecnologías que actualmente están en uso para la prevención y bioseguridad de enfermedades en banano. Actualmente se utilizan satélites, drones y aplicativos tecnológicos web o móviles para una detección rápida y en las estrategias de bioseguridad epidemiológica. El diagnóstico puede ser mediante la técnica de PCR convencional o PCR digital. Este último permite la detección de la enfermedad en plantas asintomáticas, en partículas de suelo y en agua. Asimismo, los equipos portátiles como Lamp y los moleculares automatizados, son tecnologías que se están utilizando a nivel de campo. La Universidad de Taiwán ha desarrollado la tecnología de detección rápida de FocR4T mediante “inmunotiras” que permite un diagnóstico confiable en un período de tiempo entre 4 a 8 minutos que serán parte de los sistemas de monitoreo a nivel de campo o en las medidas fitosanitarias de las ONPF de los países que lo requieran. En bioseguridad transfronteriza, se aplica la detección de medios de dispersión mediante rayos X,

unidades caninas y el uso de autoclaves industriales que permite la eliminación de inóculos del patógeno. El uso de la inteligencia Artificial (IA) con técnicas inmersivas es impulsado por el OIRSA para realizar simulaciones y simulacros de acciones recomendadas en prevención, contención y posible erradicación de brotes de FocR4T, lo que implica tener una herramienta para fortalecer capacidades de grupos técnicos de los países en procesos de prevención o de manejo. En las plataformas tecnológicas de vigilancia epidemiológica disponibles, se pueden encontrar chat bot para una interacción dinámica de la problemática, así como un sistema de valoración de riesgo de los profesionales involucrados en la fusariosis de los bananos y plátanos. Los países de Guatemala y Belice han implementado el modelo de detección temprana mediante satélites en una superficie de 5 000 ha, mientras que los drones con software especializado son usados por la mayoría de los países productores.

Literatura Citada. 1. Best, S., León, L. Méndez, A., Flores, F. Aguilera H. 2014. Adopción y Desarrollo de Tecnologías de Agricultura de Precisión. Boletín Digital No.3, Prograp-INIA, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillan, Chile. 2. Banco Mundial. 2019. Innovaciones tecnológicas para un futuro sostenible. 3. Pérez, *et al.* 2021 Tecnologías emergentes en la agricultura sostenible. Revista de Agricultura de Precisión.

1.2. ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL MOKO BACTERIANO DEL PLÁTANO

[Strategies for Integrated Management of Moko disease in bananas]

Luciano Martínez-Bolaños¹; Danna Montserrat Martínez-Bolaños²

¹Centro Académico Regional sede Oaxaca. Ingeniería en Agricultura Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. ²Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.

lmartinezb@chapingo.mx

El Moko del plátano (*Ralstonia solanacearum* race 2) es una de las enfermedades más destructivas que afectan al cultivo de las musáceas en el mundo. El patógeno infecta a las plantas, y causa un amarillamiento y marchitez de la hoja más joven, derivado de la invasión de los haces vasculares, y finalmente, causa la muerte de la planta. El manejo del Moko bacteriano representa un desafío de importancia cuarentenaria, debido a la agresividad del patógeno, diseminación rápida, y disponibilidad limitada de productos para su control efectivo. Por ello, el manejo de esta enfermedad requiere en primer momento, de medidas cuarentenarias, en especial, medidas profilácticas y de exclusión que reduzcan el riesgo de su diseminación a zonas libres de este problema fitosanitario. Por otra parte, en zonas con presencia de la enfermedad, se deben

realizar muestreos en cada finca para determinar la distribución espacial y temporal del Moko bacteriano, y posteriormente, se deben implementar estrategias de supresión, las cuales reduzcan la densidad de inóculo y su distribución. En ese sentido, se deben eliminar las plantas enfermas mediante la inyección de herbicidas sistémicos; y la aplicación de microorganismos benéficos que supriman el crecimiento de *R. solanacearum* raza 2, y que protejan a las plantas de bananos de infecciones; así mismo, es importante el uso de productos bioracionales para la bioremediación de sitios contaminados por esta bacteria fitopatógena, y finalmente, el uso de moléculas químicas inorgánicas eficientes con bajo impacto ambiental, como la aspersión aérea de nanopartículas de cobre y bioaceites esenciales, y el uso localizado de sales cuaternarias de amonio.

1.3. MÁS ALLÁ DEL CONTROL QUÍMICO: NUEVAS ESTRATEGIAS BIOTECNOLÓGICAS CONTRA LA SIGATOKA NEGRA EN BANANO

[Beyond chemical control: new biotechnological strategies against black Sigatoka in banana]

Miguel J. Beltrán García,

Departamento de Biotecnológicas y Ambientales, Universidad Autónoma de Guadalajara.

jbeltran@edu.uag.mx

Introducción. La Sigatoka negra, causada por *Pseudocercospora fijiensis*, es una de las limitantes fitosanitarias del banano. En sistemas intensivos, su manejo puede requerir más de 50 aplicaciones anuales de fungicidas de contacto y sistémicos, lo que incrementa los costos, la presión de selección, el impacto ambiental y el riesgo de fitotoxicidad. La variabilidad y recombinación genética del patógeno, las mutaciones en proteínas blanco, las bombas de expulsión y su sistema antioxidante favorecen la adaptación al estrés químico y reducen la vida funcional de los fungicidas (Aguilar-Barragán *et al.*, 2014; Beltrán-García *et al.*, 2009, 2014). El objetivo fue desarrollar y evaluar alternativas biotecnológicas para reducir el impacto de la enfermedad en plantaciones de banano de Colima y Jalisco.

Materiales y Métodos. Se diseñaron bioinsumos con bacterias endófitas nativas seleccionadas por sus capacidades biocontroladoras y bioestimulantes. La formulación comprendió un ensamble de cepas de *Bacillus* y otros géneros bacterianos, además de sus productos metabólicos. Se realizaron ensayos durante cuatro años de validación en campo. Se monitorearon síntomas de Sigatoka negra, funcionalidad foliar y variables relacionadas con la productividad.

Resultados. La aplicación de consorcios endófitos redujo los síntomas y favoreció la conservación foliar. En campo se registraron más de ocho hojas al

corte, más de nueve manos por racimo y un retorno de 1.2. El índice ponderado de infección disminuyó de 0.40 a 0.03 y la aplicación de mancozeb se redujo 25 %. Las bacterias mostraron potencial para activar el microbioma endófito, competir con el patógeno, promover el crecimiento e inducir resistencia sistémica. Las cepas de *Bacillus* produjeron metabolitos tipo lipopéptido relacionados con iturinas, fengicinas y surfactinas, capaces de alterar membranas fúngicas y participar en la señalización defensiva vegetal. Estos resultados respaldan un mecanismo complementario que integra antagonismo directo, bioestimulación y fortalecimiento de las defensas del hospedante. En conjunto, la integración de microbiomas funcionales, metabolitos bacterianos, bioestimulación y uso racional de fungicidas ofrece una alternativa para disminuir la presión de selección y avanzar hacia un manejo sostenible de la Sigatoka negra sin comprometer la productividad ni la sanidad del cultivo del banano.

Literatura Citada. 1. Aguilar-Barragán, A., *et al.* 2014. Chemical management in fungicide sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis* collected from banana fields in México. *Brazilian Journal of Microbiology* 45(1):359–364. 2. Beltrán-García, M. J., *et al.* 2009. Oxidative stress response of *Mycosphaerella fijiensis*, the causal agent of black leaf streak disease in banana plants, to hydrogen peroxide and paraquat. *Canadian Journal of Microbiology* 55(7):887–894. 3. Beltrán-García, M.

J., *et al.* 2014. Singlet molecular oxygen generation by light-activated DHN-melanin of the fungal pathogen *Mycosphaerella fijiensis* in black Sigatoka disease of bananas. *PLOS ONE* 9(3): e91616. **4.**

Beltrán-García, M. J., *et al.* 2021. Mezcla probiótica y método para producción agrícola. Solicitud de patente mexicana MX/a/2021/002192. Universidad Autónoma de Guadalajara, México.

2. SIMPOSIO: ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE PAPAYA

2.1. SE NECESITAN DOS PARA UN DUETO PERFECTO: EL ACOPLAMIENTO VIRAL DE LA MELEIRA

[It takes two for a perfect duet: the viral coupling of papaya sticky disease]

Patricia M. B. Fernandes

Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Agronegócio, Núcleo de Biotecnologia,

Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil

Correspondencia: patricia.fernandes@ufes.br

Introducción. Con un volumen de exportación que alcanzó las 365 000 toneladas en 2023, la papaya se posiciona como un cultivo estratégico para las economías tropicales. Sin embargo, este éxito comercial se enfrenta a una realidad adversa: las enfermedades fitosanitarias. Entre ellas, la meleira o papaya sticky disease (PSD) es particularmente devastadora, pudiendo ocasionar pérdidas de entre el 50% y el 80% de la producción total, e incluso llegar a afectar al 100% de las plantas en ausencia de medidas de control adecuadas. Esta drástica reducción compromete la viabilidad de los productores y la sustentabilidad del cultivo en las principales regiones productoras. PSD ha estado afectando gravemente la producción en Brasil, México, Ecuador y Australia (Sá Antunes *et al.*, 2020). Su etiología es inusual, requiriendo la cooperación obligada entre dos virus distintos: papaya meleira virus (PMeV, ARN de doble cadena, *Fusagravirus kyu*) y papaya meleira virus 2 (PMeV2, ARN de cadena sencilla no clasificado similar al umbra virus, que carece de proteína de cápside) (Sá Antunes *et al.*, 2016; Maurastoni *et al.*, 2023). La enfermedad se caracteriza por la exudación espontánea de látex acuoso en frutos y hojas, que al oxidarse produce una apariencia pegajosa que vuelve los frutos comercialmente inviables. Un fenómeno fascinante de esta interacción es que las plantas infectadas permanecen

asintomáticas durante la etapa juvenil (prefloración), desarrollando síntomas solo después de la transición a la etapa adulta (postfloración) (Madroneiro *et al.*, 2018; Rodrigues *et al.*, 2024). ¿Cómo logran dos virus tan dispares orquestar una enfermedad que solo se manifiesta cuando la planta ‘decide’ florecer? Desentrañar este mecanismo no es solo curiosidad académica; es la clave para diseñar papayas inmunes.

