

Plagas cuarentenarias de frutales de la República Argentina

Avances en los resultados

Coordinadores:

Mirta N. Rossini

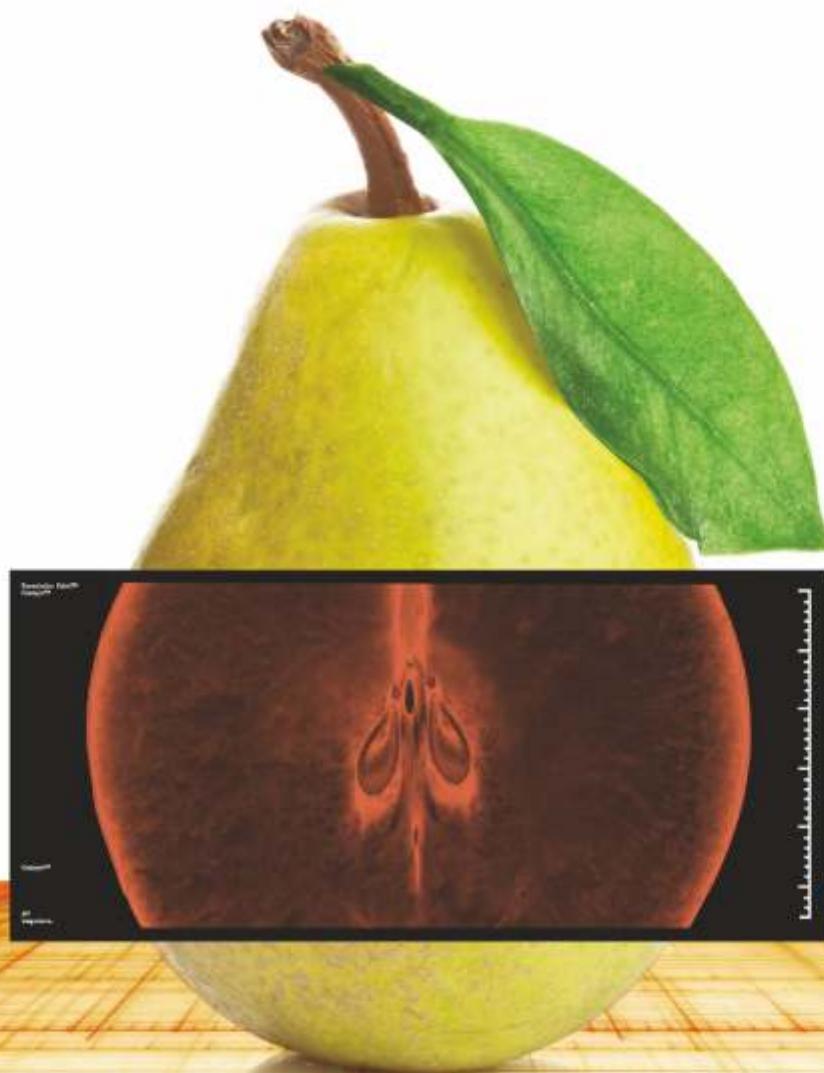
Delia M. Dummel

Juan P. Agostini



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

DuPont
Agro



DU PONT®

Innovadoramente simple.

Exirel™ es el nuevo desarrollo de la tecnología DuPont que simplifica el control de plagas en tu cultivo. Protege desde el inicio, permite producir mejor, en armonía con la naturaleza, y llegar a más mercados al superar los estándares internacionales de exportación.

DuPont™
Exirel™

www.agro.dupont.com.ar

Las marcas con ®, ™ o ™ son marcas registradas de DuPont o sus afiliados. © 2015 DuPont.

PELIGRO. SU USO INCORRECTO PUEDE PROVOCAR DAÑOS A LA SALUD Y AL AMBIENTE. LEA ATENTAMENTE LA ETIQUETA.

*Plagas Cuarentenarias
de Frutales de la
República Argentina*

Avances en los resultados

Coordinadores:

Mirta N. Rossini, Juan P. Agostini y Delia M. Dummel



Plagas Cuarentenarias de Frutales de la República Argentina

PUBLICADO EN

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Centro Regional Patagonia Norte

Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle

Ruta Nac. 22, km 1190, Allen, Río Negro, Argentina.

cc 782 (8332) General Roca, Río Negro, Argentina.

Tel. +54-298-4439000

www.inta.gob.ar/altovalle

1ª Edición, 500 ejemplares.

©2015, Ediciones INTA.

ISBN 978-987-521-627-3

COORDINADORES

Mirta N. Rossini* - rossini.mirta@inta.gob.ar

Juan P. Agostini** - agostini.juanpedro@inta.gob.ar

Delia M. Dummel** - dummel.delia@inta.gob.ar

*INTA - EEA Alto Valle

**INTA - EEA Montecarlo

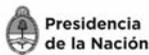
EDICIÓN & DISEÑO

Sección Comunicaciones de la EEA Alto Valle del INTA.

FOTOGRAFÍAS

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Todos los derechos reservados. No se permite la reproducción total o parcial, la distribución o transformación de esta publicación, en ninguna forma o medio, ni el ejercicio de otras facultades sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes vigentes.



Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Agricultura,
Ganadería y Pesca



Índice General

6	<i>Agradecimientos</i>
7	<i>Prólogo</i>
8	<i>Introducción</i>
10	<i>Autores</i>
17	INSECTOS CUARENTENARIOS PRESENTES EN ARGENTINA
	CAPÍTULO 1: VID
19	<i>Lobesia botrana</i> Den. et Schiff. (polilla europea del racimo)
	CAPÍTULO 2: ARÁNDANOS Y CÍTRICOS
31	<i>Anastrepha fraterculus</i> (Wied.) y <i>Ceratitis capitata</i> (Wied.) (moscas de la fruta)
	CAPÍTULO 3: CÍTRICOS
45	<i>Aleurocanthus woglumi</i> Ashby (mosca negra)
	CAPÍTULO 4: FRUTALES DE PEPITA
57	<i>Pseudococcus viburni</i> Signoret (cochinilla harinosa)
73	<i>Cydia pomonella</i> (L.) (gusano de la pera y la manzana o carpocapsa)

107 **PATÓGENOS CUARENTENARIOS PRESENTES EN ARGENTINA**

CAPÍTULO 5: FRUTALES DE CAROZO

- 109 *Plum pox virus* (sharka)
131 *Monilinia fructicola* (Winter) Honey (podredumbre morena)
139 *Xylella fastidiosa* Wells *et al.* (escaldadura de las hojas del ciruelo)

CAPÍTULO 6: CÍTRICOS

- 149 *Guignardia citricarpa* (Kiely) (mancha negra de los cítricos)
163 *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* (Hasse) Vaut (cancrosis de los cítricos)
183 Huanglongbing (HLB) ex greening

211 **PATÓGENOS CUARENTENARIOS NO PRESENTES EN ARGENTINA**

CAPÍTULO 7: FRUTALES DE PEPITA

- 213 *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow *et al.* (tizón de fuego o fuego bacteriano)

CAPÍTULO 8: BANANO

- 229 *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (sigatoka negra)

CAPÍTULO 9: VID

- 237 Fitoplasmas

245 **FOTOGRAFÍAS**

Agradecimientos

A Luis Acuña, Marcela González, María Eugenia Herrera, Graciela Mendoza, y Juan Manuel Raigón por las Fotos utilizadas en el capítulo referido a plagas en la vid.

A Susana López, Javier Orzuza y Mirta Medvescic del Área Cartográfica Dirección Nacional de Protección Vegetal-SENASA, por su valiosa colaboración en el desarrollo del trabajo relacionado al modelo de la probabilidad de incidencia de *Diaphorina citri* en las áreas citrícolas del país.

Los técnicos de INTA EEA Alto Valle que desarrollaron el trabajo sobre *Pseudococcus viburni* agradecen a los que hicieron posible el mismo a: Guillermo Rossi, Ricardo Sánchez, Eduardo Pagella, Alba Briano e Ignacio Dumoise (SENASA), Ricardo Ajo Usle (COPEXEU), Cristina Willink (CONICET), Penny Gullan y Steven Gaimari (EEUU), Juan Manuel Vane-gas-Rico (México), Renato Ripa (Chile), Daniel Aquino (La Plata), Gustavo Batisttoni, Susana Uno, Roxana Riquelme y Karina Lavezini (Expofrut), Jose Ginnobili (Dole), Clarisa Alonso (Moño Azul), Pedro Otonne (Primera Cooperativa), Fernando Somoza y Agustín Cabana (Kleppe SA).

Prólogo

Mucha de la información técnica científica aquí recopilada es un aporte esencial para las actividades que desarrollamos en la Dirección Nacional de Protección Vegetal de SENASA.

Por un lado, los programas fitosanitarios de control de plagas que llevamos adelante, necesitan para la toma de decisiones, de la información científica referida a la plaga en sí y su relación con los hospedantes y el ambiente, como también de la tecnología disponible para el control de la plaga a través de la incorporación de herramientas eficaces en dicho control y a la vez que tengan en cuenta el cuidado del ambiente.

Por otro lado, para el mantenimiento de los mercados compradores de nuestras frutas, como así también en la apertura de nuevos destinos importadores resulta fundamental, al momento de la negociación de las medidas fitosanitarias a ser implementadas, contar con un fuerte aval técnico-científico para compartirlo con la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria de la contraparte.

En este contexto, es clave para el SENASA el trabajo conjunto y complementario que realizamos con INTA, ambos organismos depen-

dientes del MAGYP, concerniente a las plagas de mayor relevancia para la fruticultura argentina y por eso es que apoyamos este valioso documento que tiende a difundir los resultados de los proyectos en ejecución de nuestra organización hermana. Así es que aprovecho este espacio para felicitar a todos los autores de estos trabajos, ya que su destacada labor aporta un importante valor agregado a la cadena productiva frutícola de Argentina.

Diego Quiroga
Director Nacional Sanidad Vegetal
SENASA

Introducción

La producción argentina de frutas sufrió un gran impulso a partir del año 2002 participando en aproximadamente el 15% del Producto Bruto Agrícola Nacional. En 1998 las exportaciones no superaban las 864.300 tn mientras que en la actualidad las mismas aumentaron a casi el doble de dicho valor (1.528.053 tn) con una producción que supera los 7 millones de toneladas. La vastedad de nuestro territorio, con su diversidad de climas, permite cultivar todo tipo de frutas siendo las principales: uva con 3 millones; cítricos: 2,7 millones; frutas de pepita: 1,5 millones; carozos: 400.000 aproximadamente; olivo: 45.000; perteneciendo el resto de la producción a los cultivos tropicales (palto, banana, mango), frutos secos y frutas finas (arándano y cereza). Otro punto de gran importancia es la gran cantidad de mano de obra capacitada requerida para las labores culturales y la cosecha (350.000 personal permanente), sin tener en cuenta aquella empleada en los procesos de valor agregado (empaques, vino, jugos, aceites, etc.), transporte y logística de la producción. Además, la participación de aproximadamente 20.000 productores siendo en muchas provincias

estos cultivos los que sostienen las economías regionales.

El sector frutícola argentino es una producción plurianual o perenne que debe afrontar situaciones económicas y culturales muy distintas de los cultivos anuales presentando una historia, logística, infraestructura, experiencia comercial, mercados establecidos que se deben aprovechar e incluso aumentar su eficiencia. En la presente situación socioeconómica mundial la sanidad, inocuidad y calidad seguirán siendo los pilares que mejor posicionarán a la producción argentina en dicho contexto.

La adopción de tecnología evaluada mediante procesos de experimentación adaptativa, así como los desarrollos tecnológicos locales abrirán una ventana de oportunidad en cuanto a la comercialización a fin de hacer a la producción frutícola argentina más competitiva frente a las presiones impuestas las cuales incluyen a barreras fitosanitarias para la comercialización. Esto obliga a poseer un preciso conocimiento de las exigencias oficiales de los países compradores en cuanto a plagas y enfermedades cuarentenarias (identificación, biología, etiología, epidemiología,

métodos de diagnóstico y predicción, manejo sanitario), registro y tolerancias de plaguicidas en frutos y/o sus procesos. Por otra parte existen a su vez las denominadas exigencias comerciales que son impuestas por las grandes cadenas de supermercado y que comúnmente son muy superiores a las oficiales de cada país.

El INTA posee una “masa crítica” en el tema sanitario con un gran número de profesionales de experiencia, capaz de liderar cambios tecnológicos que provoquen beneficios importantes para el sector frutícola dentro de un marco de sostenibilidad económica, social, y ambiental de los agroecosistemas. El INTA a través de su cartera de Proyectos desde el año 2006 hasta la actualidad ha fomentado la participación de investigadores, extensionistas tanto de la Institución como desde otras organizaciones oficiales o privadas en Proyectos Integrados que contemplan determinadas temáticas. Dentro del Programa Nacional Frutales (PNFRU) se ha implementado un Proyecto integrado sobre la caracterización de plagas que afectan a los diversos frutales que se producen a lo largo y a lo ancho del país, para establecer protocolos de monitoreo

a campo, y de diagnósticos de laboratorio que se elaboran en forma conjunta con técnicos de SENASA y de esa manera complementar los procesos de fiscalización con el de generación de tecnología que involucran a no menos de 16 Estaciones Experimentales y sus respectivas Agencias de Extensión como así a las diferentes regionales que posee SENASA a nivel nacional.

El objetivo del presente libro es comunicar y difundir los avances de los resultados logrados en el conocimiento de la epidemiología, biología y manejo de diversas plagas cuarentenarias que afectan a la producción frutícola con el fin de obtener frutos de alta calidad, sanidad e inocuidad. Estos saberes serán aprovechados por el sector productivo y darán sustento técnico científico en las negociaciones para el comercio internacional de frutas por parte de las autoridades correspondientes.

Liliana Cichón
Coordinadora Proyecto Integrado –
Programa Nacional Frutales
INTA

Autores

- AGOSTINI, JUAN PEDRO. Ingeniero Agrónomo, egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias de Corrientes, de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Ph.D., Universidad de Florida, EEUU. Investigador en el área Frutales en INTA - EEA Montecarlo, Misiones. Profesor de Protección Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, Eldorado, Misiones.
- ANGUIANO, OLGA. Profesora de Química. Magister en Ciencias Químicas orientación Química Biológica. Trabaja en el Instituto de Investigación y Desarrollo de la Patagonia Norte (IDEPA) (CONICET – UNCO) Dpto. de Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén. Profesora Adjunta Regular en el área Química-Física, orientación Química General e Inorgánica.
- ARROYO, LUIS E. Ingeniero Agrónomo. Fitotecnista. Investigador en INTA - EEA Montecarlo, Misiones, entre 1980 y 1990; INTA - EEA San Pedro, Bs. As., desde 1990, en las secciones Fruticultura y Virología frutal. Profesor de la Catedra de Fruticultura de la Universidad Nacional de Buenos Aires en el período 1995-2001.
- BECERRA, VIOLETA. Ingeniera Agrónoma y MSc., egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. Responsable Centro de Estudios de Fitofarmacia INTA - EEA Mendoza, Mendoza. Especialista en Manejo Integrado de Plagas y Residuos de Pesticidas. Docente de las Maestrías Viticultura y Enología y Horticultura de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo.
- BOTTO, EDUARDO. Doctor en Ciencias Biológicas, egresado de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFPN) de la Universidad Nacional de Buenos Aires. MSc. Entomology. Universidad de California, Riverside. EEUU. Especialidad: Control Biológico y Manejo Integrado de Plagas Agrícolas y Forestales. INTA - Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA) del Centro de Investigación en Ciencias Veterinarias y Agronómicas (CICVYA), Castelar, Insectario de investigaciones en Lucha Biológica, desde 1970. Coordinador del Área Manejo Integrado Plagas del IMYZA del INTA desde 2012. Coordinador del Proyecto Especifico Manejo Integrado de Plagas Forestales del Programa Nacional Forestales desde 2006 hasta 2013. Facilitador del Proyecto Especifico Protección Forestal desde mayo de 2013.
- BOUVET, JUAN PEDRO R. Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba y MSc. en Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. Desarrolla sus actividades en la Sección Entomología de INTA - EEA Concordia, Entre Ríos, desde el año 2002. Trabaja en manejo integrado de plagas en los cultivos de cítricos, eucalipto y otros frutales como el arándano. Su trabajo se basa principalmente en el estudio de la biología de las plagas y el control que ejercen sus enemigos naturales.
- CANTEROS, BLANCA I. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias de Corrientes (FCA), de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) en 1977. Ph.D., Universidad de Florida, EEUU, 1990. Profesional Investigador referente de INTA - EEA Bella Vista, Corrientes. Fitopatología. Especialista en enfermedades cuarentenarias en citrus, especialmente cancrisis de los citrus y otras enfermedades bacterianas y fúngicas. Profesora de postgrado en la FCA-UNNE. Directora de tesis, tesis de maestrías y de doctorado de diversas universidades. Coordinadora de proyectos INTA y MINCYT. Participante en proyectos nacionales y regionales.
- CAZENAVE, GRACIELA R. Técnica en planta permanente en el área de Agro meteorología (base de datos). Instituto de Clima y Agua. Centro de Investigaciones en Recursos Naturales de INTA.

- CICHÓN, LILIANA. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Sur y Doctora en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires. Jefe del Área de Sanidad Vegetal de INTA - EEA Alto Valle, Río Negro y facilitadora del Integrador “Desarrollo de estrategias de intervención sistémicas que aseguren sanidad, inocuidad, competitividad y sustentabilidad de la producción frutícola argentina” perteneciente al Programa Nacional Frutales. Sus investigaciones se centran en el uso de semioquímicos y otras herramientas para el monitoreo y manejo sustentable de plagas de frutales de pepita.
- CONCI, LUIS R. Ingeniero Agrónomo, egresado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, 1983. Doctor en Biología en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, 1997. Investigador en el área de Micología y Bacteriología del Instituto de Patología Vegetal del Centro de Investigaciones Agropecuarias del INTA, Córdoba, en enfermedades causadas por fitoplasmas. Profesor Titular en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba.
- CONTI, HUGO ANGEL. Ingeniero Agrónomo, egresado de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires. Investigador de INTA - Instituto de Clima y Agua del Centro de Investigaciones en Recursos Naturales, Castelar.
- CORTESE, PABLO. Ingeniero Agrónomo, egresado de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires. MSc. en Protección Vegetal de la Universidad Nacional de la Plata. Actualmente es Director de Vigilancia Fitosanitaria en el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA).
- DAGATTI, CARLA V. Profesora y Licenciada en Biología, egresada de la Universidad del Aconcagua. Actualmente se encuentra cursando la Maestría en Entomología en el Instituto Superior de Entomología dependiente de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Investigadora participante de proyectos. Desde el año 2009 es Subresponsable del Laboratorio de Nematodos y desde 2013. Responsable del Laboratorio de Plagas, pertenecientes al Centro de Estudios de Fitofarmacia en INTA - EEA Mendoza, Mendoza.
- DAL ZOTTO, ANGÉLICA DEL VALLE. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, 1986. Doctora en Ciencias Agropecuarias de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, 2008. Investigadora de INTA, del área de virología del Instituto de Patología Vegetal del Centro de Investigaciones Agropecuarias, Córdoba, en virosis de frutales.
- DUMMEL, DELIA M. Ingeniera Forestal, egresada de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, 2004. MSc. en Producción Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, 2012. Trabaja en INTA - EEA Montecarlo, Misiones, en el área Frutales y participa de proyectos nacionales y provinciales en el área cítricos y cultivos industriales.
- FERNÁNDEZ, DARIO. Ingeniero Agrónomo, egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue. MSc. en Entomología, en el Departamento de Entomología, Universidad del Estado de Washington, Estados Unidos. Obtuvo su Diploma de Estudios Avanzados (DEA), en la Universidad de Lleida, España, doctorándose en la misma casa de estudios. Investigador del INTA - EEA Alto Valle, Río Negro.
- FLORES, CEFERINO R. Ingeniero Agrónomo, egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy con mención de honor al mejor promedio, 2003. MSc. en Ciencias Agrarias, Área Producción Vegetal, Ciclo 2005/2007, Unidad integrada Universidad Nacional de Mar del Plata - INTA Balcarce. Tesis de maestría: “Supresión de la pudrición radicular del palto en un suelo de Jujuy”. En la actualidad se desempeña como responsable del Laboratorio de Fitopatología de INTA - EECT de Yuto, Jujuy.
- GARRÁN, SERGIO M. Ingeniero Agrónomo, orientación Fitotecnia, egresado de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires, 1976. MSc. en Fitopatología, Universidad de Florida, EEUU, 1989. Investigador en INTA - EEA Concordia, Entre Ríos, desde 1978. Trabaja en cancrrosis y enfermedades fúngicas de pre y poscosecha del cultivo cítrico, desde 1990 hasta la fecha. A cargo de la sección Agro meteorología de INTA - EEA Concordia.

- GARRIDO, SILVINA. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue. Magister en Entomología de la Universidad Nacional de Tucumán. Se desempeña como investigadora en el Área de Sanidad Vegetal de INTA - EEA Alto Valle, Río Negro. Es facilitadora del “módulo pepita, frutos secos y carozo” del Proyecto 1105074 del Programa Nacional frutales. Sus principales líneas de investigación se basan en el manejo de plagas con enfoque agroecológico.
- GIAYETTO, ALEJANDRO L. Biólogo, egresado de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba (FCEFYN-UNC), 1992. Dr. en Ciencias Biológicas de (FCEFYN-UNC), 2005. Docente (JTP) de la Catedra de Parasitología 1993-1998, FCEFYN-UNC. Docente (JTP). Catedra de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional del Comahue, 1999-2004. Profesor Titular Catedra de Biología de la Facultad de Medicina- de la Universidad Nacional del Comahue, 2005-2007. Profesional Investigador INTA – EEA Alto Valle en el área Sanidad Vegetal- Fitopatología, 2005-2011.
- GOMEZ TALQUENCA, SEBASTIÁN. Ingeniero Agrónomo, egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, en el año 2000 y Doctorado por la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata, en el año 2012. Investigador en virología vegetal y selección clonal y sanitaria de vid en INTA – EEA Mendoza desde el año 2004.
- GONZÁLEZ, MARCELA FABIANA. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. Magister en Entomología de la Universidad Nacional de Tucumán. Actualmente se encuentra cursando el Doctorado en Ciencias Naturales en la Universidad de La Plata. Trabaja en INTA desde 2004. Desde el 2005 al 2013 se desempeñó como Responsable del Laboratorio de Plagas Cuarentenarias de la EEA Mendoza, Mendoza. Se integró a INTA en el 2008 como Investigadora Participante de proyectos en tareas vinculadas a insectos y manejo integrado de plagas. Desde abril de 2013 desarrolla sus actividades en INTA - Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA), Castelar.
- HÄBERLE, TOMÁS J. Técnico Agrónomo del Departamento Frutales de INTA - EEA Montecarlo, Misiones, Jefe a cargo del Campo Anexo Laharrague, con participación de la red de ensayos de cítricos, con énfasis en la aplicación de agroquímicos y ajuste de técnicas para un mejor uso del recurso agua y de los insumos utilizados por unidad de superficie.
- HAELTERMANN, RAQUEL. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba. Doctora en Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba. Se desempeñó como Profesional Superior del CONICET y desde 2009 es Investigadora del INTA, área Micología y Bacteriología del Instituto de Patología Vegetal (IPAVE- CIAP), Córdoba. Desarrolla trabajos de investigación en enfermedades cuarentenarias de cítricos, y en 15 bacterias fastidiosas limitadas al xilema (*Xylella fastidiosa* y *Leifsonia xyli subsp xyli*).
- HEIT, GUILLERMO E. Ingeniero Agrónomo, egresado de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires. Magister en Control de Plagas y su Impacto Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín. Docente e Investigador de las Cátedras de Zoología Agrícola y Protección Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires. Inspector en control de gestión, Dirección de Vigilancia y Monitoreo, SENASA.
- HERNÁNDEZ, CARMEN. Licenciada en Ciencias Biológicas egresada de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Buenos Aires (FCEN-UBA). Becaria de especialización del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA) del INTA. Tema: “Control Biológico de Plagas en Frutales” en el período 2005-2011. Doctorando en Ciencias Biológicas de la FCEN-UBA. Investigadora del INTA – Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA) del Centro de Investigación en Ciencias Veterinarias y Agronómicas (CICVYA), Castelar, desde 2011 a la fecha. Participante de proyectos de investigación del INTA y extra-INTA en temas relacionados al control biológico en frutales de pepita y al manejo integrado en cultivos forestales, 2005-2013.
- HERRERA, MARÍA E. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, 2000. Actualmente se encuentra cursando la Maestría en Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. Se desempeña como investigadora participante de proyectos en INTA - EEA Mendoza, Mendoza. Desde el año 2003 es Responsable del Laboratorio de Nematodos y desde 2006 Subresponsable del Laboratorio de Plagas. Ambos funcionan en el Centro de Estudios de Fitofarmacia de INTA - EEA Mendoza.

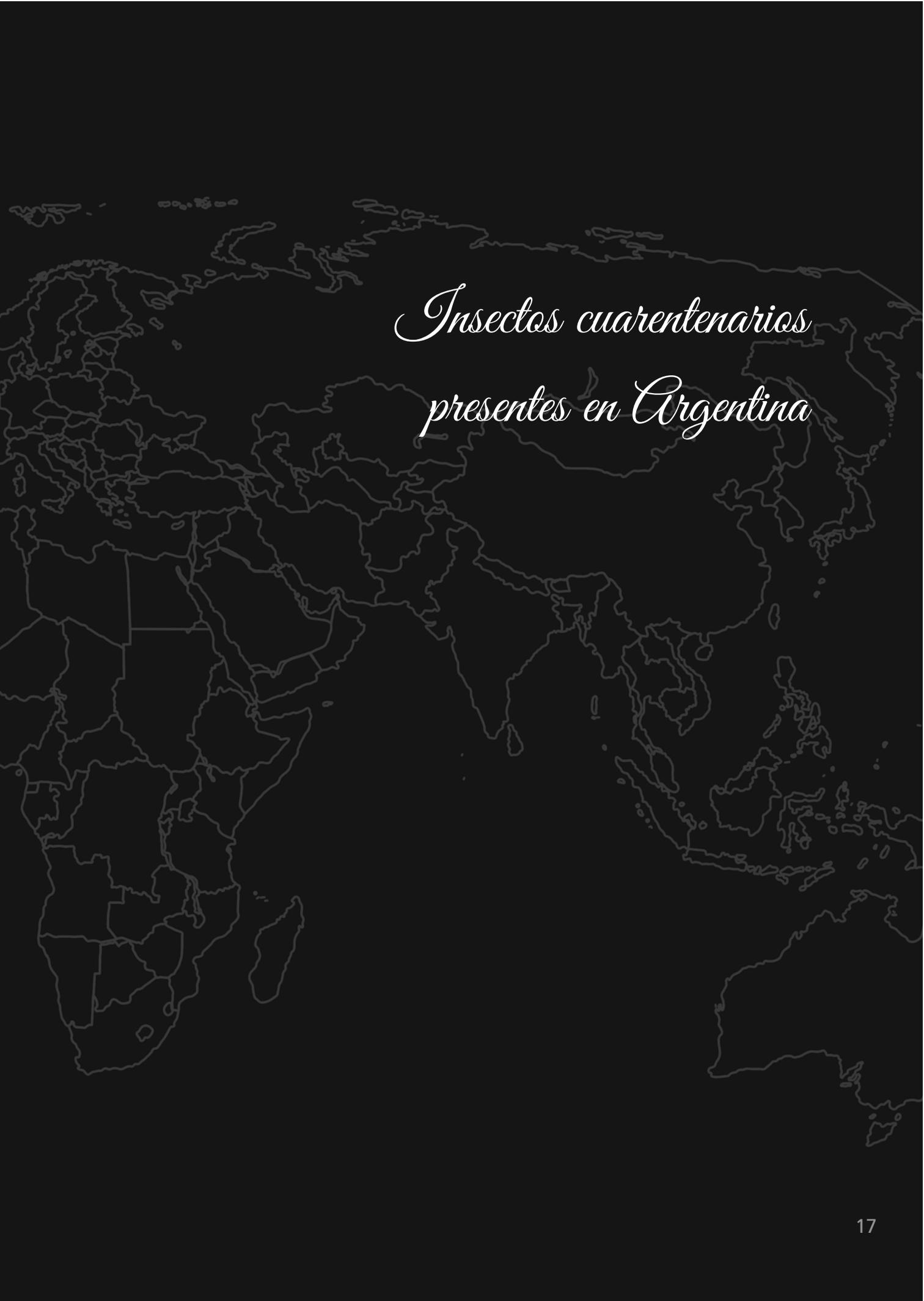
- KORNOWSKI, MARCELA V. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Facultad de Agronomía de la Universidad de El Salvador Virasoro, Corrientes, 2005. Investigadora del INTA - EEA Montecarlo, Misiones, Departamento Frutales. Participa en Proyectos Nacionales y Regionales en frutales cítricos y tropicales.
- LAGO, JONATÁN. Ingeniero Agrónomo, egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue. Es investigador de INTA - EEA Alto Valle, Río Negro, área de sanidad vegetal, siendo sus principales líneas de investigación el Manejo Integrado de Plagas de frutales de pepita.
- MARINI, DIANA BEATRIZ. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur. MSc. in Plant Pathology, UC Davis, California, EEUU, 1997-1999. Ph.D. in Plant and Environmental Sciences, Clemson University, South Carolina, EEUU, 2004-2007. Especialista en Fitopatología y Virología en frutales de carozo. Investigador de INTA - EEA Junín, Mendoza, desde 1993. Responsable por INTA del primer sistema de certificación sanitaria en frutales de carozo del país.
- MARTÍNEZ, MALVINA IRENE. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Concepción del Uruguay. Magister en Producción vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires. Investigadora de INTA - Instituto de Clima y Agua del Centro de Investigaciones en Recursos Naturales, Castelar.
- MENDOZA, GRACIELA. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. Investigadora de INTA - EEA Mendoza, Mendoza. Responsable del Sistema de Gestión de Calidad del Centro de Estudios de Fitofarmacia, colaboradora en la redacción del Manual de Tratamientos Fitosanitarios para cultivos de clima templado bajo riego.
- MENNI, MARÍA FERNANDA. Licenciada en Economía, se especializó en Estadística aplicada MSc. actualmente trabaja en el INTA - EEA Alto Valle, Río Negro, en el Área de Estadística. Participa de las líneas de investigación vinculadas a la modelización de las poblaciones de plagas, entre otras. Docente en la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) en las asignaturas de Estadística y Matemática 1.
- MESSINA, MIGUEL ÁNGEL. Licenciado en Ciencias Naturales y Doctor en Ciencias Naturales, egresado de la Universidad Nacional de La Plata. Especialidad Microbiología. Investigador de INTA - EEA Concordia, Entre Ríos, desde 1967 hasta 2011, área Protección Vegetal de Citrus. Actividades: Estudio cancrisis cítrica en Argentina. Los biotipos actuantes a través de la inmunquímica; microscopía electrónica. Control biológico y técnicas de prevención en el campo. Incorporación y asesoramiento en la agricultura ecológica u orgánica para los citrus en las provincias de Corrientes y Entre Ríos. Jefe del equipo Proyecto BID-PRODAO-INTA.
- MITIDIERI, MARIEL S. Ingeniera Agrónoma, Doctora en Ciencias Agropecuarias Mención: Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba. A cargo del laboratorio de fitopatología de INTA - EEA San Pedro, Bs. As. Desarrolla investigación sobre manejo integrado de podredumbre morena en duraznero en pre y poscosecha, evaluación de productos químicos de bajo impacto ambiental, agentes biológicos de control y sustancias alternativas a los fungicidas de síntesis.
- MONTAGNA, CRISTINA. Licenciada en Ciencias Biológicas, egresada de la Facultad de Ciencias Exactas Físico Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Master en Entomología de la Universidad de California, Riverside (EEUU). Doctora en Biología, Universidad Nacional del Comahue, Centro Regional Bariloche. Profesor Asociado Regular con dedicación exclusiva en las cátedras de Toxicología Ambiental y Seminario Plaguicidas y efectos en el ambiente de la Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental para el área Ambiente. Director del Proyecto "Determinación de mecanismos de resistencia a insecticidas en poblaciones blanco (*Cydia pomonella*) y no blanco (*Simulium* spp.) y evaluación de la toxicidad de insecticidas alternativos".
- MOSCHINI, RICARDO C. Ingeniero Agrónomo, egresado de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Bs. As., 1979. MSc. en Meteorología Agrícola, Universidad de Reading, Inglaterra. 1990. Doctor de la Universidad de Buenos Aires en el área de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Bs. As., 2011. Investigador del INTA - Instituto de Clima y Agua (CIRN), Castelar.
- OUTI, YANINA. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Universidad de Morón. Actualmente se desempeña en la Dirección de Vigilancia Fitosanitaria en el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA).

- PERALTA, CARMEN O. Licenciada en Botánica, egresada de la Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste. Especialista en Citricultura, Universidad Politécnica de Valencia, España/Centro de Extensión La Granja-UNT-EEAOC Las Talitas, Tucumán. Magister en Entomología Aplicada, 2009.- Desde 2004 hasta la fecha trabaja en INTA - EEA El Colorado, Formosa. Representante por INTA en la Comisión Regional de Sanidad Citrícola (con énfasis en HLB); Referente Regional Chaco-Formosa de frutales; Capacitador de profesionales, técnicos, estudiantes universitarios y de escuelas técnicas, productores de la región Chaco-Formosa en Frutales cítricos, plagas y enfermedades de importancia económica en la región.
- PORCEL, LAURA B. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. Investigadora del INTA - EEA Rama Caída. Tema: Virología en frutales de carozo, vid y papa. Participante de Proyectos Regionales y Nacionales. Directora técnica del Laboratorio de Protección Vegetal de la EEA Rama Caída, Mendoza, habilitado por INASE para la detección de virus y nematodos en papa-semilla. Docente en IESVU 9-015, Tecnicatura Superior Agronómica, orientación Agroecología, dictando "Plagas y Enfermedades, diagnóstico, monitoreo y control", San Rafael, Mendoza.
- PREUSSLER, CESAR. Licenciado en Genética de la Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones, 2008. Desde el año 2010 hasta la actualidad se desempeña como técnico investigador en diagnóstico de HLB y estudios de Variabilidad en peces por técnicas Moleculares en el Laboratorio de Genética Molecular de INTA - EEA Montecarlo, Misiones.
- ROSSINI, MIRTA. Ingeniera Agrónoma, egresada de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata, 1977. Doctora en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, 2007. Docente de la Catedra de Fruticultura de la Facultad de Agronomía de La Plata desde 1977 a 1979. Ingresó a INTA - EEA Alto Valle, Río Negro, en 1979 donde se desempeña como investigadora en etiología, epidemiología y manejo de enfermedades de frutales de hoja caduca. Coordinadora de proyectos de INTA y extra-INTA, directora de tesis de grado y posgrado, autora de trabajos científicos y capítulos de libros. Directora Técnica del Laboratorio de Fitopatología y Nematología de Patagonia Norte, RNCFS número 6722/1.
- SEGADE, GONZALO. Licenciado en Ciencias Biológicas, egresado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Bs. As., 1993. Tesis doctoral en Ciencias Biológicas en preparación (FCEYN UBA). Entomólogo INTA - EEA San Pedro, Bs. As. Trabaja en temas relacionados a manejo sustentable de insectos perjudiciales en frutales de carozo, cítricos, batata y plantas ornamentales. Participa en proyectos nacionales y regionales de INTA y es facilitador del PNFRI 1105073 "Generación y desarrollo de tecnologías para la detección, seguimiento, predicción, prevención y control de vectores, plagas emergentes y/o limitantes de la producción frutícola argentina".
- SOLEÑO, JIMENA. Profesora en Química, egresada de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue. Magister en Ciencias Químicas, Orientación Química Biológica, egresada de la Universidad Nacional del Comahue. Actualmente se desempeña como asistente de docencia con dedicación exclusiva en el área Química-Física de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue, Neuquén y es integrante del Proyecto "Determinación de mecanismos de resistencia a insecticidas en poblaciones blanco (*Cydia pomonella*) y no blanco (*Simulium* spp.) y evaluación de la toxicidad de insecticidas alternativos".
- TITO, MARÍA JOSEFINA. Licenciada y Magister en Ciencias y Matemáticas Aplicadas, egresada de la Universidad Nacional de Entre Ríos. Profesora de Análisis Matemático, Licenciatura en Sistemas de la misma Universidad desde 1993. Ha trabajado en diversos proyectos de investigación en cuanto a elaboración de diseños de experimentos, bases de datos, procesamientos estadísticos de los mismos y también como directora de proyectos.
- VÁZQUEZ, DANIEL EDUARDO. Ingeniero Agrónomo, egresado de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Bs. As. Doctor-Ingeniero Agrónomo, Universidad Politécnica de Valencia. Investigador de Poscosecha en INTA - EEA Concordia, Entre Ríos, desde 1987. Director de la EEA Concordia entre 2003 y 2009. Ha desarrollado actividades en cuanto a condiciones adecuadas de línea de empaque, manejo integrado de enfermedades poscosecha de frutas cítricas frescas y evaluación de sustancias amigables con el ambiente.

VERA, LUIS MARÍA. Contador y Magister, egresado de la Facultad Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Buenos Aires. Investigador en INTA - EEA Concordia, Entre Ríos, desde 2003. Temas: Estudio de Economía Agraria, estimación de costos y beneficios de la aplicación de tecnologías, en forestaciones de eucalipto y en plantas cítricas.

VERA MACAYA, DIANA LORENA. Ingeniera en Biotecnología Molecular, egresada de la Universidad de Chile. Actualmente se desempeña como investigadora en INTA – EEA Alto Valle, Río Negro, en enfermedades virales de frutales de pepita en donde enmarca su trabajo de tesis doctoral en la Universidad Nacional de Quilmes. Participa de proyectos de investigación que tienen relación con la detección molecular de *Pseudococcus viburni*, *Monilinia* spp. y enfermedades bacterianas.

VISCARRET, MARIANA M. Doctora en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Bs. As. Trabaja en el Insectario de Investigaciones para Lucha Biológica de INTA - Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA) del Centro de Investigación en Ciencias Veterinarias y Agronómicas (CICVYA), Castelar. Participante y Coordinadora de proyectos INTA y extra-INTA (Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, International Atomic Energy Agency). Área temática: Manejo Integrado de Plagas (hortalizas y frutales). Auditora Interna INTA Norma IRAM 301:2005 (ISO/IEC 17025:2005) Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.



*Insectos cuarentenarios
presentes en Argentina*



CAPÍTULO I

Vid

***Lobesia botrana* Den et Schiff.**
(Polilla europea del racimo)

Becerra, V.; Herrera, M. E.; González, M.; Mendoza, G. y C. Dagatti

20	<i>Introducción</i>
20	<i>Nombre de la plaga</i>
20	<i>Hospedantes</i>
20	<i>Descripción morfológica</i>
21	<i>Ciclo biológico</i>
22	<i>Daños</i>
22	<i>Distribución geográfica en otros países y en Argentina</i>
22	<i>Monitoreos y programas cuarentenarios</i>
22	<i>Antecedentes. Aparición en Argentina. Reglamentaciones</i>
23	<i>Manejo de la plaga</i>
23	<i>Control cultural</i>
23	<i>Control biológico con enemigos naturales</i>
24	<i>Control con bioinsecticidas</i>
24	<i>Control etológico o semioquímico</i>
25	<i>Control químico</i>
27	<i>Bibliografía</i>

Introducción

La polilla europea del racimo, *Lobesia botrana* Den et Schiff. es un insecto cuarentenario para Argentina que afecta seriamente la producción de la vid. Se considera plaga clave de los viñedos de la zona mediterránea de Europa, donde se encuentra desde 1776 y desde donde se extendió a viñedos de otros continentes, tales como Asia y África (Torres Vila, 2010). Sin embargo, no estuvo presente en América hasta el año 2008, en que fue detectada por primera vez en Chile, en 2009 en Estados Unidos y en 2010 en Argentina (González, 2008; González, 2010; Varela et al., 2010). En los distintos países se han iniciado planes nacionales para lograr su erradicación y así mantener el estatus de plaga cuarentenaria.

Su presencia ocasiona daños directos e indirectos. Los primeros están relacionados con la disminución de la producción, tanto en cantidad como en calidad, los segundos con la restricción y hasta el cierre de algunos mercados, regulaciones y exigencias de tratamientos cuarentenarios para la comercialización de la fruta en fresco. Además, el ataque de este insecto al viñedo exige una mayor intervención con insecticidas que podrían generar posibles rechazos por presencia de residuos en la fruta o sus productos.

Nombre de la plaga

Fue descrita por primera vez por Denis y Shiffermüller en Austria, como *Phalaena Tortrix botrana* (Denis & Schiffermüller), en 1775. Su nombre actual es *Lobesia botrana* Den et Schiff. Pertenece a: Orden Lepidoptera, Superfamilia Tortricoidea, Familia Tortricidae, Subfamilia Oletreutinae. Sinonimias: Eudemis, Grapholita, Polychrosis, entre otras.

Hospedantes

Su hospedante principal es la vid.

Descripción morfológica

El reconocimiento a campo de todos los estados de desarrollo es de fundamental importancia ya que su identificación temprana en viñedos es crucial para las aplicaciones en el momento oportuno de control. Por ello, debido a la importancia de brindar conocimientos a productores y profesionales y con el objeto de evitar su expansión hacia zonas vitícolas no afectadas en el país, el INTA - EEA Mendoza ha desarrollado una intensa actividad de capacitación (Herrera et al., 2011; Herrera et al., 2012).

Las etapas del ciclo biológico del insecto son huevo, larva, pupa y adulto.

Huevo: de forma lenticular, su tamaño es de 0.6 por 0.7 mm. Tiene aspecto traslúcido, con tonalidades amarillentas. En su interior es posible ver el desarrollo del embrión a medida que avanza su crecimiento (Fotos 1, 2, 3).

Larva: cuando recién ha emergido del huevo, mide aproximadamente 1 mm de longitud. La cabeza es negra y el cuerpo amarillo claro. Tiene cinco estadios larvales: L1 a L5. A partir del segundo estadio presenta la cabeza y el escudo protorácico de color pardo más claro, el cuerpo con tonalidades variables: amarillo, verde azulado y verde, dependiendo de la alimentación. A medida que va pasando de L1 a L5 aumenta notablemente de tamaño llegando a medir de 10 a 15 mm. (Foto 4).

Pupa: el tamaño varía con el sexo, siendo la hembra de 5-9 mm y el macho de 4-7 mm. La coloración es variable, habiéndose observado desde verde intenso a café muy oscuro (Foto 5).

Adulto: mide 10-13 mm de envergadura alar. Las alas anteriores tienen el aspecto de mosaico con manchas marrones oscuras alternado con zonas claras grises, destacándose una banda en la zona media. Contrastan con el tinte grisáceo más o menos uniforme de las posteriores que están provistas de flecos (Foto 6).

Ciclo biológico

Los estudios bioecológicos en la zona vitícola de Mendoza, provincia donde se halla la plaga, son de primordial importancia para el manejo de este insecto. En este marco se desarrollaron en el laboratorio de INTA - EEA Mendoza, dos líneas de estudios biológicos: a campo (González, 2012) y en laboratorio (Herrera, 2012). Los resultados obtenidos a campo indican que *L. botrana* pasa el invierno en estado de pupa bajo la corteza o ritidomis de la vid, encerrada dentro de un capullo de color blanco. En primavera, en coincidencia con la brotación y floración de la vid, comienzan a emerger los adultos provenientes del estado de pasaje invernal. La oviposición se realiza posteriormente sobre los primordios de inflorescencias, y a medida que éstas se desarrollan la postura es efectuada en todas las partes del racimo, con preferencia sobre el cáliz y la caliptra de la flor. Una vez emergidas las larvas de los huevos, comienzan su alimentación sobre los tejidos florales, perforando la caliptra y además el androceo y gineceo. Una larva se alimenta de varias flores, pasando de una a otra tejiendo sedosidades que van uniendo los tejidos dañados, formando una especie de nido llamado glómérulo. El pasaje a pupa puede suceder en el mismo racimo floral, en hojas, o bajo la corteza y luego emerge la segunda generación de adultos desde fines de noviembre hasta prin-

cipios de diciembre. La misma daña granos verdes, mientras que la tercera aparece en enero y afecta granos en maduración hasta cosecha. Puede haber una cuarta generación, quedando la plaga en estado de pupa para pasar el invierno bajo la corteza (Fig. 1.1). El estado pupal suele ocurrir también durante la temporada primavera-estival dentro de los granos, ya sea verdes o en maduración.

En laboratorio se determinaron los parámetros biológicos de la polilla de la vid, para lo cual se establecieron por un lado 4 cohortes, cada una formada por 20 parejas de adultos, registrando la duración de los períodos de preoviposición, oviposición y número total de huevos colocados por hembra. Los insectos se ubicaron en botellas plásticas transparentes como cámaras de reproducción y fueron alimentados con una solución líquida especial. Se determinó en condiciones de temperatura 28 ± 2 °C, luminosidad 16:8 L/O y 30% de humedad relativa, un período de preoviposición de un día; el de oviposición fue de $6,25 \pm 0,629$ días y el número total de huevos/hembra de $60,225 \pm 6,73$ huevos. Se detecta además que el mayor promedio de posturas/hembra se presentó el día tercero y cuarto desde el inicio de la puesta. Por otra parte se obtuvieron los días correspondientes a cada estado. Los mismos se observan en Tabla 1.1 (Dagatti & Herrera, 2012; Romero & Herrera, 2012).

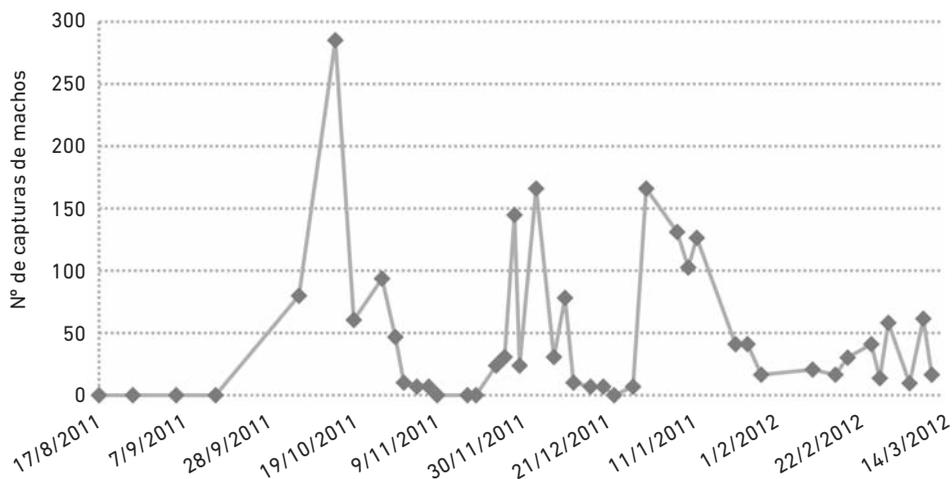


Figura 1.1. Capturas de machos de *Lobesia botrana* en trampa de feromona en un viñedo de Lunlunta, Luján de Cuyo, Mendoza (año 2011/2012).

Tabla 1.1. Total de días transcurridos para cada estado y estadio de *Lobesia botrana* en condiciones de laboratorio a 28±2 °C, luminosidad 16:8 L/O y 30% de humedad relativa.

Estado/Estadio	Total días x±sd
Huevo	2.82±0.145
L1	3.11±0.198
L2	2.3±0.194
L3	3±0.353
L4	2.11±0.25
L5	3.08±0.379
Pupa	6.57±0.218
Adulto	8.25±0.629

Se determinaron también en este trabajo, los porcentajes de mortalidad por estado y estadio. Los datos más elevados se presentaron durante huevo y larva 1, con valores de 78% y 49% respectivamente; mientras que en los estados de L2, L3, L4 fue de 0%; 5% en L5 y 20% en estado pupal. No hubo mortalidad de adultos una vez emergidos en este estudio. Se calculó además la tasa reproductiva neta (R_0 ($l_x \cdot m_x$)); con un valor de 4.81; siendo $l_x = N_x / N_0$, es decir la proporción de la cohorte original (N_x =número de individuos observados al inicio de cada estadio) y m_x el número de huevos producidos por cada hembra sobreviviente (Romero & Herrera, 2012).

Daños

Los perjuicios ocasionados por este insecto son producidos por las larvas al alimentarse de flores y frutos desde cuaje hasta maduración, con la consecuente disminución de rendimientos y pérdida de calidad en uvas, sobre todo cuando la misma es destinada a consumo en fresco. Los daños indirectos corresponden a la posibilidad de ingreso que ofrecen las perforaciones y galerías generadas por este insecto para los hongos causantes de la podredumbre del racimo, originadas principalmente por *Botrytis cinerea* y el complejo de hongos de la podredumbre del racimo. En vid no se alimenta de hojas ni de otras partes de la planta (Roerich, 1978; Lucchi *et al.*, 2011; Mendoza, 2011; Mendoza, 2012) (Fotos 7 a 13).

Distribución geográfica en otros países y en Argentina

Su origen es paleártico, posiblemente de Italia. En Europa hubo una dispersión progresiva desde mediados del siglo XIX hasta principios del siglo XX: Austria, Alemania, Rusia, Hungría, Italia, Suiza, Francia, España, Portugal, Luxemburgo. Se extendió también al sur de Rusia, norte de África hasta Egipto, Medio Oriente, Israel, borde oriental de África, principalmente Kenia.

En Argentina ha sido detectada solamente en la provincia de Mendoza, en los oasis Centro y Norte, en 33 distritos de los departamentos de Luján, Maipú, Godoy Cruz, Guaymallén, Junín, San Martín, Rivadavia y Lavalle (SENASA¹, Res.122/2010). Los mismos se consideran como zona cuarentenada, estando obligados a realizar aplicaciones de agroquímicos para disminuir las poblaciones de la plaga y a realizar todas las medidas que SENASA considere necesarias para la erradicación de la misma. En este momento se halla en vigencia el Plan Nacional de Prevención y Erradicación de *Lobesia botrana* por Resolución 729/2010 (SENASA, 2010).

MONITOREOS Y PROGRAMAS CUARENTENARIOS

Antecedentes. Aparición en Argentina. Reglamentaciones

La plaga no se hallaba presente en América hasta 2008, año que fue declarada en Chile, en 2009 en California, EEUU y en 2010 en Argentina. Los antecedentes en el país comenzaron en mayo de 2009, cuando SENASA recibe mariposas capturadas en trampas para *L. botrana* colocadas en un viñedo de Luján de Cuyo (Mendoza) en la temporada 2008/2009. Ante la sospecha de presencia de *L. botrana*, se realizaron preparados de genitalia masculina para su identificación. Se halló que no era *L. botrana*, sino *Crosidosema orfilai* (Tortricidae), plaga que no afecta el viñedo y que se halla citada atacando una maleza, *Malva* sp. Sin embargo, a pesar de ello, se declaró estado de alerta fitosanitaria en todo el territorio nacional de la República Argentina por Resolución 362/2009.

1- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.

En julio de 2009, SENASA recibió ejemplares conservados en alcohol de *L. botrana* provenientes de Francia, para ser usados como material de referencia en identificación. En diciembre-enero 2010 se comenzó la prospección lanzando un plan de vigilancia. Para ello, se colocaron trampas en cuadrículas determinadas por SENASA en las provincias de Mendoza, San Juan, La Rioja y Río Negro. En febrero de 2010 se detectaron ejemplares de *L. botrana* en Cruz de Piedra, Maipú, Mendoza.

Debido a ello aparecieron por SENASA, INV² e ISCAMEN³, una serie de resoluciones que establecieron áreas controladas y cuarentenadas y procedimientos fitosanitarios para evitar la dispersión de esta plaga del lugar donde se ubicó por primera vez, entre las cuales se mencionan a continuación las de mayor importancia y pueden ser consultadas en la página web de SENASA (www.senasa.org.ar): Resolución 122/10, Resolución 291/2010, Resolución 504/2010 y Resolución 729/2010.

Manejo de la plaga

Para establecer una estrategia de manejo integrado de esta plaga es necesario conocer su bioecología a través del año, la presencia de enemigos naturales, las posibles medidas culturales y finalmente las herramientas químicas, biológicas o biotécnicas eficaces para disminuir los daños por debajo de los niveles económicos (Perez Moreno, 1997). Con la ayuda de esta base de conocimientos, se pueden establecer estrategias sustentables de intervención fitosanitaria. Es necesario, por lo tanto, conocer en profundidad cada una de las herramientas indicadas anteriormente para diseñar las estrategias de intervención más apropiadas según el tipo de producción que se implemente (agroecológica, orgánica, residuo cero, etc.).

Control cultural

Antiguamente se utilizaron gran cantidad de métodos para el manejo de este insecto debido a la gravedad de sus perjuicios. Se citan en la bibliografía técnicas difíciles de aplicar,

pero que eran realizadas ante la gravedad de la situación y la falta de alternativas, ya sea insecticidas de síntesis química ó bioinsecticidas industriales (García López, 1929; González de Andrés, 1935). Se pueden mencionar, de modo informativo, las siguientes prácticas: i) Destrucción de larvas de primera generación con los dedos o con pinzas, o cortando directamente las mismas o los granos recién cuajados con presencia del insecto; ii) Métodos de captura masiva con trampas de luz que atrapaban adultos en recipientes con aceites o sustancias pegajosas; iii) Trampas alimenticias para atraer las mariposas hacia recipientes con líquidos; iv) Descortezado de troncos en invierno con rascadores o guantes metálicos para destruir pupas; v) Fumigación ó sulfurización de las planta; vi) Pintado de las cepas con lechadas de cal o con sulfato de cobre.

Algunos autores sostienen que estos métodos de control cultural no han sido eficaces en general y citan otros datos que pueden ser de ayuda para reducir poblaciones del insecto, tales como: 1) Eliminación de racimos o cosecha adelantada para eliminar larvas de tercera generación, que no abandonan los racimos para empupar; 2) Elección de variedades menos susceptibles, de acuerdo a la compacidad del racimo; 3) Eliminación de malezas que pueden albergar a la plaga (Torres Vila, 2001).

Control biológico con enemigos naturales

El control biológico de *L. botrana* puede ser naturalmente llevado a cabo en el viñedo por predadores, parasitoides, bacterias, hongos, nematodos y virus. Entre los primeros se encuentran arañas, coccinélidos, crisópidos y pájaros, entre otros. En relación a parasitoides, los microhimenópteros de diferentes especies del género *Trichogramma* han resultado eficaces como parásitos de huevos, por lo cual se ha trabajado en la cría y liberación a campo de este parasitoide en varios países (Babi, 1990; Rossi, 1993). Se cita a *T. evanescens* y *T. cacoeciae* como las especies más utilizadas para este objetivo.

2- Instituto Nacional de Vitivinicultura.

3- Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza.

Se mencionan también microhimenópteros de la familia Pteromalidae (*Dybrachus cavus*), Ichneumonidae (*Coccygominus* spp.). Además se han identificado dos hiperparasitoides Chalcididae, *Brachimeria panamensis* y *Conura* sp. (González & Lanati, 2011).

Otros enemigos naturales de interés utilizados en el mundo son los virus, pero éstos se han investigado muy poco. Chkhubianishili y Malaniya en 1986 realizaron estudios de control con *Baculovirus orana*, con resultados de mortalidad que oscilan entre 60-100%. En relación a hongos, está citado *Bauveria bassiana*. Existen nematodos parásitos de *L. botrana* de la familia Mermitidae. También son conocidos microsporidios como enemigos de *L. botrana*, parásitos intracelulares llamados así por las pequeñas esporas que producen. En 2003, se aisló *Cystosporogenes legeri nov. comb.*, que causa importantes infecciones sobre este lepidóptero (Kleespies *et al.*, 2003).

Control con bioinsecticidas

Los bioinsecticidas son productos para el control de plagas agrícolas, formulados con organismos vivos, bacterias, hongos, virus, entre otros, para el control de agentes perjudiciales a los cultivos agrícolas comerciales. El más utilizado para el control de este insecto en viñedos afectados es *Bacillus thuringiensis*. El mismo es un bacilo gram positivo de la familia *Bacillaceae* tóxico para diversos géneros de insectos y tiene la propiedad de formar esporas de resistencia. La principal característica toxicológica de *B. thuringiensis* es que al esporular produce una inclusión formada por uno o más cuerpos cristalinos de naturaleza proteica que son tóxicos para larvas de insectos. Los cristales de la bacteria son ingeridos y luego solubilizados en el intestino medio del insecto, tras lo cual se liberan las proteínas cristalinas en forma de protoxinas. Estas no producen el daño por sí mismas, ya que son luego procesadas por proteasas intestinales para formar las toxinas activas que matan a la larva del insecto. Se conocen 84 serovares de esta bacteria con virulencia específica para cada tipo de insectos. Los más utilizados para el control de *L. bo-*

trana son *kurstaki* y *aizawai* (Sauka & Benintende, 2008).

En Mendoza, los ensayos realizados durante las temporadas 2010/2011 y 2011/2012 demostraron que existen tres épocas adecuadas para el control: 1) floración, cuando las larvas se hallan afectando las inflorescencias y generando los glomérulos, se deben realizar al menos dos a tres aplicaciones cada siete días; 2) en la segunda generación, en el mes de diciembre; 3) en enero, en tercera generación, se deben realizar dos a tres intervenciones durante el estado larval. En todos los casos, las pulverizaciones se deben realizar al momento de eclosión de los huevos, antes que las larvas neonatas penetren los granos. Existen formulaciones líquidas y sólidas. Las dosis a utilizar están entre 1 y 1.5 litros ó kg/ha. Se debe acidificar el caldo a pH 5.5-6.0 para que el producto sea eficiente (Becerra *et al.*, 2011 c). Este producto es una herramienta de utilidad para el control de este lepidóptero en cultivos de vid, en especial en la producción orgánica.