Resultados. *Etiología del complejo viral y trans-encapsidación.* La enfermedad es causada por la coinfección de dos virus que coexisten en una relación única de trans-encapsidación, donde el ARN de PMeV2 es empaquetado por la proteína de la cápside de PMeV (Sá Antunes *et al.*, 2016). Este complejo se replica exclusivamente en los laticíferos, células especializadas en el almacenamiento de látex. La proteína de la cápside de PMeV (ORF1) codifica una proteína de 1563 aminoácidos que sufre procesamiento proteolítico para generar las proteínas estructurales p55 y p40. Mediante ensayos de doble híbrido en levadura, se identificó que la proteína ribosómica 50S L17 (RPL17) interactúa con fragmentos de la cápside viral, y su regulación negativa retrasa los síntomas de la enfermedad, sugiriendo que RPL17 es un factor de susceptibilidad importante (Maurastoni *et al.*, 2023). *Tolerancia*

juvenil y mecanismos de defensa. Durante la etapa de prefloración (3-4 meses post-germinación), la planta activa una defensa multicapa que induce tolerancia temporal al complejo viral. El análisis proteómico cuantitativo reveló 345 proteínas diferencialmente acumuladas a lo largo del desarrollo de la planta, con modulación significativa de procesos relacionados con la fotosíntesis y el remodelado de la pared celular. Las plantas infectadas en etapa juvenil mostraron una acumulación de proteínas fotosintéticas y una mayor eficiencia en el flujo de energía en los fotosistemas II y I, indicando una respuesta compensatoria. Además, se observó una reducción en enzimas de degradación de la pared celular durante la etapa juvenil, seguida de una acumulación de proteínas involucradas en la síntesis de precursores de pared durante las etapas de fructificación. La microscopía electrónica de transmisión reveló que los laticíferos de plantas sintomáticas presentan paredes celulares engrosadas (aproximadamente 662 nm vs. 300 nm en plantas asintomáticas) con desorganización de las microfibrillas de celulosa y vacuolización, lo que sugiere que la pérdida de integridad de la pared del laticífero es un evento clave en el desarrollo de síntomas (Rodrigues *et al.*, 2024). *Transmisión y epidemiología.* El complejo PMeV se localiza exclusivamente en los laticíferos, lo que representa un desafío para la adquisición por insectos vectores debido a la naturaleza defensiva del látex (Merchán-Gaitán *et al.*, 2024). En México, se ha demostrado que el saltahojas *Empoasca papayae* (Hemiptera: Cicadellidae) transmite la variante mexicana de PMeV (PMeV-Mx), y los adultos pueden adquirir el virus después de 6 horas de exposición a plantas infectadas (Almeida *et al.*, 2024). En Brasil, la fluctuación poblacional de cicadélidos está correlacionada con la incidencia de la meleira, con un pico poblacional del insecto aproximadamente un mes antes del pico de incidencia de la enfermedad (Almeida *et al.*, 2024).

Sin embargo, el vector definitivo en Brasil aún no ha sido identificado. Los ensayos con la mosca blanca *Trialeurodes variabilis* demostraron que puede adquirir el virus, pero no transmitirlo a plantas sanas, mientras que *Bemisia tabaci* MEAM1 no coloniza papaya en campo, lo que cuestiona su papel como vector (Almeida *et al.*, 2024). En Ecuador, se ha reportado que *B. tabaci* transmite el virus umbra-like PpVQ (Sá Antunes *et al.*, 2020). *Herramientas biotecnológicas para el control.* El látex de *C. papaya* contiene compuestos con actividad antiviral documentada, incluyendo alcaloides, terpenoides, cardenólidos y compuestos fenólicos que inhiben la replicación viral (Merchán-Gaitán *et al.*, 2024). Sin embargo, el complejo PMeV ha logrado colonizar exitosamente este ambiente hostil, posiblemente mediante la modulación de proteasas y la reducción de la coagulación del látex (Rodrigues *et al.*, 2012; Merchán-Gaitán *et al.*, 2024). La edición génica mediante CRISPR/Cas9 ha demostrado ser una herramienta prometedora para el desarrollo de resistencia a virus en frutales tropicales (Vieira *et al.*, 2024). El grupo de investigación de la UFES ha desarrollado exitosamente protocolos de edición génica en papaya, identificando genes blanco como el de la β -1,3-glucanasa (GLU) para conferir resistencia al complejo viral (Favaratto *et al.*, 2026). Adicionalmente, se han identificado biomarcadores específicos de etapa mediante perfiles cromatográficos de extractos foliares de *Carica papaya*, que muestran diferencias cuantitativas significativas entre plantas en etapa inicial y postfloración, lo que podría facilitar el diagnóstico temprano de la enfermedad (Britto *et al.*, 2024).

Conclusiones. Comprender el dúo viral PMeV/PMeV2, la forma en que dos virus cooperan para superar las defensas de la planta, no solo aporta conocimientos fundamentales sobre la biología de los virus, sino que también allana el camino para desa-

rollar estrategias de resistencia duraderas y sostenibles para uno de los cultivos de frutas tropicales más importantes del mundo. La identificación del vector del complejo PMeV en Brasil sigue siendo un desafío prioritario, y los esfuerzos actuales se centran en cicadélidos como potenciales vectores. La integración de enfoques proteómicos, transcriptómicos y de edición génica está proporcionando herramientas sin precedentes para el desarrollo de variedades de papaya resistentes a la meleira. La armonización de los marcos regulatorios para cultivos editados genéticamente será fundamental para facilitar la comercialización de estas innovaciones y garantizar la seguridad alimentaria en las regiones productoras de papaya. El dúo PMeV/PMeV2 nos enseñó que la naturaleza a veces juega en equipo. Nosotros también debemos hacerlo: uniendo biólogos moleculares, entomólogos, mejoradores y legisladores. Solo así convertiremos este dueto viral en un solo silencio duradero.

Literatura Citada. 1. Almeida JM, Maurastoni M, Sá-Antunes TF, Ventura, JA, Whitfield AE and Fernandes PMB. 2024. Efforts to understand transmission of the papaya meleira virus complex by insects. *Tropical Plant Pathology* 49(4): 467–479. <https://doi.org/10.1007/s40858-024-00661-5>. 2. Britto IO, Fernandes PMB and Santos AMC. 2024. Stage-specific biomarkers for papaya sticky disease using the molecular profile of *Carica papaya* (L.) leaf extracts: A chromatographic approach. *Food Analytical Methods*, 17(11), 1581–1591. <https://doi.org/10.1007/s12161-024-02673-y>. 3. Favarratto L, da Silva ML, Buss DS, Quadros OF, Tapia-Tussell R, Ventura JA, Fernandes AAR and Fernandes PMB. 2026. The regulatory frameworks surrounding CRISPR-edited papaya and their impact on international commerce. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 106(11): 6262–6270. <https://doi.org/10.1002/jsfa.70478>. 4. Madroño, J., Ro-

drigues, S.P., Sá Antunes, T.F., Abreu, P.M.V., Ventura, J.A., Fernandes, A.A.R., & Fernandes PMB. 2018. Transcriptome analysis provides insights into the delayed sticky disease symptoms in *Carica papaya*. *Plant Cell Reports* 37 (7): 967–980. <https://doi.org/10.1007/s00299-018-2281-x>. 5. Maurastoni, M., Sá Antunes, T.F., Abreu, E.F.M., Ribeiro, S.G., Mehta, A., Sanches, M.M., Fontes, W., Kitajima, E.W., Cruz, F.T., Santos, A.M.C., Ventura, J.A., Gomes, A.C.M.M., Zerbini, F.M., Sosa-Acosta, P., Nogueira, F.C.S., Rodrigues, S.P., Aragão, F.J.L., Whitfield, A.E., & Fernandes, P.M.B. (2023). A capsid protein fragment of a fusagra-like virus found in *Carica papaya* latex interacts with the 50S ribosomal protein L17. *Viruses*, 15 (2), 541. <https://doi.org/10.3390/v15020541>. 6. Merchán-Gaitán, J.B., Mendes, J.H.L., Nunes, L.E.C., Buss, D.S., Rodrigues, S.P., & Fernandes, P.M.B. (2024). The role of plant latex in virus biology. *Viruses*, 16 (1), 47. <https://doi.org/10.3390/v16010047>. 7. Rodrigues, S.P., Soares, E.A., Sá Antunes, T.F., Maurastoni, M., Madroño, L.J., Broetto, S.G., Nunes, L.E.C., Vercoza, B.R.F., Buss, D.S., Silva, D.M., Rodrigues, J.C.F., Ventura, J.A., & Fernandes, P.M.B. (2024). Juvenile-related tolerance to papaya sticky disease (PSD): proteomic, ultrastructural, and physiological events. *Plant Cell Reports*, 43 (11), 269. <https://doi.org/10.1007/s00299-024-03358-w>. 8. Sá Antunes, T.F., Maurastoni, M., Madroño, L.J., Fuentes, G., Santamaría, J.M., Ventura, J.A., Abreu, E.F., Fernandes, A.A.R., & Fernandes, P.M.B. (2020). Battle of three: The curious case of papaya sticky disease. *Plant Disease*, 104 (11), 2754–2763. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-19-2622-FE>. 9. Sá Antunes, T.F., Amaral, R.J.V., Ventura, J.A., Godinho, M.T., Amaral, J.G., Souza, F.O., Zerbini, P.A., Zerbini, F.M., & Fernandes, P.M.B. (2016). The dsRNA virus papaya meleira virus and an ssRNA virus are associated with papaya sticky disease. *PLoS ONE*,

11(5), e0155240. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155240>. **10.** Vieira, M.S., Cabral, R.L.R., Favaratto, L., Maciel, L.S., Xavier, A.d.S., Zerbini, F.M., & Fernandes, P.M.B. (2024). Tropical fruit virus resistance in the era of next-generation plant breeding. *SynBio*, 2(3), 267–284. <https://doi.org/10.3390/synbio2030016>.

2.2. SECUENCIACIÓN DE ALTO RENDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE VIRUS: PRIMEROS ALCANCES EN EL CULTIVO DE PAPAYA

[High-throughput sequencing for virus identification: Initial findings in papaya cultivation].

Candelario Ortega-Acosta¹, Pedro Valadez-Ramírez², Daniel L. Ochoa-Martínez¹.

¹Posgrado en Fitosanidad-Fitopatología, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, México;

²Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Tecomán, Colima, México.

Correspondencia: ldaniel@colpos.mx

Las tecnologías de secuenciación de alto rendimiento (por sus siglas en inglés, HTS) han revolucionado la detección y caracterización de virus en plantas, permitiendo identificar infecciones virales mixtas, virus emergentes y variantes desconocidas, dando mayor precisión en el estudio de la estructura poblacional de los virus y, mejorando con ello, el manejo de las virosis. El enfoque RNA-seq es el más utilizado en virología vegetal para conocer el viroma (conjunto de todos los virus/viroides en la planta). Actualmente se tienen la segunda (lecturas cortas) y tercera generación (lecturas largas) de tecnologías HTS, lo que ha permitido estudiar el viroma asociado en diferentes cultivos (Ortega-Acosta *et al.*, 2024a,b), o incluso, para la detección de especies no descritas de virus y viroides. En papaya, HTS ha permitido la caracterización de un nuevo potexvirus en Argentina (Cabrera-Mederos *et al.*, 2022); mientras que, en México, esta tecnología demostró la asociación del virus mancha anular del papayo (*Potyvirus papayanuli*) y un putativo rhabdovirus en plantas con una mezcla de síntomas

provenientes del estado de Colima. La implementación de HTS para la caracterización de viromas en plantas ayudará a tener una mejor visión sobre su biología y las interacciones virus-planta-vector que contribuyan a implementar estrategias de control más efectivas.

Literatura Citada. Cabrera Mederos, D., Debat, H., Torres, C., Portal, O. 2022. An Unwanted Association: The Threat to Papaya Crops by a Novel Potexvirus in Northwest Argentina. *Viruses*, 14(10), 2297. <https://doi.org/10.3390/v14102297>. Ortega-Acosta, C., Ochoa-Martínez, D.L., Rodríguez-Leyva, E. 2024. High-Throughput Sequencing Reveals New Viroid Species in *Opuntia* in Mexico. *Viruses*, 16(8), 1177. <https://doi.org/10.3390/v16081177>. Ortega-Acosta, C., Ochoa-Martínez, D.L., Diaz-Lara, A. 2024. First Report of a New *Carlavirus* Provisionally Named Rose Virus B and Apple Mosaic Virus in Mixed Infections of *Rosa* sp. in Mexico. *Plant Disease*, 108:4, 1120 <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-23-0934-PDN>

2.3. PRESENCIA DE RICKETTSIAS EN EL CULTIVO DE PAPAYA

[Occurrence of rickettsiae in papaya]

Pedro Valadez-Ramírez^{*1}, Daniel L. Ochoa-Martínez², Guadalupe Valdovinos-Ponce², Marco Tulio Buenrostro-Nava¹, Edith Blanco-Rodríguez², Carlos Luis Leopardi-Verde¹, Sergio Aranda-Ocampo²

¹Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, km 40 autopista Colima-Manzanillo, Tecomán, Colima, México, CP 28930; ²Colegio de Postgraduados Campus Motecillo, Programa de Fitosanidad-Fitopatología, Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo,

Texcoco, Estado de México, CP 56264.

*Correspondencia: pvaladez@uacol.mx

Las rickettsias (*Rickettsia* spp.) son bacterias Gramnegativas, particularmente importantes por ser agentes causales de enfermedades en animales, incluido el ser humano; se diseminan por artrópodos (insectos y ácaros) donde habitan y se replican. Poco se conoce sobre la biología de las rickettsias en plantas; sin embargo, su ocurrencia se ha confirmado en plantas de papaya con Bunchy Top (BT) provenientes de Costa Rica y Puerto Rico, y en fresa con Amarillamiento Letal en Australia. Dada la alta incidencia del BT en Colima, México, el objetivo de este estudio fue identificar especies de rickettsias en papaya, y en malezas e insectos asociados a su cultivo en agroecosistemas de la caricácea en el estado de Colima, México. Veintiocho por ciento (54 de 192) de muestras sintomáticas y 23.43 % (15 de 64) de muestras asintomáticas de papaya, al igual que 9.77 % (17 de 174) y 5.95 % (11 de 185) de morfotipos de malezas e insectos, respectivamente, fueron positivos para *Rickettsia* cuando se analizaron por reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y secuenciación del gen succinato deshidrogenasa (*sdhA*) específico de rickettsias. La presencia de la especie *R. bellii* en los aislamientos *sdhA* positivos de *Rickettsia* se confirmó

por PCR con iniciadores específicos para la citrato sintasa (gen *gltA*), secuenciación y análisis filogenéticos, en 5.79% de las plantas de papaya sintomáticas, 82.35% de malezas y 45.45% de insectos muestreados. Las malezas portadoras de *R. bellii* fueron *Amaranthus palmeri*, *Euphorbia hirta*, *E. hyssopifolia*, *Anoda cristata*, *Zinnia maritima*, *Parthenium hysterophorus*, *Echinochloa colona* y *Richardia scabra*. Los insectos positivos fueron *Balclutha mexicana* y *Chlorotettix emarginatus*. Es la primera vez que se reporta la presencia de *Rickettsia* y *R. bellii* en agroecosistemas de papaya con BT en México, lo que será útil para el conocimiento de potenciales reservorios y/o vectores potenciales o competentes de esas bacterias.

Literatura Citada. Valadez-Ramírez P, Ochoa-Martínez DL, Valdovinos-Ponce G, Buenrostro-Nava MT, Blanco-Rodríguez E, Leopardi-Verde CL, Aranda-Ocampo S. 2025. *Rickettsia* occurrence in commercial papaya (*Carica papaya* L.) plantations with bunchy top disease in Colima, Mexico. Agrociencia, <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v59i2.3166>

**SIMPOSIO: MANEJO
AGROECOLÓGICO DE
3. ENFERMEDADES EN EL CULTIVO
DE PALMA DE COCO**

3.1. FITONEMATODOS ASOCIADOS A LA PALMA DE COCO

[Plant parasitic nematodes associated with coconut palm]

Ángel Ramírez-Suárez, Leonel Rosas-Hernández.

Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Km 37.5 Carretera Federal México-Pachuca. Av. Centenario de la educación. Tecámac, Edo. de México. Correspondencia: angel.ramirez@senasica.gob.mx

En México, el cultivo de palma de coco (*Cocos nucifera*) posee gran relevancia socioeconómica. Según SIAP (2025), el país ocupa el octavo lugar en producción mundial (1.8% del total global), con un valor de 3,226 millones de pesos y una superficie de 142 mil has concentradas en Guerrero, Jalisco, Quintana Roo y Michoacán. Sin embargo, la rentabilidad y la superficie cultivada han disminuido debido a la senescencia de las plantaciones y a la incidencia de plagas y fitopatógenos. Entre las principales limitantes destaca la enfermedad del anillo rojo, causada por el nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, transmitido por el picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*) durante la oviposición. La sintomatología externa incluye amarillamiento acropétalo en folíolos de hojas senescentes, necrosis, colapso foliar y la muerte de la planta en 3 a 4 meses. El síntoma diagnóstico visible, en corte transversal del tallo, es un anillo rojizo subcortical de 3 a 5 cm de ancho, donde proliferan huevos, juveniles y adultos del nematodo (INIFAP, 2025). Otro nematodo de importancia es *Radopholus similis*, el cual causa declinamiento general (marchitez, amarillamiento y reducción foliar y floral) ocasionando lesiones alargadas de color naranja en raíces que evolucionan hacia necrosis extensas (Griffith *et al.*, 2005). Aunque se han reportado otros géneros en la rizosfera como *Pratylenchus* sp., *Criconemoides* sp. y *Meloidogyne* sp. su impacto patogénico y

relevancia económica requieren mayor caracterización. El manejo de la enfermedad del anillo rojo se fundamenta en interrumpir la transmisión por medio del vector y se emplea el trapeo masivo de *R. palmarum* con feromonas sintéticas, una estrategia eficaz, económica y ambientalmente viable. En el caso de *R. similis*, su manejo se enfoca principalmente en la aplicación de micorrizas, *Pasteuria penetrans* y *Paecilomyces lilacinus* (Griffith *et al.*, 2005). Fortalecer la investigación fitonematológica e implementar esquemas integrales de manejo resulta indispensable para mitigar las pérdidas productivas y garantizar la sostenibilidad del cultivo en el país.

Literatura Citada. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuaria. (2025). El cultivo del cocotero en México. Fecha de consulta: 20 de julio de 2025, en: <https://www.gob.mx/inifap/articulos/el-cultivo-del-cocotero-en-mexico>. INIFAP. México. SIAP. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2025). Panorama Agroalimentario 2025. 211p. SADER. México. Griffith, R., Giblin-Davis, R. M. and Koshy P. K. and Sosomma, V. K. (2005). Nematodes parasites of coconut and other palms. In: Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture 2 edition. Editors: Luc, M., Skora, R. A. and Bridge, J. CABI. 493-527p.

3.2. HONGOS FITOPATÓGENOS ASOCIADOS A LA PALMA DE COCO HIBRIDO ENANO VERDE DE BRASIL

[Phytopathogenic fungi associated with the Brazilian Green Dwarf Hybrid Coconut Palm]

Wilberth Chan-Cupul^{1*}

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Colima, Autopista Colima-Manzanillo
Km. 40, Col. La Estación, Tecmán, Colima, C.P. 28934

*Correspondencia: wchan@ucol.mx

Desde la llegada de la palma de coco Híbrido Enano Verde Brasil (HEVB) a México, diversos estudios se han realizado en colaboración con productores del estado de Colima con el fin de conocer su adaptación al trópico seco, con énfasis en el manejo integrado de plagas y enfermedades. En cuanto a enfermedades causadas por hongos, destacan la mancha foliar, muerte regresiva y secadera de palma. A través de técnicas microbiológicas de aislamiento y técnicas morfológicas y moleculares de identificación, se han encontrado a *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker 1959, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. 1909 y *Fusarium* spp. Como los agentes asociados a estas enfermedades, respectivamente. Asimismo, se han realizado diversos estudios de confrontación con microorganismos antagonistas con la fi-

nalidad de encontrar especies adaptadas al trópico para establecer una estrategia de control biológico microbiano de estas enfermedades de importancia económica. Contra *B. oryzae* se ha encontrado alta efectividad con *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* y *B. amyloliquefaciens* al inhibir al 100 % su crecimiento. Contra *L. theobromae* se ha encontrado alta efectividad con *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus megaterium*. Mientras que para *Fusarium* spp. diversas cepas *Trichoderma* han presentado alta efectividad. El estudio de los hongos fitopatógenos en el cultivo de cocotero HEVB es una actividad de constante monitoreo, la colaboración de los productores es de suma importancia para determinar la dinámica de la enfermedad en campo. Asimismo, las estrategias de manejo de deben enfocar en un manejo integrado.