Control etológico o semioquímico

En el caso de *L. botrana*, el mensaje de comunicación sexual para llamar al apareamiento por parte de la hembra no está formado por una sola sustancia. Se han hallado por lo menos 15 compuestos, siendo el que se encuentra en mayor proporción el *cis* 7 *trans* 9 acetoxi-1-dodecadieno ó E7- Z9 dodecadienil acetato (Ioratti *et al.*, 2011).

Estas sustancias se presentan comercialmente de dos maneras: para el monitoreo y para el control de las poblaciones. En el primer caso se trata de trampas de feromonas, que consisten en dos tapas de cartón, la de abajo con una impregnación engomada donde se coloca una cápsula con feromona femenina para atrapar machos de la especie. Para reducir los apareamientos y la reproducción se utilizan los dispensers, emisores ó difusores (Fotos 14 y 15). Estos son diseñados de manera diferente según la marca comercial, pero básicamente son dispositivos que llevan en su interior la feromona en forma líquida, para ser emitida y volatilizada al medio ambiente del cultivo en forma progresiva

durante un tiempo determinado (Lanati, 2001). Para la polilla europea del racimo la duración de esta emisión es de hasta 180 días en general.

El método de control se basa en la colocación de emisores en el cultivo en número variable según marcas comerciales, pero que oscila para esta plaga entre 350 y 500 dispositivos por ha. Por lo general se colocan en los alambres del sistema de conducción de la vid, o, según el modelo, en el pitón ó cargador. Estos difunden la feromona volátil al medio ambiente, saturando el mismo y formando una especie de nube aromática. Los machos, debido a este exceso de estímulos, no pueden detectar la presencia real de las hembras produciéndose una disminución drástica del acoplamiento y consecuentemente de las oviposiciones. De esta manera se produce una disminución de la densidad poblacional de la plaga y de los daños en el cultivo. El método presenta desventajas, tales como mayores daños en los bordes del cultivo, y defectos de efectividad según la forma y tamaño de parcelas (es necesario un mínimo de superficie para que sea efectiva), la dirección y velocidad de los vientos, que podría llevar la nube de feromonas hacia otro lugar, etc. En general, es de fundamental importancia determinar el momento de colocación de los emisores en el campo. Se considera que el mismo debe efectuarse de manera temprana, inclusive antes de brotación. No hay inconvenientes por la duración de la emisión, ya que al colocarlos temprano, debido a las temperaturas primaverales frescas, la emisión es menor. Es decir, la difusión de la feromona volátil es proporcional a las temperaturas, por lo cual la colocación temprana no afecta la duración total de la emisión, ya que las temperaturas medias en ese momento son bajas. Se deben colocar trampas para el monitoreo de machos en los viñedos en lugares donde no se hallen las feromonas, ya que la nube generada por la colocación de los difusores en el campo impide también el normal funcionamiento de la trampa.

En la provincia de Mendoza, las estrategias de manejo de *L. botrana* se han desarrollado en base a los estudios bioecológicos presentados con anterioridad. Se han reali-

zados ensayos en las temporadas 2010-2011 y 2011-2012, durante las cuales se evaluaron tres marcas comerciales de difusores de feromonas. Se experimentaron dos dosis: 350 y 500 emisores por ha. Se efectuaron estrategias combinando uso de feromonas con productos químicos de distintas familias, tales como organofosforados, reguladores de crecimiento, inhibidores de quitina, diamidas antranílicas y *B. thuringiensis*. En relación a dichos ensayos, ambas dosis resultaron eficientes, por lo que se aconseja usar la menor dosis ensayada (350 difusores /ha). Todos los ensayos demostraron que esta herramienta es eficaz en el control de la plaga, comprobando una importante disminución de daños en parcelas tratadas, en especial luego del segundo año de la estrategia de feromonas de confusión más químicos (Becerra *et al.*, 2011 a; Becerra *et al.*, 2012 b).

Control químico

En los diversos países donde este lepidóptero afecta los viñedos, el manejo es planteado considerando su incidencia económica. Ésta puede variar según diferentes factores, tales como el cultivar de vid, la fertilización con nitrógeno, las épocas de cosecha, las condiciones climáticas y el número de generaciones del insecto, entre otras (Ioratti *et al.*, 2011). Sin embargo en zonas donde ha invadido y está en proceso de erradicación como en Argentina, se hacen necesarias en forma obligatoria las intervenciones con agroquímicos para disminuir sus poblaciones en las primeras generaciones (SENASA, Resolución 729/2010).

El control químico genera numerosos inconvenientes, tales como contaminación ambiental y de alimentos, impacto sobre organismos no blanco (pájaros, aves, peces, abejas), exigencias crecientes a nivel de residuos de plaguicidas de países compradores de la producción argentina, toxicidad hacia enemigos naturales y posible inducción de plagas secundarias, entre otros. Sin embargo, ha sido y continúa siendo el método más utilizado por los productores por su practicidad y/o por sus costos, dependiendo de los productos utilizados (Cucchi & Becerra, 2009).

El cultivo de la vid en Argentina y especialmente en la provincia de Mendoza, donde se concentra la mayor superficie implantada del país, ha tenido históricamente una excelente sanidad (Strafile & Becerra, 2001). Efectivamente, la presencia de insectos generando niveles económicos de daño en vides, ha sido prácticamente nula. Esta situación se mantuvo hasta el año 2000, en que lentamente empezaron a aumentar las poblaciones del cóccido, *Planococcus ficus*, “cochinilla harinosa de la vid” (Becerra *et al.*, 2006) que obligó a utilizar insecticidas en este cultivo. Debido a ello, el cultivo de la vid, carecía, en el momento de aparición de *L. botrana* de plaguicidas registrados en SENASA para su control. Para solucionar este problema, se estableció en 2010 un registro de plaguicidas en forma emergencial (SENASA, Resolución 504/2010). Los plaguicidas incluidos en dicha reglamentación se hallan actualmente en proceso de registro (Becerra *et al.*, 2011 a; Becerra *et al.*, 2011 b). Los productos reunidos en la mencionada resolución, pueden dividirse en sus grupos químicos correspondientes, ubicándose aquellos tradicionales como los organofosforados, carbamatos y piretroides y otros novedosos en sus modos de acción tales como los neonicotinoides, reguladores de

crecimiento, avermectinas, diamidas antranílicas, productos naturales o biológicos y feromonas de confusión sexual.

Se recomienda, de acuerdo a lo expuesto, realizar los tratamientos en viñedos afectados, considerando como métodos más eficaces, el uso de feromonas en combinación con químicos, en un principio para evitar el aumento poblacional del insecto y su difusión, ya que es una plaga cuarentenaria y es necesaria su erradicación. Por otra parte es importante realizar las aplicaciones fitosanitarias para evitar las posibles pérdidas por podredumbre de los racimos (Becerra *et al.*, 2012 a). Incluir feromonas más productos químicos y/o *B. thuringiensis*, considerando plazos suficientemente largos antes de cosecha para evitar residuos en uvas y vinos.

Cuando la densidad de población de *L. botrana* es baja a mediana se recomienda emplear feromonas solas o combinadas con plaguicidas durante la primera generación, respectivamente. Las estrategias químicas para ser eficaces deben regirse por el Sistema de Alarma implementado por el SENASA. Si el cultivo está afectado además por cochinilla harinosa se sugiere emplear el insecticida clorpirifos durante la primera generación de ambas plagas.

Bibliografía

- BABI, A. 1990. Bioécologie de *Trichogramma cacoeciae* Marchal et *T. daumalae* Dugast et Voegele (Hym. Trichogrammatidae). Utilisation en lutte biologique contre *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lep.: Tortricidae). Thèse Doct. Univ. Aix-Marseille, Marseille, 143 pp.
- BECERRA, V.; HERRERA, M.E.; MIANO, J. y M. GONZÁLEZ. 2006. Dinámica poblacional de *Planococcus ficus* Sign en viñedos. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Tomo xxxviii. n° 1. Univ. Nac. de Cuyo. Mendoza. Argentina., pag. 55-59.
- BECERRA, V.; MENDOZA, G; PORTILLO, V. y J. TORRES. 2012 a. Cuantificación de los daños producidos por *Lobesia botrana* en un viñedo cv. Tocai friulano, ubicado en el departamento de Maipú, Mendoza. xiv Jornadas Fitosanitarias Argentinas. San Luis.
- BECERRA, V.; MIANO, J. y G. MURCIA. 2012 b. Determinación de la eficacia de feromonas de confusión sexual para el control de *Lobesia botrana* “polilla europea del racimo” en viñedos de la provincia de Mendoza. Resúmenes VIII Congreso Argentino de Entomología. San Carlos de Bariloche, Argentina.
- BECERRA, V.; MIANO, J.; MURCIA, G. y V. PORTILLO. 2011 a. Determinación de la eficacia de feromonas de confusión sexual para el control de *Lobesia botrana* “polilla europea del racimo” en viñedos de la provincia de Mendoza. Informes inéditos del Proyecto del Programa Nacional Frutícola Línea de trabajo PNFRU 5284I.
- BECERRA, V.; MURCIA, G.; MIANO, J. y V. PORTILLO. 2011 b. Determinación de la eficacia de insecticidas para el control de *Lobesia botrana* en viñedos de la provincia de Mendoza. Temporadas 2010-2011 y 2011-2012. Informe inédito del Proyecto del Programa Nacional Frutícola, Línea de trabajo PNFRU 5284I.
- BECERRA, V.; MURCIA, G., MIANO, J. y V. PORTILLO. 2011 c. Determinación de la eficacia de *Bacillus thuringiensis* serovar kurstaki y serovar aizawai en el control de *L. botrana* en la provincia de Mendoza. Temporadas 2010-2011 y 2011-2012. Informe inédito del Proyecto del Programa Nacional Frutícola Línea de trabajo PNFRU 5284I.
- CHKHUBIANISHILI, T.A. e I. MALANIYA. 1986. Granulosis virus against the european grape moth. Inst. Zashch. Rast., n° 5, 33 pp.
- CUCCHI, N. y V. BECERRA. 2009. Manual de Tratamientos Fitosanitarios para Cultivos de clima templado bajo riego. Sección III: Vid - Tomo I. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; Centro Regional Mendoza - San Juan INTA; Estación Experimental Agropecuaria Mendoza; Centro de Estudios de Fitofarmacología. Página/s: 368. ISBOIS NOIR: 978-987-1623-14-3. URL: ab. Hospedero: Vid - Referencia: 342.
- DAGATTI, C. y M. HERRERA. 2012. Determinación de parámetros biológicos de *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) en condiciones de laboratorio. IX Congreso Argentino de Entomología. Bariloche, Río Negro.
- GARCÍA LÓPEZ, A. 1929. Insectos que atacan a la vid. I, Piral, Cochylys, Eudemis. Dir. Gen. Agric., Minist. Econ. Nac., 55 pp (En: Torres Vila, L. 2001. Un aniversario aciago: dos siglos de historia como plaga de la polilla del racimo de la vid, *Lobesia botrana* Den. y Schiff. <http://www.seea.es/conlupa/lbotrana/lbcb.htm>).
- GONZÁLEZ, M. 2010. *Lobesia botrana*: polilla de la uva. 2010. Revista Enología. Información técnica para la Industria Vitivinícola. ISSN 1668-3889. N2.Marzo – Abril.
- GONZÁLEZ, M. 2012. Estudio de la bioecología de *Lobesia botrana* Den et Schiff. en las condiciones agroecológicas del Oasis Norte de Mendoza. Resúmenes VIII Congreso Argentino de Entomología. San Carlos de Bariloche, Argentina.
- GONZÁLEZ, M. y S. LANATI. 2011. Identificación de especies de enemigos naturales presentes en los viñedos atacados de la provincia y su incidencia sobre la plaga. Inédito. Informe Proyecto del Programa Nacional Frutícola.

- GONZÁLEZ DE ANDRÉS, C. 1935. La "Polilla" de las uvas (*Polychrosis botrana* Schiff.). Publ. Estac. Fitopatol. Agric. n° 8, La Coruña, 19 pp. (En: Torres Vila, L. 2001. Un aniversario aciago: dos siglos de historia como plaga de la polilla del racimo de la vid, *Lobesia botrana* Den. y Schiff. <http://www.seea.es/conlupa/lbotrana/lbcb.htm>).
- GONZÁLEZ, R. 2008. Biología, desarrollo, caracterización de daños y manejo fitosanitarios de la polilla europea de la vid, *Lobesia botrana* (D&S) (LEP., TORTRICIDAE). Apunte Seminario Univ. De Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Dirección de Extensión. 25 pag.
- HERRERA, M.E. 2012. Estudio de hospederos alternativos de *Lobesia botrana* de importancia regional. Línea de trabajo de Proyecto Específico del Programa Frutales.
- HERRERA, M.E.; DAGATTI, C. y G. MENDOZA. 2011. Reconocimiento de la polilla europea de la vid *Lobesia botrana* (Den & Schiff). Resúmenes del Primer Simposio de Viticultura y Enología "Hacia una viticultura sostenible" (SAVE 2011). Mendoza, Argentina.
- HERRERA, M.E.; MENDOZA, G. y C. DAGATTI. 2012. Reconocimiento de la polilla de la vid (*Lobesia botrana*). Video institucional INTA. <http://inta.gob.ar>.
- IORATTI, C.; ANFORA, G.; TASIN, M.; CRISTOFARO, A. DE; WITZGALL, P. and A. LUCHI. 2011. Chemical Ecology and Managemant of *Lobesia botrana* (Lepidoptera, Tortricidae). Journal Economic Entomology 104 (4): 1125-1137.
- KLEESPIES, R.G.; VOSSBRINCK, C.R.; LANGE, M. and J.A. JEHL. 2003. Morphological and molecular investigations of a microsporidium infecting the European grape vine moth, *Lobesia botrana* Den. et Schiff and its taxonomic determination as *Cystosporogenes legeri* nov. comb. J. Invertebr. Pathol. 83: 240-248.
- LANATI, S. 2001. Confusion sexual. Apuntes del Curso de Capacitación a productores. INTA – EEA Mendoza, 10 pp.
- LUCCHI, A.; POZZOLINI, E.; ANFORA, G.; MAZZONI, V.; TASIN, M.; LEONARDELLI, E. y C. IORIATTI. 2011. Feeding behavior of *Lobesia botrana* on leaves and shootes of grapevine. IOBC/wprs. Bull (in press).
- MENDOZA, G. 2011. Daños producidos por *Lobesia botrana* en los viñedos mendocinos. Resúmenes del Primer Simposio de Viticultura y Enología "Hacia una viticultura sostenible" (SAVE 2011), Mendoza, Argentina.
- MENDOZA, G. 2012. Determinación de incidencia, severidad y caracterización de daños en viñedos de Mendoza afectados por *Lobesia botrana* Denis et Schiff. Resúmenes VIII Congreso Argentino de Entomología, San Carlos de Bariloche, Río Negro. Argentina.
- PEREZ MORENO, I. 1997. Principales métodos biotécnicos empleados en el control de plagas. Bol. s.E.A., n° 20:127-140. http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_20/B20-010-127.pdf
- ROERICH, R. 1978. Recherches sur la nuisibilité de *Eupoecilia ambiguella* Hb. et *Lobesia botrana* Den. et Schiff. Def. Vég., 191: 106-124.
- ROMERO, M. y M.E. HERRERA. 2012. Determinación de parámetros biológicos de *Lobesia botrana* en laboratorio. Informe inédito. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad del Aconcagua. Mendoza.
- ROSSI, M. 1993. Etudes bioécologiques des parasitoïdes oophages *Trichogramma cacoeciae* Marchal et *T. evanescens* West (Hym.: Trichogrammatidae) et du parasitoïde nymphal, *Dibrachys affinis* Masi (Hym.: Pteromalidae) utilisés en lutte biologique contre *Lobesia botrana* Den. et Schiff. (Lep.: Tortricidae). Thèse Doct. Univ. Aix-Marseille, Marseille.

- SAUKA, D. y G. BENINTENDE. 2008. *Bacillus thuringiensis*: generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. Rev. Argent. Microbiol. v.40 N°.2. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. abril/junio.
- SENASA, 2010. Plan de Prevención y Erradicación de *Lobesia botrana*. Resolución 729/10. <http://www.senasa.inta.gov.ar>
- SENASA, 2010. Resoluciones 122/10; 291/2010; 504/2010; <http://www.senasa.inta.gov.ar>
- STRAFILE, D. y BECERRA, V. 2001. Sanidad del viñedo argentino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario (IDIA XXI). N° 1, Vid. Página/s: 53-56. URL: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/fruta/pdf/sanidad.pdf>.
- TORRES-VILA, L. 2001. Un aniversario aciago: dos siglos de historia como plaga de la polilla del racimo de la vid, *Lobesia botrana* Den. et Schiff. <http://www.seea.es/conlupa/lbotrana/lbcb.htm>.
- TORRES-VILA, L. 2010. *Lobesia botrana* Den. et Schiff. La polilla del racimo de la vid. Servicio de Sanidad Vegetal Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural Junta de Extremadura, España. Presentación en powerpoint.
- VARELA, L.; ZALOM, F. and M. COOPER. 2010. European Grapevine Moth, *Lobesia botrana*: Provisional Guidelines.UCIPMonline.Statewide Integrated Pest Management Program. <http://www.ipm.ucdavis.edu/EXOTIC/eurograpevinemoth.html>.



CAPÍTULO 2

Arándanos y Cítricos

Anastrepha fraterculus (Wiedemann)
y *Ceratitis capitata* (Wiedemann)
(Moscas de la fruta)

Bouvet, J.P. y G. Segade

32	<i>Introducción</i>
32	<i>Nombre de la plaga</i>
32	<i>Descripción de los insectos</i>
32	<i>Mosca del Mediterráneo</i>
33	<i>Ciclo biológico</i>
33	<i>Mosca sudamericana</i>
34	<i>Hospedantes</i>
34	<i>Daños</i>
34	<i>Situación en Argentina</i>
37	<i>Monitoreo</i>
37	<i>Manejo de la plaga</i>
37	<i>Control biológico</i>
38	<i>Control cultural</i>
38	<i>Control químico</i>
39	<i>Control legal</i>
39	<i>Monitoreo y control en arándano</i>
40	<i>Efectividad de las trampas</i>
40	<i>Vuelo de moscas adultas</i>
40	<i>Daños en fruta</i>
41	<i>Algunas conclusiones</i>
42	<i>Bibliografía</i>

Introducción

Los arándanos cultivados son arbustos nativos del este de Norte América, pertenecen a la familia de las Ericáceas y al género *Vaccinium*, siendo las especies cultivadas en nuestro país *V. corymbosum* (highbush o arándano alto) y *V. ashei* (rabbiteye u ojo de conejo) e híbridos. Esta especie frutal fue introducida en la Argentina a fines de la década del 80 con la finalidad de evaluar su potencial productivo. Recién en la década del 90 se comenzó a plantar comercialmente, efecto producido por la existencia de una demanda insatisfecha en el Hemisferio Norte y los buenos precios del mercado. La producción del noroeste y especialmente del nordeste argentino cuenta con ventajas competitivas al anticipar la cosecha respecto a otros países del hemisferio sur, lo que favorece su exportación (Anderson, 2007). Las plantaciones de arándano están ubicadas principalmente en las provincias de Buenos Aires, Entre Ríos y Tucumán, debido a las condiciones agroecológicas excepcionales y la tradición frutícola de la zona (Fabiani *et al.*, 2001; Vera, 2005).

Es una fruta de gran valor ya que es altamente requerida por los mercados internacionales, con una demanda creciente de productos sanos y de calidad. La concientización de los consumidores acerca del valor nutricional de los alimentos ha aumentado en las décadas pasadas, incrementando la popularidad de los arándanos. Este berry es conocido por su alta actividad antioxidante y por sus propiedades nutraceuticas, siendo los arándanos frescos muy aceptados para el consumo (Vicente *et al.*, 2007).

El aspecto sanitario de la planta merece una atención especial. Hay plagas y enfermedades que atacan el cultivo y que pueden producir un nivel de daño importante tanto en la cantidad como en la calidad de la fruta (Klein & Waterhouse, 2000; DeFrancesco, 2004; Hepp Gallo, 2006; Hongn, 2006). El uso de productos químicos para controlar adversidades se realiza con mucha precaución debido a que el arándano es sensible a la mayoría de los principios activos, pudiendo provocar la muerte de la planta. Existe una gran diversi-

dad de insectos asociados al cultivo del arándano en otros países. Si bien muchas de estas especies son propias de cada país, pueden encontrarse coincidencias en la forma de producir daños o en los órganos de la planta que son afectados. Estudios realizados en cultivos de arándano de la provincia de Entre Ríos mostraron que las especies de artrópodos presentes coinciden con aquellas que se encuentran frecuentemente en los cítricos en la región (Vaccaro & Bouvet, 2006; Rivadeneira & Bouvet, 2007; Wright, 2009; Santillán *et al.*, 2010).

A continuación nos referiremos especialmente a las moscas de la fruta, insectos de gran importancia cuarentenaria y de gran peligrosidad en cultivos como el de los cítricos y el arándano (FAO, 1989), cuya producción en gran medida se exporta.

Nombre de las plagas

Las moscas de la fruta son dos especies: mosca del Mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), 1824; Mosca sudamericana, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), 1830. Pertenecen a la familia Tephritidae del orden Diptera.

La importancia de estas plagas no radica únicamente en el daño directo que ocasionan sino que son también especies cuarentenarias y su sola presencia influye negativamente en la comercialización

DESCRIPCIÓN DE LOS INSECTOS

Mosca del Mediterráneo

Es de tamaño pequeño a mediano. Las hembras depositan uno o dos huevos por fruta. La larva eclosiona y se desarrolla dentro de la pulpa, haciendo que el fruto se ablande. Las plantaciones de arándano que se encuentran en cercanías de otros hospederos (cítricos, duraznos, guayaba, etc.) presentan mayores posibilidades de ser atacadas por moscas de la fruta.

Ciclo biológico

La mosca del Mediterráneo pasa por cuatro estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. Los huevos son alargados, de coloración blanca, miden aproximadamente 1 mm de largo (Foto 16). Las larvas pasan por tres estadios, que se diferencian por el tamaño y las piezas bucales. Son de color blanco, no poseen patas, el extremo anterior del cuerpo es aguzado y el posterior ensanchado. Una larva del último estadio mide de 8 a 10 mm (Foto 17). Las pupas tienen forma de un pequeño barril, miden aproximadamente 5 mm de largo y son de color castaño oscuro (Foto 18). El adulto mide de 4-5 mm de largo, por 10-15 mm de envergadura alar. Es de color predominantemente castaño, con ojos de color verde y reflejos rojizos. El tórax es de color negro en la parte superior, con pequeñas manchas blancas. El abdomen es castaño oscuro, con franjas transversales más claras. Las alas son transparentes, con manchas de color castaño claro y oscuro (Foto 19). El macho presenta dos cerdas en forma de espátulas en la región de la frente, entre los ojos (Foto 20).

Los adultos alcanzan la madurez sexual en 4 días. Luego de aparearse y tras un período de 4-5 días, durante el cual los huevos maduran en su interior, las hembras inician la postura. Seleccionan la fruta según el color y el olor, por lo general cuando están "pintonas". Una vez sobre la fruta, la hembra camina sobre su superficie hasta encontrar un sitio adecuado para depositar sus huevos, luego introduce el ovipositor hasta alcanzar el mesocarpio u hollejo y moviéndolo, forma una cámara donde coloca los huevos. Dependiendo del tamaño de la fruta, puede poner de 1 a 10 huevos, y a lo largo de su vida una hembra puede colocar aproximadamente 800 huevos. Después del nacimiento, la larva se introduce en el endocarpio o pulpa haciendo galerías, hasta llegar al centro de la fruta. Cuando termina el período larval, la larva abandona el fruto y se entierra en el suelo a poca profundidad, para transformarse en pupa. Una de las características de las larvas de esta especie es que cuando busca lugar

para empupar se encorva y realiza pequeños saltos. Al finalizar el período pupal, emergen los adultos.

La temperatura óptima de desarrollo es de 24-27°C. En esas condiciones, el ciclo biológico dura alrededor de 17-29 días: huevo, de 2 a 7 días; larva, de 6 a 11 días y pupas, de 9 a 11 días (Vaccaro & Mousqués, 1996). Un adulto puede vivir de uno a seis meses según las condiciones climáticas. En la zona esta especie puede llegar a tener de 6 a 8 generaciones anuales (Vaccaro & Bouvet, 2008).

Mosca sudamericana

Tiene mayor tamaño que la anterior; el adulto mide aproximadamente 6,5 mm de largo; su cuerpo es de color amarillo con manchas castaño claro; posee una mancha amarillo oscuro (castaña) en forma de S en las alas, cruzándola en forma oblicua, y otra del mismo color en forma de V invertida en la parte posterior del ala. Las hembras tienen el ovipositor largo y los machos no poseen setas modificadas (Fotos 21-22). Los huevos son elípticos de coloración blanca y miden aproximadamente 1,5 mm de largo (Foto 23). Las larvas también pasan por tres estadios, diferenciándose fácilmente de las larvas de la mosca del Mediterráneo por los dígitos de los espiráculos anteriores y además no salta cuando busca un lugar para empupar. Una larva del último estadio puede medir hasta 15 mm (Foto 24). Las pupas son de color marrón oscuro pudiendo medir 10 mm (Foto 25). El ciclo biológico de la mosca sudamericana es similar a la mosca del Mediterráneo, aunque suele ser más prolongado (50 días), dependiendo de las condiciones climáticas.

La mosca sudamericana es originaria de América del Sur y se la encuentra desde el centro de Argentina hasta el Sur de los Estados Unidos. Se distribuye en las regiones con clima tropical y subtropical (Malavasi *et al.*, 2000). En Argentina está presente principalmente en regiones húmedas del noroeste (NOA) y noreste (NEA) del país (Vaccaro & Mousqués, 1996).

Hospedantes

Ambas moscas son polífagas, atacando a diversas familias de especies frutales. A nivel mundial se citan unas 300 especies de frutales hospedantes para la mosca del Mediterráneo y unas 80 especies de frutales hospederos para la mosca sudamericana (Putruele, 1996; Oroño *et al.*, 2006; Bouvet, 2011; Segade, 2011). Dentro de los frutales cultivados, se registran ataques en todas las especies cítricas comerciales, arándanos, higos, duraznos, ciruelos, peras, manzanas, guayabas, etc. Entre los hospedantes silvestres se la puede encontrar alimentándose de fruta de mburucuyá, ubajay, pitanga y fumo bravo, entre otras (Putruele, 1996; Bouvet, 2011).

En lo que respecta a Argentina, se cuenta con algunos listados confeccionados por diversos autores en los cuales se citan las distintas especies hospederas tanto para *C. capitata* (Tabla 2.1) como para *A. fraterculus* (Tabla 2.2) (Putruele, 1996; Oroño *et al.*, 2006; Segade, 2011). Dichos listados brindan, en conjunto, un panorama de los hospedantes conocidos hasta el momento. Los autores a los que se hace referencia han considerado como hospedantes a aquellas especies vegetales para las que: i) la infestación haya ocurrido en forma natural (condiciones de campo); ii) la especie vegetal (y/o variedad) y los ejemplares de mosca recuperados a partir de los frutos infestados hayan sido identificados por taxónomos idóneos; iii) se cuente con información de los niveles de infestación (larvas por fruto o por kg de fruta) y de la fenología de la especie hospedante.

Daños

El daño directo producido es similar para ambas especies y consiste en la pérdida de la fruta como consecuencia de la alimentación de las larvas y del ingreso de agentes de putrefacción (bacterias y hongos) que descomponen la pulpa.

Los daños indirectos están relacionados principalmente con su estatus de plagas cuarentenarias, lo que reduce las posibilidades de comercialización. Por otro lado, la aplicación

de insecticidas para su control ocasiona un aumento en los costos de producción, produce daños al medio ambiente e incrementa el riesgo de presencia de residuos de plaguicidas en fruta. Existen normativas de SENASA tendientes a mejorar las posibilidades de comercialización de la fruta, tales como listados de hospedantes de estas plagas y pautas para el manejo que debe realizarse si se pretende comercializar estos productos entre regiones del país o hacia el exterior (SENASA, 2001; SENASA, 2003).

Situación en Argentina

En nuestro país, las mayores poblaciones de estas plagas se registran en el nordeste de la provincia de Entre Ríos y el sur de la provincia de Corrientes. Esto se debe a las condiciones climáticas adecuadas para su desarrollo y al gran número de hospedantes presentes, tanto cultivados como silvestres. Puede encontrarse a estos insectos activos todo el año cuando los inviernos son cálidos. En la zona de Concordia, durante años normales, las variedades más afectadas son las naranjas de verano (Valencia Late) y las mandarinas tempranas (Satsumas). Las poblaciones de moscas de la fruta comienzan a incrementarse en setiembre-octubre y continúan aumentando hasta marzo-abril, disminuyendo luego durante los meses de invierno (Vaccaro & Bouvet, 2008).

La situación en las restantes regiones de la Argentina es diferente. Las poblaciones en el NOA por lo general son menores, no presentando mayores dificultades en el control. En la Patagonia y en parte de la región de Cuyo se ha logrado controlar estas especies de mosca de la fruta mediante el Programa de Control y Erradicación (PROCEM) que se está implementando en dichas regiones.

En la zona de Concordia, la mosca sudamericana se encuentra mayormente atacando pomelos y sus picos poblacionales se producen con anterioridad a los de la mosca del Mediterráneo (agosto-septiembre).

Tabla 2.1. Hospedantes de *Ceratitis capitata* citados para la República Argentina

Especies hospederas de <i>Ceratitis capitata</i>							
Nombre científico	Nombre vulgar	Res. 601/2001 y 352/2003 SENASA	FAO 1989	Putruele, 1996	Oroño <i>et al.</i> , 2006	Bouvet <i>et al.</i> , 2010	Segade, 2011
<i>Acca sellowiana</i>	feijoa		x		x	x	
<i>Actinidia deliciosa</i>	kiwi	x			x		x
<i>Annona cherimolia</i>	chirimoya	x					
<i>Annona muricatum</i>	guanabana	x					
<i>Avreroa carambola</i>	carambola	x					
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	anacahuita		x				
<i>Capsicum annuum</i>	pimiento	x			x		x
<i>Capsicum frutescens</i>	locoto	x					
<i>Carica papaya</i>	papaya	x			x		
<i>Carica pentagona</i>	babaco	x					
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	aguái				x		
<i>Citrus aurantifolia</i>	lima	x	x		x		
<i>Citrus aurantium</i>	naranja agria	x	x	x	x		x
<i>Citrus japonica</i>	calamondin	x				x	
<i>Citrus medica</i>	cidra	x					
<i>Citrus paradisi</i>	pomelo	x	x	x	x	x	x
<i>Citrus reticulata</i>	mandarina	x	x	x	x	x	x
<i>Citrus sinensis</i>	naranja	x	x	x	x	x	x
<i>Cydonia oblonga</i>	membrillo	x	x		x		x
<i>Cyphomandra betacea</i>	tomate de árbol	x					
<i>Diospyros kaki</i>	kaki	x	x		x		
<i>Eriobotrya japonica</i>	níspero	x	x	x	x		x
<i>Eugenia uruguayensis</i>	guayabo blanco		x				
<i>Ficus carica</i>	higo	x	x	x	x	x	x
<i>Fortunella margarita</i>	kumkuat	x			x	x	
<i>Fragaria vesca</i>	frutilla silvestre		x				
<i>Híbrido Pomelo x Mandarina</i>	mineola	x					
<i>Inga uruguayensis</i>	inga		x				
<i>Litchi chinensis</i>	litchi	x					
<i>Malus domestica</i>	manzana	x	x	x	x	x	x
<i>Mangifera indica</i>	mango	x		x	x		
<i>Myrcianthes pungens</i>	guaviyú				x		
<i>Olea europea</i>	olivo	x					
<i>Opuntia ficus indica</i>	tuna	x			x		
<i>Pasiflora edulis</i>	maracayu	x					
<i>Passiflora spp. (caerulea)</i>	pasionaria	x	x	x	x	x	
<i>Persea americana</i>	palta	x	x	x			
<i>Phoenix dactylifera</i>	dátil				x		
<i>Physalis peruviana</i>	uchuva	x			x		
<i>Prunus armeniaca</i>	damasco	x		x	x		
<i>Prunus avium</i>	cerezo	x					
<i>Prunus domestica</i>	ciruelo	x	x	x	x	x	x
<i>Prunus dulcis</i>	almendro				x		
<i>Prunus persica</i>	duraznero	x	x	x	x	x	x
<i>Prunus persica var. nucipersica</i>	nectarina	x					x
<i>Psidium guayava</i>	guayaba	x	x	x	x	x	
<i>Punica granatum</i>	granada	x			x		
<i>Pyracantha coccinea</i>	crategus		x				
<i>Pyrus communis</i>	pera	x	x	x	x	x	x
<i>Pyrus pyrifolia</i>	pera asiática						x
<i>Rubus ideaus</i>	frambuesa	x		x	x	x	x
<i>Salpichroa organifolia</i>	huevo de gallo			x	x		
<i>Solanum glaucophyllum</i>	duraznillo blanco			x	x		
<i>Solanum muricatum</i>	pepino dulce	x					
<i>Spondias mombim</i>	jobo				x		
<i>Vaccinium corymbosum</i>	arandano	x				x	
<i>Vitis vinifera</i>	uva	x	x		x	x	
<i>Ximenia americana</i>	albaricoque				x		

Tabla 2.2. Hospedantes de *Anastrepha fraterculus* citados para la República Argentina

Especies hospederas de <i>Anastrepha fraterculus</i>						
Nombre científico	Nombre vulgar	Res. 601/2001 y 352/2003 SENASA	Putruele 1996	Oroño <i>et al.</i> , 2006	Bouvet <i>et al.</i> , 2010	Segade 2011
<i>Acca sellowiana</i>	falso guayabo			x	x	x
<i>Annona cherimolia</i>	chirimoya	x				
<i>Annona muricatum</i>	guanabana	x				
<i>Averrhoa carambola</i>	carambola	x				
<i>Campomanesia crenata</i>	mirtacea			x		
<i>Carica papaya</i>	papaya		x	x		
<i>Citrus aurantifolia</i>	lima	x				
<i>Citrus aurantium</i>	naranja agria	x	x	x		x
<i>Citrus medica</i>	cidra	x				
<i>Citrus paradisi</i>	pomelo	x	x	x	x	x
<i>Citrus reticulata</i>	mandarina	x	x	x		
<i>Citrus sinensis</i>	naranja	x	x	x	x	x
<i>Cydonia oblonga</i>	membrillo	x	x	x		
<i>Cyphomandra betacea</i>	tomate de arbol	x				
<i>Diospyros kaki</i>	kaki			x		
<i>Eriobotrya japónica</i>	níspero	x	x	x	x	
<i>Eugenia retusa</i>	cerlha			x		
<i>Eugenia uniflora</i>	pitanga			x		
<i>Ficus carica</i>	higo	x	x	x		
<i>Fortunella margarita</i>	kumquat	x		x		
<i>Hexachlamys edulis</i>	ubajay		x	x	x	
<i>Híbrido Pomelo x Mandarina</i>	mineola	x				
<i>Inga marginata</i>	pacay			x		
<i>Juglans australis</i>	nogal criollo			x		
<i>Litchi chinensis</i>	litchi	x				
<i>Lucuma abovata</i>	lucuma	x				
<i>Malus domestica</i>	manzana	x		x	x	
<i>Mangifera indica</i>	mango	x				
<i>Myrcia selloi</i>	guaminí				x	
<i>Myrcianthes pungens</i>	guaviyú		x	x		
<i>Passiflora spp. (caerulea)</i>	pasionaria	x	x	x		
<i>Persea americana</i>	palta	x	x			
<i>Physalis peruviana</i>	uchuva	x				
<i>Prunus armeniaca</i>	damasco	x	x	x		
<i>Prunus avium</i>	cerezo	x				
<i>Prunus domestica</i>	ciruelo	x	x	x	x	x
<i>Prunus dulcis</i>	almendro			x		
<i>Prunus persica</i>	durazno	x	x	x	x	x
<i>Prunus persica var. nucipersica</i>	nectarina	x				x
<i>Psidium guayava</i>	guayaba	x		x	x	x
<i>Punica granatum</i>	granada	x	x	x		
<i>Pyrus communis</i>	pera	x		x		
<i>Rubus ideaus</i>	frambuesa				x	
<i>Rubus spp.</i>	zarzamoras				x	
<i>Vaccinium corymbosum</i>	arandano				x	
<i>Vitis vinifera</i>	uva	x		x	x	

Monitoreo

Se realiza por medio de trampas, las cuales deben ser colocadas un mes antes de la cosecha. En el caso de la mosca del Mediterráneo se utilizan trampas Jackson® (Foto 26) cebadas con un atrayente sintético (Trimedlure®), que se asemeja a feromonas que atraen sólo a machos de esta especie, los cuales al entrar a la trampa quedan atrapados en el piso de la misma que tiene pegamento. Tiene un radio de acción de 100 metros y se recomienda colocar un mínimo de 1 trampa cada 4 ha en lotes de una misma variedad. La ubicación debe ser en la primera fila cerca de una cortina rompeviento a una altura mínima de 1,5 m de altura (para que no se ensucie) y en el borde de la copa. Esta trampa debe ser revisada semanalmente, cambiando los pisos en cada oportunidad y llevando el registro de los ejemplares capturados.

Para el monitoreo de ambas especies de moscas de la fruta, tanto machos como hembras, se utilizan trampas Mc Phail® (Foto 27), las cuales se ceban con Torula®, que atrae a los insectos por ser una fuente alimenticia (proteína). La trampa tiene un embudo en su base, lo que imposibilita que las moscas que entraron escapen. Además, una vez dentro, los insectos se ahogan en el agua donde se diluye el cebo. Tiene un radio de acción de 30 m y debe colocarse como mínimo 1 trampa cada 4 ha en lotes de una misma variedad. Se colocan 4 pastillas de Torula® en 250 cm³ de agua y se renueva una vez a la semana, momento en el cual también se realiza el conteo de los ejemplares capturados.

MANEJO DE LA PLAGA

Control biológico

Para el control biológico de las moscas de la fruta comúnmente se emplean parasitoides y la Técnica del Insecto Estéril (TIE). Los parasitoides son insectos que en sus estadios inmaduros se alimentan de otros insectos. En la provincia de Entre Ríos existen al menos cuatro especies de himenópteros parasitoides que atacan larvas de moscas de la fruta: *Utetes anastrephae* (Viereck), *Doryctobracon brasiliensis* (Szépligeti), *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) y *Ganaspis pelleranoi* (Brèthes). No obstante, el control alcanzado por estas especies no es suficiente para reducir las poblaciones hasta niveles por debajo del umbral económico (Ovruski *et al.*, 2008; Bouvet & Vaccaro, 2009 b; Bouvet, 2011). Por esta razón, fueron introducidas otras tres especies de himenópteros parasitoides de larvas: *Diachasmorpha longicaudata* (Ashmead), *Aceratoneuromyia indica* (Silvestri) y *Tetrastichus giffardianus* (Silvestris). Estas especies exóticas, si bien han sido utilizadas con éxito en programas de control de moscas de la fruta en otros países, no se han adaptado a nuestra región o se desconoce su comportamiento (Turica, 1968; Ovruski *et al.*, 1999; Ovruski *et al.*, 2000).

Existen diferentes reportes en otros países donde se evidencia que la liberación de parasitoides pueden suprimir exitosamente las poblaciones de moscas de la fruta, y es efectivo aún cuando las poblaciones de la plaga son altas (Carvalho *et al.*, 2000). El método de control biológico que se utiliza es el aumentativo, que consiste en liberar grandes cantidades de estos insectos benéficos en forma periódica. Este método requiere la implementación y mantenimiento de crías artificiales de parasitoides.

En nuestro país, en lo que respecta a control biológico de moscas de la fruta en arándano, se están desarrollando líneas de investigación para el estudio de la biodiversidad de parasitoides (tanto nativos como exóticos) y de su comportamiento de oviposición, forrajeo y sexual.

Estos estudios permitirán seleccionar el o los mejores candidatos para ser utilizados como agentes de control y, posteriormente, determinar cuál es la mejor estrategia para su utilización en sistemas de manejo integrado de plagas. Por otro lado, la TIE consiste en la liberación masiva y permanente de ejemplares estériles de la especie plaga para reducir progresivamente su población. En el caso de la mosca del Mediterráneo se liberan solamente machos, los cuales son criados en condiciones artificiales y esterilizados con radiación previamente a su liberación. La base de esta técnica es que las hembras silvestres, al aparearse con machos estériles, no dejarán descendencia. Para que el sistema funcione deben liberarse suficientes machos estériles que compitan con los machos silvestres, por lo cual es necesario que la población silvestre sea muy baja.

También se han realizado algunas experiencias con hongos entomopatógenos y otros productos biológicos con buenos resultados. Estas herramientas aún no han sido implementadas a gran escala pero constituyen alternativas promisorias debido a su bajo impacto sobre la salud humana y el ambiente.

Control cultural

El control cultural es un complemento necesario para todos los tipos de control ya que contribuye a reducir las poblaciones de mosca de la fruta. Básicamente consiste en recolectar la fruta caída atacada por mosca y enterrarla en pozos de 0,6 m a 1 m de profundidad para evitar el nacimiento de adultos. Por encima de la fruta se coloca una capa de cal viva de 10 cm de espesor, se cubre con tierra y se apisona. No se deben usar productos insecticidas ya que se corre el riesgo de que los mismos se filtren hacia las napas freáticas.

Control químico

Existe una lista de insecticidas registrados para aplicar en cada especie frutal. Por lo general, la tendencia actualmente es la utilizar plaguicidas selectivos para las moscas de la

fruta y que no afecten a otros organismos. Otra cualidad deseada es que no afecten la salud humana ni al medioambiente.

La decisión de realizar control químico debe tomarse teniendo en cuenta las capturas registradas en las trampas Jackson y McPhail® utilizadas para monitoreo. Se utiliza un índice llamado MTD que es la relación entre las moscas de la fruta capturadas por trampa por día:

$$MTD = \frac{M}{T \times D}$$

Siendo M = número total de moscas de la fruta, T = número de trampas examinadas y D = número de días en que las trampas estuvieron expuestas en el campo.

El umbral de daño de las moscas de la fruta es igual a 1 mosca en 1 trampa en 7 días ($MTD=0.14$), con lo cual, alcanzado este valor, debe aplicarse algún tipo de control. Actualmente el control químico se efectúa mediante aplicaciones de insecticida-cebo (o cebos tóxicos) dirigidos al follaje. Al combinarse un insecticida con un atrayente, pueden lograrse aplicaciones selectivas y no generalizadas (cobertura total). Las pulverizaciones se realizan de forma terrestre o en forma aérea. En frutales como los cítricos, deben concentrarse en las cortinas rompevientos y las primeras filas del lote en frutales, pues en estas zonas es donde se concentran las poblaciones de la mosca. Tanto en aplicaciones terrestres como aéreas, se recomienda pulverizar en franjas alternadas para reducir el impacto sobre las poblaciones de insectos benéficos presentes en el cultivo.

En determinadas circunstancias se recomienda realizar control de pupas en el suelo (por ejemplo, si al iniciar el período invernal la población ha sido alta y no fue bien controlada).

Existe una forma alternativa de utilizar los productos químicos sin necesidad de realizar pulverizaciones. Esta modalidad, conocida como estaciones de cebado, consiste en colocar en las plantas dispositivos conteniendo una matriz embebida en un atrayente y un insecticida, de manera que las moscas sean atraídas y mueran al alimentarse o al entrar

en contacto con esta mezcla. Las estaciones de cebado más utilizadas son elaboradas con material esponjoso o algodón revestido con algún tipo de tela. Otra modalidad más económica consiste en utilizar marlos del maíz impregnados con cebo tóxico.

Una técnica de control considerada de menor impacto aún es la conocida como trampeo masivo. Como su nombre lo indica, consiste simplemente en la utilización de trampas colocadas sobre las plantas en una densidad elevada, de manera que capturen un gran número de las moscas de la fruta que se encuentren en el lugar. Igual que en el caso de las estaciones de cebado, para este método también se utiliza un atrayente y un insecticida. Las moscas al ingresar a la trampa son capturadas el tiempo suficiente para que mueran. En este caso puede evaluarse más fácilmente la efectividad ya que los individuos muertos son retenidos y puede realizarse un recuento. Estos dispositivos están disponibles a escala comercial, pero también existen versiones más económicas que pueden fabricarse a partir de botellas plásticas transparentes con perforaciones a los lados, colocando en su interior vinagre de vino disuelto en agua (25%) o levadura de cerveza con ácido bórico y agua. El agregado de una pequeña cantidad de detergente neutro a la solución contribuye a mejorar la capacidad de captura de la trampa (disminución de la tensión superficial).

Control legal

Constituye el desarrollo, aprobación y aplicación de un conjunto de leyes, normativas, reglamentos y procedimientos encaminados a evitar la propagación o introducción de plagas (insectos, hongos, virus, malezas, etc.) a través del movimiento de productos vegetales infestados, hacia zonas dentro de un país o hacia países donde no están presentes. En Argentina, este tipo de acciones son llevadas a cabo por el SENASA.

Monitoreo y control en arándano

Como ya se mencionó, las moscas de la fruta tienen gran importancia cuarentenaria y los países compradores libres de estos insectos implementan/exigen medidas cuarentenarias tales como tratamientos con bromuro de metilo o de frío que acortan la vida útil del producto o lo encarecen. En el caso particular del arándano, la producción en fresco se exporta principalmente a los Estados Unidos, país que exige para moscas de la fruta tratamientos con bromuro de metilo o de frío (USDA, 2015 a y b). Para determinar si estos tratamientos eran realmente necesarios, en el año 2002 se iniciaron estudios de monitoreo en Tucumán con el objetivo de establecer el status de hospedante del arándano con respecto a las moscas de la fruta. No habiéndose registrado fruta infestada en los cultivos bajo estudio, surgió la inquietud por parte de los productores de esa provincia de solicitar a SENASA que elevara un pedido formal a USDA-APHIS para eliminar los tratamientos con bromuro de metilo.

Con la finalidad de analizar mejor esta situación, en el año 2003 se realizó un convenio entre la Cámara Argentina de Productores de Arándanos y otros Berries (CAPAB), el INTA, la Estación Experimental Obispo Colombres (EEAOC), la Universidad de Luján y el SENASA. El objetivo de dicho convenio fue realizar estudios de monitoreo en los distintos sitios de producción de arándanos de la Argentina que registraran elevada población de moscas de la fruta y observar el comportamiento de la mosca del Mediterráneo y de la mosca sudamericana en ese cultivo. Ese mismo año, se iniciaron los trabajos de trampeo y muestreo de frutos en las zonas de Tucumán, Luján (Buenos Aires) y Concordia (Entre Ríos).

En el año 2005, en el muestreo de frutos en la zona de Concordia, se colectaron más de 100 kilos de fruta, de los cuales eclosionaron alrededor de 800 ejemplares adultos bien formados de ambas especies de moscas. De esta forma, se confirmó que el arándano es hospedante tanto de la mosca del Mediterráneo como de la mosca sudamericana.

En el año 2006, se iniciaron estudios sobre alternativas de control que incluyeran a las dos especies de moscas de la fruta y que se adecuara a las características y exigencias del cultivo, para lo cual se decidió utilizar la metodología de control por trapeo masivo (Bouvet & Vaccaro, 2009 a; Bouvet & Vaccaro, 2012). Los ensayos fueron llevados a cabo en lotes comerciales de arándano. En todos los casos, se seleccionaron lotes y se dividieron en parcelas de $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{2}$ ha, donde se instalaron las trampas, dejando siempre una parcela testigo (sin trampas) por lote. Las trampas fueron ubicadas en los postes de aspersion antiheladas, a una altura de aproximadamente 1,75 m, se concentraron en el centro de cada parcela para que los tratamientos no interfirieran entre si y se instalaron por lo menos dos semanas antes de la cosecha. Se realizaron diferentes tratamientos de trapeo masivo, evaluando diferentes densidades, recipientes y productos. Se probaron tres densidades de trampas, 50, 65 y 80 trampas/ha.

Inicialmente, se usaron las trampas Mc Phail® para los ensayos, pero debido a los costos que implican, se probaron otros dos recipientes más económicos, que consistieron en potes plásticos de color amarillo y blanco con perforaciones laterales para permitir el ingreso de las moscas.

En los primeros ensayos, se utilizaron los productos disponibles en el país: tarjeta sólida embebida con cebo en base a aminos alifáticos y sales orgánicas de amonio (TMA) como atrayente alimenticio y vapona (VPA) como insecticida. Esta tecnología, posteriormente, fue comparada con otro producto en base a aminos heterocíclicos y con TMA líquido.

EFFECTIVIDAD DE LAS TRAMPAS

Vuelo de moscas adultas

En forma simultánea al trapeo masivo, se instalaron trampas adicionales para conocer la fluctuación poblacional de las moscas de la fruta durante los ensayos en las distintas parcelas. Se utilizaron trampas del tipo Mc Phail® y Jackson®, reconocidas internacionalmente para este fin. Las trampas se distribuyeron en los sectores del establecimiento donde no se realizó el ensayo para evitar que interfirieran con la efectividad de los atrayentes del trapeo masivo. A partir de las capturas en estas trampas, se calcularon los valores de MTD y se graficaron.

Daños en fruta

Para determinar el nivel de infestación de moscas de la fruta sobre los arándanos, semanalmente se colectó fruta en cada parcela. La misma se llevó al laboratorio, se acondicionó en bandejas con arena y posteriormente se las mantuvo en una cámara con temperatura controlada, para que eclosionaran los insectos. Luego se contabilizaron los ejemplares, diferenciando las especies y los sexos. El muestreo de fruta se realizó semanalmente desde el inicio hasta el final de la campaña de cosecha.

Algunas conclusiones

El trapeo convencional es una herramienta importante para conocer el comportamiento de las moscas de la fruta en el cultivo del arándano, permitiendo registrar las fluctuaciones poblacionales de estos insectos y tomar decisiones sobre medidas de manejo y control.

Las trampas utilizadas en el ensayo demostraron que las moscas de las frutas se distribuyen dentro del lote de forma más o menos uniforme, no permaneciendo en las borduras como sucede en otros cultivos tales como los cítricos.

Por la estructura del cultivo de arándano, las trampas se encuentran muy expuestas a la radiación solar, lo que posiblemente produzca un deterioro prematuro de los atrayentes.

Si bien, la fluctuación de la población de las moscas de la fruta varía según las condiciones climáticas de cada año y el lugar, en general, en el cultivo de arándano se comienzan a registrar estas plagas a fines de octubre, observándose un pico poblacional en el mes de diciembre.

No se ha encontrado una densidad de trampas insecticida apropiada efectiva para el cultivo de arándano. Ésto podría estar indicando que, al contener atrayentes alimenticios, si las moscas ingresan al cultivo previamente alimentadas, primero ovipondrán y luego irán a la trampa. Si este fuera el caso, la técnica del trapeo masivo debería complementarse con otras herramientas de control.

Los mejores recipientes para utilizar en el

trapeo masivo son los de tipo Mc Phail®, ya que el sistema es efectivo y no permite que las moscas se escapen.

Los atrayentes utilizados hasta el momento no han sido totalmente efectivos, esto se debe a que son alimenticios y no-específicos. Por otro lado, la mayoría de los cebos se desarrollan para utilizarlos en el control de la mosca del Mediterráneo, sin considerar a la mosca sudamericana, la cual tiene mayor importancia cuarentenaria.

La técnica del trapeo masivo sigue siendo una de las pocas alternativas para el control de moscas de la fruta en el cultivo de arándano en la Argentina, aunque no se obtiene el 100% de los frutos libres de daño, puede reducir significativamente la población de esta plaga. Se debe continuar con los ensayos para poder ajustar mejor esta técnica en el cultivo.

Bibliografía

- ANDERSON, C. 2007. El cultivo de arándano. xxx Congreso Argentino de Horticultura - 1 Simposio Internacional de Cultivos Protegidos. ASAHO. La Plata, Buenos Aires.
- BOUVET, J.P. 2011. Biología y comportamiento de moscas de la fruta de importancia cuarentenaria en la Provincia de Entre Ríos. Informe Proyecto PNFRO052851 INTA.
- BOUVET, J.P. 2011. Relevamiento y evaluación de hospederos comerciales y silvestres de moscas de la fruta de importancia cuarentenaria. Informe Proyecto PNFRO052851 INTA.
- BOUVET, J.P. y N.C. VACCARO. 2009 a. Trampeo masivo para el control de *Ceratitis capitata* (Wied.) y *Anastrepha fraterculus* (Wied.) en campañas de cosecha de arándanos. Informe proyecto PNFRO2840 INTA.
- BOUVET, J.P. y N.C. VACCARO. 2009 b. Estudio de dinámica poblacional de moscas de la fruta y sus parasitoides. Informe Proyecto Nacional de INTA “Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Frutales (PNFRU2184)”.
- BOUVET, J.P. y N.C. VACCARO. 2012. Trampeo masivo para el control de *Ceratitis capitata* (Wied.) y *Anastrepha fraterculus* (Wied.) en campañas de cosecha de arándanos. Informe proyecto PNFRO052851 INTA.
- CARVALHO, R.S.; NASCIMENTO, A.S. y W.J.R. MASTRANGOLO. 2000. Controle Biológico. En: Malavasi, A. y Zucchi, R.A., Eds., Moscas-das-frutas de Importancia Economica no Brasil, Conhecimento Basico e Aplicado, Holos, Editora, Brasil, Riberáo Preto, 113-117.
- DE FRANCESCO, J. 2004. Pest Management Strategic Plan for Oregon and Washington Blueberries Summary of a workshop. Portland, Oregon. 62 p.
- FABIANI, A.; MARTINEZ, C. y G. CARLAZARA. 2001. Cultivo del arándano en la zona del río Uruguay. IDIA XXI. N°1:105-110, Bs. As.
- FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN). 1989. Avances en las Investigaciones sobre Moscas de la Fruta en el litoral del río Uruguay. Proyecto TCP/RLA/8856A Control Integrado de Moscas de la Fruta. 16 pp.
- HEPP GALLO, R. 2006. Enfermedades y plagas del arándano en Chile. VII Reunión Argentina de Productores de Arándano y otros Berries. CAPAB. Pilar, Buenos Aires.
- HONGN, S. 2006. Enfermedades en el cultivo de arándano. VII Reunión Argentina de Productores de Arándano y otros Berries. CAPAB. Pilar, Bs. As.
- KLEIN KOCH, C. and D.F. WATERHOUSE. 2000. The distribution and importance of arthropods associated with agriculture and forestry in Chile. ACIAR Monograph. n° 68, 234 pp.
- MALAVASI, A., R.A. ZUCCHI y R.L. SUGAYAMA. 2000. Biogeografía. En: Malavasi, A. y Zucchi, R.A., Eds., Moscas-das-frutas de Importancia Economica no Brasil, Conhecimento Basico e Aplicado, Holos, Editora, Brasil, Riberáo Preto, 93-98.
- OROÑO, L.E.; ALBORNOZ-MEDINA, P.; NÚÑEZ-CAMPERO, S.; VAN NIEUWENHOVE, G.A.; BEZDJIAN, L.P.; MARTIN, C.B.; SCHLISERMAN, P. y S.M. OVRUSKI. 2006. Update of host plant list of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* in Argentina. Fruit Flies of Economic Importance: From Basic to Applied Knowledge. Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. 10-15 September 2006, Salvador, Brazil. pp. 207-225.
- OVRUSKI, S.M.; J.L. CANCINO; P. FIDALGO y P. LIEDO. 1999. Nuevas perspectivas para la aplicación del control biológico contra moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) en Argentina. Manejo Integr. Plagas, Costa Rica 54:1-12.

- OVRUSKI, S.M.; M. ALUJA; J. SIVINSKI and R. A. WHARTON. 2000. Hymenopteran parasitoids on fruit--infesting tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States: diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. *Int. Pest Management Reviews* 5:81-107.
- OVRUSKI, S.M.; P. SCHLISERMAN; L.E. OROÑO; S. NÚÑEZ-CAMPERO; P. ALBORNÓZ-MEDINA; L.P. BEZDJAIN y G.A. VAN NIEUWENHOVE. 2008. Natural occurrence of hymenopterous parasitoids associated with *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in Myrtaceae species in Entre Ríos, northeastern Argentina. *Florida Entomologist*. 91(2): 220 - 227.
- PUTRUELE, M.T.G. 1996. Hosts for *Ceratitis capitata* and *Anastrepha fraterculus* in the Northeastern Province of Entre Ríos, Argentina. Pp. 343-345. En BA Mc Pheron y GJ Steck (eds). *Fruit fly pests: a world assessment of their biology and management*. St. Lucie. Delray Beach.
- RIVADENEIRA, M.F. y J.P. BOUVET 2007. Observaciones fenológicas en arándano y su entomofauna asociada en la zona de Concordia. VIII Reunión CAPAB, Concordia, Entre Ríos.
- SANTILLÁN, P.; BOUVET, J.P.; ROCCA, M. y P. CARRIZO. 2010. Tephritidae de interés cuarentenario en cultivos de arándano en San Pedro (Buenos Aires) y Concordia (Entre Ríos). xxxiii Congreso de Horticultura. ASAH. Rosario, Santa Fe.
- SEGADE, G. 2011. Relevamiento y evaluación de hospederos (especialmente frutales de carozo) de moscas de la fruta de importancia cuarentenaria. Informe Proyecto PNFU052851 INTA.
- SENASA. 2001. Resoluciones 601/2001 y 352/2003.
- TURICA, A. 1968. Lucha biológica como medio de control de las moscas de los frutos. *Revista IDIA* 241:29-38.
- USDA. 2015 a. Treatment Manual. Treatment Schedule 1100 - Schedules for Fruit, Nut and Vegetables - 1101 - Methyl Bromide Fumigation. 306 pp.
- USDA. 2015 b. Treatment Manual. Treatment Schedule 1100 - Schedules for Fruit, Nut and Vegetables - Fruit for Which Coold Treatment Is Authorized. 381 pp.
- VACCARO, N. y J.R. MOUSQUÉS. 1996. Capítulo XI: Plagas y su Control. *En: Manual para productores de naranja y mandarina de la región del río Uruguay*. Editores: Fabiani, Mika, Larocca, Anderson. Diversificación productiva. Manual Serie "A" N°2. INTA.
- VACCARO, N.C. and J.P. BOUVET. 2006. Presence of *Ceratitis capitata* (Wied.) and *Anastrepha fraterculus* (Wied.) on Blueberries (*Vaccinium* spp.) of the Department of Concordia, Entre Ríos and in the Department of Curuzú Cuatiá, Corrientes, Argentina. 7th Internacional Symposium on Fruit Flies of Economic Importance y 6th Meeting of the Working group on Fruit Flies of the Western Hemisphere. Bahia, Brasil.
- VACCARO, N.C. y J.P. BOUVET. 2008. Comportamiento y manejo de *Ceratitis capitata* Wied. y *Anastrepha fraterculus* (Wied.) en arándanos en los departamentos de Concordia, Entre Ríos y Curuzú Cuatiá, Corrientes, Argentina. 4° Simposio Internacional y 2° Congreso Latinoamericano de Arándanos y Berries. FAUBA, UBA. Buenos Aires.
- VÉRA, L. 2005. Algunos aspectos sobre la evolución del cultivo de arándano en Entre Ríos y su demanda laboral. *Actas Primer Congreso Latinoamericano de arándanos y otros Berries*. Fauba: 101-106, UBA, Bs. As.
- VICENTE, A.; ORTUGNO, C.; ROSLI, H.; POWELL, A.; GREVE, C. and J. LABAVITCH. 2007. Temporal sequence of cell wall disassembly events in developing fruits. 2. Analysis of blueberry (*Vaccinium* Species). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(10): 4125- 4130.
- WRIGHT, E.R. 2009. Guía de enfermedades, insectos y malezas del arándano. 1^{ra} ed. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires. 179 pp.



CAPÍTULO 3

Citricas

Aleurocanthus woglumi Ashby (Mosca negra)

Peralta, C.

46	<i>Introducción</i>
46	<i>Nombre de la plaga y sinonimias</i>
46	<i>Hospedantes</i>
47	<i>Identificación morfológica</i>
47	<i>Ciclo biológico</i>
48	<i>Daños</i>
48	<i>Dispersión</i>
48	<i>Distribución en el país</i>
48	<i>Distribución en otros países</i>
48	<i>Monitoreo</i>
50	<i>Manejo de la plaga</i>
50	<i>Control químico</i>
52	<i>Control biológico</i>
53	<i>Bibliografía</i>

Introducción

La mosca negra afecta aproximadamente a 300 plantas hospederas, pero en los cítricos es donde mayor densidad de población desarrolla. Es de origen asiático y fue descubierta en Jamaica en 1913 y en Cuba en 1916. Se estableció como plaga sobre los cítricos en el año 1934 en México y en 1935, en EEUU. Algunos autores sostienen que su origen y distribución en el mundo, está estrechamente relacionada con la introducción de plantas cítricas desde Asia; a partir de allí cada uno de los países afectados iniciaron, tarde o temprano, una lucha por bajar la población basándose en el control biológico, dado que se establece precisamente en frutales de la zona urbana. La mayoría de los investigadores coinciden que los focos se dan en lugares próximos a cultivos de alto grado de control químico (Nguyen *et al.*, 1998).

En los cítricos, la importancia económica de la plaga radica en que al ser un insecto picador-suctor, extrae nutrientes de la hoja. Cuando la densidad poblacional es elevada, las hojas se cubren de fumagina por la secreción de sustancias ricas en hidratos de carbono que produce el insecto (Foto 28 a y b). Esta fumagina da una apariencia negra a la hoja e impide la respiración y la fotosíntesis. En ataques intensos, afecta a los frutos provocando caída de los mismos y defoliación (Varela Fuentes *et al.*, 2007).

Nombre de la plaga y sinonimias

El nombre científico es *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae). En México y Brasil se la conoce como mosca prieta de los cítricos (MPC); en Paraguay y Argentina es más conocida como mosca negra de los cítricos (MNC) (Nguyen *et al.*, 1998; Lopez *et al.*, 2011).

Hospedantes

Hay más de 300 plantas citadas como hospedantes de la mosca negra, entre ellas las siguientes: Palto (*Persea americana* Mill.), Álamo (*Populus* spp. L.), Morera (*Morus* spp. L.), Ardisia (*Ardisia swartz* Swartz.), Banano (*Musa* spp. L.), Buxus (*Buxussem pervirens* Sabamiki), Café (*Coffea arabica* L.), Caju (*Anacardium occidentale* L.), Carambola (*Averrhoa carambola* L.), Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), Dama de noche (*Cestrum nocturnum* L.), Jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), Guayaba (*Psidium guajava* L.), Graviola (*Annona muricata* L.), Grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.), Hibisco (*Hibiscus rosasinensis* L.), Jazmín-mango (*Plumeria rubra* L.), Lichi (*Litchi chinensis* Sonn.), Laurel (*Laurus nobilis* L.), Mamón o Papaya (*Carica papaya* L.), Mango (*Mangifera indica* L.), Maracujá (*Passiflora edulis* Sims.), Membrillero (*Cydonia oblonga* Mill.), Mirto (*Murraya paniculata* (L.) Jack.), Peral (*Pyrus* spp.), Piña (*Annonas quamosa* L.), Granada (*Punica granatum* L.), Rosal (*Rosa* spp.), Sapote (*Manilkara zapota* L.) y Vid (*Vitis vinifera* L.) (MAPA, 2011).

En México se cita una como hospedante de las especies de *Sapindaceae*, el mamoncillo (*Melicoccus bijugatus* Jacq. Syn. *Melicocca bijuga* L.) (Nguyen *et al.*, 1998; Varela *et al.*, 2007).

Teniendo en cuenta las evaluaciones realizadas en laboratorio sobre tres hospederos diferentes, la mayor ovoposición y supervivencia de la fase inmadura de la mosca negra se observó en lima ácida Tahití, por tal motivo esta puede ser considerada el hospedero más favorable para *A. woglumi* (Pena *et al.*, 2009).

Identificación morfológica

- Los estados de desarrollo de la especie son:
- Adulto*: de color azul oscuro y grisáceo (Foto 29).
- Huevo*: ovalado, amarillo-cremoso (Foto 30).
- Ninfa I*: elongada negruzca, con 6 patas, con 2 filamentos espinosos largos y varios más cortos.
- Ninfa II*: ovalada-convexa, de color marrón oscuro a pálido, sin patas, con filamentos en todas direcciones.
- Ninfa III*: ovalada, de color negro con manchas verdosas redondeadas sobre la parte anterior del abdomen y filamentos bien visibles.
- Ninfa IV o Pupa*: de forma ovalada, de color negro brillante, las hembras miden 1,24 × 0,77 mm y los machos, 0,99 × 0,70 mm. Se encuentran rodeadas por un margen blanco de secreción serosa, con filamentos dorsales aun visibles sobre el dorso.

Ciclo biológico

Los factores más importantes que influyen en la duración del ciclo de vida de la mosca negra son humedad relativa ambiente y precipitaciones (Jimenez & Maltby, 1963; Delgado, 1982).

En general, el ciclo dura entre 8 y 16 semanas, según las condiciones climáticas reinantes. En Malasia se suceden 5 generaciones pero pueden producirse 6 al año bajo condiciones óptimas de campo; en laboratorio el ciclo de vida se completa en dos meses. En México, Cuba y Panamá el comportamiento de la mosca negra es similar y el ciclo puede durar 6 semanas (Boscán de Martínez, 1982). En Pakistán la duración de los diferentes estados de desarrollo de la mosca negra varían de acuerdo con los meses del año (Clausen & Berry, 1932; Boscán de Martínez & Angeles, 1978; Boscán de Martínez, 1982).

En un estudio realizado en Brasil, sobre comportamiento de mosca negra en distintos hospederos cítricos y, en condiciones de laboratorio con temperatura promedio y HR de $27,4^{\circ}\text{C} \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ y $79,4 \pm 4,6\%$ arrojaron como resultado que la duración promedio del ciclo de *A. woglumi* desde huevo a adulto es de 70 días para tres hospederos observados (*Citrus sinensis*, *C. latifolia*, *Mangifera indica*) (Pena et al., 2009).

En Maracay, Venezuela, se realizaron estudios a campo bajo condiciones de temperatura promedio de 25°C y a una humedad relativa de 73,66%, para observar la duración del ciclo biológico y comparar con los resultados de laboratorio. Los mismos demostraron que el ciclo biológico de la mosca negra no difiere con los obtenidos en laboratorio, es decir ocurre entre los 53 a los 103 días. Sin embargo, si se pudieron demostrar que existen diferencias significativas en el porcentaje de individuos que desde la fase de huevo alcanzan el estado adulto: en laboratorio el 44% llega a estado adulto, sin embargo, sólo el 16,88% de los huevos observados a campo llegaron a adulto. Estas observaciones hacen deducir a que la diferencia puede estar condicionada por la presencia de depredadores y parasitoides, que inciden en la población de la plaga (Boscán de Martínez, 1982).

Hay información sobre los grados días que requiere la mosca negra para lograr una generación; según estos autores el desarrollo de esta plaga requiere 987 días grados $^{\circ}\text{C}$ o 89.7 días bajo las condiciones promedio de León (Nicaragua); de esta manera se cumplen 4 generaciones anuales completas. Los registros de temperatura en dicha ciudad indican que la región acumula aproximadamente 11 días grados $^{\circ}\text{C}$ diarios por encima del umbral de desarrollo (13.7°C) (Cano & Swezey, 1992).

Daños

Durante el proceso de alimentación, numerosas ninfas de *A. woglumi* en el envés de las hojas extraen savia de la planta y segregan grandes cantidades de mielecilla. Las hojas, ramas y frutos son cubiertos por fumagina, de manera que las partes afectadas toman un aspecto sucio (Agris, 2001). Se retrasa el crecimiento de las plantas, se dañan los brotes y a menudo los frutos no alcanzan el tamaño ni el color habitual. En Brasil la presencia de *A. woglumi* redujo hasta un 80% la fructificación (Pratt, 1976).

Produce un retraso en el desarrollo debido a una inhibición de la actividad estomáca, la cual produce la disminución de la respiración y la fotosíntesis, la reducción del tamaño del fruto y la caída prematura de los mismos (Varela *et al.*, 2007).

Trabajos realizados en México dan cuenta de que más del 90% de la reducción en la producción sucede cuando las infestaciones exceden 5 a 7 ninfas/cm²/hoja (Gonçalves da Silva, 2010). De 50 a 100 ninfas por hoja son necesarias para reducir los niveles de nitrógeno por debajo de 2,2% (Summy *et al.*, 1983). Entre 5 y 10 ninfas por centímetro cuadrado producen una deficiente fructificación en naranja (Cunha, 2003).

Dispersión

La mosca negra de los cítricos es una plaga capaz de trasladarse entre 400 a 600 m por generación sin la ayuda del hombre y los adultos pueden distanciarse de su planta de origen hasta los 50 metros por día (Dowell & Fitzpatrick, 1978).

La dispersión horizontal puede llegar hasta los 187 m por día (Oliveira *et al.*, 2001) y, según las estimaciones teóricas, la diseminación natural de la plaga puede alcanzar una velocidad de 200 a 300 km por año (Correia *et al.*, 2011).

Según estudios realizados en Brasil, la principal forma de dispersión de la mosca negra sucede de forma antrópica, a través de platines o plantas ornamentales infestados que son transportadas por el hombre. Pero

también puede ocurrir naturalmente a través de hojas infestadas que son transportadas por el viento o por el crecimiento poblacional de la plaga (Silva, 2005).

Distribución en el país

En la Argentina, fue detectada la presencia de esta plaga a fines de 2010, afectando pomelos de un lote comercial en el Departamento Pílagá, en la provincia de Formosa. También fue encontrada afectando otros frutales tales como mango, guayaba, chirimoya y banano, pero con niveles muy bajos de infestación. Posteriormente, se observaron ninfas en pomelos, limones, mandarinos en otras localidades del mismo Departamento y hacia fines del año 2011 se detectaron focos aislados en los Departamentos Pilcomayo, Formosa y Pirané (Sur). En la actualidad, la plaga se circunscribe a los departamentos mencionados, en la provincia de Formosa; hasta 2011 no se registraban focos de mosca negra en otras provincias (López *et al.*, 2011).

Distribución en otros países

A. woglumi ha estado presente por más de 50 años en Tamaulipas (México), causando daño económico sólo en algunas temporadas. A partir del 2000, las poblaciones se han mantenido altas en muchos huertos, llegando a estar infestadas hasta 2500 ha en 2004; en el Estado de Nuevo León, México y en el de Texas, EEUU, también se produjeron daños económicos en este período (Nguyen *et al.*, 1998).

En Brasil, *A. woglumi* fue hallada en el estado de Pará en 2001, desde donde se extendió a otros estados hacia el sur del país (Correia *et al.*, 2011). En Paraguay, se registró su presencia en los alrededores de Asunción a fines de 2008 (López *et al.*, 2011).

Monitoreo

Existen varios tipos de monitoreo que fueron adaptados según los diferentes países. México, adoptó el sistema de muestreo establecido por SAGAR (1996) en su Guía Técnica (Reyes, 1985).

Según esta metodología se seleccionan 10 árboles al azar del lote, de los cuales se extraen 10 hojas maduras/árbol que se colocan en bolsas de polietileno con papel de estraza y se conservan en heladera hasta su observación en laboratorio. Del total, se toman 20 hojas al azar y se establecen los niveles de infestación de la mosca negra de acuerdo al promedio de individuos por hoja. Se considera que una densidad inferior a 45 ninfas/hoja corresponde a una infestación leve, una densidad entre 45 y 75 individuos se determina como infestación media y una densidad mayor a 75, infestación fuerte.

Para el caso de Formosa, se siguió una metodología similar a la de Reyes (1985), con algunas modificaciones: en la primera etapa, las muestras eran procesadas en laboratorio y se realizaba el recuento de espirales de huevos/hoja; huevos/espiral; número de ninfas en los estados 1, 2, 3, y 4. A fin de facilitar la tarea de recuento, a las hojas se las dividieron en cuatro cuadrantes y en cada uno se realizaba el recuento de los individuos. Estas hojas se clasificaron según la superficie que en cada cuadrante cubrían las ninfas en el envés de la hoja y, si presentaban o no fumagina; de esta manera y según el área que era ocupada por ninfas en cada cuadrante se establecieron los niveles de daño a saber:

Nivel de daño 0: Ninguna ninfa, ni huevos en toda la hoja; N° ninfas totales 0-45.

Nivel de daño 1: una espiral de ninfas (I, II, III, IV) o una espiral de huevos en un solo

cuadrante o aislados, en un cuadrante de la hoja evaluada; N° ninfas totales 45-100.

Nivel de daño 2: 2-3 espirales de ninfas (I, II, III, IV) o 2-3 espirales de huevos en dos cuadrantes o aislados que represente la superficie ocupada de dos cuadrantes de la hoja; N° ninfas totales 100-200.

Nivel de daño 3: más de 3 espirales de ninfas (I, II, III, IV) que represente la superficie ocupada de 3 cuadrantes o el total de la hoja; N° ninfas totales >200.

Esta metodología facilita el monitoreo a campo (área urbana, rural), y presenta una buena relación con el nivel de daño relativo (N: 0-3), aclarando además, si presenta fumagina. Cuando se observaban hojas con nivel de daño 1, se considera necesario el control.

Evaluaciones realizadas en la localidad de Tres Lagunas, Formosa (Argentina), se observaron los mayores daños en los meses de enero a marzo, luego fue disminuyendo levemente registrándose los valores más bajos en los meses de noviembre y diciembre del mismo año (Fig. 3.1).

De las observaciones *in situ* se obtuvieron datos sobre presencia y nivel de daño de moscas negras, según estadio en determinadas épocas y disposición en la planta (N, S, E, O).

En algunos casos había hojas cuyo haz presentaba fumagina y en el envés quedaban vestigios de ninfas; esto sucedía en lotes que tenían daños muy viejos, cuyas ninfas se habrían desprendido o habrían sido atacadas por depredadores.

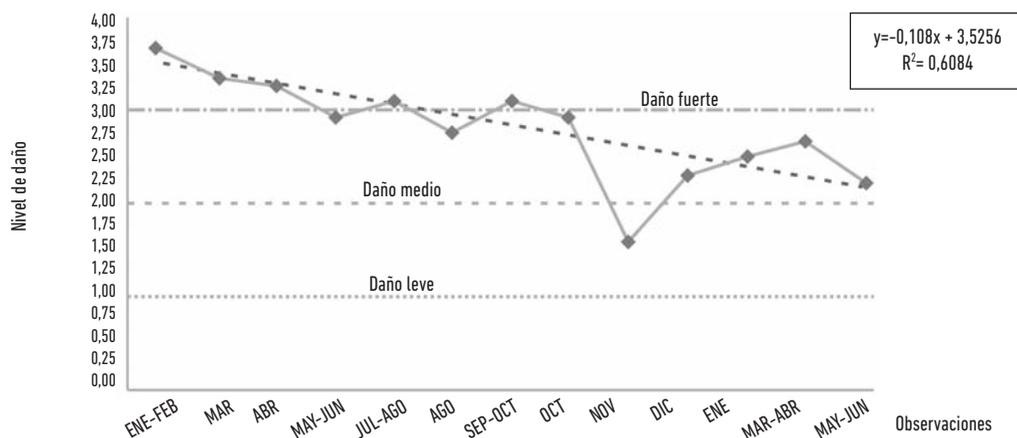


Figura 3.1. Fluctuación poblacional de mosca negra, *A. woglumi* Ashby, expresada según nivel de daño obtenido a partir del número promedio de ninfas en 100 hojas muestreadas en Formosa.

Manejo de la plaga

La abundancia de hospedantes, tanto cultivados como silvestres, facilita las reinfestaciones, por lo que el control químico resulta poco efectivo y oneroso, especialmente cuando se utilizan ovicidas (Boscán de Martínez, 1982). La tendencia a nivel mundial respecto de la forma de control de mosca negra es el manejo integrado de la plaga, en el cual se prioriza el control biológico y en última instancia el control químico. Es importante resaltar que el control químico es raramente utilizado mundialmente (Nguyen *et al.*, 2007).

Las aplicaciones de insecticidas reducen la población de la plaga en forma temporaria y no son recomendables debido a la contaminación al medio ambiente, los animales, los enemigos naturales y el propio hombre (Heu & Nagamine, 2001).

Control químico

La mayoría de los autores consideran que deben tenerse en cuenta el porcentaje de ninfas parasitadas para tomar la decisión de aplicar o no. Para ello se debe observar la abertura que deja la ninfa al emerger (Boscan de Martínez y Ángeles, 1978). Las ninfas parasitadas poseen una abertura circular característica. Además, se aconseja realizar su disección en el laboratorio y verificar si la misma pertenece a la plaga o al parasitoide. En el primer caso la coloración del individuo inmaduro es roja y en el segundo, blanquecina.

En Texas, el criterio de muestreo se basa en el establecimiento de seis sitios por hectárea, tomando brotes jóvenes de tres árboles y tres hojas por cuadrante, con un tamaño de muestra de 36 hojas por cada sitio (Meagher *et al.*, 1991).

En la provincia de Formosa, en el cultivo de pomelo, los criterios para inicio de control se basan en la presencia de hojas tiernas con nivel de daño 1 (el 25% de la superficie de la hoja está ocupada por ninfas y huevos), observadas en al menos 20 árboles/ha y muestreando al menos 50 hojas por árbol teniendo en cuenta las cuatro orientaciones, brotes nuevos y hojas desarrolladas.

Existe una larga lista de productos que fueron utilizados para el control de moscas negras de los cítricos, pero ninguno de ellos dio resultados satisfactorios; entre ellos se mencionan: dimetoato + sulfato de cobre + clorpirifos + detergente; aceite maíz o soja + organofosforado + surfactante; citrolina + clorpirifos; dimetoato; cal; detergente; sulfato de cobre + detergente; azufre + malathion; malathion. Uno de los productos que fue recomendado por su efectividad con algunas moscas blancas, es el buprofezin, que actúa como regulador de crecimiento y es recomendado para el control de insectos succionadores y además se puede mezclar con *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.

En Paraguay se ha demostrado que el control químico de mosca negra puede lograrse utilizando un insecticida sistémico, un fungicida a base de cobre y un aceite mineral (Sánchez, 2012).

Los agroquímicos utilizados en el control de mosca negra, en Formosa fueron varios entre ellos aceite mineral, clorpirifós, abamectina e imidacloprid. Los resultados fueron poco satisfactorios; posteriormente se realizaron controles con buprofezin. Por otra parte, dado que la plaga se desarrolla en el envés de la hoja se utilizaron pulverizadoras a manguera, de manera tal de direccionar la pulverización, en lugar de la pulverizadora a turbina que es utilizada para control fitosanitario en cítricos de la zona.

En un lote comercial de cítricos de la provincia de Formosa, se realizó el muestreo según metodología establecida (Varela *et al.*, 2007). Las aplicaciones debieron realizarse dado que el número de individuos de mosca negra por hoja tierna superaba el nivel crítico (Reyes, 1985), observándose en promedio, más de 87,9 individuos/hoja, con presencia de ninfas de los 3 estados, en el momento de mayor densidad poblacional de la plaga (enero-febrero). Posteriormente, con la ocurrencia de algunas precipitaciones, se produjo una reducción importante de individuos, pero igualmente el promedio se mantuvo en niveles superiores al crítico (75,7 ninfas/hoja

tierna). Sólo después del inicio del invierno y con elevada humedad relativa y lluvias, se redujo la presencia de ninfas en hojas lográndose un nivel inferior a 45 individuos/hoja tierna.

Se observó una relación entre el nivel de daño de la plaga y el momento de observación considerado (mes) (Fig. 3.2).

En este trabajo no se observaron pupas parasitadas ni emergieron adultos parasitoides.

Para el control de la plaga se empleó: cipermetrina, abamectina, aceite mineral, imidacloprid. Se utilizaron pulverizadoras a turbina y con manguera a fin de que la aplicación sea localizada y dirigida hacia la parte inferior de la hoja. En este último caso la pulverización resultó satisfactoria porque se logró la limpieza de las hojas afectadas con fumagina.

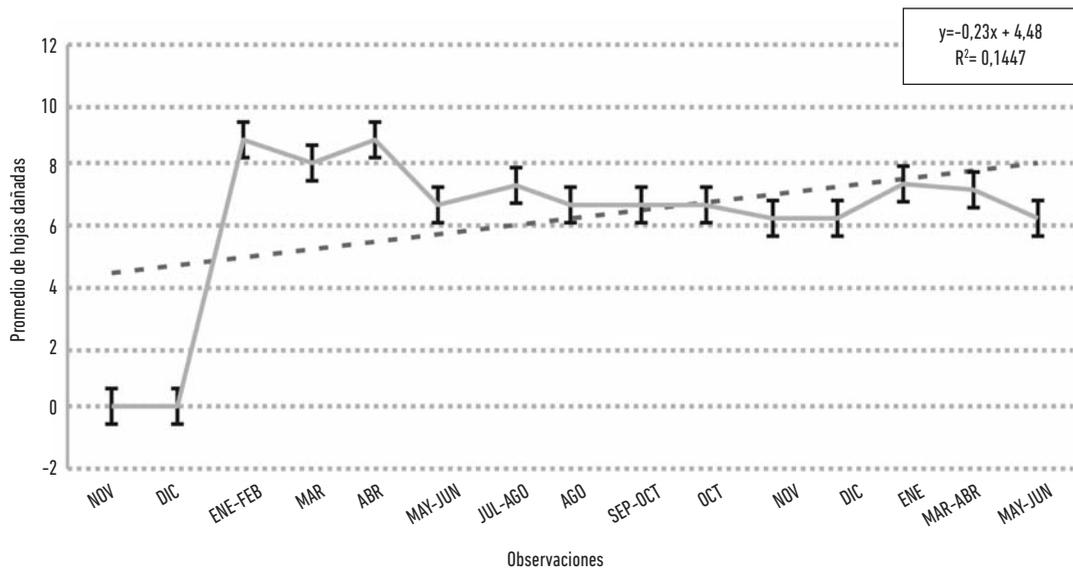


Figura 3.2. Fluctuación poblacional de *Aleurocanthus woglumi*, expresada en número promedio de hojas tiernas dañadas en pomelos de Formosa.

Control biológico

La mosca negra de los cítricos presenta diversos enemigos naturales, entre ellos se destacan los microhimenópteros *Amitus hesperidium* Silvestri (Insecta: Hymenoptera: Platygasteridae), *Eretmocerus serius* (Hymenoptera: Aphelinidae) y *Encarsia opulenta* Silvestri (Hymenoptera: Aphelinidae) (Nguyen *et al.*, 1983).

Se ha demostrado que el control biológico con *Encarsia perplexa* Huang y Polaszek (Hymenoptera: Aphelinidae) descrito en 1998 e introducido a México como *Prospaltella opulenta* en el siglo pasado, sigue funcionando si se dejan de aplicar plaguicidas en los lotes infestados (Smith, 1945; Huang & Polaszek, 1998; Noyes, 2001; Ruiz Cancino *et al.*, 2006).

Existen otros organismos importantes en el control biológico de *A. woglumi*, como los depredadores *Azya trinitatis* Marshall, *Pentilia castanea* Mulsant, *Azya* sp., *Curinus* sp., *Delpbastus* sp., *Diomus* sp. y *Stethorus* sp., probablemente *Mantispilla viridis* Walker; los crisópidos *Chrysopa* sp. y *Nodita* sp. y los parasitoides *Cales* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae), *Prospaltella* sp. y *Eretmocerus* sp. (Boscán de Martínez, 1979).

El control microbiano es citado para los hongos entomopatógenos: *Aegerita webberi* Fawcett y *Aschersonia aleyrodis* (Webber) (Boscán de Martínez *et al.*, 1979; Cano & Swezey, 1992).

La provincia de Formosa y la Estación Experimental INTA Bella Vista realizaron un relevamiento a fin de determinar la presencia de enemigos naturales asociados a la mosca negra. Se colectaron tres depredadores y un entomopatógeno.

Entre los depredadores se registró la presencia de *Nephaspis picturata* Gordon (Coleoptera: Coccinellidae) determinado por Mercedes Dode (Fundación Miguel Lillo – Inst. Entom., Tucumán). Esta especie se encuentra distribuida en Argentina (Tucumán) y Brasil (Minas Gerais, Matto Grosso do Sul). Los crisópidos hallados fueron *Leucochrysa* (Nodita) *cruentata* (Schneider) y *Ceraeochrysa tucumana* (Navás) (Neuróptera: Chrysopidae) (Foto 31).

El hongo fue determinado como *Aschersonia aleyrodis* por R. Lecuona (IMYZA, CNIA Castelar). No se colectaron parasitoides.

En Brasil se señalaron otras especies de crisópidos y coccinélidos aunque el entomopatógeno es común en ambos países. Esta actividad se continuará en las próximas temporadas (Caceres *et al.*, 2012).

Bibliografía

- AGRIOS, G.N. 2001. Fitopatología. 2ª Ed. Edit. UTEHA-Noriega. México. 838 pp.
- BOSCÁN DE MARTÍNEZ, N. 1982. Biología de mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) en el campo. *Agronomía Tropical*. 31(1-6): 211-218.
- BOSCÁN DE MARTÍNEZ, N. y N. ÁNGELES. 1978. Contribución al conocimiento de la biología de la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby en Venezuela. *Agronomía Tropical* 23(4): 401-406. 1973.
- BOSCÁN DE MARTÍNEZ, N.; TERÁN, J.B. y F. GERAUD. 1979. Enemigos Naturales de la Mosca Prieta de Los Cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) en Venezuela. *Agronomía Tropical*, 29: 453-458.
- CÁCERES, S.; PERALTA, C.; MIÑO, V.; ALMIRÓN, L.; AGUIRRE, M.R.A. y E. GONZÁLEZ OLAZO. 2012. Enemigos naturales de la mosca negra de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae) en la provincia de Formosa (Argentina). Libro de resúmenes xxxv Congreso Argentino de Horticultura. Corrientes 23 al 27 de septiembre 2012. FR5V16 p. 309.
- CANO, E y S.L. SWEZEY. 1992. Control biológico de la mosca prieta (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) (Homoptera: Aleyrodidae) en Nicaragua. *Rev. Nica. Ent.*, (1992) 20:41-57.
- CLAUSEN, C.P. and P.A. BERRY. 1932. The citrus blackfly in Asia and the importation of its natural enemies into tropical america. U.S. Dept. Agric. Tech. Bull. 320.
- CORREIA, R.G.; LIMA, A.C.; SILVA FARIAS, P.R.; DA SILVA MADER, F.C.; DA SILVA, M.W. y A. GONÇALVES DA SILVA. 2011. Primeiro registro da ocorrência de mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) em Roraima, Brazil. Comunicación rápida. *Revista Agro@ambiente On-line*, v. 5, n. 3, p. 245-248, setembro-dezembro, 2011. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR. www.agroambiente.ufr.br
- CUNHA, M.L.A. 2003. Distribuição, hospedeiros, densidade populacional, aspectos biológicos e controle químico da mosca negra dos citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) nas condições do Estado do Pará. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 54p.
- DELGADO, A. 1982. Control biológico de la mosca prieta de los cítricos en la república. *Fitolito*. 2 (5): 1-16. 1943.
- DOWELL, R. and G.E. FITZPATRICK. 1978. Effect of temperature on the growth and survival of the citrus blackfly. *Canadian Entomologist*, Ottawa, v. 110, n. 7, p. 1347-1350.
- GONÇALVES DA SILVA, A. 2010. 5586d Dinâmica populacional de mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi* Ashby, 1915) em pomares de citros em sistema agroflorestal e monocultura. Jaboticabal, 2010 VIII, 79 f. : il. ; 28 cm. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- HEU, R.A. and W.T. NAGAMINE, 2001. Citrus Blackfly *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae). *New Pest Advisory*, 99: 1-3.
- HUANG, J. and A. POLASZEK. 1998. A revision of the Chinese species of *Encarsia* Foerster (Hymenoptera: Aphelinidae): parasitoids of whiteflies, scale insects and aphids (Hemiptera: Aphelinidae, Diaspididae, Aphidoidea). *Journal of Natural History*, 32: 1825-1966.

- JIMÉNEZ, J.E. y E. MALTBY. 1963. Control biológico de la mosca prieta en México. *Fitofilo* 16 (37): 6-41.
In Boscan de Martinez, N. 1981. Biología de la mosca prieta de los cítricos. *Agronomía Tropical* 31 (1-6): 211-218.
- LÓPEZ, S.N.; PERALTA, C.; AGUIRRE, A. y S. CÁCERES. 2011. Primer registro de “la mosca negra de los cítricos” *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera: Aleyrodidae) en la Argentina Nota científica. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 70 (3-4): 373-374.
- MAPA. 2011. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lista de pragas quarentenárias Disponíveis em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/servlet/VisualizarAnexo?id=14560>>. Acesso em: 10 set. 2011.
- MEAGHER, R.L.; J.V. FRENCH and K.L. ESAU 1991. Monitoring and biological control of citrus blackfly. *Subtropical Plant Science*, 44:19-24.
- NGUYEN, R., J.R. BRAZZEL and C. POUCHER, 1983. Population density of the citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae), and its parasites in urban Florida in 1979-81. *Environmental Entomology*, 12: 878-884.
- NGUYEN, R.; HAMON, A. B. and T. R. FASULO. 1998. Citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). EENY, Gainesville, n. 042. Disponible en: <<http://edis.ifas.ufl.edu/IN199>>. Acceso el 9 de mayo de 2009. *Rev. 2010.OP Jn* 2013.
- NGUYEN, R.; A.B. HAMON and T.R. FASULO. 2007. Citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. 1-5. Disponible en: <<http://edis.ifas.ufl.edu>>. Acceso el 16 de enero de 2011.
- NOYES, J.S. 2002. Interactive Catalogue of World Chalcidoidea 2001. Taxapad 2002. Vancouver, Canada. CD. In Myarsetva, S.N. 2005. Notes on the species of the genus *Encarsia* Förster (Hymenoptera: Aphelinidae) introduced to Mexico for biological control of the blackfly *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae), with description of a new species. *Zoosystematica Rossica*, 14(1): 147-151.
- OLIVEIRA, M.R.V; SILVA, C.C.A. y D. NAVIA. 2001. Mosca negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi*: Alerta quarentenário. Brasília, Ministerio de Agricultura, Pecuaria Abastecimento, 12p.
- PENA, M.R.; SILVA, N.M.; VENDRAMIM, J.D.; LOURENÇÃO, A. y M.D.L. HADDAD. 2009. Biología da mosca-megra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), em três plantas hospedeiras. *Neotrop. entomol.* [online], vol.38, n.2, pp. 254-261. ISSN 1519-566X. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2009000200014>.

- PRATT, R.M. 1976. Guía de Florida: Sobre Insectos, Enfermedades y Trastornos de la Nutrición en los Frutos Cítricos. Edit. LIMUSA. México, D.F. 200 pp.
- REYES, D. 1985. Instructivo para la determinación del porcentaje de parasitismo en mosca prieta de los cítricos. Dirección General de Sanidad Vegetal y Protección Agropecuaria y Forestal. DGSV-DCB. 15 pp.
- RUIZ-CANCINO, E.; CORONADO-BLANCO, J.M. y S.N. MYARTSEVA. 2006. Situación actual del manejo de las plagas de los cítricos en Tamaulipas, México. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, 78: 94-100.
- SAGAR. 1996. Guía Técnica. Control Biológico de la Mosca Prieta de los Cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, Tecomán, Colima, México. 17 pp.
- SÁNCHEZ, G. 2012. Control de mosca negra de los cítricos. Diario ABC Color. Asunción. Paraguay. <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/control-de-mosca-negra-en-citricos-391314.html>
- SILVA, A. B. 2005. Mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby, praga potencial para a citricultura brasileira. In: Poltronieri, L.S.; Trindade, D.R.; Santos, I. P. Pragas e doenças de cultivos amazônicos. Belem: Embrapa Amazonia Ocidental, p. 147-156.
- SILVA, A.G.; FARIAS, P.R.S.; BOIÇA JUNIOR, A.L. y B.H.S.SOUZA, 2011. Mosca-Negra-dos-Citros: Características Gerais, Bioecologia e Métodos de Controle dessa Importante Praga Quarentenária da Citricultura Brasileira. EntomoBrasilis, 4(3): 85-91. www.periodico.ebras.bio.br/ojs
- SMITH, H. 1945. La mosca prieta de los cítricos en la costa occidental de México y la importación y comercialización de *Eretmocerus serius* Silv. para su control. Fitofilo (México) 4(2): 67-103.
- SUMMY, K.R.; GILSTRAP, F.E.; HART, W.G.; CABALLERO J.M. and L. SAENZ. 1983. Biological control of citrus blackfly (Homoptera: Aleyrodidae) in Texas. Environmental Entomology, 12: 782-786.
- VARELA FUENTES, S.E.; SILVA AGUIRRE, G.L. y N.M. SVETLANA. 2006. Enemigos naturales de la mosca prieta de los cítricos (*Aleurocanthus woglumi* Ashby) en Tamaulipas. x Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. pag. 39-40.
- VARELA FUENTES, S.E.; SILVA AGUIRRE G.L. y S.N. MYARTSEVA. 2007. Manual para el manejo de la mosca prieta de los cítricos y sus parasitoides en el noroeste de México y la Región Huasteca. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas.



CAPÍTULO 4

Frutales de pepita

Pseudococcus viburni Signoret (Cochinilla harinosa)

Garrido, S.; Cichón, L.; Lago, J. y D. Vera

- 58 *Introducción*
- 58 *Nombre de la plaga y sinonimias*
- 58 *Hospedantes*
- 58 *Distribución en el país*
- 59 *Distribución en otros países*
- 59 *Daños e importancia económica*
- 59 *Identificación morfológica*
- 60 *Ciclo biológico y desarrollo estacional*
- 61 *Monitoreo*
- 61 *Cinta adhesiva bifaz*
- 61 *Fajas de cartón corrugado*
- 62 *Trampas de feromona sexual de *P. viburni**
- 63 *Arrastre por lavado*
- 63 *Tratamientos cuarentenarios y/o de mitigación de *P. viburni* para la exportación de frutas frescas con destino a México*
- 64 *1-Plan de trabajo para la exportación de manzanas y peras de Argentina bajo un enfoque de sistemas (SMR).*
- 64 *2-TFO (cuarentena de fruta fresca en frío a °C durante 42 días)*
- 64 *Fumigación con fosfina*
- 66 *Tratamiento en frío*
- 66 *Identificación de especies de cochinillas harinosas mediante técnicas moleculares*
- 67 *Control biológico*
- 68 *Control químico*
- 69 *Momentos oportunos de control*
- 70 *Bibliografía*

Introducción

Las cochinillas harinosas, también llamados chanchitos blancos o piojos harinosos, o en inglés “obscure mealybug” (Hemiptera: Pseudococcidae) son insectos fitófagos presentes en los frutales de pepita del Alto Valle de Río Negro y Neuquén (Foto 32) (Cichón *et al.*, 2011a). Esta familia cuenta con numerosas especies cosmopolitas; algunas, plagas de la agricultura, que afectan distintas partes de la planta y otras, con capacidad de transmitir diferentes virosis (Granara de Willink, 2004).

En la zona productora del Alto Valle de Río Negro y Neuquén se hallaron cinco especies pertenecientes a la familia Pseudococcidae: *Pseudococcus eriocerei* Williams, *Pseudococcus sorghiellus* (Forbes), *Phenacoccus peruvianus* Granara de Willink, *Pseudococcus maritimus* (Ehrhorn) y *Pseudococcus viburni*. Las mismas se encontraron sobre manzanos, perales, nogales y arbolado urbano (Granara de Willink *et al.*, 2011).

Se consideran plagas secundarias, sin embargo, es su estatus cuarentenario el que reviste mayor importancia, como ocurre con la especie *Pseudococcus viburni* (Signoret). Su detección en un lote con destino a países importadores de fruta fresca argentina como el de México, aun en estados inmaduros, implica su rechazo (Cichón *et al.*, 2009). A este inconveniente, se le suma la gran semejanza morfológica entre las diferentes especies y la capacidad de coexistir en un mismo hospedante (Granara de Willink *et al.*, 2011).

Nombre de la plaga y sinonimias

Pseudococcus viburni Signoret (Hemiptera: Pseudococcidae). Esta especie pertenece a la familia Pseudococcidae del orden Hemiptera (*Sensu stricto*, anteriormente Homóptera). El género *Pseudococcus* Westwood (del griego, *Pseudo*= falso y *Kokkos* = semilla), abarca numerosas especies, todas fitófagas, muy similares morfológicamente. La especie *P. viburni* al igual que su género, sufrió varias sinonimias a lo largo de los años, las cuales se detallan a continuación (Ben-Dov, 2012):

Dactylopius indicus Signoret, 1875
Dactylopius viburni Signoret, 1875
Dactylopius affinis Maskell, 1894
Pseudococcus viburni Fernald, 1903
Pseudococcus affinis Fernald, 1903
Pseudococcus obscurus Essig, 1909
Pseudococcus capensis Brain, 1912
Pseudococcus nicotianae Leonardi, 1913
Pseudococcus longispinus latipes Green, 1917
Pseudococcus fathyi Bodenheimer, 1944
Pseudococcus malacearum Ferris, 1950
Pseudococcus affinis Ben-Dov, 1994
Pseudococcus indicus Ben-Dov, 1994
Pseudococcus viburni Ben-Dov, 1994
Pseudococcus viburni Uygun *et al.*, 1998
Pseudococcus viburni Ripa & Rojas, 2008

Hospedantes

En Argentina, la especie *P. viburni* fue hallada en diversos cultivos como alfalfa, soja, acelga y otras especies ornamentales. Mas tarde se halló sobre distintas variedades de perales, vid, membrillero, frutales de carozo, manzano, especies forestales, malezas y nogales comerciales (*Junglans regia* cv. Chandler) (Dapoto *et al.*, 1996; Granara de Willink, 2004; Giganti *et al.*; 2007; Cichón *et al.*, 2009; Granara de Willink *et al.*, 2011).

Distribución en el país

P. viburni fue hallada por vez primera en Argentina sobre *Glycine max* y *Laurus cerosus* (Dapoto *et al.*, 2011; Ben-Dov, 2012). Luego de su detección sobre perales de la ciudad de Allen (Río Negro), la especie fue hallada en localidades cercanas, como Cipolletti, Ing. Huergo, Campo Grande, Cinco Saltos y Cervantes y las localidades de San Patricio del Chañar y Centenario de la provincia de Neuquén (Dapoto *et al.*, 2011). La presencia de esta especie también fue registrada en la localidad de Choele Choel en el Valle Medio del río Negro, donde se encontraron ejemplares sobre nogales (Cichón *et al.*, 2009; Granara de Willink *et al.*, 2011).

Distribución en otros países

Debido a su carácter cosmopolita, *P. viburni* ha sido hallada en diversos lugares del mundo, asociada a diferentes hospedantes. Se enumeran a continuación, algunos países en los cuales la especie ha sido asociada a cultivos agrícolas y frutícolas (Ben-Dov, 2012):

Región Afrotropical: Sud África

Región Australiana: región sur, región este.

Región Neártica: Canadá, México, EEUU: Washington, Oregon, Utah.

Región Neotropical: Bolivia, Brasil, Chile; Uruguay, Venezuela, Cuba.

Región Oriental: Indonesia, Filipinas.

Región Paleártica: Francia, Alemania, Hungría, Italia.

Del listado anterior es importante destacar la presencia de *P. viburni* en México (región Neártica). Esta especie fue citada en dicho país por Gimpel & Miller en 1996 y actualmente se lista en el catálogo de Pseudococcidos del USDA (Ben-Dov, 2012). A pesar de ello, México, considera a esta especie plaga cuarentenaria, por lo cual exige en sus protocolos de exportación, que los lotes de fruta fresca importada estén libres de *P. viburni*. Esto implica un gran esfuerzo para los países exportadores, ya que deben cumplir con exigentes programas de mitigación de riesgo y/o sistemas cuarentenarios de altos costos para los países productores.

Daños e importancia económica

La alimentación directa de *P. viburni* no produce un daño económico directo a las plantas (Giganti *et al.*, 2007) pero afecta la calidad de la fruta por depósito de melado con posterior presencia de fumaginas y hormigas. La presencia de estas últimas impide la acción de los enemigos naturales, produciéndose verdaderas simbiosis hormigas-cochinillas (Wagner *et al.*, 2004; González, 2006).

Las cochinillas harinosas se alimentan directamente del floema de las plantas en la parte aérea (ramas, hojas, frutos, etc.), produciendo un debilitamiento de la planta por la succión de savia (Wagner *et al.*, 2004). Su im-

plicancia en la transmisión de los virus no ha sido comprobada aún en los frutales del Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Cuando los frutos están desarrollados las ninfas y las hembras adultas se ubican debajo de los sépalos o, menos frecuentemente, en la base del pedúnculo o en el lugar de contacto con otro fruto (Giganti *et al.*, 2007). Sin embargo, los estados móviles de la plaga, pueden ingresar hacia zonas más crípticas del fruto como la carpelar, sobre todo en aquellas variedades de peras y manzanas de cáliz abierto (Beurré D'Anjou, Red Delicious, etc.) (Foto 33).

En ataques intensos, al igual que lo que ocurre con el daño de pulgón negro o psílido del peral, la planta reacciona particularmente a nivel de la epidermis del fruto, observándose pequeñas manchas necróticas de color negro en el área afectada.

La importancia de las cochinillas también se debe a algunos aspectos de su comportamiento que dificultan su control. Entre éstos se encuentran, el largo período de incubación de los huevos, la escasa actividad alimentaria de los estados juveniles y la natural tolerancia que el insecto ofrece a las aplicaciones de insecticidas ya sea por su hábito críptico o por la protección cerosa que recubre los estados móviles y las masas de huevos (González *et al.*, 2001).

Sin embargo, la importancia económica de las cochinillas harinosas no se debe al daño directo y/o a las dificultades para su manejo sanitario, como se mencionó anteriormente, sino al estatus cuarentenario de algunas especies en países importadores de frutas frescas argentinas.

Identificación morfológica

P. viburni es una especie de gran dimorfismo sexual, con metamorfosis incompleta propiamente dicha en hembras. De los huevos emergen ninfas (estadios I, II y III) que se desarrollan hasta llegar a la hembra adulta. En los machos, en lugar de continuar el desarrollo de ninfa II a III, éstas se transforman en prepupas y luego en pseudopupas envueltas en capullos, de los cuales emergen los machos alados.

Hembra adulta. Áptera. Cuerpo de color rosado, ovoide, de 3-4 mm de longitud, sin banda dorsal oscura, recubierto totalmente por una secreción cerosa pulverulenta blanca, que otorga al cuerpo un color blanco grisáceo (Foto 34). Posee 17 pares de filamentos laterales cortos, bien definidos. Los filamentos caudales tienen un largo que puede ser igual o menor a la mitad del cuerpo. Las secreciones ostiolares, comunes en los pseudococcidos, son producidas en forma de gota junto al cuerpo de las hembras, cuando éstas son molestadas. Estas secreciones presentan diferentes colores dependiendo de la especie. En *P. viburni*, esta secreción ostiolar es de color blanco perlada (González *et al.*, 2001; González & Volosky, 2004; Wagner *et al.*, 2004; Mercadal Valenzuela, 2008).

Huevos. Se ubican dentro de sacos ovígeros y constituyen la forma invernante de esta especie ovípara. Son de color amarillo anaranjado-salmón, de entre 0,8-1mm, ovoides, colocados de 300-400 unidades junto a la hembra (Foto 35). Antes de comenzar el proceso de ovipostura, la hembra emite numerosos y finos filamentos de cera que se van acumulando en el extremo caudal de su cuerpo. Durante el proceso de ovipostura esta deja de alimentarse, se retrae progresivamente, hasta quedar reducida en tamaño y posteriormente morir (Cichón *et al.*, 1996; González *et al.*, 2001; González & Volosky, 2004; Mercadal Valenzuela, 2008).

Ninfas. Las ninfas migratorias de primer estadio o “*crawlers*” son pequeñas de 1 mm de longitud (Dapoto *et al.*, 2011), con tres pares de patas, de color amarillo a rosado y no poseen la cerosidad característica de los adultos (Foto 36). El 2° y 3° estadio ninfal de las hembras también son móviles, son más parecidas a las hembras adultas, diferenciándose por el tamaño y madurez sexual (Cichón *et al.*, 1996; González *et al.*, 2001; González & Volosky, 2004; Mercadal Valenzuela, 2008). Como se mencionó anteriormente, en los machos hay sólo dos estadios ninfales, que

luego se transforman en prepupas y pseudopupas o pupoides, antes de la emergencia del macho adulto.

Macho adulto. Alados. Notablemente más pequeños que las hembras, con escasa cera en el cuerpo. Poseen tres partes bien diferenciadas: cabeza, tórax y abdomen. Las antenas están formadas por 10 antenitos, y no presentan aparato bucal. Las alas del primer par son membranosas de venación simple y las del segundo par se encuentran transformadas en hámulo-halterios. El noveno segmento abdominal presenta la genitalia con un estuche penial, que se observa como dos apéndices característicos de forma más o menos triangular (Foto 37). No se alimentan y viven unos pocos días, tiempo en el que fecundan a las hembras (Granara de Willink, 1990; Wagner *et al.*, 2004; Rojas, 2005; Granara de Willink, 2006).

Ciclo biológico y desarrollo estacional

P. viburni es una especie de hábitos gregarios, localizándose en los lugares más protegidos de la planta huésped, invernando al estado de huevo. Como se mencionó anteriormente, de los huevos emergen ninfas (estadios I, II). En el caso de las hembras, las ninfas II mudan a ninfas III, las cuales se desarrollan hasta llegar al estado adulto. En los machos, luego del estadio de ninfa II, se transforman en prepupas y luego en pseudopupas, recubiertas por capullos, de las cuales emergen los adultos.

En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, *P. viburni* cumple con tres generaciones anuales (Giganti *et al.*, 2007), considerándose el movimiento de las ninfas I, luego de la invernación, el inicio de la 1° generación y los movimientos de las ninfas I como el inicio de cada generación.

- 1° *generación*. Según las condiciones ambientales, las ninfas móviles de la primera generación o “*crawler*” inician su actividad entre agosto y septiembre, permanecen antes de migrar unos días en los sacos ovígeros y luego ascienden a la base de los pecíolos, ramas y brotes tiernos (Cichón *et al.*, 2009). Esta migración ocurriría hasta la caída de pétalos, momento a partir del cual se fijan para alimentarse de la savia de la planta (Cichón *et al.*, 1996). La aparición de adultos y las primeras cópulas se producen durante todo el mes de octubre.
- 2° *generación*. Las ninfas móviles de la 2° generación inician su migración en noviembre, otra vez hacia la corteza del tronco y ramas principales, donde se desarrollan hasta adultos y copulan durante la mayoría del mes de diciembre.
- 3° *generación*. Los huevos colocados por los adultos de 2° generación, en diciembre-enero, dan origen a las ninfas de la última generación durante casi todo el mes de enero, las cuales se desarrollan hasta adulto, copulan y desovan a partir de la mitad de febrero, siendo este el estado invernante de la plaga.

En febrero, durante la cosecha de algunas variedades de peras y manzanas, las colonias están formadas por hembras adultas, distintos estados ninfales y masas de huevos, en la zona del cáliz de los frutos (Giganti *et al.*, 2007).

Monitoreo

Existen distintos tipos de monitoreo de cochinillas harinosas y/o herramientas de detección de la plaga. Sin embargo, cuando se trata de *P. viburni*, al ser una plaga cuarentenaria, no se consideran umbrales de daño económico (UDE), su presencia, es suficiente para determinar una acción de control.

Las técnicas de monitoreo evaluadas en la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, se describen a continuación:

Cinta adhesiva bifaz. Esta técnica permite detectar el movimiento de la especie y la efi-

ciencia de los tratamientos, siendo poco eficiente para determinar densidad poblacional. Consiste en colocar una cinta adhesiva bifaz sobre dardos y ramilletes de las plantas, un poco antes de la brotación, las cuales se retiran y colocan nuevas una vez por semana (Foto 38). Las cintas colectadas se transportan hasta el laboratorio o lugar adecuado para observarlas con lupa estereoscópica o de 20 aumentos como mínimo, donde se observa 1 centímetro de cinta, contabilizándose las ninfas migratorias adheridas a la misma.

Hasta el momento, y en las condiciones agroclimáticas de la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, la información que brinda esta técnica, fue poco precisa debido entre otras cosas, al polvo que se deposita sobre su superficie, a causa de los fuertes vientos predominantes en la región sobre todo en primavera-verano (INTA-GTZ, 1999). Además existen distintas calidades de cintas disponibles comercialmente que afectan la adherencia de las ninfas móviles.

Fajas de cartón corrugado. Esta técnica permite conocer los hábitos migratorios y sitios de agregación de las cochinillas (González & Volosky, 2004). Se deben colocar alrededor de 20 fajas de cartón corrugado por cuadro/hectárea, ubicándose las mismas en ramas madres de más de tres años o en la base del tronco, en forma simple, con la parte acanalada sobre el tronco (Castro Da Costa, 2010). Con el objetivo de generar savia y aumentar la atracción de las cochinillas hacia dichas trampas, se puede efectuar una incisión de 2 cm de largo y 2 mm de profundidad sobre el tronco inmediatamente antes de colocar los cartones corrugados (Castro de Costa, 2010; Cichón & Garrido, 2010; Wagner *et al.*, 2004).

Para la colecta de cochinillas harinosas, los cartones corrugados colocados en forma simple han demostrado capturar más cochinillas que los colocados en forma doble, como se realiza para la colecta de larvas de *Cydia pomonella*. En este último caso, la faja de cartón corrugado se

dobra a la mitad, de modo que la parte acanalada del cartón queda al medio y la parte lisa quedan sobre el tronco. Sin embargo, dado que colocadas en forma doble captura también larvas de carpocapsa, se recomienda usar estas últimas como método de captura de doble propósito: cochinillas y carpocapsa (Foto 39 a y b).

Se recomienda su colocación a inicio del mes de febrero para extraerse durante el mes de junio y observar la presencia/ ausencia de cualquiera de los estados de la especie y sus enemigos naturales. Esto permitirá ajustar los planes sanitarios para la temporada siguiente.

En la región de la norpatagonia, este método no ha sido eficiente para determinar los momentos oportunos de control de la plaga.

Trampas de feromona sexual de P. viburni. La síntesis química de la feromona sexual de las hembras de *P. viburni*, un monoterprenoide (Millar & Midland, 2007) permite disponer de una nueva herramienta para

el monitoreo de la plaga en forma específica. Aunque en la actualidad se encuentra bajo registro en la Argentina, desde el año 2009, el INTA – EEA Alto Valle dispone de cebos OMB con trampas Pherocon® V Trap (Trece Inc. CA) para uso experimental. Estos cebos, contienen 0,25 mg de (2,3,4,4-tetramethylcyclopentyl) methyl acetate, se cambian cada 30 días y se ubican en el extremo superior de la trampa. Las mismas son de color blanco, y están recubiertas por un material adhesivo. Tiene una superficie de 203 cm², con una cuadrícula de 120 cuadrados de 1,69 cm² cada uno para facilitar su lectura (Foto 40).

Las trampas resultaron muy eficaces como herramienta de monitoreo lográndose asociar las curvas de vuelos con el desarrollo estacional de la plaga, como puede observarse en la figura 4.1.

Este tipo de curvas es muy útil además, para determinar los momentos oportunos de control en base a la densidad poblacional.

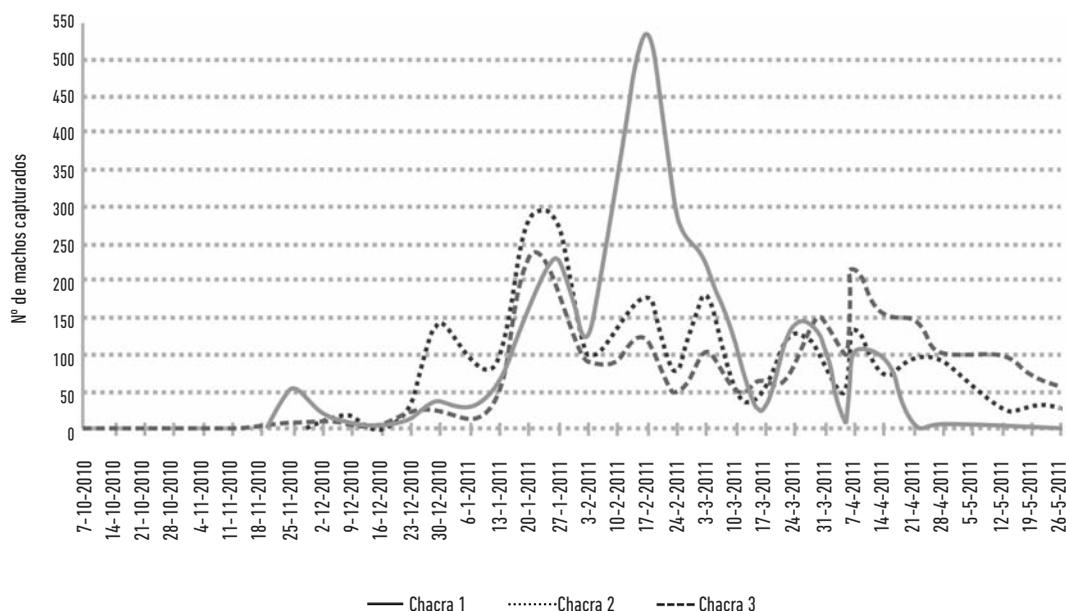


Figura 4.1. Capturas de machos de *P. viburni* en trampas de feromona sexual en montes de frutales de pépita del Alto Valle de Río Negro y Neuquén. Temporada 2010-2011.

Arrastre por lavado. Este método, empleado específicamente para tareas de investigación, permite detectar ninfas de 1º estadio y huevos. Consiste en coleccionar hojas u otras estructuras vegetales, y filtrarlas con agua jabonosa por tamices específicos (Castro Da Costa, 2010). Se realiza en laboratorio, y requiere de protocolos específicos para cada especie y cultivo hospedante.

Tratamientos cuarentenarios y/o de mitigación de *P. viburni* para la exportación de frutas frescas con destino a México

Desde la apertura del mercado mexicano en 1999, el volumen exportado partió de 30.557 cajas con una tendencia en aumento progresivo y sostenido, hasta superar el millón en el 2007, momento en el cual la exportación decae abruptamente debido a la detección de *P. viburni*, en las inspecciones de frutas para exportación (Fig. 4.2). Dicha especie estaba declarada de interés cuarentenario por dicho país (Copexeu, 2013).

A pesar de esta problemática, Argentina exportó a México en 2011, 6.637,06 toneladas de peras. Este es el segundo país importador de peras argentinas, luego de Estados Unidos, dentro del mercado americano. Este último ocupa el tercer lugar mundial, siendo los primeros puestos para los mercados europeo y el Mercosur (Brasil principalmente) (SENASA, 2012).

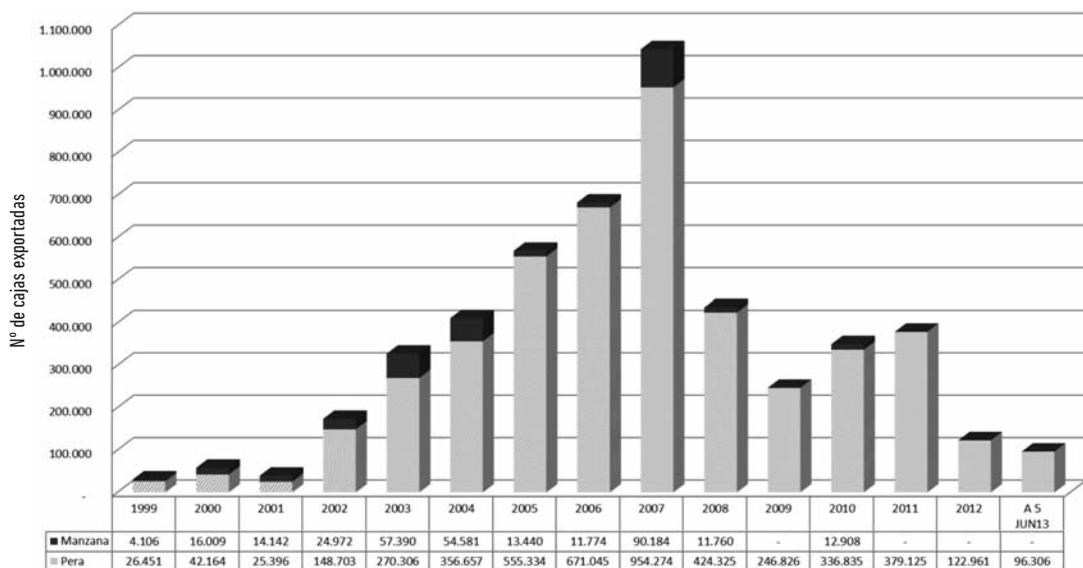


Figura 4.2. Exportación a México de peras y manzanas argentinas en cajas (Por gentileza y autorización de Copexeu).