3.3. MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE PALMA DE COCO ENANO VERDE DE BRASIL

[Integrated disease management in Brazilian Green Dwarf coconut palm cultivation]

José Carlos Rodríguez-Rodríguez y María del Carmen Ayard-Martínez

Coco Colima, S.A de C.V. Armería, Colima, México.

Correspondencia: jose.rodriguez@cococolima.com.mx

Una de las principales enfermedades que ataca al cultivo de palma de coco (*Cocos nucifera*), es la denominada anillo rojo, causada por el nematodo fitopatógeno *Bursaphelenchus cocophilus* (*Nematoda: Aphelenchoididae*) y su principal vector el picudo negro la palma *Rhynchophorus palmarum* (*Coleoptera: Curculionidae*). Este nematodo *B. cocophilus* se multiplica masivamente en el interior de la palma obstruyendo los haces vasculares y provocando la reducción del transporte de agua y nutrientes, lo que eventualmente provoca la muerte de la palma. Como parte del manejo integrado del anillo rojo se realizan recorridos diarios por los huertos, con el fin de observar síntomas como el acortamiento de la hoja central, abortamiento de los frutos, coloración marrón y decaimiento de las palapas, una vez detectada una palma enferma, esta es derribada; en los cortes transversales del tronco y de la base se observa un anillo característico de color rojizo o marrón. Posteriormente esta es encajada y el material vegetal es trasladado fuera de las plantaciones a unas áreas denominadas “cementorios”, para evitar la proliferación de la enfermedad.

De manera complementaria se cuenta con un programa de trampeo del picudo negro en la periferia de los huertos y zonas de riesgo cercanas a cultivos de papaya (*Carica papaya*), donde se ha comprobado la presencia y reproducción de esta plaga. En los municipios de Tecomán y Armería, se ha registrado un derribo anual de hasta el 10 % de palmas de la Variedad Enana Verde. En los últimos años se han detectado a los hongos fitopatógenos *Bipolaris oryzae* y *Lasiodiplodia theobromae* como agentes causales de enfermedades en hojas, inflorescencias y frutos; para su control se ha implementado la aplicación localizada de *Trichoderma harzianum* en combinación con bacterias de *Pseudomonas fluorescens*, evitando así la propagación de estos hongos fitopatógenos hacia palmas sanas, mostrando resultados satisfactorios, lo que ha llevado a la aplicación periódica de *T. harzianum* como estrategia preventiva, incorporando así el control biológico como parte del manejo integrado de enfermedades en el cultivo de palma enano verde.

3.4. EL AMARILLAMIENTO LETAL DEL COCOTERO: ASPECTOS GENERALES, INVESTIGACIÓN Y MANEJO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Carlos F. Ortiz^{1*}, Eder Ramos², Pablo J. Palma¹, Yesenia¹ García y Carlos Oropeza³

¹Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, H. Cárdenas, Tabasco. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Huimanguillo, Tabasco. ³Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, Yucatán. *Correspondencia: cfortiz@colpos.mx

El amarillamiento letal del cocotero (ALC) es una enfermedad devastadora del cocotero, con más de 150 años afectando las plantaciones del caribe y las costas Atlántica de América; las costas del Pacífico mexicano; además, de las costas orientales africanas. Asimismo, y con mucho menor importancia, en algunos países asiáticos y polinesios. Esta gran distribución y larga presencia está integrada por un complejo de grupos y subgrupos del patógeno (fitoplasma), la distribución geográfica del cocotero y su diversidad genética. Esto sin descartar los vectores y su diversidad de hábitats; además, las especies hospederas alternas y las formas e intensidad de cultivo del cocotero. Esta amplia diversidad del patosistema de cocotero y la susceptibilidad y la resistencia de ciertos grupos genéticos del cocotero y la diversidad regional de vectores, etc, conlleva a que entender los roles que tienen cada elemento del patosistema cocotero en su territorio, esto permite establecer las estrategias de manejo a adoptar. Las experiencias vividas, en las últimas cuatro décadas, en la costa del Golfo de México referente a la distribución del amarillamiento letal del cocotero y el

desarrollo tecnológico dan base a la estrategia de manejo del ALC. Así, los híbridos de intraespecíficos de los Enanos Malayos Amarillos cruzados con los Altos del Pacífico han asegurado la producción de frutos para diversos usos. Un ensayo internacional de la resistencia de 12 híbridos de cocotero (6 nacionales y 6 internacionales) realizados en Tabasco, permitió determinar tres híbridos con incidencia del ALC menores al 10%, uno de ellos mexicano. Igualmente, se expondrán ensayos de transmisión *in vitro*, y estudios de hábitats de los insectos vector, y de sus enemigos naturales. La presencia de otras Arecacea en plantaciones de cocotero como palma kerpi (*Adonidia merrilli*) que puede albergar al menos tres subgrupos del fitoplasma del ALC (A, B y D) o la introducción de esta de Tabasco hacia el Pacífico, incrementaría el riesgo de ampliar la diversidad de fitoplasma del Pacífico. Las estrategias ecológicas basadas en la reducción de la población del insecto vector, como la siembra de coberteras de Fabaceas (antes Leguminosas) requieren de inversiones, pero la integración al suelo favorece la regeneración del mismo.

4. SIMPOSIO: ENFERMEDADES ENCULTIVOS DE BERRIES Y SU CONTROL

4.1. ENFERMEDADES EMERGENTES DE BERRIES Y SU MANEJO INTEGRADO

[Emerging diseases of berries and their integrated management]

Rebollar-Alviter A.

Universidad Autónoma Chapingo. Centro Académico Regional Morelia, Morelia, Mich. México. 58170

Se estima que el grupo de cultivos conocidos como berries se cultiva en México en más de 37 a 50 mil hectáreas y que en conjunto generan entre 3 y 4 mil millones de dólares anuales en divisas, ubicándose entre los principales productos agroexportadores del país, solo después del aguacate. Sin embargo, en los últimos años estos cultivos han presentado retos fitosanitarios importantes que se asocian a la ocurrencia de enfermedades emergentes causadas por patógenos poco conocidos, sobre todo ocasionados por hongos y oomicetes de alto impacto económico. En esta conferencia se analizarán las enfermedades de alto impacto económico y cómo se han abordado desde una perspectiva

aplicada, partiendo desde el diagnóstico y la generación del conocimiento epidemiológico necesario para la toma de decisiones de manejo integrado. Entre otros ejemplos, se abordarán casos como el de *Neopestalotiopsis rosae*, causante de la pudrición de corona y manchas foliares en fresa, desde su diagnóstico hasta la implementación de planes de manejo integrado, y cómo la información generada ha contribuido a reducir el impacto económico de dicha enfermedad. Asimismo, se tomará este caso como ejemplo de cómo abordar epidemias emergentes cuando no existe información experimental suficiente que responda a las necesidades de los productores.

4.2. MANEJO INTEGRADO DE PATÓGENOS DE IMPORTANCIA EN LA PROPAGACIÓN BERRIES EN VIVEROS

[Integrated management of important berry pathogens in propagation nurseries]

Douglas Rodríguez Martínez*, Yamila Martínez Zubiaur, Ricardo Toledo Hernández
Planasa Viveros S.L.U. Crta. San Adrián, km 1, 31514 Valtierra, Navarra, España.

*drodriguez@planasa.com

Introducción. La creciente demanda global de berries requiere una elevada producción y comercialización internacional de plantas de fresa (*Fragaria* × *ananassa*), arándano (*Vaccinium* spp.) y especies de *Rubus* (frambuesa y zarzamora), cuya multiplicación a gran escala depende de sistemas de propagación vegetativa que permiten mantener las características genéticas de las variedades comerciales. Este tipo de multiplicación facilita la transmisión de patógenos sistémicos, especialmente virus, bacterias, fitoplasmas y algunos hongos y oomicetos, que pueden dispersarse rápidamente a través del material vegetal y comprometer el establecimiento de nuevas plantaciones. El saneamiento del material infectado es complejo, largo y costoso, por lo que la identificación oportuna de cualquier patógeno mediante técnicas de diagnóstico sensibles y específicas cobra relevancia dentro de los procesos de propagación en los viveros, siendo estos, un punto crítico al inicio de la cadena productiva, donde la implementación de medidas preventivas resulta esencial para minimizar riesgos fitosanitarios a nivel local o mediante el movimiento de material de propagación entre regiones y países (DEFRA-APHA, 2025; EPPO, 2026). El objetivo de este trabajo es presentar las estrategias de manejo y vigilancia fitosanitaria del material de propagación, basado en la experiencia práctica interna de Planasa Viveros.

Materiales y Métodos

Metodología general de propagación de berries

El manejo fitosanitario de los viveros de berries se basa en una estrategia integrada que combina la utilización de material inicial libre de patógenos, técnicas de saneamiento vegetal, medidas de bioseguridad, programas de monitoreo continuo y estrategias de supresión o manejo. La figura 1 muestra un esquema general del proceso de propagación de material vegetal (PMV) en berries. La primera barrera de protección consiste en la utilización de plantas madre certificadas y verificadas mediante técnicas de diagnóstico estrictas. Estas plantas deben estar protegidas en invernaderos cerrados (NS, del inglés *nuclear stock*) con protección física que limite el acceso de insectos vectores, plagas y esporas fúngicas. Todo el material que es introducido en NS es colocado previamente en un área de cuarentena [prenuclear (PN)] hasta tener completa certeza de su pureza sanitaria. Para establecimiento de plantas madre en NS, los programas internacionales recomiendan el uso de cultivo de meristemas, termoterapia y micropropagación, seguidos de análisis fitopatológicos específicos (EPPO, 2026; Foundation Plant Services, 2026).

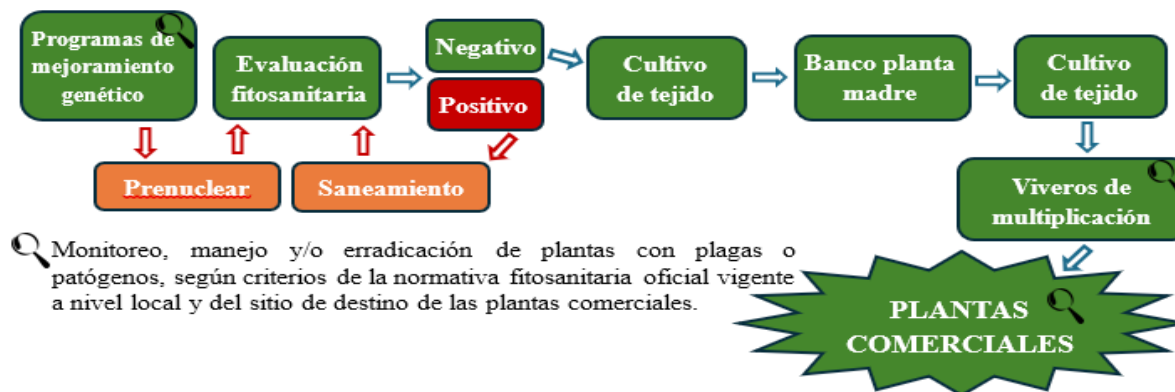


Figura 1. Flujo general de propagación de berries en viveros, siguiendo un programa de vigilancia fitosanitaria.