Las exportaciones a México deben cumplir con determinados requisitos que se encuentran enmarcados en dos planes de trabajo o procedimientos que se desarrollan a continuación.

1- *Plan de trabajo para la exportación de manzanas y peras de Argentina, bajo un enfoque de sistemas (SMR)*. Este sistema prevé inspecciones conjunta entre autoridades del SENASA y México de las UMI's (Unidad Mínima de Identificación) a exportar, durante las etapas de campo y empaque.

Ante una primera detección de cualquier estado vivo de plaga cuarentenaria (Fig. 4.3) (*Cydia molesta*, *Ceratitis capitata*, *Anastrepha fraterculus* o *P. viburni*), se rechaza la UMI/variedad para su exportación inmediata, y se la deriva a la otra medida de mitigación que es el tratamiento cuarentenario de frío (TFO). Luego de esta etapa, si se produce una nueva detección finalmente el lote es rechazado, en caso contrario, está en condiciones de exportarse.

2- TFO (*cuarentena de fruta fresca en frío a 0°C durante 42 días*). En este caso, la fruta con destino a México, no pasa por inspecciones previas de campo, empaque, etc., sino que se cumple con la cuarentena directamente en frío antes de su envío. Luego de finalizada la cuarentena se inspecciona el lote y en caso de detectarse una plaga cuarentenaria viva, la cámara es rechazada.

El tratamiento de fosfina es solamente para cuando se encuentra *P. viburni* en el plan de trabajo bajo enfoque de SMR. Si bien el uso de fosfina está autorizado en el Plan de Trabajo, el cual es firmado por las dos Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitarias de México y Argentina, al momento de su utilización, México exige a la Argentina un Procedimiento Operativo de Aplicación del Tratamiento. Este fue desarrollado y entregado pero aún falta aprobar por la DGSV de SENASICA. Por lo que en la actualidad solo se realizan los tratamientos de TFO (Rossi, *com. personal*).

Fumigación con fosfina

El uso de la fosfina principalmente para control de plagas de granos almacenados es conocido hace bastante tiempo en Argentina y es además utilizado en otros países como método cuarentenario para el tratamiento de fruta de exportación. En estos casos las fumigaciones con fosfina se encuentran enmarcadas en protocolos de exportación entre los países involucrados, como es el caso del intercambio comercial de Chile con México e Irán.

El gas fosfina (PH_3) es conocido desde hace más de 70 años por su eficacia en el control de insectos, y su rápida degradación en el ambiente (Horn & Horn, 2009).

En el año 2008-2009, el INTA – EEA Alto Valle, comenzó a evaluar la efectividad de la fosfina, sobre huevos de *P. viburni*, que es el estado más resistente de la plaga (Foto 41). El análisis se realizó a 0°C, sobre peras D'Anjou a diferentes tiempos de exposición, resultando las combinaciones, 1000 ppm-24 hs; 1000 ppm-48 hs y 1000 ppm-72 hs, efectivas como métodos de mitigación de riesgo (Cichón *et al.*, 2011b).

El plan de trabajo Argentina-México para la exportación de peras y manzanas con destino a México, establece que lotes con presencia de *P. viburni*, pueden someterse a fumigación con fosfina, siendo la concentración mínima autorizada de 1000 ppm, durante 24 horas, con una temperatura de pulpa de 0°C. La otra alternativa propuesta en el plan de trabajo, indica que se puede disminuir el tiempo de exposición a 6 hs, subiendo la temperatura de pulpa a 16°C.

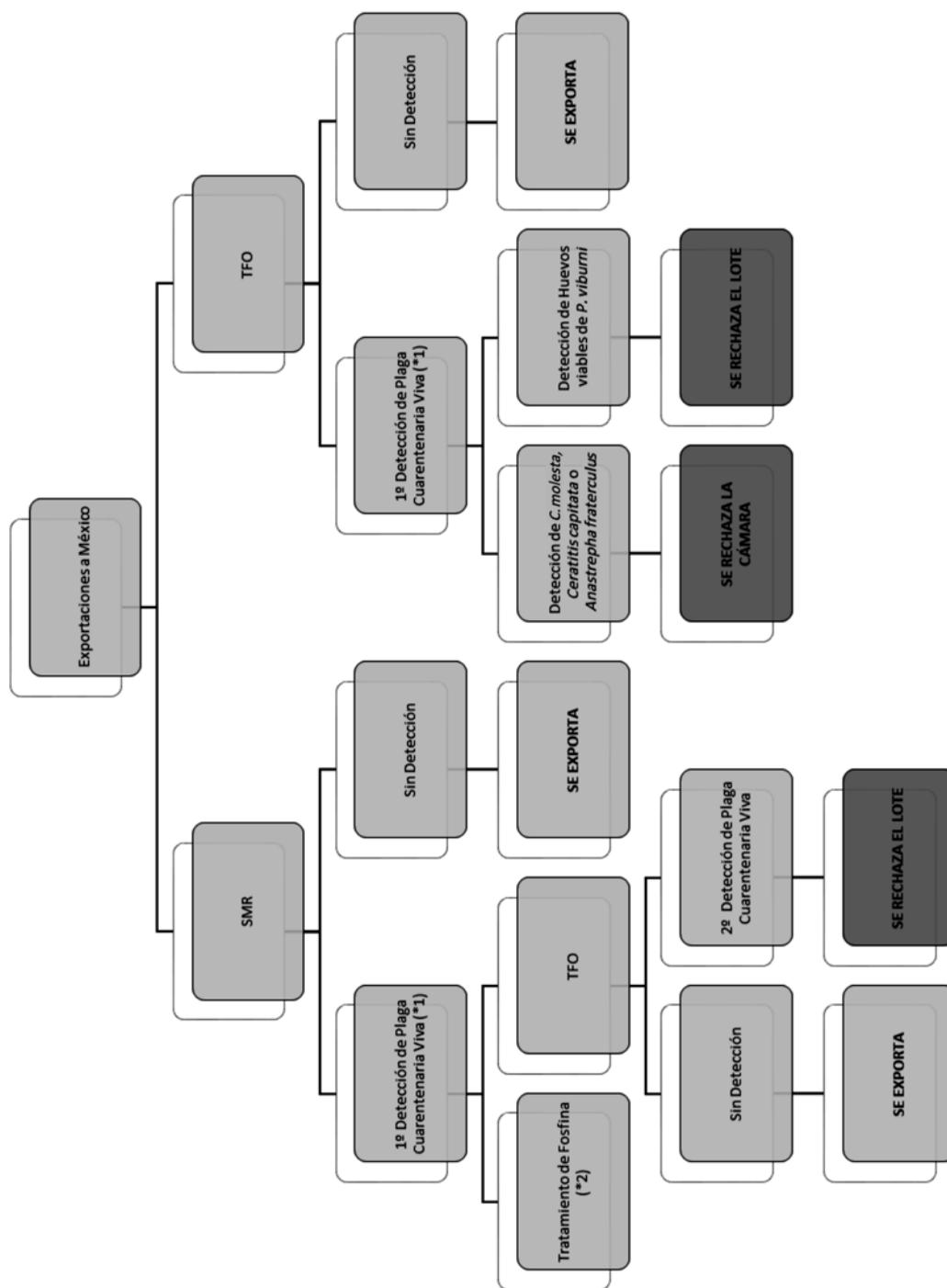


Figura 4.3. Protocolo para exportación de fruta fresca argentina con destino a México.

Ref: (*1) Plaga Cuarentenaria Viva: *Pseudococcus viburni*, *Cydia molesta*, *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitidis capitata*.

(*2) Procedimiento operativo desarrollado y entregado, falta aprobar por las autoridades mexicanas.

SMR: Sistema de Mitigación de riesgo bajo un enfoque de sistemas.

TFO: Tratamiento cuarentenario de frío.

UMIS: Unidad mínima de identificación para la exportación. Lote: Puede estar conformado por hasta 25 UMIS. Cá-

mara: Puede estar conformada por más de un lote, y es el espacio físico en el cual se lleva a cabo la cuarentena.

Tratamiento en frío

El tratamiento cuarentenario de frío por 42 días a 0°C es una medida fitosanitaria utilizada para mitigar el riesgo de presencia de *C. molesta* y *P. viburni* en fruta fresca de peras argentinas con destino a mercados importadores como el de México. A pesar de esta práctica, se realizan un número elevado de rechazos durante las fiscalizaciones aduaneras por presencia de ovoposiciones viables. Hoy & Whiting (1997) determinaron que la cuarentena de frío controla efectivamente ninfas y hembras adultas de *P. viburni* sin especificar el efecto sobre los huevos. Esta información es fundamental debido a que al momento de cosecha de las cultivares B. D'Anjou y Pac-kham's en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén se encuentran presentes todos los estados de desarrollo (Cichón *et al.*, 2010).

En este sentido, el INTA - EEA Alto Valle, evaluó el efecto del frío sobre huevos de *P. viburni*, a diferentes tiempos de exposición (Foto 42 a y b). Los resultados obtenidos demostraron que la exposición del estado más resistentes (huevo) de *P. viburni*, expuesto a 0°C por 42 días, asegura una eficacia del control del 97,05% para un 95% de confianza. De esta manera se concluyó que el tratamiento de frío es una herramienta eficiente como método de mitigación de riesgo de *P. viburni* para los mercados que poseen esta especie en los listados de plagas cuarentenarias (Cichón *et al.*, 2010).

Estos resultados avalan el plan de trabajo para la exportación de peras y manzanas con destino a México, que contempla que los lotes con primera detección de la plaga *P. viburni* viva, deben ser sometidos a 42 días continuos a 0,0°C +/- 0,5, siguiendo los requisitos establecidos en el plan de trabajo de tratamiento cuarentenario en frío (SENASA, 2012).

Identificación de especies de cochinillas harinosas mediante técnicas moleculares

Como se mencionó anteriormente, la detección de *P. viburni* durante la fiscalización aduanera, aún en los estados inmaduros, provoca rechazos en la exportación a algunos países importadores como el de México.

Para la identificación de especies de Cócidos y Pseudococcidos, existen varios métodos, que incluyen realizar preparaciones microscópicas. Estos métodos pueden variar, según especie de cochinilla de la cual se trate, sin embargo, todos requieren de varios pasos, que pueden demandar hasta 15 días (Mier-Durante & Pérez Hidalgo, 2004).

Este hecho genera inconvenientes durante el proceso de exportación de frutas frescas, por ello es fundamental disminuir los tiempos de identificación de especie sobre todo, las de importancia cuarentenaria.

En este sentido, el INTA - EEA Alto Valle, trabajó en la determinación específica de *P. viburni*, mediante técnicas moleculares, la determinación de los umbrales de detección (Foto 43) y un método rápido de extracción de ADN (Vera *et al.*, 2012).

El proceso de identificación mediante esta técnica fue de 48 horas, siendo el límite mínimo para la detección (cantidad mínima de individuos por muestra necesaria para que el método funcione) de un huevo, ninfa o adulto. Con el método evaluado, es posible identificar cualquiera de las siguientes especies: *P. viburni*, *P. calceriolae*, *P. similans* y *P. longispinus*. Sin embargo, en los muestreos realizados en frutas de pepita de la Norpatagonia solamente se detectó la presencia de *P. viburni* (Vera *et al.*, 2012).

Control biológico

En la actualidad es fundamental disponer de herramientas alternativas y/o complementarias de control como es el uso de enemigos naturales. En la región del Alto Valle de Río Negro, la posibilidad de usar bioinsumos importados para el control biológico de plagas, está limitada por tratarse de especies exóticas que requieren de diversos trámites de aprobación y cuarentena del material para ser introducidos al país (Aquino *et al.*, 2011).

En este sentido, el INTA – EEA Alto Valle en conjunto con la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, Centro de Diagnóstico de Plagas Vegetales de California (EEUU) y la Universidad Complutense de Madrid (España) trabajaron en la búsqueda e identificación de enemigos naturales autóctonos de *P. viburni*.

Se halló por primera vez para la zona del Alto Valle de Río Negro, *Acerophagus griseus* (De Santis, 1947) (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitando naturalmente a *P. viburni* en montes de manejo de plagas convencional y orgánico (Foto 44). Este hecho, permitió inferir que la especie no es directamente afectada por los insecticidas utilizados actualmente. Esta característica le otorga una ventaja adaptativa a *A. griseus* respecto de otras especies exóticas que no sólo deben cumplimentar con los tiempos cuarentenarios para su importación, según requieren las normas de importación de enemigos naturales, sino que además deben adaptarse a las características de los agroecosistemas locales (Aquino *et al.*, 2011).

Entre los depredadores hallados se identificó una especie de mosca *Leucopis (Xenoleucopis) cilifemur* Malloch, 1933 (Diptera: Chamameyiidae) cuyas larvas se alimentan de huevos de *P. viburni* (Foto 45). Esta especie solo se encontró en ambientes urbanos y sin intervención de insecticidas, lo que indicaría cierta sensibilidad de la especie al uso de los mismos y a las bajas temperaturas que se observan en los ambientes rurales. Sin embargo, su importancia no debe ser desestimada y por el contrario debiera ser favorecida mediante técnicas de manejo que aseguren preservar

esos sitios como reservorios naturales de la especie (Garrido *et al.*, 2013).

Se implementaron además técnicas de manejo del hábitat integradas a técnicas de control biológico inundativo en el que se liberaron huevos de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) (Foto 46) en montes de producción orgánica y convencional de perales. En estos sitios se aplicaron suplementos alimenticios al follaje con el fin de retener y atraer las especies liberadas (Foto 47). Curiosamente, en el estudio se detectaron dos especies diferentes de Hemerobidae: *Hemerobius bolivari* Banks, 1910 y *Nemerobius cuspidatus* Oswald, 1990, en un número nunca hallado hasta el momento, lo cual permite inferir que el suplemento aplicado al follaje sirvió como atrayente para estas especies (datos aun no publicados). Posteriormente, los adultos recolectados fueron alimentados en condiciones de laboratorio con huevos de *P. viburni*, dieta que les permitió copular y desovar exitosamente.

El control biológico de chanchitos blancos mediante parasitoides, depredadores y hongos entomopatógenos está bastante desarrollado en Chile, existiendo en la actualidad varias empresas que comercializan Encyrtidae, Chrysopidae, Hemerobidae, Coccinellidae y hongos entomopatógenos en presentaciones comerciales que facilitan su liberación y aplicación en huertos comerciales.

Si bien es este el camino a seguir para la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, es fundamental realizar los máximos esfuerzos por identificar enemigos naturales autóctonos, criarlos masivamente y evaluar su eficacia, para disminuir al mínimo posible la introducción de especies exóticas. La importación de enemigos naturales, en el caso del control de plagas secundarias como la cochinilla harinosa, se vería afectada por el periodo de adaptación que estas especies deberían realizar a los agroecosistemas locales, pero sobre todo por el riesgo de introducción de organismos indeseables que toda importación puede acarrear, mas allá de que se cumplan con los requisitos de cuarentena obligatorio.

La importación de enemigos naturales debiera reservarse solamente para el control de plagas claves y exóticas, como es el caso de *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) en frutales de pepita. El carácter exótico de esta especie, implica que los enemigos naturales más eficientes, deberían encontrarse en los sitios de origen de la misma. Por este motivo, en estos casos la importación es justificada.

Control químico

Hasta el 2008, en la región del Alto Valle no se realizaban aplicaciones específicas para el control de *P. viburni*. La necesidad de cumplir con las exigencias impuestas por el mercado mejicano determinó que rápidamente se llevaran a cabo estudios para establecer los momentos oportunos de control de la plaga y la eficacia de los insecticidas disponibles comercialmente en la región (Cichón *et al.*, 2009).

En la tabla 4.1 se presentan los insecticidas estudiados que mostraron una buena eficacia de control de cochinilla harinosa.

Tabla 4.1. Insecticidas evaluados para el control de *P. viburni* en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Producto Comercial	Principio activo	Concentración	Clasificación química Modo de acción
Dimetoato EC + Aceite de verano	dimetoato	100 cc/hl + 1%	Organofosforado Inhibidor de la AchE
Lupara EW + Aceite de verano	mercaptotion	250 cc/hl + 1%	Organofosforado Inhibidor de la AchE
Lorsban 75WG + Aceite de verano	clorpirifos	75-85 g/hl + 1%	Organofosforado Inhibidor de la AchE
Supracid EC.+ Silwet	metidation	100 cc/hl + 20 cc/hl	Organofosforado Inhibidor de la AchE
Assail 70% WP + Silwet	acetamiprid	5 g/hl + 20 cc/hl	Neonicotinoide Agonista receptor de AchE
Calypto 48SC + Silwet	tiacloprid	30 cc/hl + 20 cc/hl	Neonicotinoide Agonista receptor de AchE
Voliam Flexi (10+20) SC	clorantraniliprole + tiametoxan	35 cc/hl	Diamida antranilica + neonicotinoide Modulador de los receptores de ryandine + Agonista receptor de AchE
Esteem 10EC + Silwet	pyriproxifen	30 cc/hl + 20 cc/hl	Juvenoide Mimetizador de la hormona juvenil
Confidor OD20%	imidacloprid	100 cc/hl	Neonicotinoide Agonista receptor de AchE
Movento 150 OD	spirotetramat	70 cc/hl	Derivados de los ácidos tetrónico y tetrámico Inhibidores de la síntesis lipídica
Lannate 90 Methomex 90	metomil	40-60 cc/hl	Carbámico Inhibidor de la acetil colinestrasa (AchE)

(*) Se debe prestar mucha atención al insecticida a utilizar, ya que muy pocos tienen registro completo para la plaga (cochinilla harinosa) y el cultivo (manzano y peral).

Momentos oportunos de control

Para determinar los momentos oportunos de control, se eligió el insecticida que demostró mejor acción biocida (acetamiprid 3,5 g/hl, con el agregado de Silwet a 20 cc/hl) y se lo aplicó en cuatro momentos diferentes cubriendo el desarrollo de la primera y segunda generación de ninfas. Los tratamientos correspondieron a distintas combinaciones de los 4 momentos de aplicación determinados (Tabla 4.2). El objetivo era disminuir la densidad poblacional durante la primera etapa vegetativa del cultivo para arribar a cosecha con una mínima o nula cantidad de residuos de plaguicidas en frutos (concentraciones inferiores a la correspondiente a los tiempos de carencia). Los resultados demostraron que las aplicaciones más eficaces fueron las realizadas

a muñeca separada o caída de pétalos y la aplicación de primera semana de diciembre (Cichón *et al.*, 2011a; Cichón & Garrido, 2012b).

Para finalizar, la estrategia a implementarse para el control de *P. viburni* se deberá basar en la aplicación de los insecticidas de mayor eficacia y en los momentos de mayor sensibilidad de la plaga (ninfas, particularmente los primeros estadios durante la primera y segunda generación). Por otra parte, se deberán armonizar las diferentes herramientas de control de manera de cumplir con las exigencias de ausencia de frutos con plagas cuarentenarias y tolerancias de los diferentes mercados importadores de frutas argentinas, además de ejercer el menor impacto posible sobre el agro-ecosistema frutal.

Tabla 4.2. Momentos oportunos de control de *P. viburni* en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Tratamientos	Momento de aplicación			
	Muñeca separada	Caída de pétalos	Primera semana noviembre	Primera semana diciembre
T1	Aplicación	x	x	x
T2	x	Aplicación	x	x
T3	x	x	Aplicación	x
T4	x	x	x	Aplicación
T5	Aplicación	Aplicación	x	x
T6	x	Aplicación	Aplicación	x
T7	x	x	Aplicación	Aplicación
T8	Aplicación	x	Aplicación	x
T9	Aplicación	x	x	Aplicación
T10	x	Aplicación	x	Aplicación
T11	Aplicación	Aplicación	Aplicación	Aplicación
T12	x	x	x	x

Bibliografía

- AQUINO, D; CICHÓN, L.; GARRIDO, S.; LAGO, J.; AÚN, E. y F. DEHERVE. 2011. Primer registro de *Acerophagus griseus* (De Santis, 1947) (Hymenoptera: Encyrtidae) como parasitoide de *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: Pseudococcidae) en el Alto Valle de Río Negro, Argentina. Rev. Soc. Entomol. Argent. 72 (1-2):35-39.
- BEN-DOV, Y. 2012. ScaleNet, *Pseudococcus viburni*. 18 de junio de 2012. <http://www.sel.barc.usda.gov/catalogs/pseudoco/Pseudococcusviburni.htm>.
- CASTRO DA COSTA, D. 2010. Guía de elementos básicos para el monitoreo y la detección de chanchitos blancos *Pseudococcus viburni* para implementar MIP acorde a los requerimientos BPA. FDF. Fundación para el Desarrollo Frutícola, Santiago de Chile, Chile. 13 pp.
- CICHÓN, L. y S. GARRIDO. 2010. Recomendaciones sobre monitoreo y manejo de *Pseudococcus viburni*. Temporada 2009-2010. www.inta.gov.ar.
- CICHÓN, L. y S. GARRIDO. 2012 a. Implicancias de los cambios en el manejo sanitario de frutales de pepita del Alto Valle. Rev. Fruticultura & Diversificación 67: 8-15.
- CICHÓN, L. y S. GARRIDO. 2012 b. Residuos y tolerancias de insecticidas para el control de plagas de frutales de pepita en el Alto Valle de Valle Río Negro y Neuquén. Temporada 2011-2012. Ediciones INTA - EEA Alto Valle. 4 páginas.
- CICHÓN, L.; GARRIDO, S. y D. FERNÁNDEZ. 2009. Cochinilla Harinosa. Como prepararse para su reconocimiento, monitoreo y control durante la próxima temporada. Avances de la investigación realizada en el INTA Alto Valle. Rev. Fruticultura & Diversificación 60: 24-31.
- CICHÓN L.; GARRIDO, S.; LAGO, J. y E. AÚN. 2011 a. Determinación del impacto de las pulverizaciones de insecticidas en perales sobre el control de *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae). Congreso ASAHO. Buenos Aires 26 al 29 de Setiembre del 2011.
- CICHÓN, L.; DI MASI, S.; FERNÁNDEZ, D.; MAGDALENA, J.; RIAL, E. y M. ROSSINI. 1996. Guía ilustrada para el monitoreo de plagas y enfermedades en frutales de pepita. Ediciones INTA Alto Valle. 74 pp.
- CICHÓN, L.; GARRIDO, S.; GÓMEZ, R.; FERNÁNDEZ, D.; ARGANARAZ, L. y G. GASTAMINZA. 2010. Evaluación del frío como tratamiento de control de *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae) en frutas frescas para la exportación. xxxiii. Congreso Argentino de Horticultura. Rosario, Argentina. 28 de septiembre al 1 de octubre de 2010. Libro de Resúmenes, Pag. 158.
- CICHÓN, L.; GARRIDO, S.; GÓMEZ, R.; FERNÁNDEZ, D.; ARGANARAZ, L. y G. GASTAMINZA. 2011 b. Evaluation of Phosphine Gas as a Quarantine Treatment for Obscure Mealybug for Export Markets. International Pear Symposium. Proceedings of the XI International Pear Symposium. Acta Horticulturae Number 909. Vol. 2: 479-484.
- COPEXEU, 2013. Informe de Exportación a México, temporadas 2007-2013. 6 páginas.
- DAPOTO, G.; GIGANTI, H. y M. BONDONI. 1996. Primera cita de *Pseudococcus affinis* (Homop. Pseudococc) en perales en Argentina. VIII Congreso Latinoamericano de Horticultura. Montevideo, Uruguay, 9 al 12 de diciembre de 1996. Libro de resúmenes, pp 137.
- DAPOTO, G.; OLAVE, A.; BONDONI, M. y H. GIGANTI. 2011. Obscure Mealbug (*Pseudococcus viburni*) in Pear Trees in the Alto Valle of Río Negro and Neuquén, Argentina. International Pear Symposium. Proceedings of the XI International Pear Symposium. Acta Horticulturae Number 909. Vol. 2: 479-484.
- GARRIDO, S.; CICHÓN, L.; LAGO, J. and S. GAIMARI. 2013. First record of *Leucopis* (*Xenoleucopis*) *cilifemur* Malloch (1933) (Diptera: Chamameyiidae) as a predator of *Pseudococcus viburni* Signoret (Hemiptera: Pseudococcidae) in Alto Valle de Río Negro región, Argentina.
- GIGANTI, H.; DAPOTO, G. y J. VERMEULEN. 2007. Manejo Integrado de Plagas de los Frutales de Pepita. En: S Sozzi, G. (ed.). Árboles Frutales. Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 848 p.

- GIMPEL, W.F. and D. R. MILLER. 1996. Systematic analysis of the mealybugs in the *Pseudococcus maritimus* complex (Homoptera: Pseudococcidae). Contributions in Entomology, International 2: 1-163.
- GONZÁLEZ, M. 2006. Cochinilla harinosa de la Vid. Centros de Estudios de Fitofarmacia INTA, Luján de Cuyo. Mendoza. Presentación en power point en Jornada de Sanidad en Vides. INTA - EEA Alto Valle. Julio de 2006.
- GONZÁLEZ, R. y CH. VOLOSKY. 2004. Chanchitos blancos y polilla de la fruta: Problemas cuarentenarios de la fruticultura de exportación. Rev. Frutícola. Vol.25-Nº2.
- GONZÁLEZ, R.; POBLETE, J. y G. BARRÍA. 2001. El chanchito blanco de los frutales en Chile, *Pseudococcus viburni* (Signoret), (Homoptera: Pseudococcidae). Rev. Frutic. Vol.22 (1): 23-27.
- GRANARA DE WILLINK, C. 1990. Conociendo nuestra fauna II. Familia Pseudococcidae. (Homoptera: Coccoidea). Serie Monográfica y Didáctica nº8. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo.
- GRANARA DE WILLINK, C. 2004. Homóptera: Pseudococcidae. En: Cordo, H.A; G. Logarzo; K. Braun & O. Di Dorio (Directores). "Catálogo de Insectos Fitófagos de la Argentina y sus Plantas Asociadas", 379-387 Pág. Sociedad Entomológica Argentina ediciones, Buenos Aires, Argentina.
- GRANARA DE WILLINK, C. 2006. Hemíptera: Coccoidea. Curso de Insectos Fitófagos, Maestría en Entomología. Instituto Miguel Lillo y Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Tucumán.
- GRANARA DE WILLINK, C.; CICHÓN, L.; GARRIDO, S.; AÚN, E. y J. LAGO. 2011. Pseudococcidos asociados a los frutales de pepita del Alto Valle de Río Negro. xxxiv Congreso Argentino de Horticultura ASAHO. Buenos Aires 27 al 30 de Setiembre del 2011.
- HORN, F. y P. HORN. 2009. Avances en fumigación de fruta fresca en poscosecha usando fosfina pura en cilindros con el hds System. Fosfoquim, 3º Edición. 20 pp.
- HOY, L.E. and D.C. WHITING. 1997. Low-Temperature Storage as Postharvest Treatment To Control *Pseudococcus affinis* (Homoptera: Pseudococcidae) on Royal Gala Apples. J. Econ.Entomol. 90 (5): 1377-1381.
- INTA-GTZ. 1999. La Fruticultura en las Provincias de Río Negro y Neuquén. Página 18. En: Fruticultura Moderna. 9 años de Cooperación Técnica. 300 páginas.
- MERCADAL VALENZUELA, F. 2008. Evaluación de un programa de control biológico de *Pseudococcus viburni* (Signoret) en *Vitis vinifera* (Linneo) en el Valle de Casablanca. Tesis de Grado. 59 pp.
- MIER-DURANTE, M.P. y N. PÉREZ HIDALGO. 2004. Hemípteros. Subórdenes Sternorrhyncha; Clypeorrhyncha y Archaeorrhyncha. En: Barrientos, J. (ed). Curso Práctico de Entomología. Manuales de la Universitat Autònoma de Barcelona. 947 pág.
- MILLAR, J. and S. MIDLAND. 2007. Synthesis of the sex pheromone of the obscure mealybug, the first example of a new class of monoterpenoids. Tetrahedron Letters 48, 6377-6379.
- ROJAS, S. 2005. Control biológico de plagas en Chile. Historias y Avances. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile. Impresora y Editora Ograma. 123 p.
- SENASA, 2012 a. Anuario Estadístico 2011 de Egreso de Peras y Manzanas de la Región Protegida Patagónica. Área Técnica Estadística – SENASA-.I de marzo de 2012. www.senasa.gov.ar
- SENASA. 2012 b. Requisitos fitosanitarios. http://www.senasa.gov.ar/requisitos_fitosanitarios/archivos/protocolos/Mexico_3_Plan_peras_manzanas_sistema.pdf
- VERA, D.; GARRIDO, S.; AÚN, E.; LAGO, J. y L. CICHÓN. 2012. Determinación del umbral de detección de *Pseudococcus viburni* (Homoptera: Pseudococcidae) por PCR. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 71 (1-2): 151-154.
- WAGNER, A.; CASTRO, D. y R. ADONIS. 2004. Guía de monitoreo de plagas para pomáceas y carozos. Fundación para el Desarrollo Frutícola & Fundación para la Innovación Agraria. 50 pp.



***Cydia pomonella* Linnaeus**
(Gusano de la pera y la manzana o carpocapsa)

Cichón, L.; Garrido, S.; Lago, J. y D. Fernández

74	<i>Introducción</i>
74	<i>Nombre de la plaga y sinonimias</i>
75	<i>Caracteres morfológicos</i>
77	<i>Origen y distribución geográfica</i>
77	<i>Bionomía</i>
79	<i>Desarrollo estacional / Ciclo biológico</i>
79	<i>Monitoreo</i>
80	<i>Monitoreo en grandes áreas</i>
82	<i>Bibliografía</i>
87	<i>Modelos de predicción</i>
88	<i>Análisis de los tres vuelos estacionales de carpocapsa en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén</i>
91	<i>Ajuste del modelo logístico</i>
91	<i>a-Emergencias del primer vuelo</i>
93	<i>b-Eclosión de huevos</i>
96	<i>Bibliografía</i>
97	<i>Cambios en la susceptibilidad a diferentes insecticidas empleados en Argentina</i>
102	<i>Bibliografía</i>
103	<i>Control biológico del gusano de la pera y la manzana</i>
105	<i>Bibliografía</i>

Introducción

La capacidad de la producción frutícola argentina de abastecer tanto al mercado interno como a los mercados limítrofes y de ultramar obliga a poseer un acabado conocimiento de las exigencias oficiales de los países compradores en cuanto a plagas cuarentenarias, registro y tolerancias de residuos de plaguicidas en frutos y sus procesos (jugos concentrados, conservas y aceites).

Además de la inocuidad, el comercio de productos frescos conlleva la firma de protocolos de certificación de exportaciones que aseguran al país importador la mínima probabilidad de ingreso de plagas y/o enfermedades que no estén presentes o que están bajo un estricto control interno (plagas/enfermedades cuarentenarias). Algunos de ellos formulan planes de trabajo con un enfoque de sistemas de mitigación de riesgo (por ej., Brasil con *Cydia pomonella*, México e Israel con *Cydia molesta*) y otros tratamientos cuarentenarios específicos (Japón para *Ceratitis capitata* o *Anastrepha* sp.) (Cichón, 2011).

En este contexto, el sector productivo necesita información precisa para orientar la toma de decisiones en el manejo de los cultivos, optimizar y ajustar las prácticas de manejo culturales, minimizar el uso de plaguicidas no específicos (altamente tóxicos y/o en vías de prohibición) y disminuir las densidades poblacionales de las plagas-vectores y/o la incidencia de las enfermedades.

A continuación se realizará una presentación de la plaga clave de los frutales de pepita *C. pomonella* (ubicación taxonómica, caracteres morfológicos, origen, distribución geográfica y bionomía) y se resumirán los resultados de los últimos estudios desarrollados en la cartera de Proyectos INTA 2006 y 2009 (modelos de predicción, resistencia, monitoreo y control biológico).

En Argentina la mayor zona productora de peras y manzanas se ubica en la Norpatagonia con el 78% de la producción total, y la mayor concentración de montes frutales se registra en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

La plaga clave de los frutales de pepita es carpocapsa (*C. pomonella*, L) y a pesar de su amplia distribución, presenta diferentes estatus sanitarios en distintos países que complica el intercambio comercial básicamente con Brasil y algunos países de Oriente.

Plaga cuarentenaria A1: “Plaga cuarentenaria que no está presente en el país importador, por lo que se debe establecer medidas fitosanitarias para prevenir su introducción y diseminación”.

Plaga cuarentenaria A2: “Plaga cuarentenaria que está presente en el país importador, pero que tiene una distribución limitada y se mantiene bajo control oficial, debiéndose establecer medidas fitosanitarias para evitar su diseminación”.

En mayo del 2014 el Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Brasil anunció la erradicación de focos de la plaga *C. pomonella* en los estados de Santa Catarina y Rio Grande do Sul, y declaró a Brasil como “país libre” de dicha plaga. De esa manera se produjo un cambio de estatus sanitario de carpocapsa, la cual pasó de ser plaga cuarentenaria A2 a A1 (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, 2014).

Nombre de la plaga y sinonimias

La descripción original de la especie fue realizada por Linnaeus (1758) con el nombre de *Phalaena (Tortrix) pomonella*. Posteriormente, la misma especie fue descrita nuevamente bajo otros nombres, los que actualmente son considerados sinónimos posteriores: *Pyralis pomana* Fabricius, 1775 y *Tortrix pomonana* Denis & Schiffermüller, 1775. A lo largo de su historia taxonómica esta especie estuvo asociada a tres géneros *Cydia* Hübner, 1825; *Laspeyresia* Hübner, 1825 y *Carpocapsa* Treischke, 1829. Así, es común ver en la literatura a esta especie citada como *Carpocapsa pomonella*. Brown (1979) establece claramente la sinonimia de *Laspeyresia* y *Carpocapsa* con respecto a *Cydia*, con lo cual la combinación correcta queda como *Cydia pomonella* (Linnaeus) (Brown, 1979; Laumann, 1998; Cichón & Fernández, 2003).

En la actualidad existe consenso para la siguiente ubicación (Cichón & Fernández, 2003):

Orden Lepidoptera

Familia Tortricidae, Stephens, 1829

SubFamilia Olethreutinae, Walshingham, 1895

Tribu Grapholitini Guenée, 1845

Género *Cydia* Hübner, 1825

Especie *pomonella*

Los Tortricidae también conocidos como microlepidópteros forman una extensa familia con más de 5.000 especies en todo el mundo, de los cuales muchas se comportan como especies plagas. Se encuentran mayormente representados en los climas templados y tropicales (Borror *et al.*, 1989; Horak & Brown, 1991; Viejo & Romera, 2004).

La subfamilia Olethreutinae ha sido tratada previamente con el status de Familia y es la que mayor número de especies presenta e incluye además de *Cydia* otros géneros tales como *Rhyacionia*, *Grapholita* y *Olethreuta* (Laumann, 1998).

El género *Cydia* está representado en todas las regiones del mundo, pero más de las dos terceras partes de las especies descriptas son holárticas. Muchas especies son monófagas y se alimentan de frutos y brotes apicales de Rosaceae, Pinaceae, Leguminosae y Fagaceae (Horak, 1991; Horak & Brown, 1991).

Caracteres morfológicos

Las características morfológicas se recopilaron a partir de los trabajos de los siguientes autores: Essig, 1926; Comstock, 1940; Essig, 1942; Chiesa Molinari, 1948; Espul *et al.*, 1966; Brewer & Argüello, 1980; Alford, 1984; Zangheri *et al.*, 1992; Lauman, 1998; Saini, 2001; Cichón & Fernández, 2003; Giganti *et al.*, 2007.

Huevo: de forma lenticular o circular aplanado, ligeramente convexo en el centro, con un tamaño aproximado de 1,2-1,3 mm de diámetro. Inicialmente son de color blanco perlado, con un corion transparente y reticulado (Foto 48).

La transparencia del huevo recién puesto permite observar su interior denominándose estado “recién puesto” (estado RP) a esta fase inicial. A las pocas horas y cuando se comienza a formar el embrión, este se ve como una “u” o herradura, estado denominado “embrión translúcido” (estado ET). Más tarde comienza la formación del sistema nervioso del embrión y aparece una aureola roja que recorre toda la circunferencia del huevo (estado “aureola roja” AR). Por último comienzan a ser visibles las partes esclerotizadas del embrión, especialmente la cabeza y este estado se denomina de “cabeza negra” (estado CN). Cuando la larva está completamente madura, corta con sus mandíbulas las capas exteriores en la zona lateral del huevo y se desliza fuera de él. Sobre hojas y frutos quedan los restos de las oviposiciones, observándose el huevo vacío, el cual se ve como una escama brillante. Este estado se denomina “huevo eclosionado” (estado EC).

Larva: posee cinco estadios larvales, separados por cuatro mudas. Al nacer son de color blanco cremoso o blanco amarillento, con la cabeza y la placa pronotal esclerosadas de color castaño oscuro brillante (Foto 49 a). Su tamaño en este estadio es de 2-2,5 mm de largo y la cápsula cefálica de 0,33 mm de ancho, haciéndola bastante conspicua respecto del tamaño del cuerpo.

El largo total del cuerpo alcanzado por el quinto estadio larval varía en un rango de 14 a 20 mm. De coloración general rosada, a veces rosa fuerte contrasta con la cabeza castaño oscura al igual que los escudos protorácico y anal. Este color rosa fuerte, sin embargo se torna blanquecino en las larvas de quinto estadio diapausantes, relacionado a la acumulación de cuerpos grasos necesarios para la hibernación. El aparato bucal es masticador e hipognato. La cabeza presenta una sutura epicraneal normalmente corta y cuenta con seis ocelos distribuidos en forma desigual, con el número seis normalmente más próximo al número cuatro que al cinco (Foto 49 b).

En el tórax se encuentran los tres pares de patas verdaderas de la larva. Las pseudopatas de la larva se sitúan en los segmentos A3-6 y A10 (pseudos-patas anales) y tienen un círculo completo de “crochets”. La larva no posee peine anal.

En el quinto estadio larval, los machos se distinguen de las hembras por la presencia de los testículos en el segmento A5, que se observan fácilmente como dos manchas oscuras de forma elíptica en el interior del cuerpo (Foto 50).

Pupa: recién iniciada la metamorfosis la pupa es de color ámbar, oscureciéndose hasta llegar a pardo oscuro o marrón oscuro con bordes y espinas negras, a medida que se acerca a la emergencia del adulto. El cuerpo es de superficie lisa y tiene una longitud promedio de 9 mm por 2,2 mm de diámetro en su ancho máximo (Foto 51). Se encuentran visibles diez segmentos abdominales. Los segmentos 4 y 7 tienen dos filas de espinas dorsales. Las alas son anchas y no terminan en punta. No posee cremáster y el pronoto es cuatro veces más largo que el vértice a lo largo de la línea media. Los espiráculos son oblongos. Permanece refugiada dentro del capullo tejido por la larva hasta el momento de la emergencia del adulto.

En este estado de desarrollo también es posible diferenciar el sexo mediante la observación del extremo del abdomen en los segmentos A6-8. Además la pupa de la hembra es de mayor tamaño y peso que la del macho (Foto 52).

Adulto: la cabeza es más bien pequeña, de color gris moreno, con abundantes escamas filamentosas y grisáceas implantadas sobres la parte superior. Antenas filiformes de color gris, inclinadas hacia atrás y de un largo aproximado a la mitad del cuerpo. Las especies de la subfamilia Olethreutinae se caracterizan por presentar un solo grupo de escamas por segmento de antena. El aparato bucal es el típico de los lepidópteros con la maxila modificada en forma de probosis (haustellum) y palpos labiales salientes, grisáceos. Los ojos son compuestos, globulares, algo

salientes y de color negro opaco.

El tórax está revestido con escamas largas y es de color gris moreno. Las alas anteriores en reposo llegan a cubrir el abdomen. Son anchas, subrectangulares con bordes rectos, de color gris plateado y con numerosas bandas transversales de color marrón grisáceo (Foto 53). Cerca del extremo de las mismas existe una mancha de color marrón oscuro cruzada por líneas irregulares de color bronce brillante (ocellus). Las alas posteriores terminan en forma de abanico, son de coloración pardo grisácea sin manchas distintivas. La envergadura alar de la hembra se encuentra entre los 18-20 mm y en el macho entre 16-18 mm. En éstos, la cara interna de las alas anteriores presenta una mancha oscura rectangular, que sirve como caracter sexual secundario para la determinación del sexo en la especie (Foto 54).

El abdomen es de color más oscuro que el tórax, con escamas plateadas, siendo el del macho más delgado que el de la hembra. Cuenta con diez segmentos y, entre el octavo y el noveno, la hembra posee dorsalmente una glándula para la liberación de la feromona. El extremo del abdomen de la hembra muestra la papila anal, que es circular y de color castaño. En el centro de dichas papilas se observan dos orificios: el oviducto (por donde se produce la oviposición) y el ano. Por encima de éste, en el 8º segmento se encuentra el “ostium bursae”, lugar donde el macho transfiere el espermatóforo durante la cópula (Foto 55). El macho presenta el extremo abdominal cerrado con un par de valvas que utiliza para sujetar a la hembra durante la cópula. Desde la cabeza al abdomen la hembra tiene 8 mm y el macho entre 5 y 8 mm. Generalmente la hembra es de mayor tamaño y pesa entre 16 y 42 mg, mientras que el macho pesa de 12 a 21 mg (Foto 56).

Origen y distribución geográfica

La carpocapsa, especie nativa del sudeste europeo o Eurasia, ha tenido una amplia distribución mundial acompañando a su hospedero más importante, el manzano (*Malus domestica* Borkh) (Sheldeshova, 1967). Sin embargo, existen lugares en donde aún no se ha podido observar su presencia (algunas regiones de China, Japón y la península de Corea). Por otra parte, debido a las severas tareas de exterminación y a un estricto control cuarentenario, esta plaga no se ha establecido en la región suroeste de Australia (Solomon, 1991).

La distribución geográfica actual de carpocapsa está relacionada tanto a factores climáticos como a la disponibilidad de alimento. Probablemente esta plaga se haya dispersado entre los diferentes países y continentes a través del transporte de fruta infestada o de materiales de empaque contaminados, así como por importación de partes vegetales atacadas.

Distintos mecanismos biológicos han permitido a la carpocapsa ajustar su voltinismo y sincronizar su ciclo de vida a distintos hospederos y a diferentes condiciones climáticas. En la región frutícola de Río Negro y Neuquén se han observado ataques en frutos de manzanos, perales, membrilleros y nogales, aunque en otros países la lista de hospederos es más extensa y abarca también a diferentes frutales de carozo (Madsen & Borden, 1954; Putman, 1963).

La carpocapsa se ha adaptado exitosamente a las condiciones agro-ecológicas imperante en varias regiones de Argentina particularmente en la principal zona productora del Alto Valle del Río Negro y Neuquén. Allí las temperaturas que se registran durante los meses de primavera y verano permiten el desarrollo de tres generaciones y en algunas temporadas hasta de una parcial cuarta generación (Cichón & Fernández, 1993), mientras que en las principales zonas productoras de frutales de pepita de Europa Central, Noroeste y Este de Estados Unidos y Canadá, solamente es capaz de desarrollar un máximo de dos generaciones anuales. El número elevado de generaciones determina

un riesgo potencial importante de la plaga en nuestro país y la necesidad de efectuar las actividades de control en forma precisa, para evitar porcentajes de daño que comprometan la producción.

Bionomía

C. pomonella es un insecto holometábolo con 5 estadios larvales, el último de los cuales posee la facultad de atravesar un período de reposo invernal (diapausa). La diapausa de *C. pomonella* puede ser obligatoria (independiente de las condiciones ambientales) o facultativa (inducida por factores ambientales) y la proporción de individuos con diapausa obligatoria varía en las distintas poblaciones (Sieber & Benz, 1980). En general, los capullos con larvas diapausantes se encuentran bajo la corteza de ramas y troncos de las plantas hospederas, en el suelo, entre otros. Sanderson (1908) indica que 70% de las larvas diapausantes se encuentra en los troncos y 30%, en las ramas más pequeñas.

Al final de la primavera, las larvas empujan; luego de 14 a 30 días los adultos emergen por su extremidad anterior (Putman, 1963). La aparición de los adultos coincide con el momento de floración e inicio de la caída de pétalos de la gran mayoría de los frutales de pepita. Algunos autores señalan que los machos suelen emerger unos días antes que las hembras (Anónimo, 1960; Baptiste & Olson, 1973) mientras que otros no han encontrado esta diferencia (Hathaway *et al.*, 1971; Rock & Schaffer, 1983).

La longevidad de los adultos varía entre 10 y 20 días. Su actividad se concentra preferentemente en las horas crepusculares y primeras horas de la noche. Durante el día, los adultos permanecen inmóviles sobre las ramas y el follaje de las plantas. En general, el vuelo se realiza cuando las temperaturas sobrepasan los 12°C. (Borden, 1931).

Los machos efectúan vuelos cortos en zigzag con leves ascensos y descensos (Borden, 1931). Otros autores describen desplazamientos desde 50 metros hasta 11 kilómetros (Howell & Clift, 1974; Mani & Wildbolz, 1977).

La hembra atrae a los machos por medio de la emisión de feromona, que comienza durante la puesta del sol y se mantiene durante las siguientes 4 horas (Wong *et al.*, 1971). Esta feromona sexual es producida por una estructura glandular que se abre entre el octavo y noveno segmentos abdominales (Barnes *et al.*, 1966). El “llamado” por parte de la hembra y la cópula pueden efectuarse al día siguiente de la emergencia de los adultos. Sin embargo, la producción de feromona alcanza su punto máximo en el tercer día desde la emergencia, superponiéndose con el período de pre-oviposición (Vickers & Rothschild, 1991). La máxima actividad de cópula se produce a las 48 horas de emergidos los adultos. Luego declina gradualmente y finaliza a los 10 u 11 días.

Una vez que el macho localiza a la hembra en posición de “llamado”, los estímulos visuales son de fundamental importancia para iniciar el proceso de la cópula, ya que el comportamiento de cortejo que lo precede, incluye una serie compleja de movimientos de alas, con elevación y agitación rápida de estas, y la expulsión del peine de pelos en el extremo del abdomen de los machos (Hutt & White, 1977; Castrovillo & Cardé, 1980; Curkovic *et al.*, 2001).

La máxima actividad de cópula se observa 20 minutos antes y 20 minutos después del comienzo del crepúsculo (Borden, 1931; Howell *et al.*, 1990). La temperatura óptima para el apareamiento está comprendida en el intervalo de 15,6°C y 33°C (Eyer, 1934; Batiste *et al.*, 1973). Sin embargo, cuando se presentan condiciones desfavorables durante el período óptimo de cópula (por ej.: excesivo viento), los vuelos pueden ser pospuestos (Putman, 1963).

Durante la cópula los individuos se encuentran unidos por el extremo distal del abdomen, con las cabezas dirigidas hacia lados opuestos y las alas de las hembras cubriendo los extremos abdominales del macho. De esta manera, se mantienen unidos por aproximadamente 20 a 90 minutos (Howell *et al.*, 1978). El macho durante la cópula transfiere el espermatozoide en el espermatóforo que se aloja en la bursa copulatoria. Luego de

la cópula, la hembra pierde gradualmente su capacidad de secretar feromona y en consecuencia su poder de atracción (Howell, 1972). En condiciones de campo, en general, las hembras copulan una sola vez en su vida. Sin embargo, pueden encontrarse hasta 15% de hembras con más de un espermatóforo, especialmente hacia el final de la estación. En cambio el macho lo hace varias veces (Gehring & Madsen, 1963).

Se ha podido determinar que, si las hembras se aparean luego del cuarto día de emergencia, se produce una reducción de su fertilidad y fecundidad (Vickers, 1977).

La oviposición se efectúa sobre hojas y, más raramente, en ramas cercanas a los frutos o directamente sobre ellos (Wearing & Hutchins, 1973) y tiene lugar aproximadamente 2 horas y media antes de la puesta del sol (Riedl & Oler, 1980). En general, los huevos son puestos en forma individual y muy raramente en grupos de 2 o 3 (Anónimo, 1960). La fertilidad de la hembra es variada, existiendo una relación entre su peso y el número de huevos colocados. Puede aceptarse como valor promedio, 44 huevos por hembra (Geier, 1963). Existe además, un aumento en el número de huevos colocados por hembras de generaciones sucesivas, pudiendo llegar a duplicarse este número durante la segunda generación con respecto a la primera (Vermeulen *et al.*, 1989). El período de oviposición más activo ocurre durante los primeros cinco días de vida de la hembra (Gehring & Madsen, 1963; Vickers, 1977).

El desarrollo de los embriones está estrechamente ligado a las condiciones ambientales y en especial a la temperatura (Anónimo, 1960).

Luego de la eclosión, las larvas comienzan un proceso de búsqueda hasta encontrar un lugar apropiado para penetrar en los frutos. Algunos autores han mostrado que el α -farneseno liberado por los frutos juega un papel muy importante en la atracción de las larvas neonatas (Sutherland & Hutchins, 1973; Bradley & Suckling, 1995).

Una vez elegido el lugar, la larva comienza a perforar una galería superficial de forma helicoidal. La penetración se realiza preferentemente en la zona de contacto entre

dos frutos, entre una rama y un fruto, donde el fruto presenta una herida o por la zona calicinal (Anónimo, 1960; Vermeulen *et al.*, 1989).

Luego de mudar a su segundo estadio, la larva se introduce en el fruto y se dirige hacia la zona carpelar donde se alimenta de las semillas en desarrollo, que son ricas en aceites (Hall, 1934; Anónimo, 1960). Cuando completa su desarrollo, luego de 25 a 30 días, abandona el fruto utilizando la misma galería o construyendo una nueva. Preferentemente, deja el fruto durante la noche, cuando la temperatura supera el umbral mínimo de desarrollo (10°C). Sin embargo, bajo condiciones de estrés, la larva en cualquier estado de desarrollo puede abandonar el fruto y buscar otro hasta completar el quinto estadio larval (Ferro & Harwood, 1973). El proceso de búsqueda de un lugar apto para mudar y pasar al siguiente estado (pupa) o iniciar el período de diapausa, lo efectúa desplazándose por las ramas y troncos y pendiendo de un hilo de seda que ella misma produce.

Desarrollo estacional / ciclo biológico

La carpocapsa inverna como larva completamente desarrollada en la corteza de los árboles frutales, resquebrajaduras de los troncos y ramas, en puntales, bins, y en una mucho menor proporción en suelo y hojarasca. Entre fines de agosto y principios de diciembre, las larvas reanudan su desarrollo para convertirse en pupas y posteriormente en adultos. Dicho vuelo se extiende desde poco antes de floración hasta mediados/fines de diciembre. Este primer vuelo dará origen a la primera generación de la temporada. Aproximadamente a mediados de octubre se producen las primeras eclosiones de huevos, 7 a 12 días (88-90°D) después de su ovipostura. A partir de este momento las posturas y nacimientos se incrementan hasta hacerse máximos entre mediados y fines de noviembre (400-500°D) para luego declinar. Alrededor del 20 de noviembre se observa la primera larva de quinto estadio que va a encapullar y posteriormente a empupar. En la segunda quincena de diciembre dependiendo de las

temperaturas se producen los nacimientos de la segunda generación de larvas que dará origen al tercer vuelo de la temporada el cual se extiende hasta el mes de marzo. Los vuelos de la primera y segunda generación sufren una gran superposición durante los meses de enero y febrero (Cichón, 2009).

Para el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, el $CPHP_{50}$ (Fotoperíodo crítico medio: fotoperíodo que provoca el 50% de respuesta a la diapausa en una determinada población) es de 13,9 horas (Heliofanía Teórica Astronómica) y ésta corresponde al período comprendido entre el 5 y el 9 de febrero. A partir de allí, la población de larvas reacciona rápida y uniformemente a la disminución del fotoperíodo. El número de días que transcurre entre el $CPHP_{50}$ y el $CPHP_{90}$ (momento o punto en el que el 90% de las larvas de quinto estado son diapasantes), es de 15 a 18 días. Las larvas diapasantes darán origen al primer vuelo de la temporada siguiente (Cichón & Melzer, 1999).

Monitoreo

La necesidad de determinar la densidad poblacional de las plagas mediante métodos sencillos, rápidos, fiables y económicos, ha sido siempre uno de los objetivos perseguidos en el marco del manejo integrado de plagas (MIP). La carpocapsa como plaga de relevancia mundial, no escapa a esta premisa y ejemplo de ello son los numerosos trabajos publicados al respecto desde principios del siglo pasado (Sanderson, 1908; Bobb *et al.*, 1939; Vakenti & Madsen, 1976; Rock *et al.*, 1978; Riedl *et al.*, 1976; Charmillot, 1980; Vermeulen *et al.*, 1989).

Para establecer una táctica adecuada para el control de la carpocapsa es necesario en primer lugar, conocer el riesgo potencial (daño económico) que una determinada población puede causar al cultivo y además, establecer puntos de referencia biológica para predecir otros eventos en el ciclo de la plaga (Vickers & Rothschild, 1991).

Las tareas de monitoreo necesarias para la detección temprana de huevos y daños de la carpocapsa requieren de una adecuada

capacitación de los productores y/u operarios y consumen un excesivo tiempo y esfuerzo. Traducido esto en términos económicos, esta tarea de monitoreo es poco compatible con las actuales tendencias y márgenes de rentabilidad de la fruticultura moderna, debido al alto costo de la mano de obra involucrada en esta tarea. Por tanto, es necesario desarrollar programas de monitoreo teniendo en cuenta estas premisas.

Monitoreo en grandes áreas

La implementación de programas de control de la carpocapsa a nivel regional o de grandes áreas ha probado ser una estrategia altamente efectiva que permite lograr muy buenos resultados de control con bajos niveles de daño y una sustancial reducción en el uso de insecticidas. Por su parte, el uso de la técnica de confusión sexual requiere, para tener éxito, de dos aspectos básicos: la presencia de bajas poblaciones de la plaga (Moffit & Westigard, 1984; Vickers & Rothschild, 1991) y un sistema de monitoreo confiable (Gut & Brunner, 1996). Por lo tanto, la colecta, registro, y flujo de información para la toma de decisiones es un factor crítico, siendo necesario contar con metodologías confiables desde el punto de vista biológico, y sustentables desde el económico.

Existen a nivel mundial algunas pocas experiencias documentadas de control o monitoreo de la carpocapsa en grandes áreas con intervención multi-institucional pública-privada como el CAPM Project en el este de Estados Unidos (Calkins & Faust, 2003), el SRT Project en Canadá, (Bloem *et al.*, 2007), el Proyecto de Erradicación en Brasil (Kovalesky & Mumford, 2007) o el Proyecto *Planet Cydia* en España (Ribes-Dasi, com. per.). Sin embargo, ninguno de estos programas ha alcanzado las dimensiones del programa implementado en el norte de la Patagonia Argentina, el cual en el año 2010 alcanzó alrededor de 46.000 ha de frutales de pepita.

En Argentina, luego de varios años de estudio de la técnica de confusión sexual (Cichón & Fernández, 2000), el primer área de control se implementó en el año 2003, con la

participación de más de 27 pequeños y medianos productores frutícolas agrupados en 400 has contiguas. El nivel medio de daño del área previo a la intervención se estimaba en 4-6%, con un promedio de 10-12 aplicaciones de insecticidas por hectárea. Luego de tres años de implementación del proyecto se logró disminuir la incidencia de la plaga a 0,06% con un promedio de 5,2 aplicaciones de insecticidas por hectárea (Cichón *et al.*, 2006).

La metodología de control utilizada consistió en la aplicación de un modelo sincronizado de control (Byers & Castle, 2005) durante la primera generación de la plaga y un modelo de MIP tradicional en base a la captura en trampas de feromonas, durante el resto de la temporada de cultivo.

El éxito alcanzado en este proyecto, sirvió como base para el desarrollo del Programa Nacional de Supresión de Carpocapsa (PNSC) (SENASA 2006, FUNBAPA 2006) que se comenzó a aplicar a partir de la temporada 2006/07 en la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén. La propuesta de intervención del PNSC incluyó la instalación y monitoreo de una red de trampas para el seguimiento de las poblaciones de la carpocapsa. Se utilizaron trampas con cebos de feromona (codlemone) y cairona (éster de pera) (Fernández *et al.*, 2010) y se capacitó al personal necesario en la identificación y sexado de los adultos de *C. pomonella* (Fernández *et al.*, 2006) de los individuos capturados en las trampas. Estas trampas fueron provistas por el PNSC e instaladas a razón de una por hectárea de cultivo hospedero. Una vez finalizada la intervención del PNSC, es necesario continuar con el monitoreo de la plaga para detectar y prevenir posibles incrementos en los niveles poblacionales.

Uno de los mayores problemas que enfrenta la implementación de un programa de MIP es el establecimiento de un efectivo sistema de comunicación con los participantes (Travis & Rajotte, 1995). En general, los productores, monitores, asistentes y profesionales reciben información de diferentes fuentes como servicios de extensión públicos, compañías de agroquímicos, empacadores, etc., pero es difícil obtener información en

tiempo real del nivel de riesgo en el área de influencia de su propiedad, o en toda la región.