Evaluación y monitoreo de fitopatógenos

Las normas fitosanitarias establecidas por los sistemas de sanidad vegetal en todos los países donde Planasa opera regulan la PMV en base a plagas [incluidos los patógeno, según IPPC (2017)] cuarentenarias y/o reguladas en el país. El movimiento internacional de material de propagación debe cumplir, además de las normas locales, las establecidas por los países receptores, que conllevan a la obtención de pasaportes o certificados fitosanitarios internacionales. Planasa cumple con las normas oficiales, sin embargo, el protocolo interno de vigilancia fitosanitaria ofrece la posibilidad de una mayor sanidad del material a certificar. El protocolo interno de Planasa establece que todo el proceso de PMV debe ir acompañado de un sistema de vigilancia fitosanitaria mediante monitoreos y diagnóstico, que permita detectar de manera oportuna la presencia de plagas que puedan ser reguladas por los órganos oficiales de sanidad vegetal, tanto en la localidad en la que se encuentran los viveros, como en las áreas donde los clientes plantarán los diferentes cultivos. El rigor del muestreo y análisis varía de acuerdo con la etapa del proceso. En las etapas previas a la introducción de material al laboratorio de cul-

tivo de tejidos (TC, del inglés *tissue culture*) (PN y NS), se evalúa el 100% del material para todos los patógenos sistémicos que se considere puedan estar en el material, dependiendo de su origen. El material que se detecta infectado debe ser reemplazado o saneado antes de introducirse en NS. Un paso clave es la introducción de material desde los programas de mejoramiento genético al PN, por tratarse de selecciones avanzadas o variedades que pasan a ser comerciales y que fueron evaluadas en condiciones de campo abierto, expuestas a la posible infección por patógenos sistémicos. Debido a esto, es extremadamente importante el rigor de la evaluación fitosanitaria y dado el caso, el saneamiento antes de su introducción a NS, a fin de realizar una multiplicación a gran escala con material libre de patógenos y llegar a niveles comerciales del mercado con materiales sanos. En estas etapas iniciales del proceso las plantas son sometidas a análisis mediante ELISA y variantes de PCR que permiten la detección de patógenos específicos de cada cultivo (Cuadro 1) (Foundation Plant Services, 2026; EPPO, 2008), y por consiguiente el establecimiento de medidas de manejo y/o erradicación (EPPO, 2008, 2009). Durante las etapas de viveros

Cuadro 1. Principales patógenos a considerar para un programa de certificación en propagación de berries.

PATÓGENO	CULTIVO				TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO
	BLU	STR	RAS	BLA	
Virus	<i>Blueberry shock virus</i>	X*			ELISA / RT-PCR / RT-qPCR
	<i>Blueberry scorch virus</i>	X*			ELISA / RT-PCR / RT-qPCR
	<i>Tomato ringspot virus</i>	X*	X	X*	ELISA / RT-PCR / RT-qPCR
	<i>Blueberry shoestring virus</i>	X*			ELISA / RT-PCR / RT-qPCR
	<i>Tobacco ringspot virus</i>	X*		X*	ELISA / RT-PCR / RT-qPCR
	<i>Blueberry red ringspot virus</i>	X*			PCR / qPCR
	<i>Strawberry crinkle virus</i>		X*		RT-PCR / RT - qPCR
	<i>Strawberry mottle virus</i>		X*		RT-PCR / RT - qPCR
	<i>Strawberry mild yellow edge virus</i>		X*		ELISA / RT-PCR / RT-qPCR
	<i>Strawberry vein banding virus</i>		X*		ELISA / PCR / qPCR
	<i>Strawberry pallidosis-associated virus</i>		X*		RT-PCR / RT - qPCR
	<i>Raspberry bushy dwarf virus</i>		X*	X*	ELISA / RT-PCR / RT-qPCR
	<i>Raspberry leaf mottle virus</i>		X*		RT-PCR / RT - qPCR
	<i>Black raspberry necrosis virus</i>		X*	X	RT-PCR / RT - qPCR
	<i>Raspberry latent virus</i>		X*		RT-PCR / RT - qPCR
	<i>Strawberry necrotic shock virus</i>		X*	X	RT-PCR / RT - qPCR / NGS
	<i>Raspberry ring spot virus</i>		X		ELISA / RT-PCR / RT-qPCR
	<i>Blackberry yellow vein associated virus</i>			X*	RT-PCR / RT - qPCR
	<i>Blackberry chlorotic ringspot virus</i>			X*	RT-PCR / RT - qPCR
	<i>Blackberry leaf mottle-associated virus</i>			X*	RT-PCR / RT - qPCR
	<i>Arabidopsis mosaic virus</i>		X	X	ELISA / RT-PCR
Bacterias	<i>Xylella fastidiosa</i>	X*		X*	ELISA / qPCR / PCR
	<i>Pseudomonas syringae</i>	X*	X*		ELISA / PCR
	<i>Agrobacterium. spp.</i>	X*		X*	Síntomas / qPCR / PCR
	<i>Xanthomonas fragariae</i>		X*		Síntomas / LAMP / PCR / qPCR
	<i>Rhodococcus fascians</i>		X*		PCR / qPCR
Fitoplasmas	'Candidatus Phytoplasma' spp.	X*	X*	X*	qPCR. Nested-PCR
Oomycetos	<i>Peronospora sparsa</i>			X*	PCR
Hongos	<i>Verticillium dahliae</i>		X		qPCR / PCR
	<i>Fusarium oxysporum</i> F. sp. <i>fragariae</i>		X		qPCR / PCR
	<i>Fusarium oxysporum</i> F. sp. <i>mori</i>			X	PCR
	<i>Arthuriomyces peckianus</i>			X	Síntomas / microscopía / PCR

BLU arándano, STR fresa, RAS frambuesa, BLA zarzamora, SC *Species Complex* (complejo de especies), *Patógeno emergente detectado ocasionalmente en el cultivo.

de multiplicación, que generalmente son en mayores superficies y condiciones menos controladas (túneles y campo abierto), el programa de vigilancia fitosanitaria se basa en esquemas de monitoreo, que comúnmente sugieren la observación visual en busca de síntomas específicos, pero muchos de los

patógenos sistémicos suelen ser asintomáticos o estar de forma latente con períodos de incubación prolongados e incluso en condiciones de infecciones mixtas, por lo que se convierte en un requisito esencial la detección y confirmación de los patógenos en el laboratorio.

Las técnicas empleadas en los laboratorios de diagnóstico de la empresa Planasa se seleccionan en función de los objetivos de la detección, el tipo de material a evaluar y el patógeno. El ELISA es una técnica serológica específica y confiable, que permite, mediante cualquiera de sus variantes, realizar cribajes a gran escala cuando se trata de un número amplio de muestras. No obstante, su sensibilidad suele ser más limitada que la de las técnicas moleculares, por lo que, de acuerdo con la etapa de PMV y la importancia del patógeno, deben utilizarse técnicas más sensibles como qPCR, PCR, RT-PCR y RT-qPCR.

Dependiendo de las zonas de origen del material, sobre todo cuando se trata de movimiento internacional, la lista de patógenos a analizar debe ajustarse, por ejemplo, en el caso de arándano, se puede incluir *Blueberry leaf mottle virus*, *Blueberry necrotic shock virus* y *Blueberry mosaic associated virus*. En fresa los análisis pueden ampliarse a *Strawberry polerovirus 1*, *Strawberry chlorotic fleck-associated virus* y *Strawberry latent ringspot virus*. Para frambuesa debe considerarse *Raspberry leaf blotch virus* y *Raspberry vein chlorosis virus*; y en zarzamora podrían incluirse *Blackberry vein banding-associated virus*, *Blackberry virus E* y *Blackberry virus Y*. Un aspecto de especial interés dentro del proceso de monitoreo y evaluación es el caso del género *Agrobacterium*, tanto por los daños que provoca como por las dificultades en su manejo y control. Existen varias especies y biovars detectados en berries destacando *A. tumefaciens* y *A. rubi* (Holmes y Roberts, 1981). Adicionalmente, es importante identificar la presencia del plásmido inductor de tumor (Ti), por lo que suele usarse una PCR multiplex que incluya varias combinaciones de cebadores capaces de detectar especies y biovars diferentes, así como regiones de los genes *vir*, *ipt*, *tms* y *tmr* del plásmido Ti (Pulawska, 2010). Todo ello nos ofrece información importante para la toma de decisiones.

Los fitoplasmas constituyen patógenos emergentes y de interés debido a que existe una lista amplia de especies que afectan las berries con diversas regulaciones establecidas en cada país o zona geográfica ajustada a diferentes especies. Dentro del programa interno de evaluación y monitoreo se usa PCR con cebadores universales (Christensen *et al.*, 2013) y en caso de algún hallazgo positivo, confirmar mediante Nested-PCR con cebadores que amplifican una región del gen 16S rRNA (Deng y Hiruki, 1991; Schneider *et al.*, 1995; Lee *et al.*, 1993; Gundersen y Lee, 1996), seguido de secuenciación. En caso necesario se amplifican otras regiones génicas (Dumonceaux *et al.*, 2014), que podrían ser de utilidad en situaciones específicas. En el caso de los oomicetos, el más importante a ser considerado en un programa de certificación de zarzamora, principalmente en las primeras etapas debido a su condición de patógeno sistémico es *Peronospora sparsa*. Existe un complejo de especies del género *Phytophthora* que afectan las berries, aunque por ser patógenos no sistémicos que infectan a nivel de raíces y corona, no es necesario considerarlas en la etapa previa a la introducción de material vegetal al laboratorio de TC, ya que suele introducirse yemas para extracción de meristemos y en ocasiones ramas para iniciar la propagación a partir de yemas laterales. No obstante, en etapas posteriores de propagación en viveros si suele ser un patógeno que dificulta el establecimiento de las plantas y que puede moverse en material infectado asintomático contribuyendo a su dispersión. Considerando su diversidad e importancia en estas etapas de vivero, debe prestarse especial atención a *P. cinnamomi* (arándano), *P. cactorum* (fresa y frambuesa), *P. fragariae* (fresa) y *P. rubi* (frambuesa y zarzamora). *Phytophthora* spp. es manejado en el vivero a través de buenas prácticas culturales que evitan encharcamientos e inundaciones (medios que facilitan su dispersión en el área a través de zoosporas), el uso de agua de riego libre de oomicetos,

control biológico con microorganismos benéficos como *Trichoderma* spp. de forma preventiva y en casos necesarios, en áreas con antecedentes del patógeno o que se detecte su presencia en algún material, pueden utilizarse productos químicos a base de fosetil-aluminio (FRAC P07), mefenoxam o metalaxil (FRAC 4), oxatiapiprolin (FRAC 49), ciazofamida (FRAC 21) y dimetomorf (FRAC 40), que pueden utilizarse también para otros oomicetos como *P. sparsa* y *Pythium* spp., siempre teniendo en cuenta las regulaciones oficiales de cada país o región.