Debido a la magnitud y alcance del programa, es necesario reducir los costos de su implementación para que el mismo pueda ser sustentable en el tiempo. Esta disminución de costos en insumos (trampas) y labor (monitoreadores), no debe comprometer la fiabilidad de los datos a partir de los cuales se tomarán las decisiones de acción.

En este contexto fue necesario proponer un sistema de vigilancia y monitoreo a nivel regional que sirviera de alerta rápida en caso de producirse focos con altas poblaciones de la carpocapsa. Por tanto, se propuso utilizar el análisis geoestadístico para analizar la información sobre la distribución y nivel de población de la carpocapsa, minimizando la utilización de los recursos y capacidades disponibles. Además, se planteó generar un Sistema de Información Geográfica (SIG) regional mediante, la superposición de datos catastrales, ubicación de trampas, mapas de iso-capturas de la carpocapsa e imágenes satelitales.

El cálculo teórico de trampas necesarias para toda la superficie de cultivo, considerando la densidad recomendada actualmente de 1 trampa.ha⁻¹ (Gut & Brunner, 1996), indica que se deberían utilizar 46.980 trampas. No obstante, debido a la falta de continuidad de las plantaciones en algunas áreas, a las situaciones de borde y a la existencia de lotes individuales con superficies levemente inferiores o superiores a una hectárea, el número real de trampas necesario es de 36.140. Sin embargo, cuando se evalúan grillas con distancias mayores a 100 m, el número real es en todos los casos superior al número teórico calculado.

Para ajustar el tamaño de la grilla de monitoreo es necesario determinar el alcance (rango) de los semivariogramas que permiten hacer estimaciones sobre la distribución de la población. Flatman *et al.* (1987) consideran que la distancia entre muestras debe ser la mitad del rango de correlación ($r/2$), cuando los ajustes de los semivariogramas son adecuados.

Considerando todos los análisis de com-

paración de mapas, distribución de parcelas y efectos de variables climáticas, se estima que la grilla de 200 m ofrece información confiable para los fines de vigilancia fitosanitaria, con una reducción cercana al 60% en el número de trampas necesarias para obtener resultados similares a la grilla actualmente en uso de 100 m. La selección e implementación de una grilla de 200 m se traducirá además en una disminución apreciable del costo de un sistema de vigilancia y monitoreo de la carpocapsa en la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Argentina.

El desarrollo de esta propuesta de vigilancia y monitoreo permite generar información de gran relevancia para la toma de decisiones en el control de la carpocapsa. Sin embargo, para que la misma tenga utilidad práctica, debe ser puesta a disposición de los productores, técnicos y profesionales involucrados en su manejo. Una experiencia similar se desarrolla desde el año 1998 en la zona frutícola de Lleida (Cataluña-España) con excelentes resultados (Ribes-Dasi *et al.*, 1998; Comas *et al.*, 2012). En base a esta experiencia en particular y a los resultados obtenidos en la región del Alto Valle del Río Negro se propone el desarrollo de una página de Internet donde se publiquen los mapas semanales de iso-capturas. De esta manera, la información estará disponible en forma sencilla y rápida. La metodología de trabajo comprende los siguientes pasos:

1. Colecta de los datos de capturas en el campo.
2. Carga de la información en una base de datos que la centralice y consolide.
3. Análisis geoestadístico de los datos y generación de los mapas correspondientes.
4. Conformación de un SIG que incluya el mapa o Foto satelital del área, el catastro, la ubicación de las trampas y el mapa de iso-capturas.
5. Publicación de los mapas en una página de acceso libre.

Bibliografía

- ALFORD, D. 1984. A colour atlas of fruit pests, their recognition, biology and control. Ed. Wolfe, London.
- ANÓNIMO. 1960. Le carpocapse des pommes et des poires. Ed. SEDA. Paris, 48 pp.
- BARNES, M.M.; PETERSON, D.M. and J.J. O'CONNOR. 1966. Sex pheromone gland in the female codling moth, *Carpocapasa pomonella* (Lepidoptera: Olethreutidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 59:732-734.
- BATISTE, W.C. and W.H. OLSON. 1973. Codling moth: mass production in controlled environment rearing units. J. Econ. Entomol. 66(2):383-387.
- BATISTE, W.C.; WILLIAM, H. and A. BERLOWITZ. 1973. Codling moth: influence of temperature and daylight intensity in periodicity of daily flight in the field. J. Econ. Entomol. 66(4):883-892.
- BLOEM, S.; MC CLUSKEY, A; FUGGER, R.; ARTHUR, S.; WOOD, S. and J. CARPENTER. 2007. Suppression of the Codling Moth *Cydia pomonella* in British Columbia, Canada Using an Area-Wide Integrated Approach with an SIT Component. In: M.J.B. Vreysen, A.S. Robinson and J. Hendrichs (eds.), Area-Wide Control of Insect Pests, 591-601. IAEA.
- BOBB, M.L.; A.M. WOODSIDE and R.N. JEFFERSON. 1939. Baits and bait traps in codling moth control. va Agric. Exp. St. Bull. 320: 1-19.
- BORDEN, A. 1931. Some field observations on codling moth behavior. J. Econ. Entomol. 24: 1137-1145.
- BORROR D.; TRIPLEHORN, CH. and N. JOHONSON. 1989. An Introduction to the study of insects. Saunders Collage Publishing, EEUU. 875 pp.
- BRADLEY, S.J. and D.M. SUCKLING. 1995. Factors influencing codling moth larval response to α -farnasene. Ent. Exp. Et Appl. 75:221-227.
- BREWER, M. y N. ARGÜELLO. 1980. Guía ilustrada de insectos comunes de la Argentina. Fundación Miguel Lillo, Tucumán.
- BROWN, R. 1979. The valid generis and tribal names for the codling moth, *Cydia pomonella* (Olethreutidae: Tortricidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 72: 565-567.
- BYERS, J.A. and S.J. CASTLE 2005. Areawide models comparing synchronous versus asynchronous treatments for control of dispersing insect pests. J. Econ. Entomol. 98: 1763-1773.
- CALKINS, C.O. and R.J. FAUST. 2003. Overview of areawide programs and the program for suppression of codling moth in western EEUU directed by the United States Department of Agriculture – Agricultural Research Service. Pest Manag. Sci. 59: 601-604.
- CASTROVILLO, P.J. and R. T. CARDÈ. 1980. Male codling moth (*laspeyresia pomonella*) orientation to visual cue in the presence of pheromone and sequences courtship behaviours. Ann. Entomol. Soc. Am. 73:100-105.
- CHARMILLOT, P.J. 1980. Development of a warning system for the codling moth: role of warning services and the growers. Bulletin OEPP, 10: 231-239.
- CHIESA MOLINARI, O. 1948. Las plagas de la agricultura. Manual Práctico de Procedimientos Modernos para combatirlas. Ed. El Ateneo, Buenos Aires.
- CICHÓN, L. 2009. Pera William's. Manual para el productor y el empacador. Capítulo 8. Plagas y su Manejo en el Cultivo. Manejo de plagas. pp. 89-93.
- CICHÓN, L. 2011. Trends in Codling Moth Mating Disruption Programs in the Pear Orchards of Argentina. International Pear Symposium. Proceedings of the Eleventh International Pear Symposium. Acta Hort. 2: 453-457.
- CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 1993. Susceptibilidad varietal de diferentes cultivares de pera en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. Argentina. Ediciones INTA Alto Valle, Cmte. Guerrico.

- CICHÓN, L. and D. FERNÁNDEZ. 2000. Fruit production and mating disruption of codling moth in Argentina. XXI International Congress of Entomology. Foz do Iguassu, PR, Brasil. Ed. Entomological Society of Brazil.
- CICHÓN, L. and D. FERNÁNDEZ. 2003. IPM in apple and pears. Orchard crop production in Argentina. In: Marella, K.; D. Dakouo & D. Mota-Sanchez. Integrated Pest Management in the Global Arena. ABI Publishing, U.S.A.
- CICHÓN, L. y R. MELZER. 1999. La Carpocapsa. Aspectos generales de la plaga. En: Fruticultura Moderna: Tecnología, transferencia, capacitación, organización. 9 Años de Cooperación Técnica. INTAGTZ (eds.): 64-97.
- CICHÓN, L.; ALEMANI, C.; FERNÁNDEZ, D.; CONTRERAS, E. y N. ZUNINO. 2006. Generación y desarrollo de tecnologías de producción y organización para el control de la carpocapsa en la fruticultura de pepita argentina. Proyecto INTA 2184. Disponible on line en: www.inta.gov.ar/altovalle/sanidad/proyectos/2184.html
- COMAS, C.; AVILLA, J.; SARASÚA, M.J.; ALBAJES, R. and M RIBES-DASI. 2012. Lack of anisotropic effects in the spatial distribution of *Cydia pomonella* pheromone traps catches in Catalonia, NE Spain. Crop Prot. 34:88-95.
- COMSTOCK, J. 1940. An Introduction to Entomology. The Comstock Publishing Company, INC, New York.
- CURCOVIC, T.; BRUNNER, J.F. and P. LANDOLT. 2001. Courtship behavior of Obliquebanded and Pandemis leafroller. Proceedings from the 75th Annual Western Orchard Pest and Disease Management Conference. Session: Biology/Phenology: 125-126. Portland, OR.
- ESPUL, J.; CUCCHI, N. y F. LA RED. 1966. Bioecología y control del gusano de la pera y la manzana *Carpocapsa pomonella* L., en Mendoza. Rev. Inves. Agrop. (3) 9:105-141.
- ESSIG, E. 1926. Insects of Western North America. Ed. Mac Millan, New York.
- ESSIG, E. 1942. College Entomology. Ed. Mac Millan, New York.
- EYER, J. R. 1934. Further observations on factors limiting codling moth bait and light trap attractancy. J. Econ. Entomol. 27: 722-723.
- FERNÁNDEZ, D.; BOSCH, D.; CICHÓN, L. and J. AVILLA. 2006. A secondary sexual character for sex determination of *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) adults, trapped with kairomone lures. IOBC/WPRS Bulletin, 30: 273-278.
- FERNÁNDEZ, D.; CICHÓN, L.; GARRIDO, S.; RIBES-DASI, M. and J. AVILLA. 2010. Comparison of lures loaded with codlemone and pear ester for capturing codling moth, [*Cydia pomonella* (L.)], in apple and pear orchards under mating disruption. J. Ins. Sc., 10: 1-12.
- FERRO, D.N. and R.F. HARWOOD. 1973. Intraspecific larval variation in the codling moth *Laspeyresia pomonella*. Environ. Entomol. 2:783-789.
- FLATMAN, G.T., ENGLUND, E.J. and A.A YFANTIS. 1987. Geostatistical approaches to the design of sampling regimes. In: Keith, L.H. (Ed.) Principles of Environmental Sampling. ACS Professional Reference Book. American Chemical Society, Washington.
- FUNBAPA. 2006. Fundación Barrera Zoofitosanitaria Patagónica. Disponible on line en: www.funbapa.org.ar/carpocapsa.
- GEHRING, R.D. and H.F. MADSEN. 1963. Some aspects of the mating and oviposition behavior of the codling moth. *Carpocapsa pomonella*. J. Econ. Entomol. 56(2):140-43.
- GEIER, P.W. 1963. The life history of the codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera:Tortricidae) in the Australian Capital Territory. Aust. J. Zool. 11:323-367.

- GIGANTI, H.; DAPOTO, G. y J. VERMEULEN. 2007. Manejo Integrado de Plagas de los frutales de pepita. *En: Sozzi, G. (ed.) Árboles Frutales. Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento.* Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, pp. 529-586.
- GUT, L. and J. BRUNNER. 1996. Implementing codling moth mating disruption in Washington pome fruit orchards. *TFREC Inf. Series nº1.* Washington State Univ. Wenatchee, WA.
- HALL, J.A. 1934. Observations on the behavior of newly hatched codling moth larvae. *Can. Entomol.* 66:100-102.
- HATHAWAY, D.O.; CLIFT A.E. and B.A. BUTT. 1971. Development and fecundity of codling moths reared on artificial diets or immature apples. *J. Econ. Entomol.* 64(5): 1088-1090.
- HORAK, M. 1991. Morphology, Phylogeny and Systematics, pp. 1-22. *En: L.P.S. van der Geest and H.H. Evenhuis [eds.], Tortricid Pests: Their Biology, Natural Enemies, and Control.* World Crop Pests, Vol. 5. Elsevier, Amsterdam.
- HORAK, M. and R. BROWN. 1991. Taxonomy and Phylogeny. *En: L.P.S van der Geest and H.H. Evenhuis (eds.). Tortricid Pest. Volume 5.* Elsevier, The Netherlands, pp. 23-45.
- HOWELL, J.F. 1972. Influence of mating on attractiveness of female moth. *Env. Entomol.* 1(1): 125-126.
- HOWELL, J.F. and A.D. CLIFT. 1974. Codling moth: emergence, sex ratio and abundance. *The Canadian Entomologist* 106: 399-402.
- HOWELL, J.F.; HUTT, R.B. and W.B. HILL. 1978. Codling moth: mating behavior in the laboratory. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 71:891-895.
- HOWELL, J.F.; SCHMITH, R.S.; HORTON, D.R.; KHATAK, S.U.K. and L.D. WHITE. 1990. Codling moth: Male activity in response to pheromone lure and pheromone-baited traps at different elevations within and between trees. *Environ. Entomol.* 19:573-577.
- HUTT, R.B. and L.D. WHITE. 1977. Mating response to visual stimulus in the male codling moth. *Env. Entomol.* 6(4): 567-568.
- KOVALESKY, A. and J. MUMFORD. 2007. Pulling out the evil by the root: the codling moth *Cydia pomonella* eradication programme in Brazil. In: M.J.B. Vreysen, A.S. Robinson and J. Hendrichs (eds.), *Area-Wide Control of Insect Pests*, 581-590. IAEA.
- LAUMANN, R. INED. 1998. Evaluación en laboratorio de *Goniozus legneri* Gordh (Hymenoptera: Bethyliidae) nuevo enemigo natural de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) en cultivos de nogal de la Provincia de Catamarca, República Argentina. Interacción enemigo natural- plaga-insecticida. Tesis doctoral, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 188 pp.
- MADSEN, H.F. and A. D. BORDEN. 1954. Codling moth and orange tortrix control on apricot in California. 1948-1953. *J. Econ. Entomol.*, 47(1):161-165.
- MANI, E. and T. WILDBOLZ. 1977. The dispersal of male codling moth (*Laspeyresia pomonella*, L) in the upper Rhine valley. *Z. Ang. Ent.* 83:161-168.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DO BRASIL. 2014. Instrução Normativa nº10, de 7 de Maio de 2014. Diário Oficial da União. Seção 1 nº86, quinta-feira, 8 de maio de 2014. ISSN 1677-7042.
- MOFFIT, H.R. and P.H. WESTIGARD. 1984. Suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) population on pears in southern Oregon through mating disruption with sex pheromone. *Journal of Economic Entomology* 77: 1513-1519.
- PUTMANN, W. 1963. The codling moth *Carpocapsa pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae). A review with special reference to Ontario. *Proc. Entom. Soc. Ontario* 93:22-60.
- RIBES-DASI, M.; BASCUÑANA, M. and J. AVILLA. 1998. Estudio de la distribución espacial de *Cydia pomonella* (L.) y *Pandemis bermana* (Denis & Schiffermuller) en Torregrossa (Leida) mediante métodos geoestadísticos. *Bol. San. Veg. Plagas.* 24: 935-948.
- RIEDL, H. and B. A. CROFT. 1974. A study of pheromone trap catches in relation to codling moth damage. *Can. Entomol.* 106: 525-537.

- RIEDL, H.; CROFT, B. A. and A. J. HOWITT. 1976. Forecasting codling moth phenology based on pheromone trap catches and physiological time models. *Can. Entomol.* 108: 449-460.
- RIEDL, H. and W. OLER. 1980. Circadian control of oviposition in the codling moth *Laspeyresia pomonella*, Lepidoptera: Olethreutidae. *Ent. Exp. Y Appl.* 27:38-49.
- ROCK, G.C.; CHILDERS, C.C. and H.J. KIRK. 1978. Insecticide applications based on codlemone trap catches vs. automatic schedule treatments for codling moth control in North Carolina apple orchards. *J. Econ. Entomol.* 71: 650-653.
- ROCK, G.C and P.L. SCHAFFER. 1983. Developmental rates of codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae) reared on apple at four constant temperatures. *Env. Entomol.* 12: 831-834.
- SAINI, E. 2001. Insectos y Ácaros perjudiciales a los frutales de pepita y sus enemigos naturales. Ediciones del Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, Buenos Aires.
- SANDERSON, E.D. 1908. Preliminary report on the life history of codling moth and spraying experiments against it. *J. Econ. Entomol.* 1: 129-141.
- SENASA. 2006. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Programa Nacional de Supresión de Carpocapsa. Disponible on line en: <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1369&io=8383>).
- SHELDESHOVA, G. 1967. Ecological factors determining distribution of codling moth, *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) in northern and southern hemispheres. *Entomological Review* 46: 349-361.
- SIEBER, R. and G. BENZ. 1980. The hormonal regulation of the larval diapauses in the codling moth, N. York: 209-234.
- SOLOMON, M.E. 1991. Ecology and population dynamics. In L.P.S. Van Der Guest and H.P.H. Evenius (Eds). *Eord crops Pest Tortricid Pest: Their biology, natural enemies and Control*. Elsevier.
- SUTHERLAND, O.R.W. and R.F.N. HUTCHINS. 1973. Attraction of newly hatched codling moth larvae (*Laspeyresia pomonella*) to synthetic stereoisomers of farnasene. *J. Insect Physiol.* 19:723-727.
- TRAVIS, J.W. and E.G. RAJOTTE. 1995. Implementing IPM through new technology and the non-agricultural community. *J. Agr. Entomol.* 12: 219-227.
- VAKENTI, J.M. and H.F. MADSEN. 1976. Codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae): monitoring population in apple in apple orchards with sex pheromone traps. *Can. Entomol.* 108: 433-438.
- VERMEULEN, J.; CICHÓN, L. y E. PARRA. 1989. Sistema de alarma termoacumulativo para el control de carpocapsa (*Cydia pomonella*, L.) para el Alto Valle del Río Negro y Neuquén. Ed. INTA - EEA Alto Valle, J.J.Gómez. 16 pp.
- VICKERS, R.A. 1977. Effect of delayed mating on oviposition pattern, fecundity and fertility in codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) *Aust. J. Entomol.* 36: 79-82.
- VICKERS, R.A. and G.H.I. ROTHSCHILD. 1991. Use of sex pheromone for control of codling moth. In *Tortricid Pests: Their Biology, Natural Enemies and Control*. World Crop Pests, ed. by W. Helle, Elsevier, pp. 339-354.
- VIEJO, J. y L. ROMERA. 2004. *Lepidóptera. En: Barrientos, J. Curso práctico de Entomología. Asociación Española de Entomología. Alicante. Universitat Autònoma de Barcelona, España, pp. 705-730.*
- WEARING, C.H. and R.F. HUTCHINS. 1973. α -Farnasene a naturally occurring oviposition stimulant for the codling moth. *Laspeyresia pomonella*, *J. Insect. Physiol.* 19: 1251-1256.
- WONG, T.T.Y.; CLEVELAND, M.C.; RALSTON, D.F. and D.G. DAVIS. 1971. Time of sexual activity of codling moths in the field. *J. Econ. Entomol.* 64: 553-554.
- ZANGHERI, S.; BRIOLINI, G.; CRAVEDI, P.; DUSO, C.; MOLINARI, F. & E. PASQUALINI. 1992. *Lepidotteri dei fruttiferi e della vite*. Ed. by Bayer, Milán, Italia. 191 pp.

Modelos de predicción

Cichón, L.; Menni, F.; Garrido, S. y J. Lago

La carpocapsa, al igual que todos los insectos, se desarrolla según un tiempo fisiológico determinado por las condiciones climáticas, siendo la temperatura el factor más importante (Bloesch & De Siebenthal, 1988).

El método más usado que permite medir este tiempo fisiológico se basa en la acumulación de unidades de calor o grados-día. Se calculan las unidades fisiológicas de desarrollo comprendidas entre las temperaturas por debajo del umbral máximo de desarrollo y por encima del umbral mínimo (Romoser & Stoffolano, 1994).

En el Alto Valle, el sistema de alarma utilizado para esta plaga, calcula los grados-día restándole el umbral mínimo de desarrollo de carpocapsa que es 10°C (Riedl, 1983), al promedio de las temperaturas diarias de las 9.15 y 21 hs., sin tener en cuenta el umbral máximo para la especie (método Alto Valle o AV). Estos datos se comienzan a calcular a partir del 1 de agosto de cada año, y en la actualidad es la herramienta fundamental para la toma de decisiones en el manejo sanitario de carpocapsa en la región (INTA, 2013). Sin embargo existen otros métodos para determinar los grados-día. Los más utilizados a nivel internacional son el “método estándar” (ST) que emplea un umbral inferior de 10°C y uno superior de 31,1°C promediándose la tempe-

ratura diaria con datos registrados cada 10 minutos. Y el método de “seno simple” (ss) que emplea la temperatura mínima y máxima diaria para producir una curva sinusoidal en un periodo de 24 horas y luego calcular el área sobre el umbral de 10°C y debajo de 31,1°C (Baskerville & Emin, 1969).

En base a estos datos se están elaborando en las diferentes regiones frutícolas del mundo, distintos modelos fenológicos de la plaga, que muestran la relación que hay entre los grados días y su biología, que a su vez está sincronizada con la fenología de su hospedero más importante, el manzano.

En el Alto Valle, las acciones realizadas por el Programa Nacional de Supresión de Carpocapsa, impulsado por el Gobierno Nacional a través de SENASA, implementado por FUNBAPA y el INTA en el año 2006, y finalizado en el año 2011, permitieron disminuir la densidad poblacional de carpocapsa a nivel regional de un 6% de frutos afectados a 0,26%. Además, se pudo disminuir el número de aplicaciones de insecticidas en más de un 50% usando herramientas más amigables con el medio ambiente como la Técnica de la Confusión Sexual (TCS). Otro aspecto a resaltar es la disminución de aproximadamente un 85%, de las aplicaciones de insecticidas organofosforados de alta toxicidad.

Esta nueva situación sanitaria requiere un ajuste del actual sistema de alarma que permita determinar o predecir con mayor precisión la evolución de la plaga y los momentos de mayor riesgo de ataque.

Para ello se localizaron 3 a 4 montes de manzanos donde no se realizaban aplicaciones de control y durante dos años se observaron diferentes eventos biológicos de la plaga: evolución de las capturas semanales, emergencias diarias primaverales provenientes de larvas diapausantes y no diapausantes durante el verano, recolección de larvas en fajas de cartón corrugado y evolución de la eclosión de huevos a través del muestreo de frutos dañados. Por otra parte en cada monte frutal se registraron las temperaturas mediante sensores automáticos (Dataloggers de temperatura y humedad iButton Hygrochron®).

Análisis de los tres vuelos estacionales de carpocapsa en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén

Diferentes autores emplean para determinar el primer vuelo de la temporada, el registro de las capturas en trampas de feromonas. Sin embargo, este dato por sí solo no permite determinar la amplitud del primer vuelo que dará origen a la primera generación de la temporada. Por esa razón se hace indispensable realizar en la temporada previa, la recolección de larvas diapausantes durante todo el periodo estival y mantenerlas bajo las condiciones ambientales de la región en el período

de otoño e invierno. De esta manera, dichas larvas acumularan horas de frío y emergerán durante la primavera siguiente, dando origen al primer vuelo de la temporada.

Diferentes modelos de predicción (Beers *et al.*, 1993; Knight, 2007) asumen que el primer vuelo finaliza entre los 444 y 567°D después del Biofix (primera captura constante en trampa de feromona). En la región del Alto Valle, siguiendo la evolución de las larvas diapausantes durante la primavera, la primera emergencia consistente de adultos se inicia en floración o pocos días después (entre los 110 y 180°D) y la finalización se produce entre los 850 y los 988°D (Grado Día ST-SS y AV respectivamente) (Tabla 4.3). Esto implica una amplitud del primer vuelo de aproximadamente 3 meses.

Se ha determinado a su vez, que la primera larva de quinto estadio perteneciente a la primera generación, sale del fruto para encapullar a los 504 GD ST (GD promedio ponderado) y se transforma en adulto a los 729 GD ST (Tabla 4.4).

Si cotejamos los promedios ponderados de las unidades fisiológicas (GD) de la última emergencia proveniente de larvas diapausantes (primer vuelo) (842,6; 848,4 y 921,3 GD según metodología ST, SS y AV respectivamente) y los correspondientes a la primera emergencia del segundo vuelo de 729,0, 731,1 y 783,1 (ST, SS y AV respectivamente), se observa una superposición de los mismos de poco más de 100 GD (113, 117 y 139 GD según GDST, SS y AV) (Tabla 1 y 2).

Tabla 4.3. Registros de grados día correspondientes a la última emergencia de adultos provenientes de larvas diapausantes. El inicio de la toma de temperaturas para la transformación a GD fue el 1 de agosto.

Fecha	GD (*)		
	ST	SS	AV
17-12-06	781,24	788,99	850,80
21-12-07	821,41	810,18	906,00
16-12-08	892,76	893,20	978,80
30-12-10	941,51	988,42	1028,00
Promedio Ponderado	842,56	848,37	921,33

(*) GD: Grado Día - ST: Estandar - SS: Seno Simple - AV: Alto Valle

Tabla 4.4. Registro de grados día correspondientes a la primera captura de larva de 5° estadio de primera generación de carpocapsa y la primera emergencia de adulto (inicio del 2° vuelo) bajo condiciones de campo. Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

AÑO	Chacra	Fecha captura de 1° larva de 5° estadio	Cantidad	GD de captura de 1° larva de 5° estadio			Fecha 1° emergencia del 2° vuelo	Cantidad	GD 1° emergencia del 2° vuelo		
				ST	SS	AV			ST	SS	AV
2010	Cuadro 9	17-nov	3	478,3	499,2	488,7	20-dic	3	803,6	846,5	869,4
	Bubalcó	17-nov	1	476,0	490,4	488,7	07-dic	1	668,6	690,0	715,8
	Ferroni 3	20-nov	1	501,1	505,1	524,1	11-dic	1	706,0	723,9	766,0
2011	Cuadro 9	16-nov	1	538,1	552,2	521,8	05-dic	1	727,4	729,1	750,2
	Ferroni 3	16-nov	4	509,8	503,9	521,8	02-dic	2	706,0	682,0	759,6
	Ferroni 4	16-nov	8	509,8	503,9	521,8	02-dic	4	706,0	682,0	759,6
Promedio ponderado				503,8	505,1	514,6			729,0	731,1	783,1

Tabla 4.5. Tiempo transcurrido en grados día (ST, SS Y AV) entre la primera larva de 5° estadio capturada en fajas de cartón corrugado (primera generación) y primera emergencia de adultos (2° vuelo) de carpocapsa en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

	CHACRA	Diferencia en GD entre captura en cartón corrugado de larva de 5° y 1° emergencia			Diferencia promedio ponderado		
		ST	SS	AV	ST	SS	AV
2010-2011-2012	Cuadro 9	325,27	347,29	380,7	228,31	225,42	272,19
	Bubalcó	192,56	199,25	227,1			
	Ferroni 3	204,92	218,78	241,9			
	Cuadro 9	189,33	176,88	228,4			
	Ferroni 3	196,19	178,05	237,8			
	Ferroni 4	196,19	178,05	237,8			

(*) GD: Grado Día - ST: Estandar - SS: Seno Simple - AV: Alto Valle

Según estos datos el tiempo promedio ponderado requerido por la larva de 5° estadio para transformarse en adulto es de 228,3; 225,4 y 272,2 GD ST, SS y AV respectivamente (Tabla 4.5). En base a esto se puede determinar el valor de GD para la finalización del segundo vuelo (suma de GD de última emergencia del primer vuelo, GD para evolución de huevo=88 y GD necesarios para que una larva se convierta en adulto) (Tabla 4.6).

En la tabla 4.6 se detalla los valores de GD (ST, SS Y AV) obtenidos bajo condiciones de campo para que una larva se transforme en adulto. Si consideramos los GD ST por ejemplo, el valor es de aproximadamente 360 GD, mientras que si se toma en cuenta los obtenidos por Glenn (1922) para desarrollo de larva y pupa (356 + 116 respectivamente), sumarían 472 GD. La diferencia obtenida es un poco superior a los 100 GD.

Tabla 4.6. Registros de grados día necesarios para la obtención del valor de finalización del 2° vuelo de carpocapsa en la temporada, en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Método de medición de GD	GD registrados en la Última emergencia de 1° Vuelo (*)	GD necesarios para el desarrollo del Huevo.	GD necesarios para pasar de 1° estadio larval a adulto, a campo	GD Totales
ST	842,56	88	358,59	1289,14
SS	848,37	88	365,77	1302,14
AV	921,33	88	423,10	1432,43

(*) Promedio ponderado de datos obtenidos los años 2006, 2007, 2008 y 2010.

De la misma manera se pueden obtener las unidades fisiológicas de desarrollo necesarias para producirse el inicio del tercer vuelo (Tabla 4.7). La conclusión de este estudio es que existe una superposición entre los vuelos (primero/segundo y segundo/tercero) de poco más de 100 y menos de 200 GD.

Tabla 4.7. Registros de grados día necesarios para la obtención del valor de finalización del 2° vuelo de carpocapsa en la temporada, en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Método de medición de GD	TEMPORADA	FIN 1° VUELO (*)	COMIENZO 2° VUELO	FIN 2° VUELO	COMIENZO 3° VUELO
ST	2011-2012	842,56	709,04	1288,2	1157,48
	2010-2011		757,06	1289,72	1179,89
	Promedio PONDERADO		729,05	1289,14	1169,70
SS	2011-2012	848,37	688,66	1272,57	1118,99
	2010-2011		792,378	1320,21	1238,98
	Promedio PONDERADO		731,88	1302,14	1184,44
AV	2011-2012	921,33	758,26	1439,08	1274,79
	2010-2011		818	1428,37	1296,69
	Promedio PONDERADO		783,15	1432,43	1286,74
Fecha estimada de ocurrencia		15 al 25-Dic	10 al 15-Dic	15 al 30-Ene	10 al 20-Ene

(*) El fin del 1° Vuelo se obtuvo con datos obtenidos de los años 2006, 2007, 2008 y 2010.

Ajuste del modelo logístico

a-Emergencias del primer vuelo

Los datos de emergencia y eclosión de huevos de carpocapsa correspondientes a las distintas generaciones que se desarrollan en la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén fueron ajustados a través de un modelo logístico y validado mediante la metodología desarrollada por Knight (Knight, 2007). El modelo logístico se aplicó para cada uno de los cálculos de GD (ST, SS y AV). Dicho modelo posee dos parámetros: β_0 y β_1 , donde β_0 es un

parámetro de posición de la curva respecto a los ejes cartesianos, y β_1 es la tasa de emergencia o eclosión de huevos respecto a los GD (Tabla 4.8). Todos los resultados aquí expuestos se realizaron con un nivel de significación del 5%.

En la tabla 4.9 se muestra la probabilidad de la comparación de la tasa de emergencia según los diferentes métodos de cálculo de GD. La ausencia de diferencias estadísticas entre dichas comparaciones indica que el empleo de cualquiera de las tres formas de GD es indistinto durante el primer vuelo de la temporada.

Tabla 4.8. Principales indicadores de ajuste del modelo para la emergencia del primer vuelo de la temporada según los distintos métodos de cálculo de los grados días en los años 2006/07/08/10 y 11.

Emergencia		Año				
Indicador	Grados Día	2006	2007	2008	2010	2011
R ²	ST	0,9863	0,9894	0,9869	0,9486	0,9883
	SS	0,9909	0,9901	0,7446	0,9447	0,9872
	AV	0,9867	0,9887	0,5598	0,9483	0,9884
EF	ST	0,9946	0,9965	0,9945	0,9783	0,9944
	SS	0,9965	0,9967	0,7090	0,9779	0,9919
	AV	0,9946	0,9964	0,7394	0,9780	0,9945
β_0	ST	-4,513	-5,167	-4,314	-4,501	-6,467
	SS	-4,815	-5,465	-4,610	-4,503	-6,767
	AV	-3,923	-4,425	-3,657	-3,874	-5,301
β_1	ST	0,013	0,015	0,011	0,012	0,015
	SS	0,013	0,016	0,011	0,012	0,016
	AV	0,011	0,013	0,009	0,011	0,014

R²: bondad de ajuste - EF: eficiencia - β_0 y β_1 : parámetros del modelos.

Tabla 4.9. Probabilidades correspondientes a la comparación de a pares de la tasa de emergencia del primer vuelo de adultos de carpocapsa y las diferentes metodologías de cálculo de GD (ST, SS Y AV) para los años 2006, 07, 08, 10 y 11.

Año	GD ST-SS	GD ST-AV	GD SS-AV
2006	0,9964	0,9306	0,927
2007	0,2784	0,6812	0,8652
2008	0,9868	0,9453	0,968
2010	0,9614	0,9026	0,7794
2011	0,9992	0,6731	0,6745

En la tabla 4.10 se detalla la probabilidad de la tasa de cambio de la emergencia del primer vuelo de adultos de carpocapsa entre los diferentes años para cada método de Grado Día. Estos valores indican que teniendo en cuenta los tres métodos de cálculo de GD (ST, SS Y AV) la tasa de cambio de la emergencia fue la misma para los años en estudio.

Este análisis permite concluir que la metodología de cálculo ST sería la más apropiada

para ser utilizada debido a que representaría más convenientemente la evolución de la temperatura diaria lo que se ve reflejado en una buena estimación de los eventos biológicos bajo estudio. Aunque estadísticamente no hubo diferencias significativas entre los distintos métodos, los valores de ST siempre se mantuvieron por encima del SS y por debajo del AV.

Tabla 4.10. Registros de grados día necesarios para la obtención del valor de finalización del 2° vuelo de carpocapsa en la temporada, en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

GD	Comparación de años									
	2006-2007	2006-2008	2006-2010	2006-2011	2007-2008	2007-2010	2007-2011	2008-2010	2008-2011	2010-2011
ST	0,8790	00,8911	0,8473	0,8532	0,8082	0,5573	0,7820	0,8970	0,7664	0,7874
SS	0,5727	00,9224	0,9707	0,8565	0,6617	0,5334	0,7827	0,9317	0,7659	0,7576
AV	0,8965	00,9096	0,9400	0,1459	0,8147	0,9371	0,7887	0,8836	0,8310	0,7831

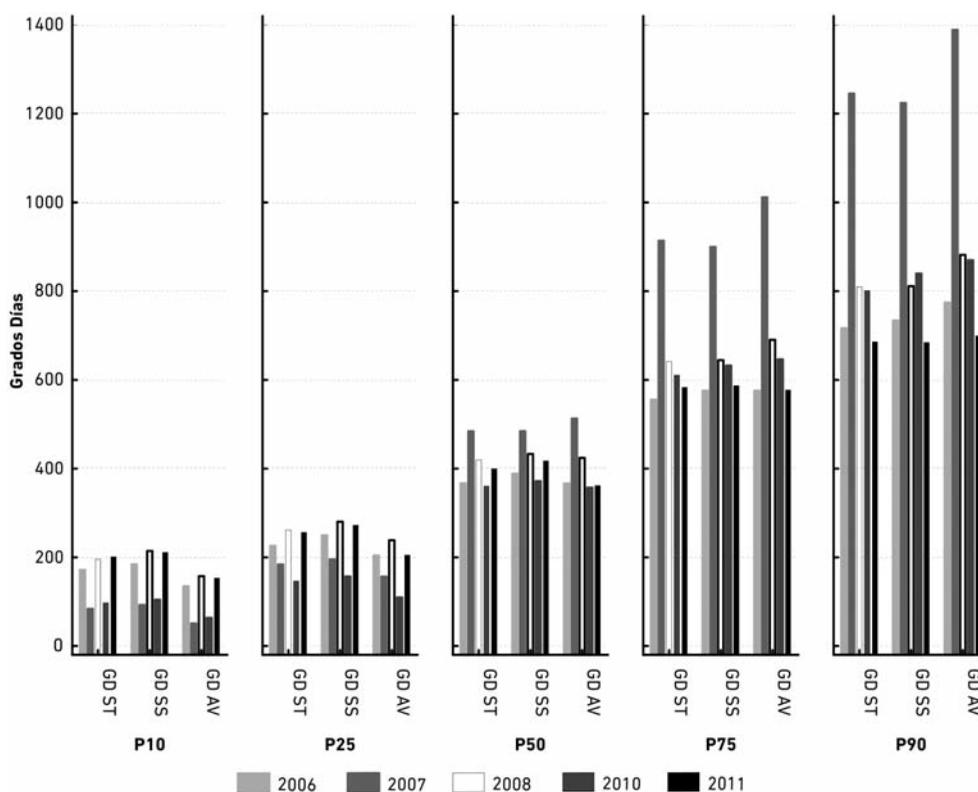


Figura 4.4. Concentración de la emergencia del primer vuelo (percentiles - P10, P25, P50, P75 y P90) para los distintos métodos de cálculo de grados día en los años 2006/07/08/10 y 11.

Para la emergencia del primer vuelo de la temporada se realizó una comparación entre años según los diferentes cálculos de GD para los distintos percentiles considerados (P10, P25, P50, P75 y P90) (Fig. 4.4).

Las diferencias estadísticas son altamente significativas a partir del 50% de emergencia del primer vuelo (P50) entre el 2007 y el resto de los años. Si bien en los percentiles inferiores (P10 y P25) se observaron algunas diferencias, éstas no son altamente significativas.

A partir de la mediana de la distribución (P50) se observa que el año 2007 necesitó más grados día acumulados para la misma concentración de emergencia. Lo sucedido en el año 2007 se podría relacionar con una mayor acumulación de horas de frío con temperaturas por debajo de 7°C (<http://anterior.inta.gov.ar/altovalle/met/horas.htm>) durante el invierno (Tabla 4.11).

b-Eclósión de huevos

En la figura 4.5, se observa en el panel de la izquierda el ajuste del modelo logístico para la proporción acumulada de eclósión de huevos de las temporadas 2010 y 2011 de manera conjunta, en función de los grados día acumulados calculados a través del método estándar (GD ST). En el panel de la derecha se ve la validación del modelo a través del método de Knigh, confirmándose su buen ajuste mediante los principales indicadores (bondad de ajuste “R²”; coeficiente de eficiencia “EF”; estimación de los parámetros β_0 y β_1 del modelo logístico) que se muestran en la Tabla 4.12 (Menni *et al.*, 2012).

Tabla 4.11. Horas de frío por debajo de 7°C acumuladas para los estados fenológicos de brotación y floración. Registros obtenidos de estación meteorológica INTA Alto Valle. Clmte Guerrico. Río Negro.

Estado fenológico	AÑO				
	2006	2007	2008	2010	2011
Brotación (C1)	1316	1778	1643	1511	1499
Floración (F2)	1396	1921	1738	1625	1584

(*) Manzano Red Delicious. Método Fleckinger.

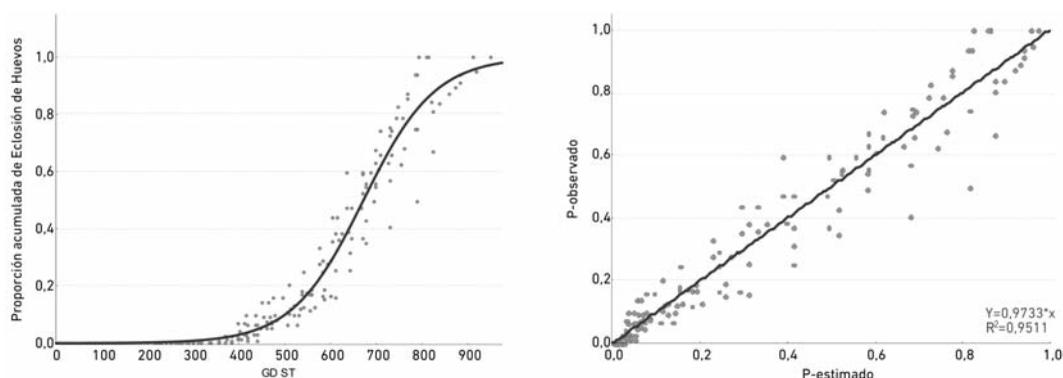


Figura 4.5. Ajuste y Validación del modelo logístico para la “proporción acumulada” de la eclósión de huevos del conjunto 2010 y 2011.

Tabla 4.12. Principales indicadores de ajuste del modelo para la eclosión de huevos de carpocapsa según los distintos métodos de cálculo de los grados días para las temporadas 2010 y 2011 en forma conjunta.

Indicadores	ST	SS	AV
R ²	0,9511	0,9637	0,9546
EF	0,9661	0,9751	0,9682
β_0	-8,611	-9,293	-7,702
β_1	0,013	0,014	0,011

En la fig. 4.6 se observan los grados día necesarios para la eclosión de huevos de primera generación (conjunto de datos correspondientes a las temporadas 2010 y 2011), correspondientes a los valores de percentiles - P10, 25, 50, 75 y 90.

En la misma figura se observa que los GD AV poseen un valor inferior a los GDST y GDSS al inicio de la temporada y superior a los mismos en diciembre cuando las temperaturas son superiores. Esto se debe a que el método de cálculo GD AV no posee umbral superior provocando una acumulación de unidades fisiológicas de desarrollo con temperaturas por encima de los 32°C, momento en que el desarrollo de la plaga está frenado.

El análisis de los datos hasta aquí presentados es el primer aporte a la elaboración del nuevo “modelo de predicción” de carpocapsa

en la Norpatagonia. En los años siguientes se continuará recabando la información necesaria para confirmar los eventos biológicos correspondientes a la segunda y tercera generación, a la vez que se realizará la validación a campo del modelo. La misma deberá estar acompañada de programas o estrategias específicas de control con el fin de corroborar los momentos adecuados de control según las diferentes densidades poblacionales de la plaga. Esta herramienta permitirá mantener las poblaciones de la plaga por debajo de 0,1% de frutos afectados a cosecha y a su vez disminuir el número de insecticidas, y de este modo producir frutas frescas con un mínimo de residuos en frutos (número de ingredientes activos y cantidad de cada uno de ellos) o bien alcanzar la denominada producción “residuo 0”.

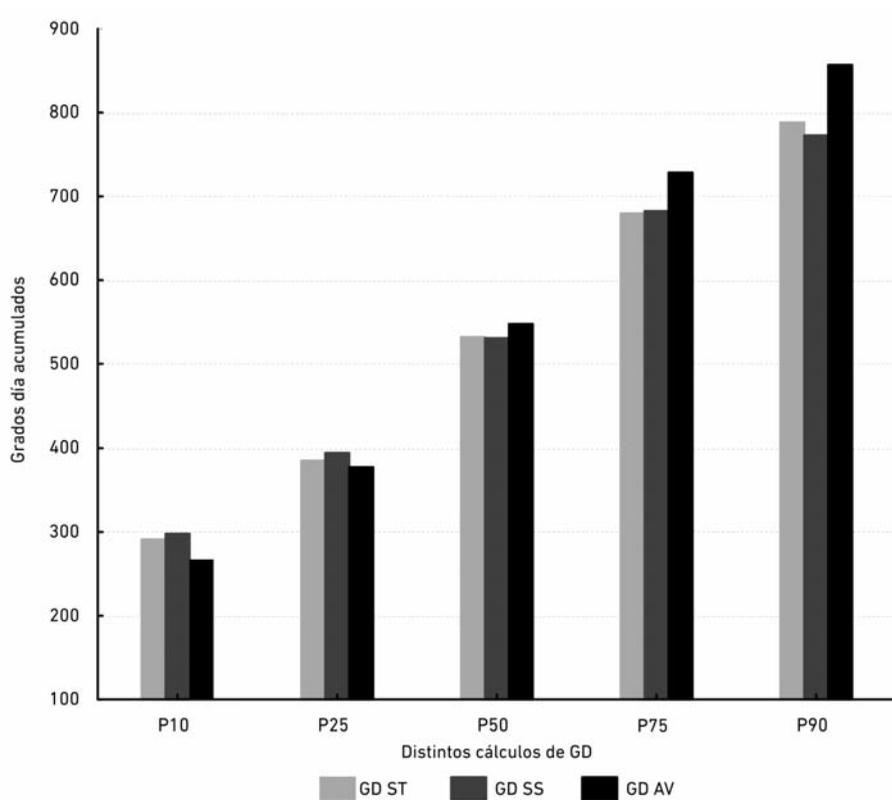


Figura 4.6. Concentración de la eclosión de huevos de la primera generación de carpocapsa (percentiles - P10, P25, P50, P75 y P90) para los distintos métodos de cálculo de grados día en los años 2010 y 11 de manera conjunta.

Bibliografía

- BASKERVILLE, G.L. and P. EMIN. 1969. Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperature. *Ecology* 50: 5115-517.
- BEERS, E.; BRUNNER, J.F.; WILLET, M.J. and G.M. WARNER. 1993. Orchard pest management. Good Fruit Grower. Yakima, wa. 276 p.
- BLOESCH, B. and J. DE SIEBENTHAL. 1988. The air temperature as forecast and warning means for the control of insects. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 20:121-126.
- GLENN, P.A. 1922. Relation of temperatura to development of the codling moth. *J. Econ. Ent.* 15:193-8.
- INTA. 2013. Carpogrados <http://anterior.inta.gov.ar/altovalle/met/carpogrados.htm>.
- KNIGHT, A. 2007. Adjusting the Phenology Model of Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae) *Environ. Entomol.* 36(6): 1485-1493.
- MENNI, M.F.; GARRIDO, S. and L. CICHÓN. 2012. Modelación logística y validación de la emergencia y la eclosión de huevos del primer vuelo de *Cydia pomonella* (L.) en el Alto Valle del río Negro. Conferencia de la Universidad Nacional de Córdoba, x Congreso Latinoam. de Sociedades de Estadística, Córdoba, Argentina. www.conferencias.unc.edu.ar/index.php/xclatse/clatse2012/paper/viewPaper/560
- RIEDL, H. 1983. Analysis of codling moth phenology in relation to latitude, climate and food availability. *In: Diapause and life strategies in insects.* Brown, V.K., I. Hodek; Dr. W. Junk Publishers. The Hague, 233-252.
- ROMOSER, W.S. and J.G. STOFFOLANO. 1994. The science of entomology. Ed. McGraw-Hill Dubuque, IA. 605 p.

Cambios en la susceptibilidad a diferentes insecticidas empleados en Argentina

Soleño, J.; Cichón, L.; Montagna, M.; Anguiano, L.; Garrido, S. y J. Lago

Con el objeto de determinar el posible cambio de susceptibilidad de las poblaciones salvajes de carpocapsa a los insecticidas que habitualmente se utilizan para su control en los montes de frutales de pepita de la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, se realizó un gran número de ensayos toxicológicos y bioquímicos. Dichos ensayos se iniciaron sobre el estado de larvas diapausantes y en la actualidad se hacen sobre larvas neonatas. En la mayoría de los casos se utilizó la metodología IRAC (*Insecticide Resistance Action Committee*) consensuada a nivel internacional por los científicos que trabajan en la evaluación de la susceptibilidad de artrópodos y agentes que provocan enfermedades en cultivos.

Hasta el 2006, en los montes de manzanos y perales de Argentina y particularmente en Río Negro y Neuquén, el insecticida más utilizado era el metil azinfos (MEAZ). En ese entonces existían un gran número de antecedentes a nivel mundial referidos a la selección de poblaciones resistentes a dicho insecticida (Cichón *et al.*, 2006). Por esa razón, se realizaron monitoreos de poblaciones salvajes de carpocapsa para determinar el riesgo de continuar con dichas aplicaciones en los montes frutales de la región.

Para ello se evaluó la toxicidad a metil azinfos en larvas diapausantes de *Cydia pomonella*

provenientes de montes frutales con distintos niveles de presión de selección de insecticidas a través de dosis discriminantes y de la completa relación dosis-respuesta. En los ensayos con dosis discriminante de metilazinfos (2,5 g MEAZ/larva) se determinaron porcentajes de mortalidad significativamente menores (37,71-84,21%) con respecto a la población de referencia a campo (monte frutal con manejo orgánico), en tres de las ocho poblaciones evaluadas (Soleño *et al.*, 2008) (Tabla 4.13).

Por otro lado, se evaluó sobre larvas diapausantes, la toxicidad del MEAZ a nivel de la DL₅₀ en 14 poblaciones colectadas en toda la región productiva de las provincias de Río Negro y Neuquén determinándose grados de resistencia (DL₅₀ población campo/DL₅₀ población susceptible) entre 0,7 y 8,7. Las poblaciones que presentaron diferencias significativas con la de laboratorio fueron aquellas colectadas en los extremos del valle productivo (San Patricio del Chañar, General Conesa y Río Colorado). Por el contrario, las poblaciones que presentaron niveles de resistencia significativamente mayores fueron colectadas en el centro del área productiva, entre las localidades de Cinco Saltos y Villa Regina (Soleño *et al.*, 2012) (Tabla 4.14).

Tabla 4.13. Porcentajes de mortalidad a la dosis diagnóstico de meaz (2,5 µg meaz/larva) en larvas diapausantes de *C. pomonella* recolectadas en chacras con tratamientos químico, orgánico y experimental.

Año de recolección	Población ¹	n	Mortalidad (%) ²
2003	C. Saltos 1 (o)	61	96,55
	Allen 1	60	38,33***
	Allen 2	57	84,21***
	Centenario	56	92,85
2004	C. Saltos 1 (o)	96	91,66
	V. Azul 2 (o)	57	98,24*
	Guerrico (e)	56	98,21*
	Gral. Roca 1 (e)	55	98,18*
	V. Alegre	80	60,34***
2005	C. Saltos 1 (o)	80	91,25
	V. Alegre	55	37,71***
	V. Regina 1	60	90,00

¹ (o) chacra con tratamiento orgánico; (e) chacra experimental del INTA. Las restantes poblaciones provienen de montes frutales con control químico convencional.

² Las diferencias estadísticas de mortalidad fueron calculadas en comparación con las poblaciones de referencia de cada año. * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001.

Tabla 4.14. Toxicidad de meaz en larvas diapausantes de *C. pomonella* recolectadas en diferentes localidades del valle de Río Negro y Neuquén.

Población ^a	N	Pendiente	χ ²	P	DL ₅₀ (LC 95%) ^b	GR ^c (LC 95%)
Laboratorio	329	6,27	2,46	0,29	0,18 (0,13-0,22)	--
Conesa	205	3,47	0,48	0,49	0,12 (0,07-0,16)	0,7 (0,5-1,0)
C. Grande	150	2,17	3,39	0,18	0,22 (0,16-0,29)	1,2 (0,9-1,7)
R. Colorado	170	3,44	0,30	0,58	0,22 (0,18-0,28)	1,3 (1,0-1,6)
El Chañar 1	190	1,27	0,91	0,92	0,31 (0,19-0,46)	1,8 (1,1-2,7) *
P. Córdoba	90	1,99	0,16	0,92	0,41 (0,27-0,60)	2,3 (1,5-3,4) *
V. Regina 4	178	2,22	3,14	0,54	0,46 (0,36-0,59)	2,6 (2,0-3,4) *
V. Regina 5	357	1,50	5,28	0,26	0,46 (0,36-0,59)	2,6 (2,0-3,4) *
Gral. Roca 1 (e)	140	3,62	0,73	0,69	0,48 (0,35-0,62)	2,7 (2,0-3,6) *
Cipolletti 2	310	2,01	3,55	0,47	0,51 (0,42-0,62)	2,9 (2,3-3,6) *
Cipolletti 1	130	2,00	1,89	0,60	0,55 (0,39-0,79)	3,1 (2,2-4,4) *
V. Regina 3	189	1,36	2,66	0,75	0,81 (0,57-1,16)	4,6 (3,1-6,6) *
V. Azul 3	140	4,22	2,99	0,22	0,92 (0,77-1,07)	5,2 (4,3-6,3) *
Allen 3 (e)	180	3,12	1,91	0,59	0,97 (0,75-1,18)	5,5 (4,3-7,0) *
C. Saltos 2	140	2,90	2,40	0,49	1,00 (0,82-1,17)	5,6 (4,5-7,0) *
V. Regina 2	178	2,00	0,94	0,82	1,13 (0,87-1,50)	6,4 (4,8-8,5) *
V. Regina 1	90	2,42	1,19	0,55	1,55 (1,13-2,16)	8,7 (6,3-12,1) *

^a Todas las poblaciones de campo ensayadas fueron recolectadas en montes frutales con tratamiento químico, a excepción de dos poblaciones bajo tratamiento experimental (e).

^b µg meaz/larva.

^c Grado de resistencia = DL₅₀ campo/DL₅₀ laboratorio. Los niveles de resistencia fueron estadísticamente diferentes cuando los límites de confianza de los GR no incluyeron al valor 1.

Por otro lado, se evaluó la toxicidad a una dosis discriminante de meAZ (2 ppm), acetamiprid (0,7 ppm) y tiacloprid (1 ppm) en larvas neonatas provenientes de 14 montes frutales. Todas las poblaciones de campo presentaron porcentajes de mortalidad significativamente menores que la cepa susceptible tanto en los ensayos con el organofosforado como con los neonicotinoides. Mientras que se determinó una correlación positiva significativa ($r=0,54$; $p<0,05$) entre la mortalidad a tiacloprid y metilazinfos, la correlación entre acetamiprid y tiacloprid ($r=0,35$) y acetamiprid y metilazinfos (0,12) fue no significativa (Cichón *et al.*, 2011) (Tabla 4.15).

Todas las poblaciones bajo tratamiento convencional presentaron actividades de esterases significativamente mayores que la población de laboratorio y que la población bajo tratamiento orgánico independientemente del estado del insecto utilizado (neonatas o diapausantes). En larvas diapausantes se determinó una correlación significativa ($r=-0,79$; $p<0,05$) entre actividad y mortalidad a la dosis discriminante de metil azinfos (Soleño *et al.*, 2008). Por otro lado, la asociación entre actividad de glutatión *s*-transferasa y mortalidad ($r=-0,33$) fue no significativa (Soleño *et al.*, 2008) (Tabla 4.16).

Tabla 4.15. Ensayos toxicológicos y bioquímicos en larvas neonatas de *Cydia pomonella* correspondientes a montes de manzanos del Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Población	Mortalidad % (n) ¹			Actividad de ECOD ²
	Acetamiprid	Metil azinfos	Tiacloprid	
Laboratorio	99 (140)	99 (160)	99 (200)	3,81 (118)
Cinco Saltos	42,4 (98)	90,2 (82)	25,1 (98)	13,30 (75)
Conesa 1	68,8 (45)	16,67 (45)	32,1(45)	17,12 (76)
G. Roca 1	24,8 (125)	66,2 (152)	35,8 (127)	16,25 (89)
G. Roca 2	50 (105)	37 (70)	55,6 (60)	9,78 (88)
Godoy	30 (25)	89,3 (35)	78,6 (35)	6,29 (56)
Guerrico 2	34 (97)	50,3 (102)	32,7 (112)	11,05 (77)
Ing. Huergo	51,6 (82)	17,9 (45)	32,1 (87)	12,55 (52)
Río Colorado 1	41,7 (80)	85 (25)	88,2 (30)	8,81 (92)
Río Colorado 2	59,4 (65)	44,4 (75)	50 (90)	6,48 (24)
Río Colorado 3	34 (42)	8 (60)	38,5 (75)	8,20 (122)
Viedma	61 (60)	74,7 (75)	33 (70)	8,13 (99)
Villa Regina 1	62,5 (60)	55,9 (60)	72,3 (40)	5,49 (80)
Villa Regina 3	43,4 (83)	29,5 (100)	40,8 (125)	17,47 (84)
Villa Regina 4	51,1 (70)	16,9 (80)	14,8 (65)	7,74 (31)

¹ Mortalidad a las dosis discriminantes de cada insecticida: 0,7; 2 y 1 ppm para acetamiprid, metil azinfos y tiacloprid, respectivamente.

² Actividad de la enzima 7-etoxicumarina o-deetilasa expresada en pg 7-hidroxicumarina/insecto/min.

Tabla 4.16. Estudios bioquímicos realizados con poblaciones de larvas diapausates de *Cydia pomonella* de una cepa susceptible de laboratorio y poblaciones de campo.

Población	Año de recolección	Actividad enzimática ^a (\pm DS) ^b	
		Esterasas	GST ^c
Laboratorio	2004	0,040 (0,0049)d	0,80 (0,017) a
Cinco Saltos	2003	0,029 (0,0058) a	0,077 (0,029) a
	2004	0,024 (0,0062) ab	0,096 (0,033) a
Allen 1	2003	0,14 (0,019) c	0,24 (0,040) b
Allen 2	2003	0,14 (0,026) c	0,27 (0,074) b
Centenario	2003	0,018 (0,0072) b	0,27 (0,057) b
General Roca	2004	0,019 (0,0069) b	0,10 (0,045) a
Guerrico	2004	0,045 (0,012) d	0,077 (0,041) a
Valle Azul	2004	0,062 (0,0088)	0,091 (0,033) a
Villa Regina	2005	0,18 (0,036) c	n.d.
Vista Alegre	2004	0,13 (0,037) c	0,21 (0,034) b
	2005	0,20 (0,10) c	n.d.

^a ($\mu\text{mol min}^{-1} \text{mg}^{-1}$ proteína).

^b Medias en cada columna seguidas por la misma letra no presentan diferencias significativas ($\alpha=0,01$).

^c n.d.= no determinado.

En estudios posteriores realizados con poblaciones colectadas en un amplio rango geográfico se observó una alta asociación entre actividad de esterasas y mortalidad a nivel de DL_{50} de metilazinfos ($r=0,89$; $P<0,01$) (Soleño *et al.*, 2012). Finalmente, la actividad de la enzima 7-etoxycumarina o-deetilasa (ECOD) presentó una correlación significativa ($r=0,69$; $P<0,05$) con la mortalidad a nivel de la DL_{50} (Soleño *et al.*, 2012) (Tabla 4.17). Por su parte, el estudio de la actividad de ECOD en larvas neonatas mostró que más del 70% de las poblaciones de campo presentaron niveles enzimáticos significativamente mayores (1,4 a 4,6 veces) que la población susceptible (Media=3,81; SEM=0,027) (Cichón *et al.*, 2013) (Tabla 4.17).

En conclusión, las poblaciones de campo de *C. pomonella* mostraron menor susceptibilidad al organofosforado metilazinfos y a los neonicotinoides acetamiprid y tiacloprid. A su vez, la respuesta de las poblaciones estuvo relacionada con la historia de aplicación de insecticidas en los montes frutales, tanto en el tipo de tratamiento (orgánicos *vs* convencionales) como con la localización de los mis-

mos (aislamiento geográfico, etc.). La menor susceptibilidad a los insecticidas ensayados estuvo asociada a una mayor actividad detoxificante de las enzimas esterasas y oxidasas de función mixta.

Por otra parte, debido al nuevo registro de insecticidas y a su rápida inclusión en los programas sanitarios a causa de las crecientes restricciones de uso de los insecticidas orgánicos fosforados, se decidió realizar las líneas base de los insecticidas novaluron, rynaxypyr, benzoato de emamectina y spinetoram (datos en proceso de publicación). Para ello se emplearon individuos susceptibles (larvas neonatas) pertenecientes a la cría artificial INTA – EEA Alto Valle (Tabla 4.18).

Tabla 4.17. Actividades enzimáticas en poblaciones salvajes de larvas diapausantes de *Cydia pomonella* en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Localidad	Población	EST ^a		ECOD ^b	
		n	Media ^b	n	Media ^b
Laboratorio	Sc	35	0.049 ± 0.0037	45	18.6 ± 2.63
Valle Azul	VAz	45	0.140 ± 0.0072 ***	110	38.9 ± 2.16***
Gral. Conesa	Con	13	0.044 ± 0.0071	80	27.3 ± 1.99
Allen	An	47	0.164 ± 0.0079***	97	49.7 ± 3.49***
Río Colorado	RCol	-	n.a.	92	63.7 ± 4.47 ***
Villa Regina	VR1	27	0.227 ± 0.0167 ***	47	86.0 ± 6.30***
	VR2	63	0.134 ± 0.0094 ***	-	n.a.
	VR3	-	n.a.	86	58.2 ± 4.79***
Gral. Roca	GRc	-	n.a.	76	49.7 ± 4.77***
Cipolletti	Cip1	28	0.086 ± 0.0045	-	n.a.
	Cip2	38	0.144 ± 0.0085 ***	42	57.6 ± 6.00 ***
S. P.Chañar	ECh	21	0.106 ± 0.0050 *	44	38.6 ± 4.76*
Cinco Saltos	CS1	22	0.131 ± 0.0073 ***	-	n.a.
	CS2	47	0.156 ± 0.0072***	-	n.a.

^a Las actividades de EST y ECOD están dadas en $\mu\text{mol} \sim \text{N} \text{min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{prot}^{-1}$ y $\text{pg} \text{7-OHC} \text{insecto}^{-1} \text{min}^{-1}$, respectivamente.

^b Las actividades en cada columna fueron comparadas por ANOVA y Unequal N post hoc análisis (* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$ y *** $P < 0.001$).

Tabla 4.18. Parámetros correspondientes a las líneas base de mortalidad de los insecticidas *novalurón*, *rynaxypyr*, *benzoato de emamectina* y *spinetoram* efectuadas sobre individuos susceptibles de *C. pomonella* pertenecientes a la cría artificial INTA Alto Valle.

Insecticida	N	χ^2	p	Pendiente	CL _x (LC 95%)		
					CL ₁₀	CL ₅₀	CL ₉₉
novalurón	480	0,90	0,83	2,20	0,10 (0,05-0,16)	0,39 (0,29-0,49)	4,45 (3,00-8,14)
rynaxypyr	1200	5,79	0,21	1,91	0,0041 (0,0030-0,0052)	0,0191 (0,0165-0,0219)	0,3157 (0,2284-0,4780)
benzoato de emamectina	444	4,51	0,10	7,41	0,004 (0,0033-0,0043)	0,006 (0,005-0,0036)	0,012 (0,010-0,015)
spinetoram	360	3,95	0,14	2,78	0,012 (0,008-0,016)	0,035 (0,028-0,043)	0,24 (0,16-0,46)

Posteriormente, empleando la dosis discriminante (DD) de los insecticidas mencionados, se determinó la susceptibilidad de más de 27 poblaciones salvajes extraídas de montes frutales de manzanos y perales las que se compararon con la población perteneciente a la cría artificial (individuos susceptibles). Estos datos se encuentran en el proceso de análisis y evaluación. Esto permitirá comparar la susceptibilidad de las poblaciones de car-

pocapsa previa al empleo masivo de los nuevos insecticidas con modos de acción diferentes a los tradicionales, y luego de años de uso. Este simple dato es fundamental para diseñar estrategias de intervención a corto y mediano plazo y verificar que las estrategias de manejo de la resistencia implementadas estén funcionando adecuadamente. Esto redundará en un menor y más adecuado uso de los insecticidas en frutales de pepita.

Bibliografía

- CICHÓN, L.; FERNÁNDEZ, D. y M. MONTAGNA. 2006. Evolución del control de carpocapsa en los últimos veinticinco años. Rev. Fruticultura & Diversificación. N°51. Pag. 22-29.
- CICHÓN, L.; SOLEÑO, J.; ANGUIANO, L.; GARRIDO, S. and M. MONTAGNA. 2011. Profile of resistance to azinphosmethyl, acetamiprid and thiacloprid in *Cydia pomonella* field collected populations. Abstract. *Resistance 2011*. Rothamsted Research, Harpenden, Hertfordshire, UK.
- CICHÓN, L.; SOLEÑO, J.; ANGUIANO, L.; GARRIDO, S. and M. MONTAGNA. 2013. Evaluation of Cytochrome P450 Activity in Field Population of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) Resistant to Azinphosmethyl, Acetamiprid, and Thiacloprid. J. Econ. Entomol. 106(2): 939-944; doi: <http://dx.doi.org/10.1603/EC12349>.
- SOLEÑO, J.; ANGUIANO, L.; D'ANGELO, A.P. DE; CICHÓN, L.; FERNÁNDEZ, D. and M. MONTAGNA. 2008. Toxicological and biochemical response to azinphos-methyl in *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) among orchards from the Argentinian Patagonia. Pest Manag Sci 64: 964-70.
- SOLEÑO, J.; ANGUIANO, L.; CICHÓN, L.; GARRIDO, S. and M. MONTAGNA. 2012. Geographic variability in response to azinphos-methyl in field-collected populations of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) from Argentina. Pest. Manag. Sci. doi: 10.1002/ps.3327.

Control biológico del gusano de la pera y la manzana

Hernández, C. M.; Garrido, S.; Viscarret, M.; Botto, E. N.; Cichón, L. y J. Lago

El desarrollo de estrategias de manejo de plagas basado en tácticas de control con un mínimo impacto ambiental negativo constituye uno de los paradigmas en que se asienta actualmente la sostenibilidad de los sistemas agrícolas productivos. El control biológico, definido como el manejo de los enemigos naturales de las plagas, se enmarca dentro de este contexto. *Cydia pomonella*, comúnmente llamada carpocapsa, es la principal plaga que afecta a la producción de manzanas y otras pomáceas en el mundo, y en particular en la Argentina. Es una especie exótica para nuestro país carente de enemigos naturales nativos que puedan regular su abundancia de modo eficiente. Este fue el fundamento principal que dio lugar al desarrollo en el año 2003 de un programa de control biológico para *C. pomonella* en el Alto Valle de Río Negro que contempló el empleo de tácticas de control biológico clásico, basadas en la introducción de enemigos naturales exóticos específicos de *C. pomonella* y de control biológico inundativo utilizando al parasitoide oófago *Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Este proyecto de control biológico se ha venido desarrollando exitosamente hasta el presente.

Dos especies de enemigos naturales específicos de carpocapsa, el parasitoide larval,

Mastrus ridibundus (Hymenoptera: Ichneumonidae), y el parasitoide ovo-larval, *Ascogaster quadridentata* (Hymenoptera: Braconidae), fueron introducidos (2004-5), multiplicados en el laboratorio y colonizados en el Alto Valle entre 2005 y 2012 según tácticas de control biológico clásico (Botto *et al.*, 2005a; Hernández *et al.*, 2007). Superado el proceso de cuarentena de acuerdo con las normas internacionales vigentes, los enemigos naturales se multiplicaron sobre su huésped natural (*C. pomonella*) en el Insectario de Investigaciones para Lucha Biológica de INTA - IMYZA, Castelar (Gómez *et al.*, 2010). La disponibilidad en tiempo y forma de estos enemigos naturales permitió evaluar aspectos básicos de su biología y estructurar en base a esto las tácticas de manejo más adecuadas para su colonización en el campo en función de las características del sistema productivo del Alto Valle. Los estudios en el laboratorio incluyeron: la evaluación de aspectos sobre los ciclos de vida, la preferencia de huéspedes (*C. pomonella* y *C. molesta*) y la compatibilidad entre insecticidas de uso habitual para el control de carpocapsa y los enemigos naturales (Foto 57). Ambos enemigos naturales fueron colonizados a través de liberaciones inoculativas en función de la dinámica poblacional de la plaga y del modo de acción de los parasitoides.

El desempeño de los enemigos naturales en el campo se estimó en base al parasitismo de *C. pomonella* y a su capacidad de dispersión a partir de los centros de liberación. Entre los principales productos obtenidos en estas investigaciones pueden destacarse: **1-** la determinación de los principales parámetros biológicos de *A. quadridentata* y *M. ridibundus* (Hernández *et al.*, 2008b), **2-** la compatibilidad de uso de *M. ridibundus* e insecticidas como CarpovirusPlus®, Coragen® y Rimon®, **3-** *A. quadridentata* y *M. ridibundus* se adaptaron a las condiciones climáticas de la región y **4-** ambos enemigos naturales se han establecido en el Alto Valle, tal como se desprende de los recobros posteriores a su liberación (Fotos 57, 58 y 59). (Hernández *et al.*, 2008a; Hernández *et al.*, 2009; Hernández *et al.*, 2010; Hernández *et al.*, 2011). El establecimiento de estos enemigos naturales de *C. pomonella*, tiene un valor estratégico desde el punto de vista del manejo integrado de la plaga, ya que de consolidarse el accionar de estos parasitoides se habrá adicionado al ambiente una causa de mortalidad previamente no disponible en el sistema para las condiciones del Alto Valle. Si bien los logros obtenidos hasta el momento respecto de la colonización de los enemigos naturales exóticos en el Alto Valle son alentadores, es necesario fortalecer la presencia activa de los mismos tanto en las áreas actualmente colonizadas como en nuevos sitios a los efectos de consolidar su establecimiento definitivo en el área.

El parasitoide oófago *Trichogramma*, es uno de los enemigos naturales de mayor utilización a nivel mundial en programas de control biológico inundativo de lepidópteros plaga (Fotos 60 y 61). Los estudios efectuados en relación con el empleo de este enemigo natural para el control de carpocapsa en el Alto Valle representaron el primer intento de implementación de esta técnica a nivel nacional (Foto 62). Las investigaciones desarrolladas incluyeron entre otros aspectos: **1-** selección de candidatos en base a sus principales atributos biológicos, **2-** desarrollo de un sistema de producción masiva del enemigo natural seleccionado, **3-** evaluación en el campo del desempeño del enemigo natu-

rales y **4-** evaluación de la compatibilidad de empleo de los enemigos naturales con insecticidas empleados en el control de *C. pomonella*. Entre los resultados más relevantes obtenidos hasta el momento pueden mencionarse: **1-** *Trichogramma nerudai* resultó la especie más adecuada para ser empleada en el control biológico de carpocapsa (Botto *et al.*, 2005b); **2-** esta especie es factible de ser producida masivamente en el laboratorio sobre el huésped ficticio *Sitotroga cerealella*, en tiempo, forma y cantidad adecuadas; **3-** *T. nerudai* mostró en evaluaciones de campo que tiene potencial para ser empleada en estrategias de control biológico inundativo (excelente capacidad de dispersión y aceptables niveles de parasitismo) (Hernández *et al.*, 2006; Hernández *et al.*, 2011); **4-** sus liberaciones inundativas durante el primer pico de oviposición de carpocapsa contribuirían a reducir el impacto negativo de la primera generación de la plaga (Fig. 4.7); **5-** la integración del enemigo natural con insecticidas de bajo impacto ambiental (*Bacillus thuringiensis*) es factible y abre un excelente potencial para el empleo de este biocontrolador en producciones orgánicas.

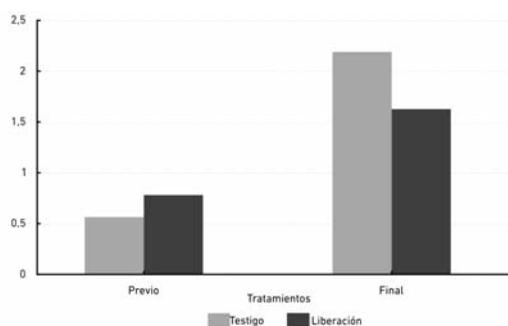
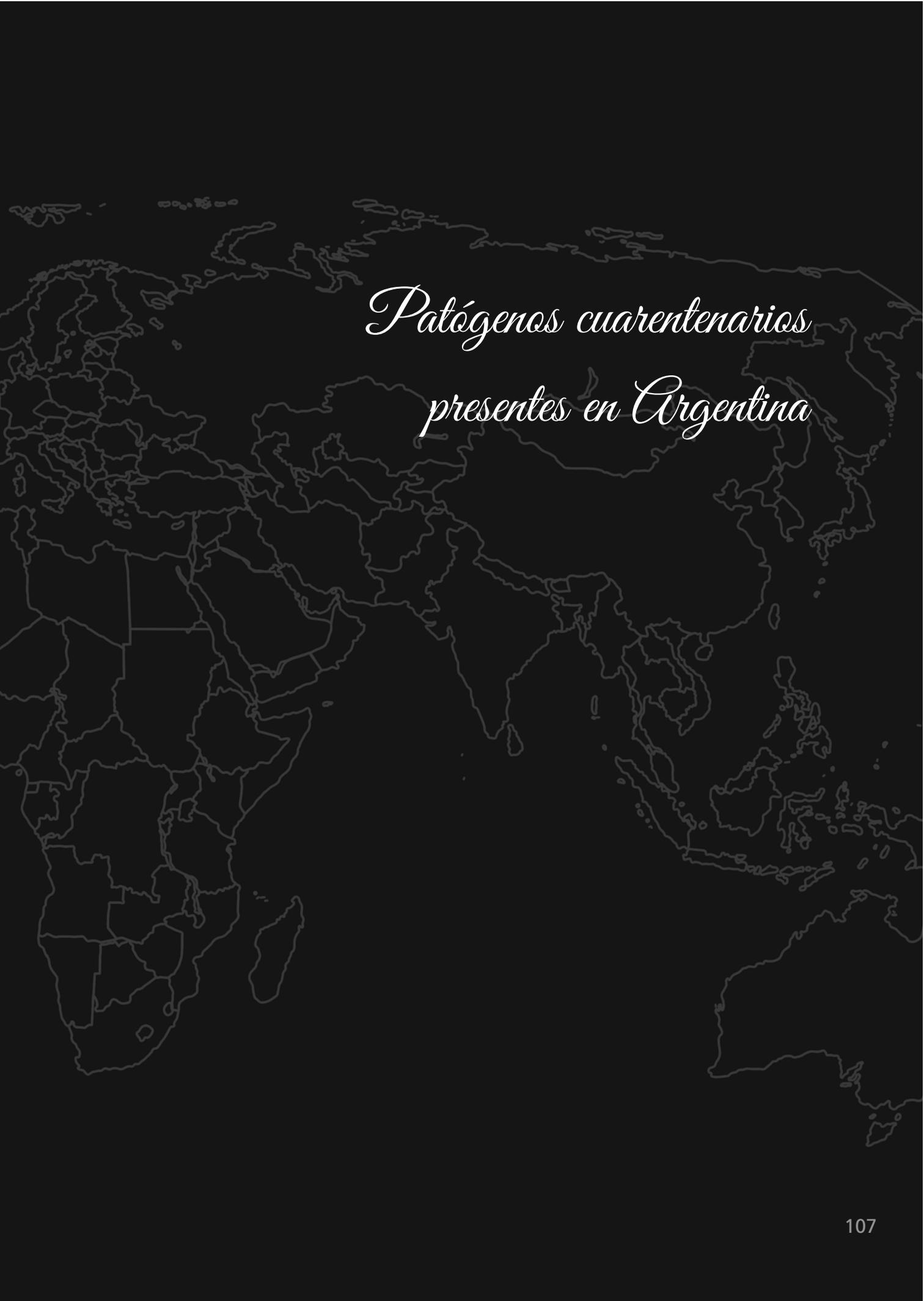


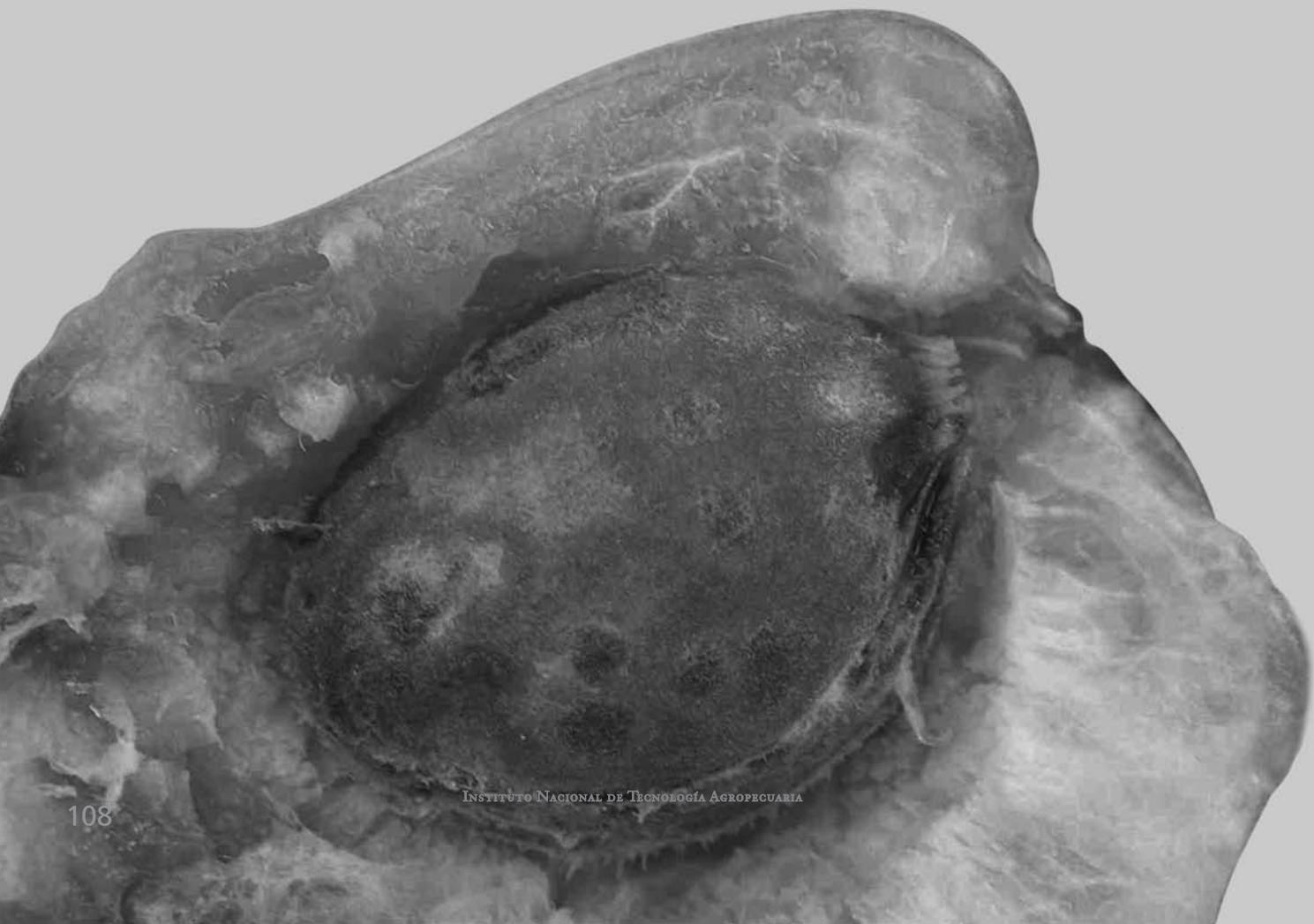
Figura 4.7. Fruta dañada obtenida en parcelas experimentales infestadas con carpocapsa en los tratamientos sin (Testigo) y con liberaciones inundativas (Liberación) de *Trichogramma nerudai* en dos momentos (Previa) y (Final) de la primera generación.

Bibliografía

- BOTTO, E.N.; TORTOSA, O.; HERNÁNDEZ, C.; GARRIDO, S.; LAFALCE, C.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2005 a. Introducción del parasitoide *Mastrus ridibundus* (Gravenhorts) (Hymenoptera: Ichneumonidae) para el control biológico de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). XII Congreso Latinoamericano y XXVIII Congreso Argentino de Horticultura, 6 al 8 de septiembre, Gral. Roca, Río Negro, Argentina.
- BOTTO, E.N.; GARRIDO, S.; SAEZ, T.; HERNÁNDEZ, C.; LAFALCE, C.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2005 b. Evaluación de *Trichogramma* spp., (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para el control Biológico de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) en Alto Valle de Río Negro, Argentina. XXVII Congreso Nacional Entomología, 23-25 noviembre Valdivia, Chile.
- GÓMEZ, G.C.; HERNÁNDEZ, C.M.; VISCARRET, M.M. y E.N. BOTTO. 2010. Estudio de variables inherentes a la calidad en la cría masiva de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), en laboratorio. XXXIII Congreso Argentino de Horticultura, 28 de septiembre al 1 de octubre de 2010. Rosario, Buenos Aires, Argentina. pp.190.
- HERNÁNDEZ, C.; BOTTO, E.N.; DELLA TORRE, V.; LAFALCE, C.; GARRIDO, S.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2006. Empleo de entomófagos parasitoides para el control biológico de *Cydia pomonella* (L.) en frutas de pepita (manzanos). 1º Reunión Argentina de Parasitoidólogos: “Integrando aspectos teóricos y aplicados”, 8 y 9 de noviembre 2006, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.
- HERNÁNDEZ, C. M.; BOTTO, E.N.; DELLA TORRE, V.; LAFALCE, C.; GARRIDO, S.; FERNÁNDEZ, D. y L. CICHÓN. 2007. Introducción de *Ascogaster quadridentata* Watanabe (Hymenoptera: Braconidae) para el control biológico de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). Disertante en 30º Congreso Argentino de Horticultura y 1º Simposio de Cultivos Protegidos, 24 al 28 de septiembre 2007 La Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina. pp 193.
- HERNÁNDEZ, C.M.; ANDORNO, A.V. y E.N. BOTTO. 2008 a. Estudios Sobre la Supervivencia y Fecundidad de *Ascogaster quadridentata* Watanabe (Hymenoptera: Braconidae) en Condiciones Controladas de Laboratorio. VIII Congreso de Entomología, 21 al 24 de octubre. Huerta Grande, Córdoba, Argentina. pp 360.
- HERNÁNDEZ, C.M.; GARRIDO, S.; BOTTO, E.N.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2008 b. Control biológico de *Cydia pomonella*: evaluación del establecimiento de 2 parasitoides exóticos, *Mastrus ridibundus* (Hymenoptera: Ichneumonidae) y *Ascogaster quadridentata* (Hymenoptera: Braconidae) en el Alto Valle de Río Negro. XXXI Congreso Argentino de Horticultura, 30 de septiembre al 3 de octubre. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. pp 338.
- HERNÁNDEZ, C.M.; GARRIDO, S.; VISCARRET, M.M.; BOTTO, E.N.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2009. Avances en la colonización y establecimiento de *Ascogaster quadridentata* (Hymenoptera: Braconidae), parasitoide exótico de *Cydia pomonella*, en el Alto Valle de Río Negro. XXXII Congreso Argentino de Horticultura. ASAHO, Salta, Argentina. 23-26/09/09. pp 191.
- HERNÁNDEZ, C.M.; GARRIDO, S.; VISCARRET, M.M.; BOTTO, E.N.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2010. Establecimiento de dos parasitoides exóticos para el control de *Cydia pomonella* L. en la región del Alto Valle de Río Negro, Argentina. 4º Reunión Argentina de Parasitoidólogos: “Aprovechando la diversidad de capacidades”, 20 al 22 de octubre 2010, Concordia, Entre Ríos, Argentina. pp7.
- HERNÁNDEZ, C.M.; BOTTO, E.N.; VISCARRET, M.M.; GARRIDO, S.; CICHÓN, L. y D. FERNÁNDEZ. 2011. Avances en el control biológico de *Cydia pomonella* F. (Lep.: Tortricidae) en manzanos en la República Argentina. Seminario Internacional de Sanidad Agropecuaria (SISA). Intercambio de Experiencia en Producción Masiva y Uso de Agentes de Control Biológico IOBC/NTRS. La Habana, Cuba del 3-6 mayo de 2011.



*Patógenos cuarentenarios
presentes en Argentina*



CAPÍTULO 5

Frutales de carozo

Plum pox virus (Sharka)

Marini, D.; Rossini, M.; Dal Zotto, A.; Porcel, L. y L. Arroyo

110	<i>Introducción</i>
110	<i>Nombre del agente y sinonimias</i>
111	<i>Hospedantes</i>
111	<i>Sintomatología</i>
111	<i>Ciruelos</i>
111	<i>Damascos</i>
112	<i>Durazneros y nectarinos</i>
112	<i>Distribución en el país</i>
112	<i>Epidemiología</i>
112	<i>Transmisión</i>
114	<i>Periodo de incubación</i>
114	<i>Distribución espacial y temporal de la enfermedad</i>
117	<i>Técnicas de detección</i>
117	<i>Inspección visual</i>
117	<i>Test biológicos</i>
117	<i>Test serológicos</i>
120	<i>Test moleculares</i>
121	<i>Manejo de la enfermedad</i>
123	<i>Monitoreo</i>
123	<i>Análisis de plantas madre del género Prunus</i>
125	<i>Bibliografía</i>

Introducción

La enfermedad del sharka, causada por el *Plum pox virus* (PPV), es considerada la virosis más importante que afecta a los frutales de carozo en términos de impacto económico y agronómico (Németh, 1986). Fue descrita por primera vez en ciruelos (*Prunus salicina* L.) en 1917 y en damascos (*Prunus armeniaca* L.) en 1933 en Bulgaria (Atanasoff, 1932; 1935). Al principio la enfermedad se difundió lentamente por toda Europa del este, luego comenzó a difundirse más rápidamente detectándose en Francia en 1970 y en España en 1984. Sin embargo, recién en el año 1992 el virus se detectó en el continente americano, describiéndose en la zona central de Chile. En 1998 fue detectado en Estados Unidos y en el 2000 en Canadá (Herrera, 1994; Levy *et al.*, 2000a; Thompson *et al.*, 2001). También ha sido detectado en Egipto, India, China, Irán, Kazakhsan, Pakistán y Japón (Mazyad *et al.*, 1992; Bhardwaj *et al.*, 1995; Navratil *et al.*, 2006; Capote *et al.*, 2006; Barba *et al.*, 2010; Fujiwara *et al.*, 2011).

En Argentina esta enfermedad fue detectada por primera vez en diciembre de 2004 en el departamento de Pocito, provincia de San Juan, en plantas de damasco y ciruelo japonés (Dal Zotto *et al.*, 2006). Las plantas afectadas fueron erradicadas en una acción conjunta de los organismos provinciales y nacionales de control de sanidad vegetal y los productores frutícolas involucrados.

El sharka constituye la virosis más importante del cultivo del género *Prunus*. En los últimos 30 años ha significado un gasto de más de 13 billones de dólares en todo el mundo. En muchos países los frutos infectados son rechazados para consumo interno, no pueden ser exportados o no son aceptados por la industria dado el sabor amargo que la enfermedad les produce. La limitación también puede extenderse a la exportación de material vegetal de multiplicación como yemas y portainjertos dado que los países compradores necesitan asegurarse de la sanidad del material a importar con la finalidad de evitar el ingreso del sharka. En general la enfermedad es considerada grave por varios

factores: la rápida diseminación por vectores, el severo daño que produce sobre los frutos que los hace no comercializables y que la mayoría de los cultivares comerciales disponibles son susceptibles. A ello debe agregarse que como todas las virosis que afectan a las plantas, no disponen de un método de control eficiente y que su diagnóstico presenta dificultades dada la distribución irregular del virus en la planta (Cambra *et al.*, 2006).

Nombre del agente y sinonimias

Es producida por un virus del género *Potyvirus*, familia *Potyviridae*, el *Plum pox virus*. Es el único *Potyvirus* que infecta al género *Prunus*. La enfermedad también es conocida como “Viruela del ciruelo” y el virus como “Virus del sharka” (Németh, 1986).

En la actualidad, este virus presenta siete razas: PPV-D (Dideron), PPV-M (Marcus), PPV-EA (El Amar), PPV-C (Cherry), PPV-REC (Recombinante), PPV-W (Winona) (Gildow, 2001) y PPV-T (Serce *et al.*, 2009). La raza presente en Argentina es la del tipo D (Dal Zotto *et al.*, 2006). PPV-D fue aislada por primera vez en Francia, es la más común en Europa, Sudamérica y EEUU. Esta raza se caracteriza por no ser transmitida por semillas, afecta con igual grado de severidad a ciruelos y damascos, y es menos agresiva en durazneros [*Prunus persica* (L.) Batsch] y nectarinos [*P. persica* (L.) Batsch *nucipersica* (Suchow) C. K. Schneid]. Debido a su difícil transmisión a hospedantes experimentales y su baja eficiencia de propagación por vectores es considerada como una forma no epidémica de PPV (Levy *et al.*, 2000b).

La raza M es la más agresiva se dispersa rápidamente por pulgones, afecta principalmente duraznero y nectarino y, en menor proporción, ciruelo y damasco. No está citada en América, es endémica del sudeste de Europa. La raza EA sólo ha sido identificada en el norte de África. Afecta damasco y, en menor proporción, ciruelo, duraznero y nectarino. La raza C ha sido detectada solamente en Europa, en cerezo (*P. avium* L.) y guindo (*P. cerasus* L.); mientras que la raza W fue aislada en ciruelo europeo (*P. domestica* L.) en Canadá, y recientemente en Latvia, Ucrania

y Rusia, no se tiene información sobre su agresividad (Sheveleva *et al.*, 2012). La raza rec se da en muchos países de Europa del centro y del este. Se comporta de forma similar a la raza D. Por último, la raza T fue aislada en Ankara, Turquía, en damascos y ciruelos en el 2009 (Serce *et al.*, 2009).

Recientemente, se han propuesto dos nuevas razas, PPV-CR (Cherry Russia) aislado en antiguas plantaciones de guindos en Rusia y PPV-AN (Ancestor) aislado en ciruelos japoneses en Albania (Glasa *et al.*, 2012; Palmisano *et al.*, 2012).

Hospedantes

PPV infecta bajo condiciones naturales árboles frutales del género *Prunus* (cultivares comerciales y portainjertos): damasco, ciruelo europeo, ciruelo japonés, duraznero, nectarinos, cerezo ácido y dulce, almendro (*Prunus dulcis*, Mill.), *Prunus davidiana*, Mahaleb (*P. mahaleb*), Mariana (*P. marianna*) y Myrabolán (*P. cerasifera*); entre otras. El virus también infecta a especies ornamentales de *Prunus* tales como *P. besseyi*, *P. insititia*, *P. tomentosa*, *P. triloba*, *P. cistena*, *P. laurocerasus*, *P. glandulosa* y *P. spinosa* (Cambra *et al.*, 2002), las cuales se han transformado en una fuente natural importante de infección (Auger & Esterio, 1995). Se ha comprobado que el virus también se puede alojar en malezas espontáneas, aunque se piensa que el rol de éstas como reservorio del virus es probablemente insignificante (Levy *et al.*, 2000b). El virus puede ser transmitido artificialmente a numerosos tipos de *Prunus*, los que son usados frecuentemente como hospederos experimentales para diferentes propósitos de investigación (Cambra *et al.*, 2002).

Sintomatología

PPV se establece y se multiplica intracelularmente en la planta, provocando distintas alteraciones en los tejidos vegetales (Auger & Esterio, 1995). Los síntomas de PPV aparecen en hojas, frutos, flores y carozos. Su intensidad varía con la especie y el cultivar de *Prunus* afectada, la raza del virus, la localización, edad de la planta, estado nutricional, estacio-

nes del año, temperatura, etc. La mayoría de las plantas afectadas recién muestran síntomas al tercer año de infección, y pueden estar restringidos a una parte del árbol e incluso a una sola rama (Auger, 1993). Algunos cultivares pueden permanecer asintomáticos (Levy *et al.*, 2000b).

A continuación se detallan los principales síntomas en las distintas especies.

Ciruelos

En hojas puede presentar clorosis en las nervaduras principales, puntos, manchas y anillos cloróticos bien delimitados en el centro y difusos hacia fuera, que varían en su tamaño, forma y distribución (Foto 63). También pueden aparecer hojas deformadas. Estos síntomas, se mantienen en toda la temporada, aunque son más notables en primavera. Los frutos externamente pueden mostrar manchas, líneas y/o anillos cloróticos que con el tiempo se vuelven necróticos, se agrietan, presentan amarronamiento de la pulpa y se reduce drásticamente su calidad comercial (Foto 64) (Nemeth, 1986; Levy *et al.*, 2000b). Al igual que la mayoría de las enfermedades virales, el sharka no mata al árbol, pero puede reducir drásticamente la productividad debido a la pérdida de valor comercial, o la caída prematura de la fruta. Estos daños pueden llegar al 100% en montes con altas infecciones virales y afectados por PPV-M (Nemeth, 1986).

En Hungría se han observado canchros verdosos en brotes de ciruelos infectados en otoño (Levy *et al.*, 2000b).

En Argentina no se han observado síntomas en frutos de ciruelo europeo cv. D'agen afectados por PPV-D, mientras que si se han observado severos síntomas en frutos de ciruelo japonés cv. Red Beaut (Porcel, *com. personal*).

Damascos

A inicio de la primavera aparecen en las hojas líneas, bandas o anillos cloróticos difusos de forma y tamaño variables, que se ubican generalmente en las nervaduras secundarias o también en algunos casos en los bordes de las hojas; estos síntomas tienden a desaparecer a medida que aumenta la temperatura en verano

y se distribuyen sólo en algunos brazos o ramillas del árbol. Los frutos pueden presentar en su superficie protuberancias o depresiones circulares (Foto 65). La pulpa puede mostrar un aspecto corchoso y gomoso, haciendo el fruto no comestible. Es posible observar también caída prematura y abundante de frutos. La presencia de los síntomas en frutos aparece poco antes de la maduración. Además en esta especie es característica la formación de anillos o manchas circulares claras en los carozos (Foto 66) (Nemeth, 1986; Levy *et al.*, 2000b).

Durazneros y nectarinos

Los síntomas en el follaje son poco evidentes y consisten en líneas o pequeñas áreas cloróticas a lo largo de las nervaduras secundarias y terciarias, acompañados en algunos casos con deformación de la lámina (Foto 67). En general estos síntomas son más notables en plantas jóvenes o severamente rebajadas con la poda. En estas especies, la visualización de los síntomas en frutos se debe realizar durante el período de cosecha. Consisten en manchas o anillos en la piel, pero no se producen deformaciones. Las variedades de pulpa blanca presentan anillos de color blanco-verdoso y en las variedades de pulpa amarilla, éstos son de un amarillo intenso (Foto 68). El carozo no presenta síntomas. En algunos cultivares se pueden observar manchas pigmentadas en pétalos de flores (Foto 69). En general, los cultivares de maduración temprana muestran más síntomas en frutos que los de maduración tardía (Nemeth, 1986; Levy *et al.*, 2000b; Cambra *et al.*, 2002).

Distribución en el país

Hasta el presente, sólo dos focos de la enfermedad del sharka han sido detectados en Argentina. El original fue encontrado en el departamento de Pocito y en el Valle de Tulúm, ambos en la provincia de San Juan, donde se han obtenido los valores de incidencia de la enfermedad más altos, entre 0,3 y 1,82%. La enfermedad fue detectada en ciruelo japonés (*Prunus salicina* cv. 'Red Beaut') y damasco (*P. armeniaca* cv. 'Bulida'). El segundo foco de infección apareció en la pro-

vincia de Mendoza, Oasis Sur, con bajos porcentajes de incidencia, entre 0,3 y 0,025%, detectándose en ciruelo europeo (*P. domestica* cv. 'D'Agen'). Tras la confirmación del diagnóstico por parte de INTA, se dio aviso al SENASA y se procedió a la erradicación inmediata de las plantaciones afectadas. En cuanto a los daños que produce la enfermedad en el país, cabe aclarar que en el monte comercial de San Juan donde se hizo la primera detección, la fruta estaba afectada prácticamente en un 100%, incluso se producía su caída antes de la maduración. En los demás montes comerciales tanto de San Juan como de Mendoza, no se observaron daños de tal magnitud.

En las zonas productivas de las provincias de Buenos Aires, Río Negro, Neuquén, Salta, Jujuy, Catamarca y en los Oasis Este y Valle de Uco de Mendoza, hasta el momento no ha sido detectada la presencia de la enfermedad (Rossini *et al.*, 2009; Wagner, 2010; Rossini *et al.*, 2012).

Epidemiología

Transmisión

La transmisión del PPV ocurre principalmente de tres formas:

- 1-Por material vegetal proveniente de árboles infectados y que son utilizados como material de propagación (yemas, estacas y portainjertos). Esta forma de transmisión es la vía más frecuente de introducción del virus a zonas o países libres de la enfermedad (Auger, 1993).
- 2-Por distintas especies de áfidos (pulgones), que transmiten el virus en un proceso definido como no circulativo y no persistente. En la transmisión no circulativa el virus se asocia temporalmente con superficies del interior del tracto digestivo del pulgón, pero sin cruzar barreras celulares, ni replicarse dentro del vector (Pirone, 1991; Gray, 1996). La transmisión de tipo no persistente es aquella que se ve favorecida por tiempos de adquisición cortos y ayuno previo. El vector retiene los virus en forma infectiva por períodos breves, de minutos a horas. Los áfidos pueden adquirir el virus en un tiempo tan corto

como treinta segundos y pueden transmitirlo durante toda la hora siguiente y los que tienen abstinencia de alimentación lo pueden hacer hasta tres horas después de la adquisición (Herrera, 1994; López-Moya & López-Abella, 1995).

En la transmisión de los Potyvirus intervienen, al menos, dos proteínas virales, la proteína de la cápside viral y el factor de transmisión (helper component, HC-Pro). Este actuaría como intermediario o puente entre las partículas virales y el estilete del pulgón (Martínez-García *et al.*, 2001).

En el mundo se conocen al menos veinte especies de áfidos que han mostrado ser vectores del virus (Tabla 5.1), de las cuales quince se encuentran presentes en Argentina (Ortego, 2008). La eficiencia de transmisión depende de muchos factores, tales como la raza del virus, el cultivar y edad del hospedante, la especie de áfido y la época del año (Levy *et al.*, 2000b). Los áfidos vectores más importantes que fueron reportados en los diferentes países afectados por la enfermedad del sharka son: *Brachycaudus cardui* (L.), *B. helichrysi* (Kaltenbach), *Myzus persicae*

(Sulzer), y *Phorodon humuli* (Schrank). En relevamientos llevados a cabo con trampas amarillas ubicadas en el área cuarentenaria para sharka de la provincia de San Juan se han identificado las siguientes especies: *Brachycaudus cardui* (L.), *B. helichrysi* (Kaltenbach), *Myzus persicae* (Sulzer), *Uroleucon sonchi* (L.), *Aphis spiraeicola* Patch, *Hyalopterus pruni* (Geoffroy), *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach), *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Hyperomyzus lactucae* (L.), *Hyalodaphis coriandri* (Das), *Sipha maydis* Passerini y *Pemphigus* sp. (Lanatti, Mazzitelli *com. pers.*).

No hay correlación entre la habilidad del pulgón de transmitir PPV y la habilidad para colonizar *Prunus* (Labonne *et al.*, 1995).

Normalmente, el virus llega a un área o región por el material de propagación y posteriormente se van infectando los árboles alrededor de los infectados previamente a través de los pulgones, generando un típico patrón de dispersión a través de vectores aéreos (Herrera, 2009).

Generalmente, la propagación natural del virus es baja en invierno, pero elevada en primavera y otoño (Levy *et al.*, 2000b).

Tabla 5.1. Especies de pulgones vectores de *Plum pox virus*

Especie de Pulgón	Coloniza Prunus	Hospedante
<i>Aphis arbuti</i>	No	<i>Arbutus unedo</i>
<i>A. craccivora</i> *	No	Polífago
<i>A. fabae</i>	No	Polífago
<i>A. gossypii</i> *	No	Polífago
<i>A. hederæ</i>	No	<i>Hedera helix</i>
<i>A. spiraeicola</i> *	Ocasionalmente	Polífago; Manzano; Citricos
<i>Brachycaudus cardui</i>	Si	<i>Prunus</i> ; Compositae
<i>B. helichrysi</i> **	Si	<i>Prunus</i> ; Compositae
<i>B. persicae</i> *	Si	<i>Prunus</i>
<i>Dysaphis plantaginea</i>	No	Manzano; <i>Plantago</i>
<i>D. pyri</i>	No	Peral; <i>Callium</i>
<i>Hyalopterus pruni</i> *	Si	<i>Prunus</i> ; <i>Fragmites</i>
<i>Macrosiphum rosae</i>	No	Rosa; Dipsaceae
<i>Megoura rosae</i>	No	Leguminosaeae
<i>Myzus persicae</i> **	Si	Polífago
<i>M. varians</i>	Si	Duraznero; <i>Clematis</i>
<i>Phorodon humuli</i> **	Si	<i>Prunus</i> ; Lúpulo
<i>Rhopalosiphum padi</i>	No	<i>Prunus padus</i> ; Gramineae
<i>Sitobion fragariae</i>	No	Rosa; Gramineae
<i>Uroleucon sonchi</i>	No	<i>Lactuca</i> ; <i>Sonchus</i>

*Reconocidos vectores, ** Vectores más importantes. Datos comunicados por J.B. Quiot, INRA, Montpellier, France.

3-Los frutos infectados constituyen un tipo especial de fuente, ya que ellos son trasladados entre diferentes localidades después de su cosecha, lo que puede contribuir a la expansión de la enfermedad de un monte a otro (Levy *et al.*, 1995; Labonne and Dallet, 2006). Frutos inmaduros de ciruelo D'agen infectadas con PPV (cosechados en enero) y sobre-maduros (cosechados en marzo) presentaron altas concentraciones virales en las semillas; mientras que en frutos maduros (cosechados en febrero) tanto la semilla como la piel tuvieron elevadas concentraciones diferenciándose significativamente de la pulpa para las condiciones de San Rafael, Mendoza, Argentina. Estos resultados dan una primera aproximación acerca de qué parte del fruto conviene muestrear para poder detectar el PPV por la técnica serológica DAS-ELISA (double-antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay) con resultados confiables, de acuerdo al grado de madurez del fruto. Asimismo los resultados obtenidos darían la pauta que este órgano podría ser una fuente extra de inóculo de la enfermedad (Marini *et al.*, 2010).

Numerosas evidencias sugieren que el PPV no se transmite por implementos de labranza (tijeras de podar, maquinarias, etc.) (Levy *et al.*, 2000b). Algunos Potyvirus, género al que pertenece el virus del sharka, se transmiten por semillas en leguminosas. La transmisión por semilla del virus del sharka ha sido investigada en muchos países con resultados contradictorios. En 1961 se reportó por primera vez transmisión por semillas en damasco (Szirmai *et al.*, 1961). Después de eso se citaron transmisiones por semilla en ciruelo, y duraznero (Savulescu & Macovei, 1965; Coman & Cociu, 1976; Nemeth & Kolber, 1982). Sin embargo, experimentos llevados a cabo en los años 90 usando técnicas serológicas y moleculares no confirmaron los primeros resultados (Eynard *et al.*, 1991; Dulic-Markovic and Rankovic, 1997; Myrta *et al.*, 1998; Pasquini *et al.*, 1998, 2006; Glasa *et al.*, 1999). En un ensayo realizado durante dos años consecuti-

vos con frutos maduros provenientes de plantas de ciruelo europeo cv. D'agen 707 infectadas con PPV raza D de San Rafael, Mendoza, no se detectó la presencia del virus en la semilla de los carozos de frutos enfermos, después de los 75 días de estratificación a 4°C (durante el primer año del ensayo) y después de los 110 días de estratificación (en el segundo año del ensayo) (Marini *et al.*, 2012a). Todas las plántulas provenientes de los carozos estratificados dieron negativo por ELISA y por IC-RT-PCR (immunocapture reverse transcription polymerase chain reaction) para PPV después de 2 años de plantadas (Marini *et al.*, 2012b).

Período de Incubación

El período de incubación del virus es influenciado por la especie hospedera, el cultivar, la especie del vector, el momento de infección y la raza de PPV (Nemeth, 1986). En general, el período de incubación puede tomar de nueve a trece meses, mientras que la propagación sistémica a toda la planta en árboles pequeños transcurre en un lapso de dos a tres años (Herrera, 1994).

Distribución espacial y temporal de la enfermedad

La diseminación secundaria de la enfermedad está influenciada por muchos factores, tales como el mecanismo de la infección primaria u original, la diversidad de especies vectoras, la edad y estructura del monte infectado, la presencia de inóculo en montes aledaños, la dirección del viento, la raza de PPV, la especie y el cultivar del hospedero, etc (Dallet *et al.*, 2003).

Fueron identificados dos tipos de movimientos de los áfidos vectores, a corta y a larga distancia. En estudios de distribución espacial del PPV-D, llevados a cabo en distintos países, se han encontrado diferentes comportamientos de los áfidos virulíferos. Análisis realizados en montes de durazneros de Pennsylvania, Estados Unidos, sugieren que los pulgones no se mueven hacia los árboles adyacentes, sino hacia árboles más alejados del foco de infección (Gottwald, 2006). Estos

resultados coinciden con los hallados en el Sur de España, en montes de damascos y durazneros (Gottwald *et al.*, 1995). Sin embargo, no son coincidentes con los obtenidos en Francia con PPV-M, donde mostraron que los árboles con síntomas nuevos a menudo estaban al lado de árboles previamente enfermos, constituyendo un grupo de infección con el tiempo. El patrón de infección mostraba una forma elipsoidal (a lo largo de la hilera de plantación) con una extensión de hasta 14 árboles en la hilera y hasta 10 árboles entre hileras. Tales patrones sugirieron que la diseminación por áfidos a árboles vecinos ocurría frecuentemente. Nuevos estudios de transmisión por áfidos a corta distancia demostraron que el 80% o más de nuevos árboles enfermos se encontraron dentro de los 12 metros de un árbol previamente detectado. Se ha comprobado también que en la mayoría de los casos incrementando la distancia por sobre los 10 metros de un árbol previamente infectado decrece el riesgo de infección en un 43% (Dallot *et al.*, 2003; Labonne & Dallot, 2006). En forma similar grupos de infección de PPV-M alrededor del foco inicial fueron encontrados en Grecia en montes de damasco (Varveri, 2006) y en España, en durazneros, donde la transmisión ocurrió hasta los 14 m en el sentido de la hilera, con una distancia promedio de 6 m (Capote *et al.*, 2010).

La transmisión de PPV por vectores también ocurre a larga distancia, entre montes frutales. Estudios realizados en Francia sobre cientos de hectáreas, para PPV-M, demostraron que el 90% de los árboles infectados ocurren en un radio de 200 m del foco inicial de infección, aunque también se registraron infecciones a distancias mayores a 600 m (Labonne & Dallot, 2006). Mientras que estudios en España encontraron transmisiones dentro de un radio de 150 m, con una distancia promedio de 65 m (Capote *et al.*, 2010).

Numerosos ensayos llevados a cabo en los años noventa en Francia demostraron que la enfermedad de sharka se transmite más rápidamente en durazneros infectados con PPV-M, que en damascos infectados con PPV-D. Se encontró además que sin medidas de control de la enfermedad, se podría alcanzar un 100%

de incidencia en 5 a 6 años en montes de durazneros afectados por PPV-M. Mientras que llegar al mismo nivel de infección, en montes de damascos afectados por PPV-D, podría tomar 16 años (Labonne & Dallot, 2006).

Se han realizado estudios epidemiológicos del PPV en montes de ciruelos alrededor del área de cuarentena para sharka en la provincia de San Juan, Argentina. Se seleccionaron fincas productoras de ciruelo japonés cv. Red Beaut, susceptible a PPV, a fin de detectar y evaluar la distribución espacial y temporal del virus alrededor del área considerada cuarentenaria. Se establecieron 4 zonas por encima de los 10 km del área cuarentenaria (Pocito), Zona Norte (Dpto Albardón), Zona Nor-Oeste (Dpto Ullúm), Zona Nor-Este (Dpto. San Martín) y Zona Oeste (Dpto. Zonda), y se muestrearon 9 lotes en total, siguiendo un esquema de muestreo jerárquico (Hughes *et al.*, 2002; Gottwald, 2006) en 100 plantas/lote, tomadas en grupo de a 4 plantas dispuestas en cuadrículas de 2x2, lo cual constituyó 25 grupos de plantas por lote delimitado por 400 plantas cada uno de ellos (Fig. 5.1). Las muestras se analizaron serológicamente por DAS-ELISA, durante la primavera de los años 2009, 2010 y 2011. Los análisis determinaron lotes positivos a PPV y se estimó la incidencia del virus en dos niveles jerárquicos: 1° nivel entre grupos de árboles dentro de lote, y 2° nivel jerárquico entre todos los grupos de todos los lotes (entre lotes). De los 9 lotes, 5 fueron positivos a PPV con distintos niveles de incidencia (Fig. 5.2). La incidencia entre todos los lotes en 2009 fue de 0,04, en 2010 del 0,13, y en 2011 de 0,08. Los lotes positivos se encontraron en el Dpto. Albardón con incidencias del 0,03 al 0,45 y uno del Dpto. Ullúm con el 0,01. Con esta información se puede estudiar el comportamiento de la incidencia de la enfermedad de manera temporo-espacial, conjugando factores ambientales del patosistema frutal-virus-vector. En función de las referencias recopiladas, el tiempo mínimo de estudio o de datos recabados para modelizar una epidemia es de al menos cinco años (Dal Zotto *et al.*, 2012).

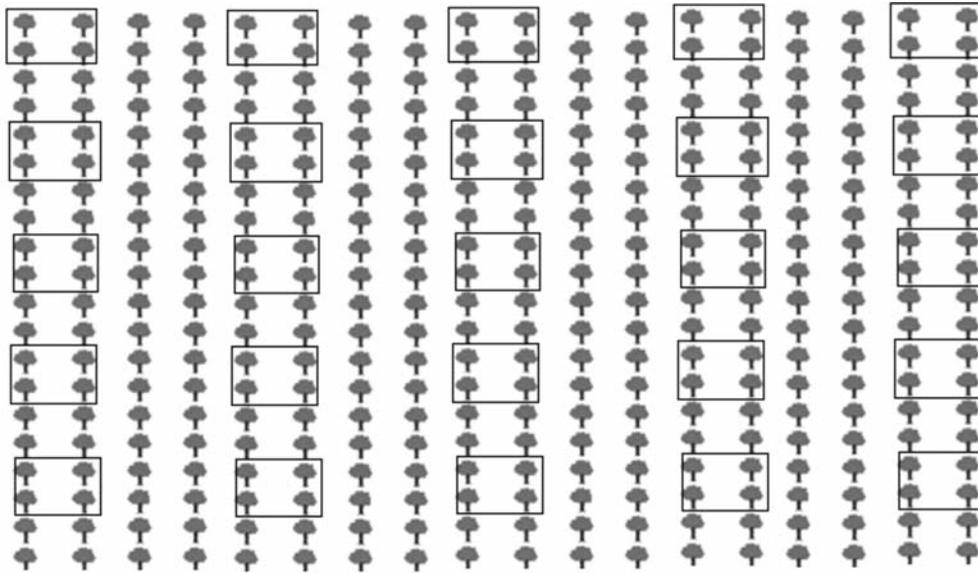


Figura 5.1. Diseño de muestreo dentro de lote de 25 unidades experimentales (u.e) para estudios epidemiológicos del *Plum pox virus* en montes de ciruelos alrededor del área de cuarentena para sharka en la provincia de San Juan.

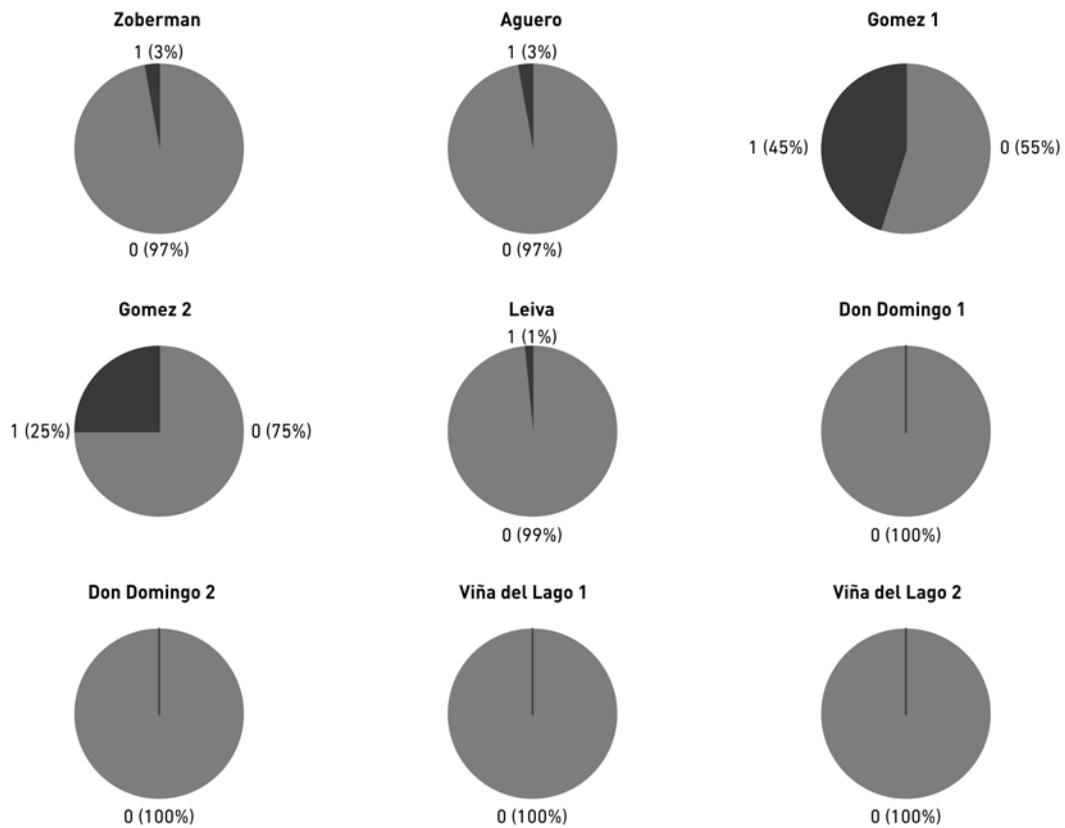


Figura 5.2. Gráfico de sectores por lote, se indica el porcentaje de incidencia. 1: PPV (+) y 0: PPV (-). Estudios epidemiológicos del *Plum pox virus* en montes de ciruelos de alrededor del área de cuarentena para sharka en la provincia de San Juan.

Técnicas de detección

Inspección visual

La inspección visual de síntomas de hojas y frutos durante la primavera y el verano puede llegar a indicar la presencia de la enfermedad del sharka, pero se ha llegado a la conclusión de que el análisis en el laboratorio es fundamental, ya que se ha visto presencia de síntomas no específicos, pérdida de síntomas terminada la temporada de crecimiento y la existencia de cultivares asintomáticos (Auger, 1993). El virus puede detectarse por tests de laboratorio al poco tiempo de la inoculación y recién mostrar síntomas a los 3 años de inoculado (Levy *et al.*, 2000b).

Test biológicos

Se basa en la propiedad de que esta enfermedad es transmisible mediante injertos. El PPV puede ser detectado por síntomas en numerosas especies de plantas indicadoras leñosas, tales como cerezo Nanking (*Prunus tomentosa*), duraznos: cv. GF-305 (*P. persica*), cv. Elberta (*P. persica*), cv. Nemaguard (*P. persica*); ciruelos: Italian prune (*P. domestica*), y Adesoto 101 (*P. insititia* L.). También se usan las indicadoras herbáceas *Chenopodium foetidum*, *C. quinoa*, *Nicotiana clevelandii*, *N. benthamiana* y *Pisum sativum*, de las cuales las últimas tres se utilizan para concentrar el inóculo (Cambra *et al.*, 2002). De las indicadoras leñosas las más utilizadas son GF 305, Nemaguard y cerezo Nanking.

Las plantas indicadoras son injertadas/inoculadas y después de 15 días, rebajadas a unos 3 cm por sobre el injerto. Al cabo de tres a cuatro semanas se observan los síntomas sobre los brotes nuevos (Foto 70). Se utilizan al menos cuatro repeticiones y se comparan los síntomas con plantas de control negativo y positivo. Todo el proceso se realiza en invernadero bajo condiciones controladas de humedad y temperatura (Desvignes, 1999). No existen datos cuantitativos publicados referentes a la especificidad, sensibilidad y exactitud de los resultados obtenidos en test biológicos. Sin embargo, el método es usado ampliamente en los esquemas de certificación y es considerado un método sensible de detección. Aunque tiene algunas desventa-

jas: la lentitud para obtener resultados, se necesitan invernaderos con condiciones controladas, amplio espacio, y algunas veces los síntomas pueden confundirse con los producidos por otros patógenos sistémicos. Además, hay algunas razas asintomáticas del virus que no producen síntomas en las plantas indicadoras (Cambra *et al.*, 2012).