En el caso de los hongos, existe una amplia diversidad de patógenos en berries que deben ser

considerados en programas de manejo integrado de viveros, pero en un programa de certificación deben considerarse aquellos que son verdaderamente sistémicos, para lo cual se tienen tres criterios en cuenta: 1) Capacidad de supervivencia sistémica en la planta, 2) Transmisión mediante propagación vegetativa, y 3) Riesgo de dispersión internacional mediante material de vivero. Los que se consideran en las categorías 1 y 2, están incluidos en la Tabla 1 y forman parte del programa de vigilancia fitosanitaria en las primeras etapas de PMV, mientras que los que sólo cumplen con el criterio 3 pueden observarse en la Cuadro 2.

Cuadro 2. Principales hongos que considerar en un programa de exclusión de viveros en etapas de multiplicación en campo.

HONGO	CULTIVO				Viveros de Multiplicación	Viveros Comerciales
	BLU	STR	RAS	BLA		
<i>Neopestalotiopsis</i> spp.		X		X*	X	X
<i>Colletotrichum acutatum</i> SC		X			X	X
<i>Neofusicoccum</i> spp.	X		X*	X		X
<i>Godronia cassandrae</i>	X					X
<i>Xenodidymella applanata</i>			X		X	X
<i>Fusarium solani</i> SC		X			X	X
<i>Macrophomina phaseolina</i>		X			X	X
<i>Naohidemyces vaccinii</i>	X				X	X
<i>Aculeastrum americanum</i>			X		X	X

^{BLU} arándano, ^{STR} fresa, ^{RAS} frambuesa, ^{BLA} zarzamora, ^{SC} *Species Complex* (complejo de especies), *Patógeno emergente detectado ocasionalmente en el cultivo.

El monitoreo y vigilancia de los hongos presentados en la Tabla 2 debe hacerse de forma visual a través de esquemas de muestreo bien diseñados y con la observación minuciosa en busca de signos o síntomas típicos. En caso de necesidad pueden confirmarse por las técnicas de laboratorio. Estos patógenos deben ser manejados de acuerdo con su nivel de riesgo. Para ello, los viveros implementan

medidas de exclusión y contención que incluyen desinfección de herramientas, control de vectores, eliminación de plantas sintomáticas, manejo adecuado del agua de riego y mantenimiento de sistemas de trazabilidad durante todo el proceso de propagación (DEFRA-APHA, 2025; European Commission, 2026). Adicionalmente se establecen estrategias de control biológico y cuando es nece-

sario se realizan aplicaciones de fungicidas químicos, teniendo siempre en cuenta las regulaciones locales y la clasificación según FRAC (2025) para disminuir los riesgos de inducción de resistencia.

Resultados. Los protocolos de monitoreo y vigilancia se implementan en todas las áreas de operación de Planasa en los diferentes países. Los resultados que a continuación se muestran se refieren a los análisis durante la campaña 2025-2026, realizados en el laboratorio de diagnóstico en España, que presta servicios a las unidades de la Unión Europea, resultando clave en el programa de vigilancia fitosanitaria, desde las etapas iniciales de PMV hasta los viveros comerciales. La Figura 2 muestra el porcentaje de análisis realizados por cada unidad operativa, con un total de 16.390 analíticas. El amplio volumen de muestras analizadas, así como las detecciones realizadas, es una evidencia de la seguridad fitosanitaria interna de las áreas de Planasa y es posible por la voluntad corporativa de crear y fortalecer un laboratorio interno regional con capacidad resolutoria y rentabilidad económica. Destaca España viveros, con el 61% de analíticas, debido a que incluye diferentes etapas de propagación, donde las primeras, requieren mayor número de análisis

de laboratorio, a diferencia de los viveros de otros países que sólo cuentan con fase comercial cuyos programas de vigilancia están más dirigidos a monitoreos visuales.

En cuanto a porcentaje, le sigue España R&D (Centro de Investigación-Desarrollo) con el 24% del total de los análisis, en este se incluye las evaluaciones de materiales de los programas de mejoramiento genético, incluyendo PN y NS de cada cultivo, donde se examina el 100% del material antes de su introducción al laboratorio de TC. La Figura 3 (A y B) muestra el porcentaje de análisis realizados por grupo de patógenos y tipos de técnicas implementadas, respectivamente. Puede observarse que los mayores porcentajes de analíticas se han enfocado a virus y fitoplasmas, que serían los patógenos sistémicos que podrían transmitirse con mayor facilidad a través de la PMV. En cuanto a técnicas, ELISA es la más utilizada, por sus ventajas en el cribaje masivo. Por otra parte, de acuerdo al tipo de material a analizar, el patógeno en cuestión y el objetivo de la detección, se implementan técnicas moleculares qPCR y PCR (considerado en ello PCR, RT-PCR, Nested-PCR y PCR multiplex), que son ampliamente utilizadas por su mayor sensibilidad y posibilidad de acceder a mayor información por secuenciación.

Todo este programa de vigilancia fitosanitaria interna del proceso de PMV ha permitido detectar de manera oportuna la presencia de tres virus en dos de los cultivos, de '*Ca. Phytoplasma solani*' y *X. fragariae* en fresa, lo que evitó la introducción al NS de material infectado que pone en riesgo el banco de plantas madre y el resto del proceso de PMV. Adicionalmente ha permitido detectar y sustituir el material de frambuesa infectado con *Agrobacterium* spp. asegurando la introducción de material libre de esta bacteria al laboratorio de TC, contribuyendo a que en la medida que avanza el proceso de PMV, se incrementa la disponibilidad de material

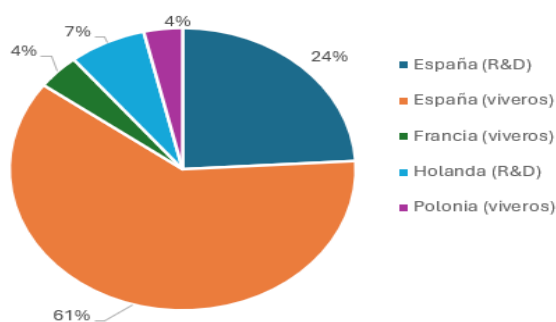


Figura 2. Análisis realizado en el laboratorio de Sanidad Vegetal de Planasa en España para cada unidad operativa en la Unión Europea.

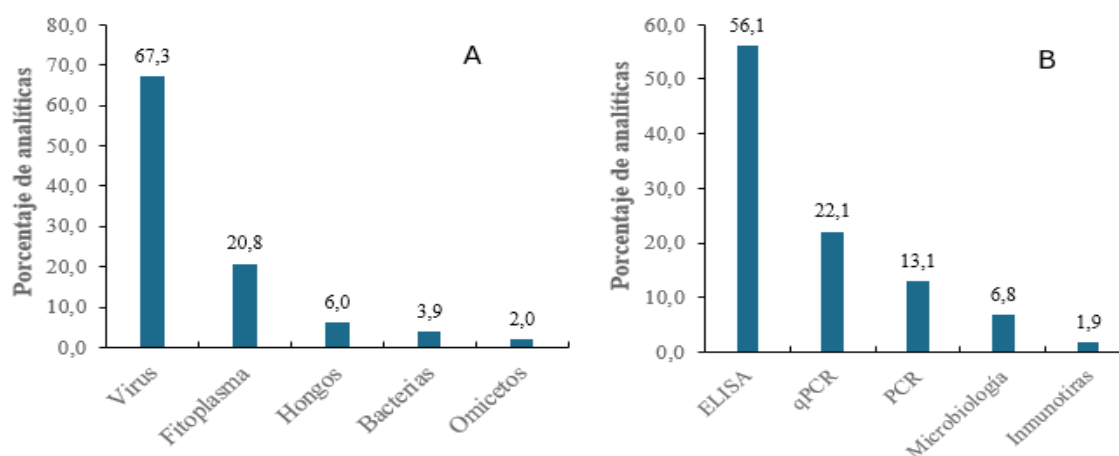


Figura 3. Porcentaje de análisis realizados en el laboratorio de Sanidad Vegetal de Planasa en Europa según el grupo de patógenos (A) y técnicas utilizadas (B).

limpio considerándose como una de las medidas de iniciales de mayor impacto en el programa de control de este patógeno. En viveros de multiplicación y comerciales, las detecciones oportunas han permitido erradicar y manejar algunos hongos fitopatógenos y *P. cactorum*, asegurando que el producto que se ofrece a los clientes presente una elevada calidad fitosanitaria.

Conclusión. El programa de vigilancia fitosanitario interno de Planasa durante todo el proceso de PMV de fresa, *Rubus* y arándano, contribuye de manera eficaz a minimizar la introducción y diseminación de patógenos, así como mejorar la sostenibilidad de los sistemas productivos. La integración de técnicas avanzadas de diagnóstico y programas de vigilancia continua optimiza la toma de decisiones operativas en los programas de control fitosanitario y favorece el intercambio comercial de materiales libres de plagas evitando riesgos de propagación e incumplimiento de normativas fitosanitarias, con lo cual se dispone de plantas de alta calidad fitosanitaria contribuyendo al desarrollo competitivo y sostenible de la empresa y del sector de las berries.

Literatura Citada.