Test serológicos

ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay o ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas) ha demostrado ser un método altamente sensible, rápido y confiable para la detección del PPV y es la técnica recomendada para el análisis de un gran número de muestras (Cambra *et al.*, 2012). Hay disponibles varios anticuerpos monoclonales y policlonales para la detección de todos los serotipos de PPV, por lo que es posible discriminar que raza específicamente se encuentra en la planta (Levy *et al.*, 2000b; Cambra *et al.*, 2012). Mediante la técnica ELISA, PPV puede ser detectado usando como muestras brotes, flores, hojas, yemas, corteza y frutos de las plantas infectadas (Dosba *et al.*, 1986). ELISA permite detectar la presencia del antígeno viral (proteína de la cubierta del virus) a partir de homogenizados del material infectado a través de una reacción colorimétrica, que se genera por acción de la actividad de una enzima conjugada a anticuerpos en presencia del sustrato adecuado (Cambra *et al.*, 2002).

La toma de muestras es una de las claves para las pruebas de diagnóstico, ya que el virus tiene una distribución muy heterogénea en la planta y su concentración es baja, especialmente en los meses de verano y otoño. Es necesario tomar muestras significativas y representativas de la planta a analizar (Dosba *et al.*, 1986). En ensayos realizados dos años consecutivos en la zona de San Rafael, Mendoza, Argentina, en ciruelo europeo cv. D'Agén, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los valores de absorbancia por test DAS-ELISA en los distintos meses del año, en los órganos muestreados, entre las distintas ramas (norte, sur, este y oeste) y sectores de la planta (general, alto, medio y bajo) (Marini *et al.*, 2011; García, 2010).

Cuando se analizaron estadísticamente las absorbancias virales medias corregidas (absorbancia de las muestras menos la absorbancia del testigo sano) obtenidas por DAS-ELISA de los datos del primer año del ensayo, en el estudio de comparación de medias de los meses del año, los mayores valores se obtuvieron en los meses de octubre, noviembre y diciembre, mientras que marzo, abril, mayo, junio y julio tuvieron los niveles más bajos durante el primer año de estudio (Marini *et al.*, 2012b). Los datos del segundo año mostraron una disminución brusca de la absorbancia en enero/febrero y un pequeño pico en marzo. Asimismo, la absorbancia viral obtenida en yemas de junio, julio y agosto, fue muy superior a la del primer año. Estas variaciones podrían deberse a diferencias en condiciones climáticas, principalmente temperatura, entre los años. Comparando los dos años, el período ideal de muestreo en los cuales se obtendrían resultados confiables por DAS-ELISA para el sur de Mendoza estaría comprendido entre los meses de octubre, noviembre y diciembre (Fig. 5.3).

Estos resultados se asemejan a lo establecido por la EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) donde se recomienda el muestreo en primavera,

desaconsejando realizar los test serológicos cuando las temperaturas aumentan, desde Enero a Marzo, para climas mediterráneos (EPPO Bulletin, 2004). También guarda cierta similitud a lo recomendado por el Departamento de Agricultura de Pennsylvania y el USDA (United States Department of Agriculture) en EEUU, donde aconsejan muestrear en primavera y principios de verano (Levy *et al.*, 2000b). Comparando las absorbancias medias obtenidas mediante DAS-ELISA para los diferentes órganos muestreados a lo largo del ensayo se observa que las hojas jóvenes y las flores presentan las mayores concentraciones virales, diferenciándose significativamente de los frutos, yemas y hojas maduras (Fig. 5.4) (Marini *et al.*, 2012b). Las hojas jóvenes se encuentran en los meses de noviembre y diciembre, mientras que las flores están presentes en octubre, para las condiciones del sur de Mendoza. Como se puede ver hay una relación de este resultado con el obtenido para los meses más propicios para realizar DAS-ELISA, ya que los dos órganos están presentes en los meses donde se obtiene la mayor concentración viral. Estos resultados concuerdan con lo citado por la EPPO, donde aconsejan muestrear flores, brotes jóvenes o pequeños frutos (EPPO Bulletin, 2004).

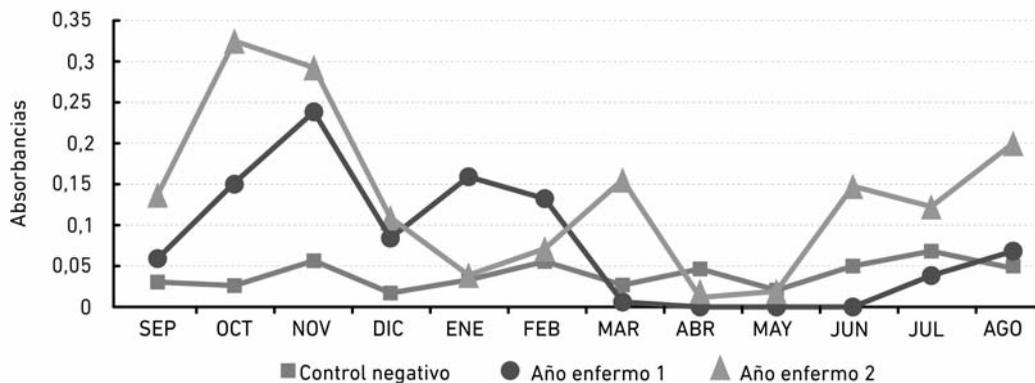


Figura 5.3. Variación de la concentración del virus de sharka a lo largo del primer y segundo año en ciruelos europeos.

Sin embargo, en investigaciones realizadas en damascos y durazneros no se encontraron altas concentraciones virales en flores (Dosba *et al.*, 1986; Knapp *et al.*, 1996), a diferencia de lo detectado en Mendoza para ciruelo europeo, lo que indicaría que se pueden encontrar diferencias de acuerdo a la especie hospedera, raza del virus y condiciones climáticas. La zona superior del árbol presentó una menor concentración viral. No se encontraron diferencias significativas entre la base y la zona media del árbol por lo cual, el muestreo oficial realizado por el SENASA (tomar muestras alrededor de la planta a la altura del pecho) sería correcto (Marini *et al.*, 2012b).

Del análisis de las hojas en todos los meses donde estuvieron presentes no se observaron diferencias significativas entre la absorbancia media de la base y el ápice. Tampoco se encontró diferencias entre base y ápice cuando se analizaron las hojas en el mes de noviembre solamente, mes donde se obtuvo la mayor concentración viral (Marini *et al.*, 2012b). Estos resultados no concuerdan con lo citado en investigaciones europeas donde recomiendan utilizar el tejido de la base de la hoja para realizar los análisis serológicos (Cambra, *com. personal*). En Argentina, en los monitoreos

oficiales (INTA-SENASA), también se utilizan muestras de la base de la hoja para realizar el test ELISA. Los resultados obtenidos en Mendoza indicarían que para las condiciones agroecológicas locales y en ciruelo europeo sería indistinto utilizar el tejido de cualquier parte de la hoja para la detección del PPV mediante esta técnica (Marini *et al.*, 2012b).

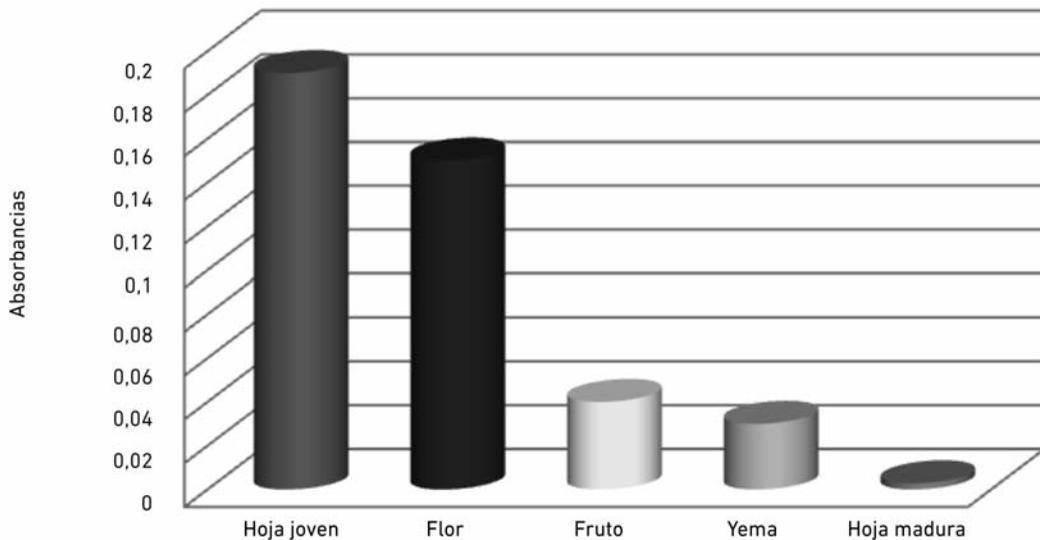


Figura 5.4. Variación de la absorbancia de los órganos muestreados durante un año.

Test moleculares

Las técnicas moleculares son más costosas y laboriosas que las técnicas serológicas, especialmente cuando se requiere realizar un gran número de muestras. Sin embargo, las técnicas moleculares, especialmente el PCR (Polymerase Chain Reaction) en tiempo real, son en general más sensitivas que las serológicas (Cambra *et al.*, 2012).

RT-PCR (Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction) es una técnica muy sensible que permite detectar la presencia de virus aunque su concentración sea muy baja, ya que consiste en amplificar exponencialmente un fragmento específico del genoma viral (De Blas *et al.*, 1994). La metodología más utilizada para la detección e identificación del PPV es la Inmuncaptura RT-PCR, la cual consta de la síntesis del cDNA a partir del RNA obtenido desde partículas virales que han sido capturadas en una placa de ELISA previamente activada con un anticuerpo policlonal anti-PPV, lo que se realiza utilizando una transcriptasa reversa. Posteriormente el cDNA es usado como templado en la amplificación del DNA por PCR, identificándose por electroforesis bandas de DNA de tamaños específicos. Es una técnica muy sensible, ya que la inmuncaptura permite concentrar las muestras y al mismo tiempo disminuye los posibles interferentes presentes en el tejido vegetal, los que afectan negativamente los procesos enzimáticos en la transcripción reversa y la amplificación por PCR. Como desventaja de esta técnica se puede mencionar que es necesario conocer secuencias específicas del genoma de interés y contar con un anticuerpo que reconozca (capture) al patógeno (Rosales *et al.*, 1996).

En cuanto a los cebadores o "primers" utilizados, el que amplifica el gen de la proteína de la cubierta del virus (Wetzel *et al.*, 1991) es el más usado para la detección e identificación del PPV. Se caracteriza por su polivalencia, es decir, permite la identificación de múltiples aislados del virus, descrito en diferentes lugares del mundo (Wetzel *et al.*, 1992). Por otra parte, el primer descrito por Hadidi (Hadidi y Levy, 1994) amplifica la región 3' no codificante del genoma del PPV, región que se caracteriza por ser heterogénea en

cuanto tamaño, secuencia y estructura secundaria entre los distintos miembros del grupo de los potyvirus; sin embargo, esta secuencia no traducida es más conservada que el gen de la proteína de la cubierta y diferencia correctamente al PPV de otros potyvirus, lo que la convierte en un excelente marcador genético para ser usado con fines de diagnóstico (Riechmann *et al.*, 1992).

El Co-operational RT-PCR (CO-RT-PCR) es un método nuevo y altamente sensitivo para detectar PPV que consiste en la acción simultánea de 4 primers. El proceso consiste en la retro transcripción de dos fragmentos diferentes del mismo blanco, uno conteniendo al otro, la producción de cuatro amplicones y la co-operacional acción de los amplicones para la producción del fragmento más largo. Este método fue 100 veces más sensible que la RT-PCR usando los primers de Wetzel (Olmos, Bertolini & Cambra, 2002).

En los últimos años se ha empezado a utilizar para la detección del virus, PCR en tiempo real, que es una técnica altamente sensible y una herramienta valiosa para la detección y cuantificación del PPV (Capote *et al.*, 2009). En la PCR en tiempo real la detección del amplicón se puede visualizar directamente a medida que la amplificación progresa, sin necesidad de hacer corridas electroforéticas. Las técnicas de PCR cuantitativa se clasifican según el empleo de fluorocromos no específicos o bien de sondas moleculares dependientes de la secuencia. En las técnicas basadas en fluorocromos inespecíficos se detecta la generación exponencial de ADN de doble cadena empleando un fluorocromo que se une inespecíficamente a aquél. Un ejemplo de colorante que permite esta detección es el SYBR Green. En la de sondas moleculares, se usa un par de primers y una sonda marcada fluorescentemente, diseñada para que se hibride entre el sitio de unión de los dos primers. Típicamente esta sonda está unida a dos fluorocromos e hibrida en la zona intermedia entre el cebador directo (forward) y el inverso (reverse); esto es, en el amplicón. De este modo, cuando la sonda está intacta, presentan una transferencia energética de fluorescencia por resonancia (FRET). Dicha FRET no se produce

cuando los dos fluorocromos están distantes debido a la degradación de la sonda, o bien debido a la separación física de los fluorocromos por un cambio en la conformación de la sonda. Esto permite monitorizar el cambio del patrón de la fluorescencia y deducir el nivel de amplificación del gen (Mackay *et al.*, 2002). En el PCR en tiempo real, el proceso previo de extracción del RNA puede ser evitado por inmovilización del extracto de las plantas en papel Whatman 3 MM, o en membrana de nylon, y procediendo después a realizar el PCR en tiempo real (Olmos *et al.*, 2005).

Finalmente, Next-Generation Sequencing (NGS), en combinación con la bioinformática, parece ser el futuro en las técnicas de detección de virus conocidos o no en plantas (Hadidi, 2012).

Manejo de la enfermedad

A diferencia de los hongos y las bacterias que colonizan plantas, que pueden ser controlados químicamente, no existen tratamientos antivirales para prevenir o controlar al PPV. Los métodos de manejo más efectivos son los siguientes:

- Detección temprana de la enfermedad, mediante monitoreo de plantas madre en viveros y campos comerciales por uso de técnicas sensibles en el momento oportuno, y subsecuente destrucción y erradicación de las plantas enfermas. Se recomienda erradicar los árboles positivos, ya que no hacerlo implica mantener una fuente de inóculo en el cultivo, que va a producir fruta de mala calidad y una dispersión de la enfermedad. La eliminación de las plantas enfermas debe hacerse antes de las infestaciones otoñales, así se evita la dispersión a los ejemplares sanos. La planta debería ser quemada en su totalidad y para eliminar el resto de material vegetal que quede en el suelo se debería aplicar herbicida (Auger & Esterio, 1995; Levy *et al.*, 2000b).
- Utilización de plantas frutales certificadas, “libres de los virus conocidos” para la implantación de nuevos montes frutales (Auger y Esterio, 1995; Levy, 2000b; Ma-

rini *et al.*, 2012c). Mendoza ha sido precursora en el país en la creación de un proyecto de certificación en frutales de carozo. En un esfuerzo de 18 años de trabajo conjunto de organismos públicos: INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), ISCAMEN (Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria Mendoza) e INASE (Instituto Nacional de Semillas), y con financiamiento de INTA, SECYT (Sec. de Ciencia y Técnica de la Nación) e ISCAMEN, se logró constituir un plantel formado por los principales cultivares y portainjertos de duraznero, ciruelo y almendro libre de los principales virus que afectan a la fruticultura nacional. Dicho monte se encuentra ubicado en un lugar aislado de otros frutales en el campo anexo de la EEA Junín, INTA, en Rivadavia, Mendoza (Marini *et al.*, 2012c).

- En caso de introducción de material de países y/o zonas afectadas por la enfermedad, es importante exigir que sea libre de sharka.
- Uso de cultivares y portainjertos resistentes ó inmunes producidos por ingeniería genética o generados por programas de mejora de genética convencional. La utilización de cultivares y portainjertos resistentes a la enfermedad del sharka, parece ser el único método definitivo de control (Dicenta *et al.*, 2000). Sin embargo, existe muy poco germoplasma que puede llamarse resistente o inmune al PPV en *Prunus*. Hay fuentes de resistencia, generalmente multigénica, que provee moderados niveles de tolerancia a algunas razas del virus. Si bien estos niveles de tolerancia son útiles para los productores debido a que les permite producir fruta comercializable, se necesita resistencia o inmunidad al virus para evitar la dispersión posterior por vectores (Levy *et al.*, 2000b).

El método usado tradicionalmente para evaluar resistencia ha sido la observación de síntomas en hojas y frutos de plantas inoculadas natural o artificialmente con el virus, a campo o en invernaderos aislados, en aquellos países donde

la enfermedad no se ha diseminado (Dícenta *et al.*, 2000; Martínez-Gómez *et al.*, 2000). Los resultados obtenidos han sido muy contradictorios debidos a factores dependientes de la raza del virus usada como inóculo, el método de inoculación, el tiempo desde la inoculación a la observación de los síntomas, etc. (Levy *et al.*, 2000b). El estudio de la habilidad de un genotipo de permitir el movimiento del virus a través de sus tejidos vasculares (xilema y floema) fue propuesto como un método alternativo para evaluar resistencia (Rubio *et al.*, 2008). En un ensayo realizado en Mendoza para evaluar la resistencia al aislado argentino del PPV de cultivares de durazno para industria, los genotipos “Pavía Catherina” y “Loadel” permitieron el movimiento del virus a través del xilema y floema de sus respectivas plantas, sin mostrar síntomas visibles en hojas y flores, durante dos ciclos de evaluaciones. Estos resultados son preliminares, dado que se necesitan por lo menos 6 ciclos de evaluaciones para determinar la posible tolerancia de los genotipos estudiados al virus (Marini *et al.*, 2012d).

Los métodos tradicionales para generar resistencia a la enfermedad del sharka, a través de cruzamientos, han tenido un éxito muy limitado debido a la naturaleza multigénica de la resistencia, y a que esa resistencia es específica para cada raza del virus. El tiempo requerido para incorporar un alto nivel de resistencia multigénica a todos las razas del virus, más las características comerciales deseables del cultivar y/o portainjertos puede llevar más de 20 años. Un método alternativo, es la transformación de las plantas con genes virales, tales como el de la proteína de cubierta del virus (CP). Plantas transgénicas que expresan genes virales han demostrado diferentes niveles de resistencia. La CP del PPV ha sido transferida a ciruelo japonés, y una línea transgénica, “Honey Sweet” (C5), ha demostrado un alto nivel de resistencia en más de 10 años de ensayos en diferentes países (Zagrai *et al.*, 2008). La resistencia parece ser debida al silenciamiento genético post-transcripcional.

El gen es heredado como un simple gen dominante y la progenie ha demostrado ser resistente a PPV (Scorza *et al.*, 2004). Debido a que la transformación de otras especies de *Prunus* no ha resultado satisfactoria hasta el presente, Honey Sweet podría ser utilizado como padre en programas de mejoramiento, con la ventaja de que su resistencia se hereda como un gen simple y dominante, que permite seleccionarlo en la progenie mediante técnicas de PCR (Levy *et al.*, 2000).

-Medidas de manejo tales como inspecciones visuales en los campos y viveros, control químico de los pulgones, eliminación de malezas, aplicación de aceites de verano, alternar material vegetal susceptible con especies resistentes o no hospederas del virus, etc, pueden contribuir a disminuir la propagación de la enfermedad (Levy *et al.*, 2000b; Capote *et al.*, 2006).

El control de los vectores, si bien puede contribuir a disminuir la dispersión de la enfermedad, no es de gran utilidad, dado que el pulgón transmite al virus en forma no persistente. De los mecanismos de transmisión en los que participan los pulgones como organismos vectores, el de tipo no circulativo y no persistente, por sus características descritas anteriormente, es el que representa un mayor desafío en cuanto a las estrategias de prevención y control de enfermedades virales en cultivos de interés económico, haciendo inútil el uso de plaguicidas para controlar el vector y llegando incluso con su empleo a incrementar la dispersión de la enfermedad al favorecer un mayor desplazamiento de los pulgones en el cultivo (Martínez-García *et al.*, 2001). Se observaron significativas reducciones de incidencia de la enfermedad del sharka en ensayos realizados en España, Bulgaria y Rumania aplicando aceites minerales de verano (SunSpray® Ultra-fine® al 1%) (Vidal *et al.*, 2012). También se ha utilizado con éxito en la eliminación del virus la termoterapia (24-32 días a 38°C) y el microinjerto de ápices caulinares in vitro (Capote *et al.*, 2006).

Monitoreo

Sharka es una enfermedad cuarentenaria en Argentina al igual que en la mayoría de los países productores de frutas de carozo. A fin de mantener este estatus, después de la primera detección de la enfermedad en el año 2004 (Dal Zotto *et al.*, 2006), se formó una red interinstitucional para el abordaje de la problemática de la enfermedad, su diagnóstico y control, integrada por los tres organismos nacionales con injerencia en la materia: INTA, SENASA e INASE y organizaciones de protección vegetal de las provincias productoras de frutas de carozo. El primer producto del trabajo interinstitucional fue la formación de una Comisión integrada por representantes técnicos de las instituciones mencionadas que ha tomado medidas de carácter cuarentenario en forma inmediata tales como: erradicación de plantas enfermas con sharka; declaración de Áreas de Cuarentena; control de movimiento de material de propagación hospedante de la Raza "D" de PPV; análisis oficial en laboratorio del PPV en las plantas madre de las especies del género *Prunus* hospederas, previo a su multiplicación y medidas específicas en Áreas Interdictadas.

A fin de garantizar la rápida ejecución de los análisis del virus y la obtención de resultados análogos se formó una Red Oficial de Laboratorios de determinación de PPV constituida por los de las Estaciones Experimentales San Pedro, Rama Caída, Junín, Alto Valle e IPAVE (CIAP) de INTA y los laboratorios centrales de SENASA e INASE. Todos ellos trabajan con un protocolo consensuado de la técnica DAS-ELISA (Clark & Adams, 1977) para la detección del virus.

Análisis de plantas madre del género *Prunus*

Anualmente desde el año 2007 se analiza la presencia de PPV en las plantas madre del género *Prunus* inscriptas en SENASA y de las cuales se tomarán las yemas para formar las plantas esa temporada. Los viveristas realizan todos los años la inscripción de las plantas madre que pueden variar o no, dependiendo de las necesidades del año. La Comisión estableció un protocolo de monitoreo que incluye recolección de muestras, su acondicionamiento y envío al laboratorio de la Red Oficial previamente establecido. Cada muestra está compuesta por 16 hojas y representan dos plantas, ocho hojas de cada una. Cada año se analizan alrededor de 25.000 muestras correspondientes a unas 50.000 plantas madre de viveros del país. Las plantas PPV + son erradicadas inmediatamente. Ello implica el 100% de las plantas madre de las variedades comerciales señaladas por los viveros y un muestreo parcial de portainjertos (Rossini *et al.*, 2011).

Las plantas madre analizadas se ubican en unos setenta campos pertenecientes a treinta viveros comerciales de las provincias de Mendoza, San Juan, Río Negro, Neuquén y Buenos Aires (San Pedro). Mendoza es la provincia con mayor cantidad de muestras analizadas, más de 20.000, en coincidencia con la ubicación de la mayor cantidad de viveros (Rossini *et al.*, 2012).

Los resultados obtenidos en siete temporadas (2007-2012) indican que el valor de incidencia de sharka más elevado corresponde al primer año de análisis del virus y a partir del tercer año, no se obtuvieron resultados positivos (Tabla 5.2). Ello es producto del análisis anual de plantas madre que permite la erradicación de las plantas enfermas, del control de movimiento del material de propagación y posiblemente debido a una baja eficacia en la transmisión natural del virus (Rossini *et al.*, 2012).

Tabla 5.2. Análisis de *Plum pox virus* (PPV) en plantas madre del género *Prunus* en el período 2007-2013.

Año	Plantas analizadas (DAS-ELISA)	Ubicación	Plantas DAS-ELISA Positivas	Ubicación (+)	Porcentaje de plantas enfermas
2007	25.277	Mendoza, Bs. As. (San Pedro)	3	Oasis Sur (Mza)	0,0125
2008	48.770	Mendoza, Bs. As. (San Pedro), Patagonia Norte	1	Oasis Sur (Mza)	0,0020
2009	47.514	Mendoza, Bs. As. (San Pedro), Patagonia Norte	0	--	--
2010	47.050	Mendoza, Bs. As. (San Pedro), Patagonia Norte	0	--	--
2011	50.236	Mendoza, Bs. As. (San Pedro), Patagonia Norte	0	--	--
2012	43.736	Mendoza, Bs. As. (San Pedro), Patagonia Norte	0	--	--

Bibliografía

- ADAMS, M. and J. ANTONIW. 2004. Notes on Family *Potiviridae*. Web site sponsored by the Association of Applied Biologists. Developed and maintained by scientists at Rothamsted Research, <http://www.dpvweb.net/notes/showfamily.php?family=Potyviridae>, consultada 22/06/12.
- ATANASOFF, D. 1932. *Plum pox*. A new virus disease. Yearbook University of Sofia, Faculty of Agriculture, 11, 49-69.
- ATANASOFF, D. 1935. Mosaic of stone fruits. *Phytopathol. Z.* 8, 259-284.
- AUGER, J. 1993. La sharka (*Plum Pox Virus*), una amenaza latente para los frutales de carozo en Chile. *Aconex* 41: 28-30.
- AUGER, J. y M. ESTERIO 1995. La sharka (*Plum Pox Virus*), una amenaza latente para los frutales de carozo en Chile. *Aconex* 47: 25-28.
- BARBA, A.; HADIDI, A.; CANDRESSE, T. and M. CAMBRA 2010. *Plum pox virus*. In: Hadidi, A., Barba, M., Candresse, C. Jelkmann, W. (eds). *Virus and Virus-Like Diseases of Pome and Stone Fruits*. APS Press, St. Paul, MN, USA.
- BHARDWAJ, S.V.; KOHOSLA, K.; SHARMA, D.R. and P.D. THAKUR 1995. Detection of *Plum Pox virus* in India. *Acta Hort. (ISHS)* 386:237-240.
- CAMBRA, M.; CAPOTE, N.; MYRTA, A. and G. LLÁCER. 2006. *Plum pox virus* and the estimated costs associated with sharka disease. *Bulletin OEPP/EPPO* 36 (2): 202-204.
- CAMBRA, M.; OLMOS, A. and M.T. GORRIS. 2002. Protocol for the diagnosis of quarantine organism. *Plum pox virus*. EU DIAG PRO. www.csl.gov.uk, consultada 21/06/12.
- CAMBRA, M.; OLMOS, A.; CAPOTE, N.; AFRICANDER, N.L.; LEVY, L.; LENARDON, S.L.; CLOVER G. and D. WRIGHT. 2012. International Standards for Phytosanitary Measures. ISPM 27 Diagnosis Protocols. DP 2 *Plum pox virus*.
- CAPOTE, N.; BERTOLINI, E.; OLMOS, A.; VIDAL, E.; MARTÍNEZ, M.C. and M. CAMBRA. 2009. Direct simple preparation methods for the detection of *Plum pox virus* by real-time RT-PCR. *International Microbiology* 12: 1-6.
- CAPOTE, N.; CAMBRA, M.; LLÁCER, G.; PETTER, F.; PLATTS, L.G.; ROY, A.S. and I.M. SMITH. 2006. A review of *Plum pox virus*/Unerevue du *Plum pox virus*. In: Van Opstal N. (ed.). *OEPP/EPPO Bulletin* 36 n° 2, ISSN 0250-8052, pp. 201-349. Blackwell Publishing, Paris, France.
- CAPOTE, N.; CAMBRA, M.; BOTELLA, P.; GORRIS, M.T.; MARTÍNEZ, M.C.; LÓPEZ-QUÍLEZ, A. and M. CAMBRA. 2010. Detection, characterization, epidemiology and eradication of *Plum pox virus* Marcus type in Spain. *Journal of Plant Pathology*, 92 (3), 619-628.
- CLARK, M. and A.N. ADAMS. 1977. Characteristics of the Microplate Method of Enzyme-immunosorbent Assay for the detección of Plant Virus. *J. Gen. Virology* 34: 475-483.
- COMAN, T. and V. COCIU. 1976. Transmission de la sharka par le pollen et par les graines. *Bulletin d'Information sharka* 2:15-21.
- DALLOT, S.; GOTTWALD, T.; LABONNE, G. and J.B. QUIOT. 2003. Spatial pattern analysis of sharka disease (*Plum pox virus* strain M) in peach orchards of southern France. *Phytopathology* 93: 1543-1552.
- DAL ZOTTO, A.; MARINI, D.; FARRANDO, R.; OJEDA, M.; LANATI, S.; BRUNO, C. y J.M. RAIGÓN. 2010. Estudio epidemiológico preliminar sobre la dinámica del *Plum pox virus* en montes de ciruelos circundantes al área cuarentenaria para sharka en la provincia de San Juan, Argentina. *Actas del xxxiii Congreso argentino de horticultura (F SVO25)*. Rosario 28/9 al 1/10 de 2010.
- DAL ZOTTO, A.; MARINI, D.; FARRANDO, R.; OJEDA M.; MAZZITELLI, E.; BRUNO, C. y J.M. RAIGÓN. 2012. Informe trimestral INTA. PNFRU-052831 "Generación y desarrollo de tecnología para la prevención de enfermedades emergentes, cuarentenarias y limitantes en frutales".

- DAL ZOTTO, A.; ORTEGO, J.; RAIGON, J.M.; CALOGGERO, S.; ROSSINI, M. and D. DUCASSE. 2006. First Report in Argentina of *Plum Pox Virus* Causing sharka Disease in *Prunus*. *Plant Dis* 90(4): 523.
- DE BLAS, C.; ZABALGOGEAZCOA, I.; CASTRO, S. y J. ROMERO. 1994. Técnicas de detección de ácidos nucleicos virales. *Patología Vegetal* (Tomo 1): 255-274.
- DESIGNES, J.C. 1999. *Virus diseases of fruit trees*. Paris, CFIFL, Centr' imprint. 202 pp.
- DICENTA, F.; MARTÍNEZ-GÓMEZ, P.; BURGOS, L. and J. EGEA. 2000. Inheritance of resistance to *plum pox potyvirus* (PPV) in apricot, *Prunus armeniaca*. *Plant Breed.* 119, 161-164.
- DOSBA, T.; LANSAC, M.; PECHEUR, G.; TEYSSIER, B.; PIQUEMAL, J.P. and M. MICHEL. 1986. *Plum Pox Virus* by ELISA technique in peach and apricot infected trees at different growing stages. *Acta Horticulturae* 193: 187-191.
- DULIC-MARKOVIC, I. and M. RANKOVIC. 1997. An experiment with *plum pox virus* transmission by apricot and peach seeds. *Proceedings of Middle European Meeting '96 on Plum Pox*, Budapest 1996: 117-119.
- EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION (EPPO) STANDARDS. 2004. Diagnostic protocols for regulated pests. 1, rue Le Nôtre, 75016 Paris, France. EPPO Bulletin 34 pm7-32: 247-256. well Publishing, Ltd.
- EYNARD, A.; ROGGERO, P.; LENZI, R.; CONTI M. and R.G. MILNE. 1991. Test for pollen and seed transmission on *Plum pox virus* (sharka) in two apricot cultivars. *Advances in Horticultural Science* 5: 104-106.
- FUJIWARA, Y.; SAITO, N.; KASUGAI, K.; TSUKAMOTO, T. and F. AIHARA. 2011. Occurrence and eradication strategies of *Plum Pox Virus* in Japan. *Acta Hort. (ISHS)* 899:165-170.
- GARCÍA, L. 2010. Determinación bajo las condiciones agroecológicas de la provincia de Mendoza de las mejores épocas de muestreo, sectores del árbol y órganos a muestrear para la correcta detección y monitoreo del virus del sharka (*Plum pox virus*) en ciruelo europeo (*Prunus domestica* L.). Tesis para optar al grado de Licenciatura en Biología Molecular. Facultad de Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis.
- GILDOW, F. 2001. *Plum Pox Virus*. College of Agricultural Sciences. Cooperative Extension. Department of Plant Pathology. Pennsylvania State University. www.cas.psu.edu/issues/sharka/review_update.htm, consultada 15/06/12.
- GLASA, M.; HRINOVSKY, I. and O. KUDELA. 1999. Evidence for nontransmission of *Plum pox virus* by seeds in infected plum and myrobalan. *Biologia* 54: 481-484.
- GLASA, M.; PRICHODKO, Y.; ZHIVAEVA, T.; SHNEIDER, Y.; PREDAJNA, L.; SUBR, Z. and T. CANDRESSE. 2012. Complete and partial genome sequences of the unusual *Plum pox virus* (PPV) isolates from sour cherry in Russia suggest their classification to a new strain. XXII 'International Conference on Virus and Other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops' (ICVF). Roma, Italia. June 3-8, 2012. Pp. 37.
- GOTTWALD, T.R. 2006. Epidemiology of sharka disease in North America. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 36: 279-286.
- GOTTWALD, T.R.; AVINENT, L.; LLÁCER, G.; HERMOSO DE MENDOZA, A. and M. CAMBRA. 1995. Analysis of the spatial spread of sharka (*Plum pox virus*) in apricot and peach orchards in eastern Spain. *Plant Disease* 79: 266-278.
- GRAY, S. M. 1996. Plant virus proteins involved in natural vector transmission. *Trends in Microbiology* 4, 259-264.
- HADIDI, A. 2012. Next generation sequencing: applications for the detection and identification of plant viruses and viroids. XXII 'International Conference on Virus and Other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops' (ICVF). Roma, Italia. 3 al 8-06-12. Pp. 42.

- HADIDI, A. and L. LEVY. 1994. Accurate identification of *plum pox potyvirus* and its differentiation from asian prunus latent potyvirus in *Prunus* germplasm. Bulletin OEPP/EPP Bulletin 24: 633-643.
- HERRERA, G. 1994. Detección de la enfermedad de sharka (*Plum pox virus*) en una vieja colección de carozos de la subestación experimental Los Tilos (INIA), Chile. Agricultura Técnica 54 (2): 187-191.
- HERRERA, G. 2009. Virus de la enfermedad de sharka. Laboratorio de Virología. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigaciones La Platina. www.inia.cl/virologia/enfermedades/carozo_ppv.htm, consultada 15/05/12.
- HUGHES, H.; GOTTWALD, T. R. and L. LEVY. 2002. The use of hierarchical sampling in the national Surveillance program for *plum pox virus* incidence in the United States. Plant disease 86, 259-263.
- KNAPP, E.; HANZER, V.; MENDONÇA, D.; DA CÁMARA MACHADO, A.; PÜHRINGER, H.; KATINGER, H. and LAIMER DA CÁMARA MACHADO, M. 1997. Distribution of PPV in developing fruits of *Prunus armeniaca*. Proc. 3rd. Middle European Meeting on PPV. Budapest 137-140.
- LABONNE, G. and S. DALLOT. 2006. Epidemiology of sharka disease in France. Bulletin OEPP 36 (2): 267-270.
- LABONNE, G. ; YVON, M. ; QUIOT, J. B. ; AVINERT, L. and G. LLACER. 1995. Aphids as potential vectors of *Plum pox virus*: Comparison of methods of testing and epidemiological consequences. Acta Hort. 386:207-217.
- LEVY, L.; DAMSTEEGT, V. and R. WELLIVER. 2000a. First Report of *Plum pox virus* (sharka Disease) in *Prunus persica* in the United States. Disease notes, Plant Disease, 84 (2): 202.
- LEVY, L.; DAMSTEEGT, V.; SCORZA R. and M. KOLBER. 2000b. *Plum Pox Potyvirus* Disease of Stone Fruits. APSNET FEATURES. Online. doi: 10.1094/apsnetfeature-2000-0300.
- LEVY, L.; HADIDI, A. and M. KOLBER. 1995. 3' Non-coding region RT-PCR detection and molecular hybridization of *Plum pox virus* in anthers of infected stone fruit. Acta Horticulturae n°386. Pp 331-339.
- LÓPEZ-MOYA, J.J. y D. LÓPEZ-ABELLA. 1995. Transmisión de virus de plantas por insectos vectores. Patología Vegetal (Tomo 1). Pp. 275-300.
- MACKAY, I.M.; ARDEN K.E. and A. NITSCHKE. 2002. Survey and summary of real-time PCR in virology. Nucleic Acids Res 30:1292-1305.
- MARINI, D.; FARRANDO, R.; OJEDA, M. E.; GARCIA, L. y L. PORCEL. 2010. Estudio de la detección del virus del sharka en las diferentes partes del fruto en ciruelo europeo (*Prunus domestica* L.) a través de la técnica serológica DAS-ELISA. XXXIII Congreso Argentino de Horticultura.. Rosario, Argentina. ISBN 978-987-97812-6-5. Pp. 182.
- MARINI, D.; FARRANDO, R.; OJEDA, M.E.; PORCEL, L. y L. GARCÍA. 2012a. Evidencias de la no transmisibilidad del virus del sharka a través de semillas en ciruelo europeo (*Prunus domestica* L.) en Argentina. Análisis de Semillas. N°21, Vol. 1, Tomo 6. Pgs. 88-91.
- MARINI, D.; FARRANDO, R.; OJEDA, M.E.; PORCEL, L.; FUENTES, C. y C. PICCA. 2012b. Informe trimestral INTA. PNFru-052831 "Generación y desarrollo de tecnología para la prevención de enfermedades emergentes, cuarentenarias y limitantes en frutales".
- MARINI, D.; FARRANDO, R. y M.E. OJEDA. 2012c. Sistema de certificación de plantas madres de frutales de carozo (*Prunus* sp.) en Mendoza. Análisis de Semillas. N°21, Vol. 1, Tomo 6. Pgs. 84-87.
- MARINI, D.; FARRANDO, R.; OJEDA, M.E. and A. DAL ZOTTO. 2012d. Preliminary results on studies of resistance to *Plum Pox Virus-D* in *Prunus* in Argentina. XXII 'International Conference on Virus and Other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops' (ICV.F). Roma, Italia. 3 al 8-06-12. Pp.195.

- MARTÍNEZ-GARCÍA, B.; LLAVE, C.; ATENCIO, F.A.; DÍAZ-RUIZ, J.R. y D. LÓPEZ-ABELLA. 2001. La transmisión de los potyvirus por pulgones (revisión). *Invest. Agr: Prod. Prot. Veg.* Vol. 16 (2), 149-167.
- MARTÍNEZ-GÓMEZ, P. and F. DICENTA. 2001. Distribution of coat protein and nucleic acid of *Plum pox virus* (PPV) in seedlings of peach rootstock GF305 and apricot cv. Real Fino. *Phytopathol. Mediterr.* 40, 157-164.
- MATTHEWS, R. and R. HULL. 2002. Replication II: Viruses with Single-Stranded Positive Sense RNA Genomes. In: *Plant Virology*. 4th ed. Academic Press, Inc. San Diego, CA, US.
- MAZYAD, H. M.; NAKHLA, M.K.; ABO ELELA, A. and M. H. EL HAMMADY. 1992. Occurrence of *plum pox* (sharka) virus on stone fruit trees in Egypt. *Acta Hort.* 309: 119-124.
- MYRTA, A.; DI TERLIZZI, B. and V. SAVINO. 1998. Study on the transmission of *Plum pox potyvirus* through seeds. *Phytopathologia Mediterranea* 37: 41-44.
- NAVRATIL, M.; SAFAROVA, D.; KARESOVA, R. and K. PETRZIK. 2006. *Plum pox virus* (PPV) in China. *EPP0 Bulletin*, 36:207.
- NEMETH, M. 1986. Virus diseases of stone fruit trees. In: Nemeth, M. *Virus, mycoplasma and rickettsia diseases of fruit trees*. Martinus Nijhoff Publishers, Akademiai Kiado, Budapest, Hungary. Pp. 84
- NEMETH, M. and M. KOLBER. 1982. Additional evidence on seed transmission of *Plum pox virus* in apricot, peach and plum, proved by ELISA. *Acta Horticulturae* 130: 293-300.
- OLMOS, A.; BERTOLINI, E. and M. CAMBRA. 2002. Simultaneous and co-operational amplification (Co-PCR): a new concept for detection of plant viruses. *Journal of Virological Methods*, 106: 51-59.
- OLMOS, A.; BERTOLINI, E.; GIL M. and M. CAMBRA. 2005. Real-time assay for quantitative detection of non-persistently transmitted *Plum pox virus* RNA targets in single aphids. *Journal of Virological Methods*, 128: 151-155.
- ORTEGO, J. 2008. Informe fitosanitario sobre sharka. EEA Junín INTA. Proyecto Nacional 1862 "Diagnóstico precoz para la prevención de las enfermedades Tizón de Fuego y sharka en frutales de pepita y carozo en Argentina".
- PALMISANO, F.; BOSCIA, D.; MINAFRA, A.; MYRTA, A. and T. CANDRESSE. 2012. An atypical Albanian isolate of *Plum pox virus* could be the progenitor of the Marcus strain. XXII 'International Conference on Virus and Other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops' (ICV.F). Roma, Italia. June 3-8, 2012. Pp. 33.
- PASQUINI, G. and M. BARBA. 2006. The question of seed transmissibility of *Plum pox virus*. *Bulletin OEPP/EPP0 Bulletin* 36: 287-292.
- PASQUINI, G.; SIMEONE, A.M.; CONTE, L. and M. BARBA. 1998. Detection of *Plum pox virus* in apricot seeds. *Acta Virologica* 42: 260-263.
- PIRONE, T.P. 1991. Viral genes and gene products that determine insect transmissibility. *Seminars in Virology* 2, 81-87.
- RIECHMANN, J.L.; LAÍN, S. and J.A. GARCÍA. 1992. High-lights and prospects of potyvirus molecular biology. *J. Gen. Virol.* 73: 1-16.
- ROSALES, M.; HINRICHSEN, P. y G. HERRERA. 1996. Detección específica mediante PCR de un aislado del *virus plum pox* (PPV) en Chile. *Agricultura Técnica (Chile)* 56 (2): 89-98.
- ROSSINI, M.; WAGNER, F.; ASCIUTTO, K.; MARINI, D.; PORCEL, L.; DAL ZOTTO, A.; MANNA, M.E.; BELGORODSKY, L.; GIAYETTO, A.; ARROYO, L.; FARRANDO, R. y M.E. OJEDA. 2011. Análisis de la presencia de sharka en plantas madre del género *Prunus* en Argentina. IV Encuentro Tres Fronteras y II Encuentro Internacional Sin Fronteras en el cultivo de duraznero. Mendoza, Argentina. 29 de noviembre al 1 de diciembre de 2011: 8.

- ROSSINI, M.; WAGNER, F.; ASCIUTTO, K.; MARINI, D.; PORCEL, L.; DAL ZOTTO, A.; MANNA, M.E.; BELGORODSKY, L.; GIAYETTO, A.; ARROYO, L.; FARRANDO, R.; ANTENUCCI, M. y M. E. OJEDA. 2012. Situación de la sharka en Argentina. Análisis de semillas nº 21, vol 1, tomo 6.
- ROSSINI, M.; WAGNER, F.; EMILI, S.; ASCIUTO, K.; MARINI, D.; PORCEL, L.; RAIGÓN, J.; ARROYO, L. y A. DAL ZOTTO. 2009. Monitoreo de sharka en las regiones productoras de frutas de carozo de argentina. XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Termas de Río Hondo, Sgo. del Estero. Octubre 2009.
- RUBIO, M.; MARTÍNEZ-GÓMEZ, P. and F. DICENTA. 2008. Study of long-distance movement of *Plum pox virus* (sharka) as an alternative resistance-evaluation method in *Prunus*. Scientia Horticulturae. Published On-Line as DOI: 10.1016/J.scienta.2008.06.010.
- SAVULESCU, A. and A. MAKOVEI. 1965. Studies on the sharka (*Plum pox virus*) and related line pattern virus. Zastita bilja 16: 357-366.
- SCORZA, R.; MALINOWSKI, T.; MINOIU, N.; CAMBRA M. and M. RAVELONANDRO. 2004. Potential use of transgenic plums resistant to *Plum pox virus* field infection. Acta Hort. 657, 321-324.
- SERCE, C.U.; CANDRESSE, T.; SVANELLA-DUMAS, L.; KRIZBAI, L.; GAZEL, M. and K. CAGLAYAN. 2009. Further characterization of a new recombinant group of *plum pox virus* isolates, PPV-T, found in orchards in Ankara province of Turkey. Virus Research 142: 121-126.
- SHEVELEVA, A.; IVANOV, P.; PRIHODKO, Y.; VARGA, A.; JAMES, D. and S. CHIRKOV. 2012. *Plum pox virus* w appears to be the most variable strain of the seven recognized strains of the virus. XXII 'International Conference on Virus and Other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops' (ICVF). Roma, Italia. June 3-8, 2012. Pp. 35.
- SZIRMAI, J. 1961. Report on fruit tree virus diseases in Hungary. Tijdschrift Planteavl 65: 220-229.
- THOMPSON, D.; McCANN, M.; MacLEOD, M.; LYE, D.; GREEN M. and D. JAMES. 2001. First Report of *Plum Pox Potyvirus* in Ontario, Canada. Disease notes, Plant Disease, 85 (1): 97.
- VARVERI, C. 2006. Epidemiology of *Plum pox virus* strain M in Greece. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 36: 276-278.
- VÍDAL, E.; ZAGRAI, L.; MILUSHEVA, S.; BOZHKOVA, V.; TASHEVA-TERZIEVA, E.; KAMENOVA, I.; ZAGRAI, I. and M. CAMBRA. 2012. Use of horticultural mineral oil treatments for the control of different *plum pox virus* isolates in nursery blocks. XXII 'International Conference on Virus and Other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops' (ICVF). Roma, Italia. June 3-8, 2012. Pp.74.
- WAGNER, F. 2010. *Plum pox virus* (enfermedad de sharka). Situación en Argentina. Estrategias de manejo y control. Informe técnico presentado en reunión de Comisión Interinstitucional. Bs. As., 28 de mayo de 2010.
- WETZEL, T.; CANDRESSE, T.; RAVELONANDRO, M. and J. DUNEZ. 1991. A polymerase chain reaction assay adapted to *Plum pox potyvirus* detection. Journal of Virological Methods 33: 355-365.
- WETZEL, T.; CANDRESSE, T.; MACQUAIRE, G.; RAVELONANDRO, M. and J. DUNEZ. 1992. A highly sensitive immunocapture polymerase chain reaction method for *plum pox potyvirus* detection. Journal of Virological Methods 39: 27-37.
- ZAGRAI, I.; CAPOTE, N.; RAVELONANDRO, M.; CAMBRA, M.; ZAGRAI, L. and R. SCORZA. 2008. *Plum pox virus* silencing of c5 transgenic plums is stable under challenge inoculation with heterologous viruses. J. Plant. Path. 90: 63-71.



***Monilinia fructicola* (Winter) Honey**
(Podredumbre morena)

Mitidieri, M.; Rossini, M. y A. Giayetto

132	<i>Introducción</i>
132	<i>Nombre de la plaga y sinonimias</i>
132	<i>Hospedantes</i>
132	<i>Sintomatología</i>
132	<i>Distribución en el país</i>
133	<i>Epidemiología. Ciclo biológico</i>
133	<i>Condiciones predisponentes</i>
134	<i>Monitoreo Cuarentenario</i>
135	<i>Manejo de la enfermedad</i>
136	<i>Bibliografía</i>

Introducción

Monilinia fructicola es uno de los principales agentes etiológicos de la podredumbre morena, junto con *M. laxa* y *M. fructigena*, ambos de menor importancia en cuanto a su dispersión. Si bien la distribución de estas especies es mundial, *M. fructigena* fue eliminada de EEUU y *M. fructicola* es plaga cuarentenaria en Europa. *M. laxa* co-existe con ambas en sus respectivas regiones (Ogawa *et al.*, 1995; EPPO, 2002; 2006; 2008).

Es el principal agente causal de la podredumbre de duraznos en EEUU donde los daños que produce alcanzan el 5-10% con empleo de fungicidas y superan el 50% si no se efectúa control químico (Karabulut *et al.*, 2010).

Nombre de la plaga y sinonimias

El nombre de la plaga es *Monilinia fructicola* (Winter) Honey, 1928 (Ascomycetes, Helotiales). Sinónimos: *Ciboria fructicola* Winter, 1883, *Sclerotinia fructicola* (Winter) Rehm 1906, *Monilia cinerea f. americana* Wormald, 1919, *Sclerotinia americana* Norton & Ezekiel, 1924, *Monilia fructicola* L.R. Batra, 1991.

La enfermedad que causa se llama podredumbre morena o "brown rot" (Ogawa *et al.*, 1995).

Hospedantes

Afecta principalmente a duraznos [*Prunus persica* (L.) Batsch] y otras especies del género *Prunus*, pero también se lo ha determinado en otros frutales como membrillero (*Cydonia oblonga* L.; *Chaenomeles* sp.) y ornamentales como *Crataegus* (Ogawa *et al.*, 1995). Si bien a nivel mundial ha sido citado en frutales de pepita, en monitoreos realizados en plantaciones comerciales de manzanos (*Malus domestica* Borkh.) y perales (*Pyrus communis* L.) de la región patagónica, no se ha detectado la presencia de *Monilinia* spp. (Rossini, 2008).

Sintomatología

Los síntomas que produce *M. fructicola* se manifiestan con mayor intensidad en primavera y veranos húmedos, pudiendo ocasionar importantes pérdidas de producción y serios problemas de comercialización. Las flores atacadas se vuelven pardas, se marchitan y suelen quedar envueltas en una masa gomosa constituida por los conidios (Foto 71). Los brotes y ramitas atacados presentan canchales y la muerte de la porción distal desde el canchale al ápice (Foto 72). Las hojas ubicadas en los brotes afectados, mueren quedando adheridas al mismo. Los frutos atacados se pudren, tanto en el campo como en el almacenamiento, el transporte o la comercialización (Fotos 73) (Martinengo, 1994; Mitidieri, 2012a).

Es característica de la podredumbre causada por *M. fructicola*, una lesión circular en el fruto, de color castaño, que aumenta de tamaño rápidamente. El fruto podrido queda adherido a la planta o cae al suelo y a medida que se seca se transforma en fruto momificado (Foto 74) (Martinengo, 1994; Mitidieri, 2013). En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén el síntoma característico es la podredumbre del fruto próximo a la cosecha, principalmente en variedades tardías de duraznos, nectarinas y ciruelas. Raramente en esta zona suelen observarse tizón de las flores y canchales en brotes producidos por esta plaga (Rossini, 2008).

Distribución en el país

M. fructicola está presente en la mayoría de las regiones productoras de frutas de carozo del país. Causa serias pérdidas económicas en la producción de duraznos en zonas con clima templado y abundantes lluvias y/o elevada humedad relativa, como el litoral norte de la provincia de Buenos Aires (Martinengo, 1994; Martinengo de Mitidieri y Garfi, 1999; Ros, 2000; Mitidieri *et al.*, 2008). También se la encuentra en la provincia de Jujuy produciendo daños de importancia económica en nectarinas y duraznos (Mitidieri *et al.*, 2009).

Mendoza y el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, importantes zonas productoras de frutas de carozo, se caracterizan por tener condiciones climáticas no tan favorables para el desarrollo de enfermedades a campo, principalmente por las bajas precipitaciones anuales y la baja humedad relativa (Rossini, 2008). Sin embargo, en estas regiones *M. fructicola* es un importante agente patógeno del género *Prunus*. Ocasionalmente se ha determinado la presencia de *M. laxa* en frutos podridos a campo (Rossini *et al.*, 2007; Rossini, 2011a).

No está citada para el Valle Inferior del río Chubut (VIRCH), Sarmiento, Los Antiguos y El Hoyo, donde sí se ha determinado la presencia de *M. laxa* en damascos y cerezas (Rossini *et al.*, 2007; Rossini, 2011a).

Epidemiología. Ciclo biológico

M. fructicola posee dos fases, una sexual o ascospórica, que no ha sido determinada en Argentina y otra asexual. Durante el invierno el patógeno sobrevive en frutos momificados, pedúnculos infectados y canchales formados en infecciones de años anteriores y, luego de iniciada la floración, se lo encuentra en pedúnculos, anteras, flores y brotes muertos. En primavera, el aumento de la temperatura, elevada humedad relativa o lluvias y el hospedante receptivo, favorecen el inicio del proceso de infección. Se forman los conidios, que, dispersados por la lluvia y el viento, alcanzan a las flores y, tras invadir ovario y pedúnculo, la infección avanza sobre el brote. Las flores marchitas quedan cubiertas por una masa de conidios, importante fuente de inóculo capaz de producir nuevas infecciones con condiciones ambientales favorables. La muerte del brote lleva al marchitamiento del resto de las flores que luego son invadidas por otras especies de hongos. Las hojas ubicadas en los brotes afectados mueren quedando adheridas a los mismos (Ogawa *et al.*, 1995; Martinengo, 1994; Giayetto y Rossini, 2011; Mitidieri, 2012a).

Los frutos pueden ser infectados inmediatamente después del cuajado, manifestándose

la enfermedad antes o después de la cosecha. La infección del fruto se produce directamente a través de la cutícula, en la base de los tricomas o a través de rajaduras y heridas que pueden ser causadas por insectos como mosca de los frutos, abejas, hormigas, etc. (Berger y Tanaka, 1980; Ogawa *et al.*, 1995; May de Mio *et al.*, 2004).

Experiencias realizadas en Cervantes, provincia de Río Negro, indican que *M. fructicola* está presente en las plantas de frutales en otoño, invierno y verano, sobre distintos órganos, en otoño en yemas, en frutos momificados en el invierno y durante los meses de verano, sobre los frutos, ya sea como infección exógena o endógena. De modo que en la zona del Alto Valle de Río Negro, el hongo permanece en los montes comerciales en frutos momificados durante los meses desfavorables. Si bien no se detectó su presencia en flores y hojas, es probable que se produzca un gran número de infecciones endógenas, manifestándose síntomas al final del ciclo y previo a la cosecha o, como se verificó, posterior a la misma (Giayetto y Rossini, 2011).

Condiciones predisponentes

La temperatura óptima para el desarrollo de *M. fructicola* es de 25°C, aunque a 20°C son suficientes de tres a cinco horas de humedad para que tenga éxito la infección. Después de 24 horas de humedad la infección es independiente de la temperatura, entre valores de 5 a 30°C (Ogawa *et al.*, 1995). En Alto Valle de Río Negro y Neuquén un factor que favorece el desarrollo de enfermedades es el riego por aspersión, método de defensa activa contra heladas primaverales. Este sistema ampliamente usado en la región, sobre todo en cultivos de ciruelo, crea condiciones de humedad que favorecen el desarrollo de procesos infecciosos por *M. fructicola* y otros microorganismos patógenos. Además, se incorpora agua en cantidades importantes que dificultan el paso de la maquinaria para realizar las pulverizaciones adecuadas (Rossini *et al.*, 2007).

Monitoreo cuarentenario

A pesar de haber sido citada en varios países, *M. fructicola* es considerada plaga cuarentenaria en la Unión Europea (EPPO, 2002; 2006; 2008). Dado que este es un importante destino de la fruta de carozo que se produce en la provincia de Mendoza y en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, SENASA, mediante la Resolución 497/06, estableció el “Instructivo para la exportación de fruta de *Prunus* L. con destino a la Unión Europea”. Esto es un procedimiento que asegura que la fruta fresca ingrese a ese mercado habiendo cumplido con las medidas necesarias para estar libre de la plaga. La certificación fitosanitaria se basa en la capacitación técnica de inspectores oficiales o directores técnicos del sector y de extensión, monitoreos de montes comerciales y determinación de infecciones latentes por *M. fructicola*, identificación de las muestras y desarrollo de instructivos con fichas, ciclo de plaga, etc. Estas actividades son realizadas en forma conjunta por: INTA - EEA Alto Valle en Patagonia Norte, la Provincia de Mendoza mediante el ISCAMEN, Facultades de Agronomía Nacionales y Laboratorios de SENASA u otros autorizados (SENASA, 2006; Rossini *et al.*, 2007).

El instructivo 497/06 establece la necesidad de que los productores estén inscriptos en el Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios (RENSPA) de SENASA y que deben presentar la Solicitud de Inscripción para la exportación de frutos de *Prunus* spp. con destino a la Unión Europea, en la oficina local del SENASA. Inspectores de esta Institución recorren los lotes inscriptos observando la posible presencia de *M. fructicola* y todos los factores que pudieran ocasionar su desarrollo durante el ciclo productivo. Si existen

sospechas de síntomas se toman muestras representativas para su análisis en el laboratorio de SENASA o de la red como el de Fitopatología de la EEA Alto Valle. La solicitud es aprobada una vez constatado el resultado negativo ya sea por medio de la inspección o del resultado negativo de la plaga (SENASA, 2006).

Los productores cuyos lotes fueron aceptados para la exportación de la fruta a Europa, cumplen con un plan preestablecido y acordado de labores culturales y tratamientos fitosanitarios con productos registrados en el país, a fin de garantizar el control de la plaga. Los empacadores también deben presentar la Solicitud de Inscripción para la exportación de fruta del género *Prunus* L. con destino a la Unión Europea, en SENASA. La aprobación de la misma, depende de los resultados obtenidos en la determinación de infecciones latentes de *M. fructicola*. Para ello, inspectores de SENASA toman muestras de los lotes exportables que son transportadas al laboratorio mencionado en el párrafo anterior donde se realizan los estudios correspondientes (Vera *et al.*, 2008; Rossini, 2011a). Son exportados los lotes con resultados negativos para la plaga mencionada (SENASA, 2006).

A partir de la temporada 2010-11 se aplica el mismo procedimiento a manzanas y peras exportables a Irán ante la exigencia de este mercado de fruta libre de *M. fructicola* por ser plaga cuarentenaria en ese país. En plantaciones comerciales de frutales de pepita no ha sido registrada la presencia este patógeno como así tampoco en los lotes de fruta monitoreados (Rossini, 2011a).