- Christensen NM, Nyskjold H, Nicolaisen M. 2013. Real-time PCR for universal phytoplasma detection and quantification. In: Dickinson M, Hodgetts J, eds. *Phytoplasma: Methods and Protocols. Methods in Molecular Biology* 938:245-252. Humana Press, New York, USA.
- DEFRA-APHA. 2025. Fruit Propagation Certification Scheme (FPCS). Animal and Plant Health Agency, Department for Environment, Food and Rural Affairs, United Kingdom. Available at: <https://www.gov.uk/guidance/fruit-propagation-certification-scheme>
- Deng S, Hiruki C. 1991. Amplification of 16S rRNA genes from culturable and non-culturable Mollicutes. *Journal of Microbiological Methods* 14:53-61.
- Dumoncaux TJ, Green M, Hammond C, Perez E, Olivier C. 2014. Molecular diagnostic tools for detection and differentiation of phytoplasmas based on chaperonin-60 reveal differences in host plant infection patterns. *PLoS ONE* 9:e116039.
- EPPO. 2008. PM 4/11(2): Certification scheme for strawberry. *EPPO Bulletin* 38:430-437.

- EPPO. 2009. PM 4/10(2): Certification scheme for *Rubus*. EPPO Bulletin. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2338.2009.02308.x>
- EPPO. 2026. EPPO Global Database. European and Mediterranean Plant Protection Organization. Available at: <https://gd.eppo.int>
- European Commission. 2026. Plant Health Rules. Directorate-General for Health and Food Safety (DG SANTE), European Union. Available at: https://food.ec.europa.eu/plants/plant-health-and-biosecurity/plant-health-rules_en
- Foundation Plant Services. 2026. Foundation Plant Services. University of California, Davis, California, USA. Available at: <https://fps.ucdavis.edu/>
- FRAC. 2025. FRAC Code List 2025. Fungicides sorted by mode of action (including FRAC Code numbering). Fungicide Resistance Action Committee, Brussels, Belgium.
- Gundersen DE, Lee IM. 1996. Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assays using two universal primer pairs. *Phytopathologia Mediterranea* 35:144-151.
- Holmes B, Roberts P. 1981. The classification, identification and nomenclature of agrobacteria. *Journal of Applied Bacteriology* 50:443-467.
- IPPC (International Plant Protection Convention). 2017. *ISPM 5. Glossary of phytosanitary terms*. FAO, Rome, Italy.
- Lee IM, Hammond RW, Davis RE, Gundersen DE. 1993. Universal amplification and analysis of pathogen 16S rDNA for classification and identification of mycoplasma-like organisms. *Phytopathology* 83:834-842.
- Pulawska J. 2010. Crown gall of stone fruits and nuts, economic significance and diversity of its causal agents: tumorigenic *Agrobacterium* spp. *Journal of Plant Pathology* 92(S4):S87-S98.
- Schneider B, Seemüller E, Smart CD, Kirkpatrick BC. 1995. Phylogenetic classification of plant pathogenic mycoplasma-like organisms or phytoplasmas. In: Razin S, Tully JG, eds. *Molecular and Diagnostic Procedures in Mycoplasma*. Vol. 1. Academic Press, San Diego, USA. pp. 369-380.

4.3. PROPAGACIÓN *in vitro* DE CULTIVARES INTRODUCIDOS DE ZARZAMORA

[*In vitro* propagation of introduced blackberry cultivars]

Esmeralda Judith Cruz Gutiérrez¹. Marcelina Torres Vélez². Juan Manuel Pichardo González¹.

¹Centro Nacional de Recursos Genéticos del INIFAP. ²Fruticultura - Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. cruz.esmeralda@inifap.gob.mx

La fruta de la zarzamora (*Rubus ulmifolius*) tiene una gran importancia de consumo en México por sus características nutrimentales, y que se puede consumir en fresco o procesado. La técnica de cultivo *in vitro* es una herramienta para la propagación masiva de este cultivo. Sin embargo, los materiales mejorados obtenidos se deben de conservar para tener una fuente genética para investigaciones futuras. El objetivo de este trabajo es evaluar tres tratamientos de desinfección, cinco medios de cultivo para multiplicación y diferentes concentraciones de ácido salicílico (AS) para la conservación a mediano plazo. El material vegetal que se utilizó fueron plántulas *in vitro* de zarzamora. Los agentes de desinfección son ácido ascórbico, jabón líquido, alcohol y cloro diferentes concentraciones y tiempo de exposición. Para la multiplicación se utilizó medio MS al 100% con bencilaminopurina, sacarosa con diferentes concentraciones y pH de 5.8 y el medio de cultivo para conservación fue MS 100%, manitol (15 g L⁻¹) y sacarosa (15 g L⁻¹); agar (8 g L⁻¹), y tres concentraciones de ácido salicílico

(AS). El diseño experimental fue completamente al azar con diez repeticiones con un análisis estadístico SAS versión 9.3 (SAS Institute, 2002). Previo al análisis, los valores de la variable respuesta porcentaje de retención, la cual se expresó en porcentaje, se transformó con la función arco seno $\sqrt{X/100}$. Se realizó un análisis de varianza y se efectuaron pruebas de comparación de medias (Tukey, 0.05), analizadas con diferencia mínima significativa (DMS). Las variables que se evaluaron fueron contaminación (%), supervivencia (%), longitud de brotes (cm), número de hojas, número de raíces y longitud de raíces. Como resultados se observó que para la desinfección el mejor tratamiento fue ácido ascórbico (150 mg L⁻¹) + jabón líquido (5 min) + alcohol 70 % (2 min) + cloro 30 % (5 min) + ácido ascórbico (150 mg L⁻¹). El mejor medio para multiplicación fue MS 100%, con bencilaminopurina (0.2 mg L⁻¹), sacarosa (25 g L⁻¹), agar (3 g L⁻¹) y pH 5.8 y para la conservación el mejor tratamiento fue con una concentración de AS de 0.5 mg L⁻¹, obteniendo un menor crecimiento de brotes.

SIMPOSIO: MANEJO

5. AGROECOLÓGICO DE

ENFERMEDADES EN CÍTRICOS

5.1. HUANGLONGBING (HLB): EL NUEVO PARADIGMA EN EL MANEJO DE LOS CÍTRICOS

[Huanglongbing (HLB): The new paradigm in citrus management]

Mario Orozco-Santos¹, José Joaquín Velázquez Monreal², Manuel de Jesús Bermúdez-Guzmán², Gilberto Manzo-Sánchez³ y Luciano Martínez Bolaños⁴.

¹Ex Investigador del INIFAP, ²INIFAP, Campo Experimental Tecomán, ³FCBA-Universidad de Colima y

⁴Universidad Autónoma Chapingo. Correspondencia: orozco_santos@yahoo.com

El huanglongbing (HLB) es la enfermedad más devastadora de la citricultura a nivel mundial. Es causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter* y transmitida principalmente por el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*). Tres factores determinan la importancia socioeconómica del HLB: 1) su rápida y amplia distribución global, 2) el impacto en el vigor de los árboles afectados, tanto en rendimiento como en calidad del fruto, 3) los recursos destinados para su combate en medidas legales, investigación, costos de los insumos para su manejo y convivencia, así como su impacto en la sostenibilidad del sistema de producción. El continente americano ha sido uno de los más golpeados económicamente por el HLB en las últimas 2.5 décadas. En Brasil se detectó en el año 2004, Estados Unidos (Florida) en 2005, México en 2009, las islas del caribe (Cuba, Jamaica y República Dominicana) a partir del 2007 y en los países de Centroamérica (Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica) desde el 2009. En Sudamérica (además de Brasil), se ha detectado en Colombia, Argentina (principalmente en el noreste), Paraguay y Venezuela. En Perú y Ecuador el HLB no se ha detectado, pero están en situación de alerta fitosanitaria permanente por la presencia confirmada de *D. citri* en estos países. Chile y Uruguay se mantienen comercialmente libres de la enfermedad. Las primeras experiencias de manejo del HLB en América, fueron implementadas en el cinturón cítrico-

la de Sao Paulo y Minas Gerais en Brasil (mayor productor de jugo de naranja en el mundo). Esta estrategia fue coordinada por el “Fundo de Defesa da Citricultura” (FUNDECITRUS) y se basa en tres pilares fundamentales: 1) Uso de plantas certificadas libres de la enfermedad, 2) Monitoreo y control del vector y 3) Erradicación obligatoria de árboles enfermos. Sin embargo, a pesar del éxito en Brasil, este modelo no fue replicado con la misma eficacia o simplemente no se estableció en otros países del continente americano (como México, Estados Unidos o países de Centro y Sudamérica). Esto se debió a una combinación de factores, entre los que se pueden citar: económicos, dependencia del gobierno, organización de productores, estructura de la tenencia de la tierra, tamaño de las parcelas, mentalidad de los productores, nivel de tecnificación, resistencia al derribo de árboles enfermos, entre otros. La estrategia brasileña no falló en el resto de América por un problema científico, sino por un problema social, financiero y organizativo. Replicar este modelo requiere un nivel de organización, disciplina colectiva y capacidad económica. El HLB ha transformado radicalmente la forma de cultivar cítricos en los países donde está presente. La industria citrícola ha tenido que migrar de un enfoque de erradicación tradicional y aplicación continua de agroquímicos para control del vector hacia un nuevo paradigma de convivencia, resiliencia y manejo agronómico integrado del cultivo. En muchas re-

giones productoras de México, se demostró que la erradicación total del HLB fue inviable una vez que la enfermedad se había establecido. El nuevo paradigma asume que el HLB llegó para quedarse. Por lo tanto, el éxito de las huertas modernas no se mide por la ausencia de la bacteria, sino por la capacidad de mantener los árboles productivos y rentables a pesar de su presencia. Las estrategias actuales están orientadas al uso de plantas certificadas, altas densidades y portainjertos capaces de convivir con el HLB en las nuevas plantaciones. El manejo agronómico integrado (nutrición de precisión al suelo y foliar, salud radicular con el uso de ácidos húmicos, materia orgánica y bioestimulantes, podas, control de plagas, enfermedades y maleza) y el manejo sostenible del vector (uso de extractos vegetales, aceites, control biológico y productos sintéticos) son herramientas fundamentales en la convivencia con la enfermedad. El HLB no debe verse como una sentencia de muerte para la citricultura, sino como un catalizador de innovación técnica que exige transitar de la agricultura tradicional a una agricultura de precisión y alta eficiencia. El manejo del HLB bajo este nuevo paradigma no depende de una “solución mágica” o un único producto, sino de una estricta disciplina en el manejo agronómico. La tecnología, el monitoreo constante mediante sensores y la colaboración regional entre productores son las herramientas indispensables para asegurar que los cítricos sigan siendo un negocio viable y sostenible.

Literatura Citada. Bassanezi, R.B., Lopes, S.A., de Miranda, M.P., Wulff, N.A., Volpe, H.X.L. and Ayres, A.J. (2020) Overview of citrus huanglongbing spread and management strategies in Brazil. *Tropical Plant Pathology* 45, 251–264. <https://doi.org/10.1007/s40858-020-00343-y>. Bové, J.M. (2006) Huanglongbing: A destructive, newly emerging, century-old disease of citrus. *Journal*

of Plant Pathology 88(1), 7–37. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/41998278>. Mathavha, M.T., Karoney, E.M., and Korsten, L. 2026. Bibliometric mapping of citrus greening disease reflecting trends, shifts, and focus areas. *CABI One Health* 5 (1):0013. <https://doi.org/10.1079/cabonehealth.2026.0013>. Orozco-Santos, M., Robles-González, M.M., Velázquez-Monreal, J.J., Manzanilla-Ramírez, M.A., Bermúdez-Guzmán, M.J., Carrillo-Medrano, S.H., Medina-Urrutia, V.M., Hernández-Fuentes, L.M., Gómez-Jaimes, R., Manzo-Sánchez, G., Farías-Larios, J., Nieto-Ángel, D., Mijangos-Hernández, E., Sánchez-de la Torre, J.A. y Varela-Fuentes, S. 2014. El limón mexicano (*Citrus aurantifolia*). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 449 p. Orozco-Santos, M., Robles-González, M., Hernández-Fuentes, L.M., Velázquez-Monreal, J.J., Bermúdez-Guzmán, M.J., Manzanilla-Ramírez, M., Manzo-Sánchez, G. y Nieto-Ángel, D. 2016. Uso de aceites y extractos vegetales para el control de *Diaphorina citri* Kuwayama en lima mexicana en el Trópico Seco de México. *Southwestern Entomologist* 41:1051-1066. doi: <http://dx.doi.org/10.3958/059.041.0405>. Orozco-Santos, M., García Preciado, J.C., Velázquez-Monreal, J.J., Hernández-Fuentes, L.M., Robles-González, M.M., Manzanilla-Ramírez, M.A. y Manzo-Sánchez, G. 2022. Use of Plastic Mulch to Reduce *Diaphorina citri*-Huanglongbing and Increase Mexican Lime Yields in the Dry Tropic of Mexico. *Southwestern Entomologist* 47(4):927-933. Pérez-Hedo, M., Hoddle, M.S., Alferez, F., Tena, A., Wade, T., Chakravarty, S., Wang, N., Stelinski, L., and Urbaneja, A. 2025. Huanglongbing (HLB) and its vectors: recent research advances and future challenges. *Entomologia Generalis* 45(1):17 – 35. <https://doi.org/10.1127/entomologia/2024/3081>

5.2. INTERACCIÓN DE LA MUERTE DE RAMAS CON HLB EN CITRICOS

[Interaction of branch dieback with HLB in citrus]

José Joaquín Velázquez-Monreal¹, Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán¹, Mario Orozco-Santos¹, Karina de la Paz García-Mariscal¹, Francisco Javier Delgado-Virgen², Norma Elena Leyva-López³.

¹INIFAP Campo Experimental Tecomán. ²TecNM Instituto Tecnológico de Colima. ³CIIDIR-IPN Unidad Sinaloa. velazquez.joaquin@inifap.gob.mx

En Colima se reportó el Huanglongbing (HLB) en 2010 y dos años más tarde se empezó a presentar un problema de muerte de ramas, registrando incidencias de hasta un 60% en huertas de limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) y persa (*C. latifolia*) mayores de cuatro años de edad y que también estaban afectadas por HLB asociado *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas) (Robles-González *et al.*, 2018). El objetivo de este trabajo fue determinar si la infección previa de CLas favorece el ataque de la muerte de ramas y evaluar la patogenicidad del agente causal de la misma. Muestras vegetativas de limón mexicano y persa se procesaron en laboratorio para aislar hongos que se identificaron de forma morfológica y molecular. Se realizaron dos pruebas de patogenicidad en invernadero con cinco aislamientos fúngicos, una con plantas HLB (+) y otra con plantas HLB (-), registrando la incidencia (% de plantas afectadas) y severidad de muerte de ramas empleando una escala convencional de 1 (sano) a 5 (100% de daño en la copa). Los hongos aislados fueron identificados como *Lasiodiplodia* spp. Solo *L. iraniensis* se iden-

tificó molecularmente. Los otros cuatro aislamientos tienen su identidad entre las siguientes especies *L. theobromae*, *L. pseudotheobromae*, *L. brasiliense* y *L. iraniensis*. En la prueba de patogenicidad con plantas de limón mexicano HLB (+), los cinco aislamientos del hongo indujeron de 40 a 100% de incidencia de muerte de ramas y severidad de 2.2 a 5.0. En tanto que en la segunda prueba con plantas HLB (-) de limón mexicano y persa, únicamente un aislado del hongo en cada caso ocasionó muerte de ramas con un 33% de incidencia y con una severidad de 2.3 y 1.6, respectivamente. La infección de CLas favorece el incremento en la incidencia y severidad de muerte de ramas asociada a *Lasiodiplodia* spp. en limón mexicano en Colima.

Literatura Citada. Robles-González MM, Orozco-Santos M, Manzanilla-Ramírez MA, Velázquez-Monreal JJ, Medina-Urrutia VM and Sanches-Stuchi, E. 2018. Experiencias con Huanglongbing en limón mexicano en el estado de Colima, México. Citrus Res. Technol 39: 2–12. DOI: 10.4322/crt.16518.

5.3. VECTORES DE ENFERMEDADES EN CÍTRICOS: CASOS HUANGLONGBING, TRISTEZA DE LOS CÍTRICOS Y LEPROSIS

[Vectors of diseases in citrus: Cases of Huanglongbing, Citrus Tristeza and Leprosis]

J. Isabel López-Arroyo¹.

¹INIFAP-CEGET. Correspondencia: lopez.jose@inifap.gob.mx

La citricultura de México actualmente es atacada por tres patógenos que incluyen artrópodos en su transmisión. La tristeza de los cítricos, enfermedad sistémica causada por el virus *Closterovirus tristeza*, es transmitido eficientemente por el pulgón café de los cítricos, *Aphis citricidus* (Hemiptera: Aphididae). El patosistema es el de mayor antigüedad en el país, con la detección inicial del virus en la década de los 80 del siglo pasado y la invasión del vector iniciada en el año 2000, el cual permanece sin alcanzar los estados citrícolas del noroeste. Huanglongbing, es una enfermedad sistémica atribuida a la bacteria fastidiosa *Candidatus Liberibacter asiaticus*. Fue registrada por primera vez en el país durante el año 2009, siete años después de la invasión del vector, el psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae), y tan solo un año después de que el insecto completara la invasión total de la citricultura nacional. A diferencia de las enfermedades anteriores, la leprosis muestra características contrastantes, dentro de estas se encuentra que la transmisión es

realizada por ácaros, principalmente varias especies de la falsa araña roja del género *Brevipalpus* (Acari: Tenuipalpidae). La enfermedad es causada por el *Citrus leprosis virus*, que, a diferencia de los patógenos anteriores, es causante de infecciones locales en la planta. En el patosistema, el virus es el único componente invasivo. Su presencia en el país se registra en 13 estados citrícolas, donde existe ocurrencia natural de *Brevipalpus* spp., por ser especies de origen geográfico americano. De las tres enfermedades, la leprosis ha sido exitosamente contenida mediante la aplicación de acaricidas, prácticas culturales y normas establecidas. Huanglongbing continúa anualmente el incremento en pérdidas económicas asociadas a afectaciones en rendimiento y calidad de la fruta. Tristeza de los cítricos podría en el plazo corto incrementar su importancia debido al surgimiento de razas agresivas del virus en diferentes estados citrícolas del país y por la invasión del vector en estados que permanecen libres de éste.

5.4. LA TRISTEZA DE LOS CÍTRICOS: ¿UNA AMENAZA PARA LA CITRICULTURA MEXICANA?

[Tristeza: ¿A threat to mexican citrus growing?]

Patricia Rivas-Valencia^{1*}, Emiliano Loeza-Kuk², E. Iobana Alanís-Martínez³,
Santiago Domínguez-Monge³ y Claudia T. Lomas-Barrié².

¹Campo Experimental Valle de México-INIFAP, ²Campo Experimental Mochochá-INIFAP,

³Campo Experimental Ixtacuaco-INIFAP, ³ENECUSAV-DGSV-SENASICA.

Correspondencia: rivas.patricia@inifap.gob.mx

Los cítricos en México ocupan 639,872.52 ha, con una producción de 9.3 millones de toneladas con un valor de 26.129 billones de pesos. La tristeza de los cítricos ocasionada por el *Closterovirus tristeza*, presente en territorio nacional desde los años 80's. En el 2000, *Aphis citricidus*, principal vector del closterovirus ingresó a México y actualmente se encuentra distribuido en casi todas las áreas productoras del país, recientemente se detectó en Morelos, N.L. En 2007, la estructura poblacional moderada del closterovirus cambió a aislados de tipo severo que se expresó con epidemias intensas en la zona productora de Cárdenas, Veracruz. El objetivo del estudio fue detectar e identificar aislados de tipo severo del closterovirus en las principales regiones cítricas de México. La detección de aislados de tipo severo se realizó mediante RT-qPCR en las regiones productoras de Veracruz, Yucatán, Campeche y Morelos. Los aislados detectados fueron VT, T3 y T68 y la combinación de éstos con T30 (moderado). La detección rápida de aislamientos severos del closterovirus apoya en la toma de decisión para disminuir

el riesgo de dispersión de la tristeza de los cítricos de intensidad severa. La estructura poblacional detectada en Veracruz es capaz de infringir daños severos a la citricultura nacional. Para Campeche y Yucatán la presencia de aislados severos debe mantenerse en constante vigilancia para la prevención de un importante daño a la citricultura regional. Con el escenario actual, la tristeza de los cítricos es una amenaza para la citricultura nacional, la cual está basada en combinaciones altamente susceptibles al closterovirus.

Literatura Citada. SIAP. 2024. Anuario Estadístico de la Producción agrícola. Consultado en julio 2025. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Rivas-Valencia et al., 2023. Detección de aislamientos severos en la estructura poblacional del *Citrus tristeza virus* (CTV) en la Península de Yucatán. Suplemento RMF Vol 41. S144. Alanís-Martínez et al., 2025. Detección de variantes severas de *Closterovirus tristeza* en Morelos, México. Suplemento RMF Vol. 43. S97.