Manejo de la enfermedad

El saneamiento ayudará a prevenir los primeros ataques. Se logra retirando los frutos no cosechados y evitando dejar frutos momificados sobre la planta. Las podas oportunas y el quemado de ramas enfermas, también contribuye a eliminar restos del patógeno. Los tratamientos con productos cúpricos en otoño e invierno, tienen como objetivo reducir la supervivencia del hongo sobre la planta. Las aplicaciones durante el período de floración, desde el 5% de flores abiertas, hasta plena floración constituyen prácticas preventivas eficientes, pero en períodos de mucha humedad, debe pulverizarse cada 15 días ó 20 días, hasta la cosecha, respetando los tiempos de carencia para cada producto. Un aspecto fundamental es evitar la aparición de cepas resistentes, por lo cual es preferible realizar los primeros tratamientos con fungicidas de amplio espectro dejando a los específicos para las aplicaciones en que ya está avanzada la brotación (Mitidieri, 2012a).

En zonas con menor incidencia de la plaga el manejo se basa en la realización de prácticas culturales para reducir inóculo, una o dos aplicaciones de fungicidas en primavera y otra previo a la cosecha (Rossini y de Rossi, 2004-05).

En el mercado de agroquímicos, existen varios productos tradicionales de comprobada eficacia en el control de *M. fructicola*, tales como: azufre, captan, mancozeb, clorotalonil, triforine, miclobutanil, benomil, carbendazim, tebuconazole. Además hay otros productos nuevos, algunos de los cuales son mezclas, como Bogard®, Switch® (Cyprodinil + fludioxonil), Consist® (Tebuconazole + Trifloxistrobina), Bellis® (Pyraclostrobina + Anilida) (Constantino *et al.*, 2005).

Existen antecedentes sobre el uso de antagonistas biológicos para el control de podredumbre morena en frutos de carozo con resultados variables según la severidad de la cepa de *M. fructicola* y la presencia o no de condiciones favorables para su desarrollo (Mitidieri *et al.*, 2011; Rossini, 2011b; Mitidieri *et al.*, 2012).

Bibliografía

- BERGER, J. and H. TANAKA. 1980. Doenças do pessegueiro no Estado de Santa Catarina. Boletim Técnico nº4. Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária s.a. Florianópolis. 51 pags.
- EPP/OEPP. 2002. First report of *Monilinia fructicola* in France. EPP Reporting Service 2002/003.
- EPP/OEPP. 2006. First report of *Monilinia fructicola* in Spain. EPP Reporting Service 2006/043.
- EPP/OEPP. 2008. First record of *Monilinia fructicola* in the Czech Republic. EPP Reporting Service 2008/050.
- GIAYETTO, A. y M. ROSSINI. 2011. Análisis de *Monilinia fructicola* en un monte comercial del Alto Valle de Río Negro. Segundo Congreso Argentino de Fitopatología, libro de resúmenes, pág. 227.
- KARABULUT, O.; SMILANICK, J.; CRISOSTO, C. and L. PALOU. 2010. Control of brown rot of stone fruits by brief heated water immersion treatments. Crop Protection 29: 903-906.
- MARTINENGO DE MITIDIERI, I. 1994. Las enfermedades que afectan a durazneros y nectarinas en la zona de San Pedro. Curso Frutales de Carozo para Zonas Templado Húmedas. INTA-EEA San Pedro. San Pedro. Bs. As. Argentina.
- MARTINENGO DE MITIDIERI, I. y P. GARFI. 1999. Podredumbres de poscosecha de duraznos y nectarinas en San Pedro (Prov. de Bs.As.). En: x Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Jujuy, 1999.
- MAY DE MIO, L.L.; GARRIDO, L. y B. UENO. 2004. Doenças de fruteiras de caroço. En: Monteiro, L.B.; May de Mio, L.L.; Monte Serrat, B.; Motta, A.C y Cuquel, F.L. Fruteiras de caroço. Uma visão ecológica. UFPR. Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Cap. 10:169-178.
- MITIDIERI, M. 2012a. Enfermedades que afectan al duraznero en la Región Pampeana. En: Producción de duraznero en la región pampeana, Argentina. Eds. Valentini, G.; González, J. y Gordó, M. INTA-EEA San Pedro. Ediciones INTA. 250 pg. Disponible on line: <http://inta.gov.ar/documentos/produccion-del-duraznero>. Consultado el 24 de junio de 2013.
- MITIDIERI, M. 2012b. Informes inéditos del proyecto INTA - PNFRU 52841: Generación y desarrollo de tecnología para la prevención de enfermedades emergentes, cuarentenarias y limitantes en frutales.
- MITIDIERI, M. 2013. Manejo integrado de enfermedades en duraznero. En: Sanidad en Cultivos Intensivos. Módulo 1: Desafíos del Manejo Sanitario en cultivos intensivos. Eds. Mitidieri, M. y Francescangeli, N. ISBOIS NOIR 978-987-679-292-9 pág 53.
- MITIDIERI, M.; ALCOBA, N.; BEJARANO, N.; CARRA, S.; CATACATA, J.; DAL ZOTTO, A.; GARIGLIO, N.; HAELTERMAN, R.; PÉREZ, B.; ROSSINI, M.; SCANDIANI, M. y G. VALENTINI. 2009. Enfermedades de *Prunus persica* (L.) Batsch (duraznero). En: Atlas Fitopatológico Argentino, vol. 4, nº4. Editores: Nome, S.F.; Docampo, D.M.; Conci, L.R. ISSN 1851-8974. Córdoba, Argentina. URL: <http://www.fitopatoatlases.org.ar/Inicio.aspx#/Hospedante?Id=2616>, último ingreso 4 de julio de 2012.

- MITIDIERI, M.; BARBIERI, M.; BRAMBILLA, V.; PERALTA, R.; PIRIS, E.; PRIS, M.; CELIÉ, R.; ARPÍA, E. y R. VERÓN. 2011. Evaluación de dos cepas comerciales de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* como biocontroladores de *Monilinia fructicola* en la zona de San Pedro. *En: Libro de Resúmenes 2^{do} Congreso Argentino de Fitopatología*, Mar del Plata, Buenos Aires. p. 315.
- MITIDIERI, M.; BRAMBILLA, V.; BARBIERI, M.; CONSTANTINO, A.; PERALTA, R.; PIRIS, E.; CELIÉ, R.; ARPÍA, E.; BARBOSA, R.; VERA, J. y R. VERÓN. 2012. Evaluación de combinaciones de tratamientos con fungicidas y *Trichoderma* spp. para el control de enfermedades de postcosecha en duraznero. xxxv Congreso Argentino de Horticultura, Corrientes, 23 al 29 de septiembre de 2012.
- OGAWA, J.M.; ZEHR, E.I. and A.R. BIGGS. 1995. Brown Rot. *En: Compendium of Stone Fruit Diseases. Part 1. Infectious Diseases*. Eds. Ogawa, J. Zehr, E., Bird, G., Ritchie, D., Uriu, K. y Uyemoto, J. APS PRESS, pages 7-10.
- ROS, P.G. 2000. Guía Práctica para el cultivo del duraznero. San Pedro: INTA - EEA San Pedro. Boletín de Divulgación Técnica n. 12- ISSN 0327-3237. 30 p.
- ROSSINI, M. 2008. Conferencia: enfermedades de los frutales de carozo y pepita en Argentina. Primer Congreso argentino de Fitopatología. Córdoba, 29 de mayo 2008.
- ROSSINI, M. 2011a. Informe de actividades presentado a SENASA, Regional Patagonia Norte, General Roca, Río Negro. Biblioteca EEA ALTO VALLE – INTA, 6 pag.
- ROSSINI, M. 2011b. Ensayo de eficacia agronómica y fitotoxicidad para el control de podredumbres de duraznos en Río Negro con SONATA® (QST 2808). Informe Técnico, 6 pag. Biblioteca de la EEA Alto Valle – INTA.
- ROSSINI, M. y R. DE ROSSI. 2004-05. Fitopatología en: Guía de pulverizaciones para los cultivos de manzano, peral, frutales de carozo y vid, 5° edición. EEA Alto Valle – INTA: 132 páginas.
- ROSSINI, M. ; GIAYETTO, A. y E. PAGELLA. 2007. *Monilinia fructicola*: patógeno cuarentenario en Europa, un problema en la exportación de frutas de carozo argentinas. *Fruticultura y diversificación*, 54: 20-25.
- SENASA. 2006. Resolución 497/2006. Instructivo para la Exportación de Fruta de *Prunus* L. con destino a la Unión Europea. <http://www.senasa.gov.ar>. Ingreso: 23 de marzo de 2013.
- VERA, D.; GIAYETTO, A. y M. ROSSINI. 2008. Método rápido para la identificación específica de *Monilia* spp. Primer Congreso Argentino de Fitopatología. Córdoba, mayo 2008.



***Xylella fastidiosa* Wells et al.**
(Éscaldadura de las hojas del ciruelo)

Haelterman, R.

140	<i>Introducción</i>
140	<i>Agente causal</i>
140	<i>Hospedantes</i>
140	<i>Síntomas</i>
140	<i>Distribución mundial</i>
141	<i>Transmisión</i>
141	<i>X. fastidiosa en Argentina</i>
142	<i>Éscaldadura de las hojas del ciruelo</i>
142	<i>Distribución en el país y en el mundo</i>
142	<i>Síntomas</i>
142	<i>Importancia de la enfermedad</i>
143	<i>Características de la enfermedad</i>
143	<i>Agente causal</i>
143	<i>Hospedantes</i>
144	<i>Diseminación</i>
144	<i>Manejo de la enfermedad</i>
144	<i>Situación actual en Argentina</i>
146	<i>Bibliografía</i>

Introducción

Xylella fastidiosa Wells *et al.* ha sido asociada mundialmente con enfermedades que causan grandes pérdidas en cultivos económicamente importantes (Hopkins & Purcell, 2002). Es el primer patógeno no viral secuenciado completamente en Brasil (Simpson *et al.*, 2000).

Se la encontró por primera vez en vid, alrededor del año 1880, cuando hubo una gran epidemia que acabó con la vitivinicultura comercial del área de Los Ángeles en California, llamándola enfermedad de Pierce's de la vid (la enfermedad de pierce de la vid). Recién 80 años más tarde se determinó su origen bacteriano (Hopkins & Purcell, 2002). El agente causal pudo aislarse por primera vez en un cultivo puro en 1978 (Davis *et al.*, 1978). En 1890 se detectó otra enfermedad relacionada con este patógeno en duraznero, que años más tarde fue llamada *phony peach*.

Agente causal

Es una bacteria del xilema: *Xylella fastidiosa* Wells *et al.*, 1987, Gram negativa, con pared celular ondulada característica, sin flagelos, mide 0.1-0.5 × 1-5 µm y no forma esporas. Produce colonias muy pequeñas (1-2 mm), que sólo crecen en medios nutritivos completos y enriquecidos (Hopkins, 2001).

Mediante estudios de homología de DNA y filogenéticos se han identificado cuatro subespecies (Schaad *et al.*, 2004; Schuenzel *et al.*, 2005). Ellas son:

- X. fastidiosa* subsp. *fastidiosa*: que incluye las cepas aisladas de vid, almendro, alfalfa y arce.
- X. fastidiosa* subsp. *multiplex*: con algunas cepas de duraznero, olmo, ciruelo, plátano, olivo, una cepa de almendro y otras que atacan los árboles de sombra.
- X. fastidiosa* subsp. *pauca*, con cepas causantes de la enfermedad en citrus y café.
- X. fastidiosa* subsp. *sandyi* que agrupa cepas que atacan al laurel rosado (*Nerium oleander* L.).

Posteriormente, en Nuevo México, Arizona y California, se encontró una subespecie

diferente de *X. fastidiosa* en la ornamental *Chitalpa tashkentensis* L. Fue propuesta una nueva subespecie denominada *tashke* (Randall *et al.*, 2009).

Hospedantes

Además de la enfermedad de Pierce's de la vid y *phony peach*, la bacteria causa la clorosis variegada de los citrus, escaldadura de hojas en ciruelo (*plum leaf scald*), almendro (*almond leaf scorch*), arce, pecán, café, mora, laurel de adorno, plátano, olmo, roble, peral. También produce el enanismo de la alfalfa (*alfalfa dwarf*), y en vinca (Janse & Obradovic, 2010).

Síntomas

Los síntomas producidos por esta bacteria varían de acuerdo al hospedante, pueden ser necrosis marginal de la hoja en el caso de la vid, escaldadura de la hoja como almendro y ciruelo, enanismo en el caso de la alfalfa, manchas cloróticas internervales con reducción del tamaño del fruto como en citrus.

En general son clorosis o bronceado a lo largo del borde de la hoja que se intensifican en otoño. Estos síntomas se encuentran por primera vez en unas pocas ramas y más tarde en casi todo el follaje (Janse & Obradovic, 2010).

Distribución mundial

Su distribución se limita al continente americano. No se ha observado en otros lugares, salvo dos excepciones: en vid que se presentó en Kosovo (Berisha *et al.*, 1998) y peral en Taiwán (Tabla 5.3) (Leu & Su, 1993).

Tabla 5.3. Distribución geográfica de *X. fastidiosa* de acuerdo al tipo de cepa/hospedante.

Cepas tipo de <i>X. fastidiosa</i>	Área
Cepas PD	América del Norte y Central, Perú, Kosovo
Alfalfa dwarf	EEUU: California
Almond leaf scorch	Argentina, EEUU: California,
Phony peach	EEUU: sudeste
Plum leaf scald	EEUU: sudeste
Citrus variegated chlorosis	Argentina y Brasil
Coffee leaf scorch	Brasil
Oak leaf scorch	EEUU (este)
Maple leaf scald	EEUU (este)
Elm leaf scorch	EEUU (este)
Sycamore leaf scorch	EEUU (este)
Mulberry leaf scorch	EEUU (este)
Plum leaf scald	Sudamérica: Paraguay, Argentina y Brasil
Periwinkle wilt	EEUU: Florida
Pear leaf scorch	Taiwan
Pecan leaf scorch	EEUU: Louisiana
Oleander leaf scorch	EEUU: California y Florida

Fuente: Janse & Obradovic, 2010

Transmisión

Esta bacteria es transmitida casi exclusivamente por insectos que se alimentan del xilema de las plantas (chicharritas). Pertenecen al Orden Hemiptera y a las Familias Cicadellidae y Cercopidae.

La transmisión se produce cuando los vectores se alimentan del xilema de la planta enferma (adquisición), ubicándose en la cutícula del intestino anterior e infectando (transmisión) a un nuevo hospedante al alimentarse. Puede existir o no, un período muy corto de latencia y el vector la transmite por largos períodos, pero la infectividad se pierde con cada muda. Una vez depositada dentro de este tejido conductor, se multiplica y llena los espacios con colonias y polisacáridos extracelulares (Da Silva *et al.*, 2001), que junto con las tilosas y gomas formadas por la planta, pueden ocluir los vasos que conducen el agua en la planta (Newman *et al.*, 2004). No hay evidencia de transmisión transovárica (Purcell & Hopkins, 1996). Las plantas enfermas son el principal modo de diseminación del patógeno, sobre todo a largas distancias.

X. fastidiosa en Argentina

En nuestro país, se la encontró produciendo la escaldadura del borde de las hojas del ciruelo (Fernández Valiela & Bakarcic, 1963), la escaldadura del almendro (Nome *et al.*, 1992) y la clorosis variegada de los cítricos (Brlansky *et al.*, 1991). También se detectó *X. fastidiosa* en diversas malezas asintomáticas en montes de ciruelos (Nome *et al.*, 1982) y almendros (Haelterman *et al.*, 1995) como hospedantes alternativos.

PLUM LEAF SCALD: ESCALDADURA DE LAS HOJAS DEL CIRUELO

Distribución en el país y en el mundo

La primera vez que se tuvo conocimiento de esta enfermedad fue en Argentina, posteriormente fue reportada en Brasil y Paraguay (French & Kitajima, 1978) y en el sudeste de los Estados Unidos (French *et al.*, 1977).

En Brasil apareció primeramente en Rio Grande Do Sul, diseminándose a otras regiones, entre ellas Minas Gerais (Alves de Carvalho & de Souza, 1991). Durante la década del 70, esta enfermedad fue responsable de la erradicación de montes de ciruelos desde el sur de Rio Grande do Sul hasta Paraná, retornando su cultivo en los años 80, utilizando plantas libres de la bacteria obtenido mediante cultivo de tejidos (Eidam & Pavanello, 2012). En Paraguay se encontró en la zona de Itapúa (French & Kitajima, 1978). En 1975 se determinó su etiología bacteriana, al asociar el síntoma de escaldadura con una bacteria tipo "rickettsia" (Kitajima *et al.*, 1975).

En Argentina se la observó por primera vez en 1935 en plantaciones de ciruelo japonés (*Prunus salicina* L.) del Delta del Paraná (cercana a la ciudad de Tigre) (Fernández Valiela & Bakarcic, 1954), siendo su mayor dispersión después de 1940. En ese momento no existían antecedentes bibliográficos de alguna afección similar en el país o en el extranjero (Fernández Valiela & Bakarcic, 1963). Esta grave enfermedad atacó a la mayoría de las variedades cultivadas de ciruelo en esa zona. La producción local de ciruelo japonés en el Delta originó una cantidad de nuevos tipos de ciruelos. Algunos de estos se difundieron entre los productores isleños, constituyendo nuevas variedades cultivadas. La mayoría de las plantas de ciruelo japonés provienen de plantas nacidas espontáneamente y, en menor número, de siembras efectuadas por los productores. Este cultivo, por su rusticidad y bajo costo de explotación, ocupaba un lugar preponderante en la zona, ya que permitía utilizar los terrenos bajos y profundos que sólo podían ser aprovechados

por especies forestales de mucho menor valor (Bakarcic & De Santis, 1969).

Síntomas

Los síntomas observados fueron: leve clorosis irregular en el borde de las hojas (durante los meses de febrero y marzo en plantas que muestran por primera vez síntomas). En las plantas que han soportado la enfermedad por varios años, los síntomas pueden aparecer a fines de diciembre o principios de enero. La clorosis inicial se intensifica al final del verano, en que se observa un desecamiento de los bordes que penetra en forma irregular en el limbo. En las variedades más susceptibles se adelanta la caída de las hojas, los frutos son cada vez más pequeños y pierden valor comercial. La planta se seca al cabo de unos años (Bakarcic & De Santis, 1969).

Importancia de la enfermedad

Por el año 1960, el cultivo de ciruelo en el Delta del Paraná era uno de los más importantes por su extensión y volumen de producción, además de constituir una especie muy rústica de bajo costo de explotación. La enfermedad produjo la desaparición de plantaciones enteras con muchos miles de ejemplares en plena producción. Por otra parte, dadas las características de terreno requeridos por el ciruelo, resultaba difícil el cambio por otra especie frutal, teniendo que ser reemplazado por cultivos forestales de mucho menor valor económico (Fernández Valiela & Bakarcic, 1963).

Cuando se tuvo conocimiento de la gravedad de esta patología, fue declarada plaga de la agricultura (Decreto del Poder Ejecutivo Nacional 15523/56) y se recomendó la destrucción de las plantas afectadas, lo que no fue concretado (Bakarcic & De Santis, 1969).

La escaldadura del ciruelo causó la muerte de 500.000 plantas (Fernández Valiela & Bakarcic, 1963) aunque la respuesta de los cultivares afectados por la enfermedad fue variable entre muy susceptibles, tolerantes o resistentes.

Características de la enfermedad

Debido a que la enfermedad era desconocida hasta ese momento, se iniciaron estudios para determinar la naturaleza de la misma. Se logró su transmisión por injerto, por lo que se pensó que se trataba de un virus (Fernández Valiela & Bakarcic, 1954). Por ello se realizaron diversos ensayos con tratamientos de inmersión de púas en agua caliente, combinado distintas temperaturas y tiempos de inmersión. Dichas púas posteriormente eran injertadas en plantas sanas (Bakarcic, 1972). El tratamiento más efectivo, después de observar las plantas durante 20 meses posteriores al injerto, en dos variedades consideradas muy susceptibles (Gigaglia y Curti) consistió en el empleo de agua a 45°C durante 90 min. En estas condiciones el porcentaje de prendimiento fue del 56% sin observar síntomas durante ese período (Bakarcic, 1972).

Si bien la bacteria afectó a la mayoría de las variedades de ciruelos, se observaron algunos genotipos “aparentemente resistentes”: Piamontesa I, Remolacha de Baños, Remolacha Marquez, Soledad, Vacarezza, Vinagrilla y otros considerados como “muy resistentes”: Abundancia temprana de Valenti, Bonora, Colorada de Gigaglia, Don Jorge, Dura, Estrella púrpura y Monterrey.

Agente causal

Recién en el año 1975, se asoció la enfermedad con una bacteria “tipo rickettsia” al observarse al microscopio electrónico, células similares a rickettsias en el xilema de ciruelos con síntomas (Kitajima *et al.*, 1975).

Estudios posteriores determinaron que estas bacterias no tenían relación con las verdaderas rickettsias, por lo que se las llamó bacterias limitadas al xilema, hasta que fueron finalmente clasificadas como *X. fastidiosa* (Wells *et al.*, 1987). Se logró su aislamiento, cultivo y patogenicidad en 1982, a partir de pecíolos, tallos y raíces con síntomas de escaldadura, donde se desarrollaron colonias de 0,1-0,9 mm de diámetro después de tres semanas de cultivo, en medio sólido de cultivo BCYE (Wells *et al.*, 1981). La bacteria posee

0,3 µm de diámetro por 2-5 µm de longitud (Raju *et al.*, 1982).

El desarrollo de técnicas serológicas como enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) adaptadas para la detección de este tipo de bacterias (Nome *et al.*, 1980), ha facilitado el diagnóstico de estos microorganismos en tejidos vegetales y el estudio de la relación entre ellos. No se encontraron diferencias serológicas o patogénicas entre los aislamientos de Argentina y de EEUU. Tampoco hubo diferencias serológicas con la bacteria causante de *phony peach*, pero sí con la que ocasiona la enfermedad de Pierce de la vid (Raju *et al.*, 1982). Los aislamientos asociados al *plum leaf scald* y *phony peach* han sido transmitidos desde durazneros con síntomas de *phony peach* a ciruelos y de ciruelos con síntomas de *plum leaf scald* a durazneros, por medio de injerto, observándose los síntomas de la enfermedad dos años después del injerto (Ritchie, 1999). En Argentina, a pesar de encontrarse plantaciones de duraznero contiguas a áreas con *plum leaf scald* no mostraron síntomas de *phony peach*.

Hospedantes

Se realizaron estudios para determinar la presencia de hospedantes naturales de la bacteria en nuestro país, analizando plantas silvestres de montes de ciruelos con fuertes ataques de escaldadura. Los análisis fueron realizados con técnicas serológicas (DAS ELISA). De un total de 14 especies analizadas, 5 fueron positivas para la bacteria (Nome *et al.*, 1982) presentando sólo algunas, síntomas en *Cyperus poblii* L., *Eryngium* sp. L., *Ligustrum sinensis* L. (manchas cloróticas circulares), *Paspalum urvillei* L., y *Rubus nitidus* L. (manchas redondeadas rojizas y luego castañas). Las especies *C. poblii* L., *P. urvillei* L. y *R. nitidus* L., habían sido citadas como hospedantes de la enfermedad de Pierce de la vid (Raju *et al.*, 1980). Estudios realizados en malezas de montes de almendros con *Almond leaf scorch* dieron resultados positivos por serología y microscopía electrónica en las siguientes especies: *Cyperus rotundus* L., *Malvastrum coromandelianum* L., *Setaria viridis* L. y *Sorghum halepense* L. (Haelterman *et al.*, 1995).

En Brasil, por medio de ensayos de inoculación con cepas causantes del *plum leaf scald*, se encontraron positivas las siguientes malezas: *Echinochloa crus-galli* L. y *Brachiaria plantaginea* L. (Lopes *et al.*, 2003). Ninguna de ellas presentó síntomas.

Diseminación

La bacteria se puede diseminar a través de injerto cuando se utilizan púas provenientes de material enfermo. De una planta a otra es transmitida mediante vectores (chicharritas) que se alimentan del xilema. Las especies citadas para la transmisión de *plum leaf scald* y *phony peach* son: *Graphocephala versuta* (Say), *Homalodisca coagulata* (Say), *H. insolita* (Wlk.) y *Oncometopia orbona* F. En Argentina, no hay estudios sobre los insectos transmisores de *plum leaf scald*.

Manejo de la enfermedad

Entre las medidas de manejo deben ser consideradas:

- El empleo de variedades tolerantes o resistentes.
- La erradicación de los focos iniciales, detectados a través de inspecciones realizadas en el verano (enero-febrero).
- La utilización de plantas sanas como material inicial de plantación del monte.
- La eliminación de ciruelo silvestres contiguos a las plantaciones.
- La eliminación de malezas circundantes que actúan como reservorio.
- El control del insecto vector de la bacteria.

Situación actual en Argentina

La escaldadura del borde de la hoja del ciruelo diezmoó sustancialmente las plantaciones de ciruela en la 1ª y 2ª Sección de Islas del Delta por los años 80. Actualmente se registran sólo pequeñas plantaciones comercialmente activas, aunque existen otras más abandonadas (Álvarez, comunicación personal). La zona del Delta dejó de ser frutícola, debido a las inundaciones que provocaron la migración de sus habitantes.

En cuanto a la enfermedad, no se volvieron a observar síntomas en el Delta del Paraná desde hace más de 25 años (Gómez, comunicación personal).

En el año 2008, se observaron plantas de ciruelo con síntomas muy similares a una escaldadura, en montes comerciales de la zona de Rama Caída, Mendoza. Debido a los antecedentes de la enfermedad en el país, se plantearon los siguientes objetivos en el marco del Proyecto de INTA 52831 (Generación y desarrollo de tecnología para la prevención de enfermedades emergentes cuarentenarias y limitantes en frutales): **a)** Determinar la situación sanitaria de los ciruelos respecto a la escaldadura de la hoja del ciruelo, y **b)** Optimizar la metodología de detección de *X. fastidiosa* tomando como base metodologías existentes.

A tal fin, se monitorearon montes de ciruelo del INTA - EEA Rama Caída y otros de la zona, desde diciembre hasta marzo, observando plantas que tuvieran síntomas semejantes a escaldadura (secado del borde de la hoja) (Foto 75). Se tomaron muestras de las mismas.

Se analizó la presencia de la bacteria en pecíolos y nervaduras por medio de la técnica serológica *double-antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay* (DAS ELISA) con reactivos de AGDIA. La misma se desarrolló según protocolo del laboratorio. Paralelamente se efectuaron análisis moleculares, mediante *polymerase chain reaction* (PCR). Para ello se puso a punto dicha técnica con primers RST31-RST33, universales para *X. fastidiosa*, que detectan la mayoría de los variantes de la misma (Minsavage *et al.*, 1994). El DNA se extrajo con kit Qiagen y se usó DNA extraído de cítricos con clorosis variegada de los cítricos

como testigo enfermo, ya que no se cuenta con material enfermo de ciruelos. Se realizó una prueba con diluciones de DNA de cítricos con la enfermedad para determinar su sensibilidad, utilizando 2 µl de DNA por reacción, 0,4 (1/5) y 0,2 (1/10), reaccionando hasta la dilución mayor (Fig. 5.5).

Se detectaron alrededor de 30 plantas de ciruelo con síntomas sospechosos en la variedad D'Agén, pero ninguno de ellos al ser analizados, tanto por serología como por PCR, resultó positivo para la bacteria, a pesar de tener síntomas muy similares a los descriptos para la enfermedad.

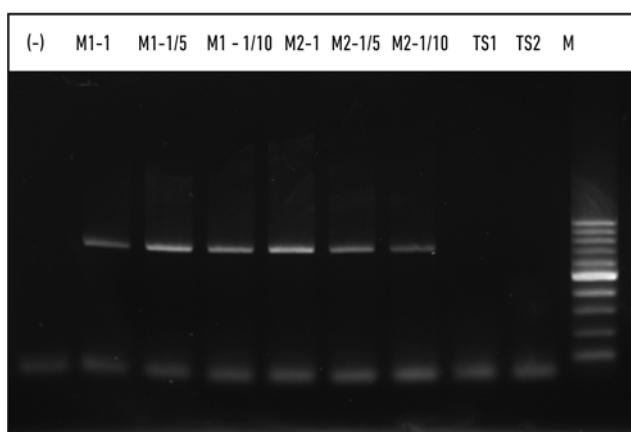


Figura 5.5. Gel de agarosa al 1,5% de producto de PCR realizado con primers RST31-RST33 y diluciones de DNA enfermo.

Bibliografía

- ALVES DE CARVALHO, S. and M. DE SOUZA. 1991. Escaldadura das folhas da ameixeira: provável responsável pelo declínio da cultura no sul do estado de Minas Gerais. *Pesq. Agropec. Bras.* 26 (11/12):2015-2020.
- BAKARCIC, M. 1972. Inactivación térmica del virus de la escaldadura de la hoja del ciruelo. *Delta del Paraná* 12 (13):61-67.
- BAKARCIC, M. y M. DE SANTIS. 1969. Comportamiento a la escaldadura de la hoja de variedades locales de ciruelo. *Delta del Paraná* 9 (12):35-42.
- BERISHA, B.; CHEN, Y.D.; ZHANG, G.Y.; XU, B.Y. and T.A. CHEN. 1998. Isolation of Pierce's disease bacteria from grapevines in Europe. *Eur. J. Plant Pathol.* 104 (5):427-433.
- BRLANSKY, R.H., C.L. DAVIS, L.W. TIMMER, D.S. HOWD and J. CONTRERAS. 1991. Xylem limited bacteria in citrus from Argentina with symptoms of citrus variegated chlorosis. *Phytopathology* 81:1210.
- DA SILVA, F.; VETTORE, A.; KEMPER, E.; LEITE A. and P. ARRUNDA. 2001. Fastidian gum: The *Xylella fastidiosa* exopolysaccharide possibly involved in bacterial pathogenicity. *FEMS Microbiol. Lett* 203 (2):165-171.
- DAVIS, M.J.; PURCELL, A.H. and S.V. THOMPSON. 1978. Pierce's disease of grapevines: isolation of the causal bacterium. *Science* 199:75-77.
- EIDAM, T. and A.P. PAVANELLO. 2012. Ameixeira no Brasil. *Rev. Bras. Frutic.* [online] 34 (1):i-i <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000100001>.
- FERNÁNDEZ VALIELA, M.V. 1963. Escaldadura del borde de las hojas de ciruelo. *Delta del Paraná* 3(3):39-46.
- FERNÁNDEZ VALIELA, M.V. and M. BAKARCIC. 1954. Nuevas enfermedades del ciruelo en el Delta del Paraná. *IDIA* 84:2-6.
- FRENCH, W.J. and E.W. KITAJIMA. 1978. Occurrence of *plum leaf scald* in Brazil and Paraguay. *Plant Disease Reporter* 62 (12):1035-1038.
- FRENCH, W.J.; A.J. LATHAM and D.L. STASSI. 1977. *Phony peach* bacterium associated with leaf scald of plum tress. *Proc. Am. Phytopathol. Soc. (Abstr)* 4:223.
- HAELTERMAN, R.M.; NOME, C.F.; DOCAMPO, D.M. and S.F. NOME. 1995. Hospedantes de *Xylella fastidiosa*, bacteria causal de la escaldadura del borde de la hoja del almendro (*Prunus amygdalus*). *RIA* 26 (2):65-72.
- HOPKINS, D. 2001. Gram negative bacteria, *Xylella fastidiosa*. In *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria* (3rd. ed), edited by N. W. Schaad, J. B. Jones and W. Chun. St Paul (us).
- HOPKINS, D.L. and A.H. PURCELL. 2002. *Xylella fastidiosa*: cause of Pierce's Disease of Grapevine and Other Emergent Diseases. *Plant Disease* 86 (10):1056-1066.
- JANSE, J.D. and A. OBRADOVIC. 2010. *Xylella fastidiosa*: its biology, diagnosis, control and risks. *Plant Pathology* 92 (1 suppl.):S1.35-S1.48.
- KITAJIMA, E.W.; BAKARCIC, M. and M.V. FERNÁNDEZ VALIELA. 1975. Association of Rickettsialike bacteria with *Plum Leaf Scald* Disease. *Phytopathology* 65:476-478.
- LEU, L. and C.C. SU. 1993. Isolation, cultivation and pathogenicity of *Xylella fastidiosa*, the causal bacterium of *pear leaf scald* in Taiwan. *Plant Dis.* 77:642-646.
- LOPES, S.A.; MARCUSSI, S.; TORRES, S.C.Z.; SOUZA, V.; FAGAN, C.; FRANÇA, S.C.; FERNANDES, N.G. and J.R.S. LOPES. 2003. Weeds as alternative hosts of the citrus, coffee, and plum strains of *Xylella fastidiosa* in Brazil. *Plant Dis.* 87:544-549.

- MINSAVAGE, G.V.; THOPSOM, C.M.; HOPKINS, D.L.; LEITE, R.M.V. and R.E. STALL. 1994. Development of a polymerase chain reaction protocol for detection of *Xylella fastidiosa* in plant tissue. *Phytopathology* 84:456-461.
- NEWMAN, K.; ALMEIDA, R.; PURCELL, A. and S. LINDOW. 2004. Cell-cell signaling controls *Xylella fastidiosa* interactions with both insects and plants. *PNAS* 101 (6):1737-1742.
- NOME, S.F.; RAJU, B.C.; DOCAMPO, D.M. and M. BAKARCIC. 1982. Escaldadura de las hojas del ciruelo: aislamiento del agente causal y posibles hospedantes naturales. *IDIA* (mayo- agosto):4-10.
- NOME, S.F.; RAJU, B.C.; GOHEEN, A.C.; NYLAND, G. and D.M. DOCAMPO. 1980. Enzyme linked immunosorbent assay for Pierce's disease bacteria in plant tissue. *Phytopathology* 70:746-749.
- NOME, S.F.; HAELTERMAN, R.M.; DOCAMPO, D.M.; PRATAVIERA, A.G. and L. DEL V. DI FEO. 1992. Escaldadura de las hojas del almendro en Argentina. *Fitopat. Bras.* 17:57-60.
- PURCELL, A. and D. HOPKINS. 1996. Fastidious xylem-limited bacterial plant pathogens. *Ann. Rev. of Phytopathology* 34:131-151.
- RAJU, B.C.; NOME, S.F.; DOCAMPO, D.M.; GOHEEN, A.C.; NYLAND, G. and S.K. LOWE. 1980. Alternative hosts of Pierce's disease of grapevines that occur adjacent to grape growing areas in California. *Am J. Enol. Vitic.* 31 (2):144-148.
- RAJU, B.C.; WELLS, J.M.; NYLAND, G.; BRANSKY, R.H. and S.K. LOWE. 1982. *Plum Leaf Scald*: Isolation, Culture and Pathogenicity of the Causal Agent. *Phytopathology* 72:1460-1466.
- RANDALL, J.J.; GOLDBERG, N.P.; KEMP, J.D.; RADIONENKO, M.; FRENCH, J.M.; OLSEN, M.W. and S.F. HANSON. 2009. Genetics Analysis of a Novel *Xylella fastidiosa* Subspecies Found in the Southwestern United States. *Applied and Environmental Microbiology* Sept:5631-5638.
- RITCHIE, D.F. 1999. *Plum leaf scald*. In *Compendium of Stone Fruit Diseases*. APS, edited by J. M. Ogawa, E. I. Zehr, G. W. Bird, D. F. Ritchie, K. Uriu and J. K. Uyemoto. St. Paul.
- SCHAAD, N.W.; POSTNIKOVA, E.; LACY, G.; FATMI, M. and C.J. CHANG 2004. *Xylella fastidiosa* subspecies: *X. fastidiosa* subsp. [correction] *fastidiosa* [correction] subsp. *nov.*, *X. fastidiosa* subsp. *multiplex* subsp. *nov.*, and *X. fastidiosa* subsp. *pauca* subsp. *nov.* *Systematic and Applied Microbiology* 27:290-300.
- SCHUENZEL, E.L.; SCALLY, M.; STOUTHAMER, R. and L. NUNNEY. 2005. A Multigene Phylogenetic Study of Clonal Diversity and Divergence in North American Strains of the Plant Pathogen *Xylella fastidiosa*. *Appl. Environ. Microbiol.* 71 (7):3832-3839.
- SIMPSON, A.J.; REINACH, F.C.; ARRUDA, P.; ABREU, F.A.M.; ACENCIO, M.; ALVARENGA, R.; ALVES, L.M.; ARAYA, J.E.; BAIA, G.S. and BAPTISTA, C.S. 2000. The genome sequence of the plant pathogen *Xylella fastidiosa*. *Nature* 406 (6792):151-159.
- WELLS, J.M.; RAJU, B.C.; NYLAND, G. and S.K. LOWE. 1981. Medium for isolation and growth of bacteria associated with *plum leaf scald* and *phony peach* diseases. *Appl. Environ. Microbiol.* 42:357-363.
- WELLS, J.M.; RAJU, B.C.; HUNG, H.Y.; WEISBURG, W.G.; MANDELCO- PAUL, L. and D.J. BRENNER. 1987. *Xylella fastidiosa* gen. *nov.*, sp. *nov.*: gram-negative, xylem-limited, fastidious plant bacteria related to *Xanthomonas* spp. *International Journal of Systematic Bacteriology* 37:136-143.



CAPÍTULO 6

Cítricos

Guignardia citricarpa Kiely (Mancha negra de los cítricos)

Haeltermann, R.; Dummel, D.; Kornowski, M.; Agostini, J.P.; Haberle, T. y R. Moschini

150	<i>Introducción</i>
150	<i>Nombre del agente y sinonimias</i>
151	<i>Hospedantes</i>
151	<i>Síntomas</i>
152	<i>Métodos de Diagnóstico</i>
152	<i>Diagnóstico serológico</i>
153	<i>Diagnóstico molecular</i>
154	<i>Técnica de papel nucleico</i>
154	<i>Epidemiología. Ciclo biológico</i>
155	<i>Dinámica de la liberación de ascosporas</i>
155	<i>Control y Manejo</i>
156	<i>Método de TRV (Volumen de la fila de árboles)</i>
158	<i>Sistema de Pronóstico de Enfermedades: Modelización de una función para pronóstico de mancha negra de los cítricos</i>
160	<i>Bibliografía</i>

Introducción

La mancha negra de los cítricos es una enfermedad del fruto que afecta a su corteza pero no causa podredumbre. El limonero es particularmente sensible y, cuando aparece la enfermedad por primera vez en alguna zona, es esta especie, generalmente, la primera afectada. Las pérdidas pueden ser grandes en cultivares de maduración tardía, como la naranja Valencia. Los frutos con mancha negra son desechados para su comercialización en fresco, aunque pueden utilizarse para la industria. A menudo, los frutos afectados de manera importante, caen prematuramente.

Aparece en regiones subtropicales con precipitaciones en verano. La enfermedad ha sido detectada en Argentina, Brasil, Hong Kong, China, Indonesia, Japón, Kenia, Nigeria, Mozambique, Filipinas, Perú, Suazilandia, Taiwán, Uruguay, Venezuela, Zimbabue, las zonas de Sudáfrica con precipitaciones en verano y las zonas costeras de Australia (Kotzé, 2000). En el 2010 se constató su presencia en Florida, EEUU (NAPPO, 2010).

Fue descrita por primera vez en 1895, en Australia, en áreas próximas a Sidney, causando pérdidas significativas en frutos de naranja "Valencia" (Kiely, 1948).

En Brasil el primer reporte fue en el año 1940 en el Estado de San Pablo (Goes & Feichtenberger, 1993). En Argentina, el agente causal habría sido aislado por primera vez en 1968-1969, por técnicos de INTA - EEA Concordia, desde frutos de naranjo dulce procedentes de Misiones (Fernández Valiela, 1978). Las primeras observaciones de lotes con síntomas en el país datan del año 1977 en Alto Paraná, Misiones (Contreras, 1994), de 1980 en Corrientes (Canteros, 1994) y de 1987 en Entre Ríos, donde los primeros frutos de naranjo Valencia afectados fueron recolectados en galpones de empaque (Garrán, 1994). En la región citrícola de Jujuy y Salta las primeras observaciones en campo de la enfermedad fueron en el año 1982 (Vigiani *et al.*, 1996).

La mancha negra de los cítricos es de importancia económica porque afecta la producción, el aspecto del fruto y la comercialización

de frutas frescas. Esta plaga cuarentenaria en varios países, restringe la comercialización de material de propagación, mudas y frutos (Aguilar-Vildoso *et al.*, 2002). Estos factores causan pérdidas para diversas zonas productivas en la Argentina debido a las restricciones fitosanitarias impuesta por la Comunidad Europea y EEUU.

Nombre del agente y sinonimias

El estado anamorfo del patógeno responsable de la mancha negra fue conocido, durante muchos años, como *Phoma citricarpa* McAlpine, 1899. Posteriormente, fue cambiado por *Phyllosticta citricarpa* (McAlpine) van der Aa, 1973. El teleomorfo es *Guignardia citricarpa* Kiely, 1948 y nunca se encuentra en el fruto (Kotzé, 2000).

Los peritecios de *G. citricarpa* se encuentran en las hojas en descomposición y son la fuente más importante del inóculo. Se encuentran en forma agregada y de aspecto globosos (100-175 µm de diámetro), con un ostiolo circular no papilado. Las ascas son claviformes, cilíndricas, portando 8 ascosporas. Las ascosporas no son septadas, son hialinas, con multitud de canales y cilíndricas, aunque hinchadas en el centro (12,5-16 × 4,6-6,5 µm), con extremos obtusos, cada uno con un apéndice incoloro (Kotzé, 2000).

Los picnidios, pardo-oscuros o negros (115 a 190 µm de diámetro), se encuentran en lesiones de frutos y hojas y ocasionalmente en el pedúnculo del fruto de limones fuertemente infectados. Los conidios pueden tener forma desde oval a elípticas (8-10 × 5,5-7 µm), hialinas, no tabicadas y acanaladas, con un apéndice incoloro subulado (Kotzé, 2000).

En 1964 se descubrió que había dos especies morfológicamente idénticas del género *Guignardia*, una puede causar la mancha negra de los cítricos y la otra aparece endofíticamente y causa infecciones sin síntomas en muchas plantas. La especie no patogénica crece generalmente más rápidamente en medios de cultivos que la patogénica y se llama *Guignardia mangiferae* Roy, 1968 (Kotzé, 2000), actualmente clasificada como *Phyllosticta capitalensis* Henn., 1908 (Glienke *et al.*, 2011).

Hospedantes

La mancha negra afecta numerosas especies de cítricos, siendo las más susceptibles el limonero, las naranjas dulces y algunas mandarinas. El limonero es la única especie donde puede observarse síntomas de mancha negra en hojas (Agostini *et al.*, 2005b). Las naranjas tardías, tales como Valencia y Folha Murcha, son más susceptibles a esta enfermedad que las variedades de naranjas más tempranas. También puede producir problemas serios en pomelos, especialmente si se cosechan tarde. Dentro del grupo de las mandarinas ha sido detectada en el tangor Murcott, las mandarinas comunes, Fortune y Nova. Hasta el presente no se han detectado síntomas de mancha negra en las mandarinas del grupo Satsuma, del grupo Clementina o del limonero Tahití (Agostini *et al.*, 2005a).

También hay muchas otras especies no cítricas reportadas como hospederos de este patógeno, tales como *Prunus dulcis*, *Persea americana*, *Eucalyptus* sp, *Manguifera indica*, *Passiflora edulis* y varias ornamentales (EPPO, 2008).

Síntomas

Los síntomas foliares se ven raramente en las plantaciones bien manejadas de naranjo. Cuando la enfermedad está presente, los síntomas aparecen como pequeños puntos necróticos, redondos y hundidos con centros grises, cada uno de ellos rodeado por un anillo pardo oscuro y un halo amarillo, aunque este último no siempre es evidente. Los puntos en las hojas aparecen más comúnmente en limones, donde los pedicelos del fruto pueden mostrar también lesiones (Foto 76) (Kotzé, 2000).

Los síntomas en frutos varían hasta el punto de que existe cierta confusión en cuanto a sus características y descripciones (Foto 77). Se distinguen 4 tipos de lesiones: Los *puntos duros* o "*hard spot*" son lesiones más o menos circulares, hundidas y de color rojo ladrillo, con bordes de color pardo a negro y tejido necrótico gris en los centros (Foto 78). Los picnidios están

presentes normalmente, aunque no en todos los casos. Aunque estas lesiones son los síntomas más típicos de la mancha negra, el hongo causal es aislado desde ellos con poca frecuencia. Los puntos duros son síntomas en precosecha y se desarrollan en la parte del fruto que está más expuesta a los rayos del sol (Kotzé, 2000). Sinonimias según región: típica, con picnidios, "*hard spot*".

La *falsa melanosis* o *sarpullido* ("*speckled blotch*") (numerosos puntos de color pardo oscuro), aparecen pronto en el fruto aún verde e inmaduro pero no contienen picnidios (Kotzé, 2000). Este síntoma se presenta únicamente en limones. En la región del noroeste argentino se denomina "moteado tipo melanosis" y está relacionado con *G. mangiferae* (Agostini, 2007), mientras que en otras regiones se denomina mancha tinta (Foto 79).

Las *manchas virulentas* se desarrollan cuando la fruta está muy madura y las temperaturas son altas. Estas lesiones son deprimidas, de color marrón a rojizo y forma irregular y crecen rápidamente. En todos los casos las lesiones son superficiales, aunque en casos severos produce la caída desde el árbol, reduciendo los rendimientos. En algunas zonas es denominado mancha castaña (Agostini, 2007) (Foto 80). La *mancha rojiza*, también denominada según las regiones productoras como nueva, inicial o de poscosecha, que se puede observar en frutas maduras de naranja y limón (Foto 81). Puede evolucionar hasta producir el síntoma verdadero ("*hard spot*"), aunque en este estado mencionado no forma cuerpos fructíferos. Este tipo de síntoma puede confundirse por daño fisiológico causado por frío o bajas temperaturas en el almacenamiento de frutas (Agostini, 2007).

Se puede considerar un quinto síntoma al cual se lo denomina *constelación* el que consiste en una serie de puntos marrones que rodean a los síntomas descritos en primer y segundo caso (Foto 82).

Métodos de diagnóstico

Diagnóstico serológico

Para la producción del antisuero se utilizaron las proteínas solubles de una cepa de *G. citricarpa* aislada en INTA - EEA Bella Vista. El hongo se multiplicó en caldo papa glucosado en agitación, a 28°C. El micelio se filtró y se trituró con nitrógeno líquido. Para separar las proteínas solubles se le agregó al micelio sulfato de amonio saturado (solución final 66%), realizando luego tres diálisis con tampón fosfato salino (PBS). Con este inmunógeno se realizaron cinco inyecciones intramusculares a un conejo, de 1 mg de proteínas cada una, seguida de dos endovenosas de 0,4 mg.

Para el diagnóstico serológico de mancha negra, se implementó el TAS ELISA con fracción *Fab*. Se purificó la IgG, a partir del antisuero obtenido, precipitando con sulfato de amonio y dializando con tampón PBS. Los fragmentos *Fab* se obtuvieron utilizando el kit Immunopure *F(ab)* del laboratorio Pierce®. Para una completa separación de la fracción variable, se realizó una diálisis con tubos *Spectra Por 7 mWCO 50KD*. Para determinar las concentraciones de uso, se efectuaron varias calibraciones, probando diferentes concentraciones de cada uno de los reactivos: fracción *Fab* (0,1 a 3 µg/ml), IgG (0,1 a 1,0 µg/ml) y conjugado enzimático con fosfatasa alcalina (*Pierce*) (1/50.000 hasta 1/200.000). La mejor reacción fue sensibilizando con fracción *Fab*, 1 µg/ml, IgG 1µg/ml y conjugado enzimático 1/150.000.

El protocolo utilizado para TAS ELISA fue el siguiente: sensibilización con fracción *Fab*

en tampón cobertura, dejando toda la noche a 4°C; bloqueo con leche descremada al 5%, durante 1h a 28°C; agregado de las muestras, en tampón extracción, por 3hs a 28°C; adición de la IgG en tampón PBS+PVP+Tween, dejando toda la noche a 4°C; agregado del conjugado enzimático en tampón de conjugado, por 2hs a 28°C; revelado con sustrato p-nitrofenil fosfato en tampón sustrato.

Entre cada paso se lava la placa de 3 a 5 veces con PBS más Tween. Los tampones utilizados son los de uso corriente para esta técnica.

Para determinar la especificidad del antisuero se probó micelio de *G. citricarpa* con el de otros hongos (*Phytophthora* y *Fusarium*), moliendo en tampón extracción. No hubo reacción cruzada con ellos (Fig. 6.1).

Se realizaron análisis con material vegetal enfermo y para ello se molieron lesiones a partir de frutos de mandarina y limón con mancha negra. La molienda se realizó con nitrógeno líquido y con el agregado tampón de extracción. Se siguió el mismo protocolo detallado anteriormente.

Se distinguieron claramente las frutas con mancha negra de las sanas (Fig. 6.2).

Se procedió a analizar si esta técnica podía diferenciar *G. citricarpa* de *G. mangiferae*. Para ello se probaron distintas concentraciones de micelio de ambas especies. Se observó que el antisuero reconocía la cepa de *G. mangifera*, aunque con valores de absorbancia menores comparado con los de *G. citricarpa* a igual concentración de micelio. No fue posible diferenciar las dos especies con este antisuero.

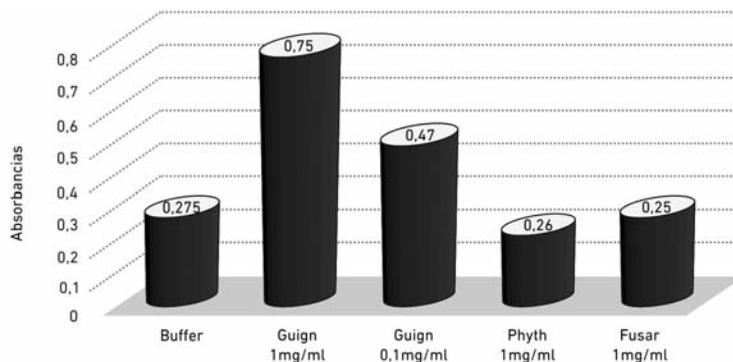


Figura 6.1. TAS-ELISA comparativo con micelios de diversos hongos *G. citricarpa*, *Phytophthora* spp. y *Fusarium* spp.

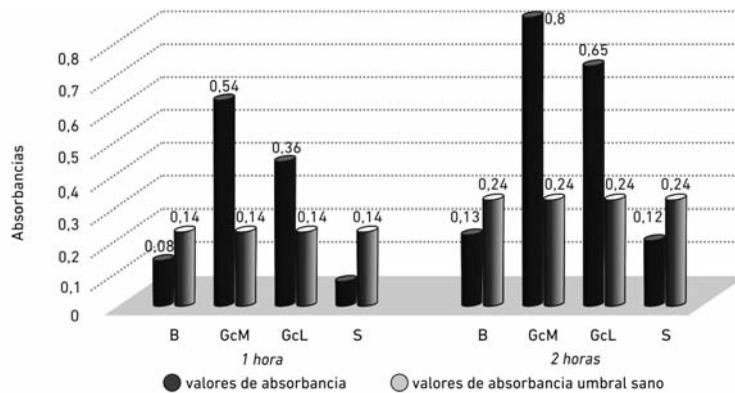


Figura 6.2. TAS-ELISA desde frutos cítricos con síntomas de mancha negra causada por *G. citricarpa*. Ref: B: buffer utilizado; GcM: *Guignardia citricarpa* mandarina; GcL: *Guignardia citricarpa* limón y S: anti-suero.

Diagnóstico molecular

Se puso a punto el PCR con los primers propuestos por Peres *et al.*, 2007 para la identificación de *G. citricarpa*. Estos primers reconocen la región ITS.

- GCN 5´CTGAAAGGTGATGGAAGGGAGG 3´
- GCMR 5´CATTACTTATCGCATTTCGCTGC 3´

Utilizando frutos de naranja y pomelo con mancha negra, tomando la zona de las lesiones y moliendo las mismas con nitrógeno líquido. El DNA se extrajo con el kit DNAeasy Plant Mini Kit® (Qiagen). La mastermix se realizó con: Buffer 1x, mg cl 4mM, dNTP 0,5mM, GCN 0,4µM, GCMR 0,4µM, Taq IU y Iul de DNA. Se realizaron 40 ciclos de 94° 30 seg, 64° 30 seg y 72° 1min.

Posteriormente los productos de PCR se corrieron en geles de agarosa al 1,5% y se tiñeron con una solución de bromuro de etidio, observándolos en transiluminador.

Se obtuvo la banda esperada de 300 pb en las muestras con mancha negra (Fig. 6.3).

Para determinar si se lograba la diferenciación de las dos especies de *Guignardia*, *G. citricarpa* (cuarentenaria) y *G. mangifera* (no cuarentenaria) en la misma reacción, se realizó un duplex, utilizando los primers anteriormente citados agregándole los GMN (Peres *et al.*, 2007), que detecta *G. mangiferae* (el primer reverse es el mismo para ambas especies). GMN 5´CGCTACAACGCCGAAATGA 3´.

La extracción del DNA, a partir de micelio, se realizó con kit DNAeasy Plant Mini Kit® (Qiagen). La mastermix fue similar a la anterior, agregando el cebador GMN en la misma

concentración que los anteriores (0,4 µM). Se logró diferenciar las dos especies, dando *G. citricarpa* una banda de 300 pb y *G. mangiferae* 290 pb, siendo esta técnica apta para discriminar entre ellas (Fig. 6.4).

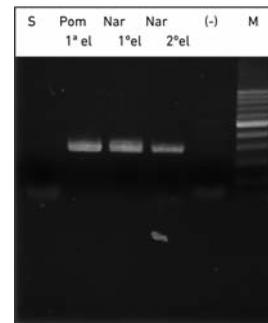


Figura 6.3. Gel de agarosa al 1,5% con producto de PCR primers GCN y GCMR. Ref: S: anti-suero; pom: pomelo; nar: naranja; (-): control negativo y M: marcador de peso molecular.

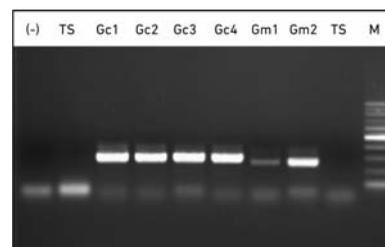


Figura 6.4. Gel de agarosa al 1,5% con corrida de productos de PCR cebadores GCN, GMN y GCMR que permiten diferenciar *G. citricarpa* una banda de 300pb y *G. mangiferae* 290pb. Ref: (-): control negativo; TS: tween; Gc1: *G. citricarpa* cepa 1; Gc2: *G. citricarpa* cepa 2; Gc3: *G. citricarpa* cepa 3; Gc4: *G. citricarpa* cepa 4; Gm1: *G. mangiferae* cepa 1; Gm2: *G. mangiferae* cepa 2 y M: marcador de peso molecular.

Técnica de papel nucleico

Se implementó la técnica de papel nucleico para simplificar la extracción del DNA y evitar las contaminaciones. Esta tiene la ventaja que se puede partir de la misma molienda de la prueba serológica.

Se maceraron lesiones de mancha negra de limón y mandarina en dilución 1/5 (p/v) con tampón extracción. Se sembraron 20 µl del homogenato sobre papel nucleico (Biodynamics®) dejándolo secar. Posteriormente se cortaron pequeñas porciones del papel, se introdujeron en tubos de 1,5 ml, conteniendo 100 µl de agua libre de nucleasas y se llevaron a 95°C durante 10 min.

La reacción de PCR se realizó igual que las anteriores, pero empleando 10 µl de esta suspensión (Fig. 6.5)

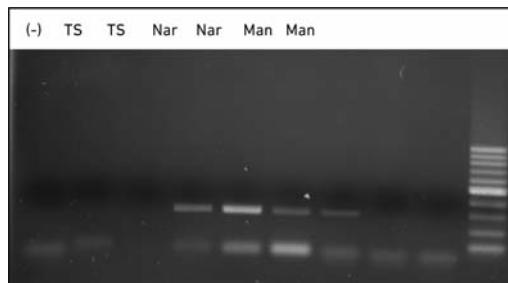


Figura 6.5. Gel de agarosa al 1,5% con corrida de productos de PCR primers GCN y GCMR. Ref: (-): control negativo; TS: tween; Nar: naranja; man: mandarina y M: marcador de peso molecular.

Epidemiología. Ciclo biológico

La epidemia de la mancha negra depende de la existencia de inóculo durante el verano, de las condiciones cálidas y húmedas favorables a la infección y del grado de desarrollo del fruto, en relación a su susceptibilidad a la infección (Kotzé, 2000).

La mancha negra de los cítricos presenta los ciclos primario y secundario bien distintos. El primario, representado por la fase sexual del hongo *G. citricarpa*, cuyas estructuras infectivas son las ascosporas, responsables de la introducción del patógeno en áreas libres de éstas e inicio de las epidemias en cada ciclo de cultivo. El ciclo secundario es caracterizado por la fase asexual del hongo

(*Phyllosticta citricarpa*), donde los conidios son responsables por el incremento de la enfermedad en la planta y en sus vecinos (Aguilar-Vildoso, 2002; Kiely, 1948).

Los conidios de los picnidios en las hojas muertas o en el fruto en el suelo no son transportados por el viento, pero pueden llegar a los frutos susceptibles al ser salpicados por las gotas de lluvia. Son insignificantes como fuente de inóculo, pero pueden causar infección desde el árbol si los frutos se recolectan en forma tardía. Tras la floración y el cuajado de nuevos frutos, los conidios pueden llegar a los frutos más jóvenes que se encuentran por debajo de los frutos maduros, debido a que todavía se hallan en la fase susceptible (Kotzé, 2000).

En Brasil observaron que después de 21 días bajo condiciones ambientales favorables, los picnidios se encontraban vacíos, indicando que una liberación completa de conidios ocurre antes de este período (Hoto *et al.*, 2001). Igualmente en Argentina se determinó que picnidios de frutas mantenidas en cámara húmeda por más de 14 días se manifestaban exhaustos en la liberación de conidios (Dummel *et al.*, 2009).

El período crítico de infección comienza en el cuajado de la fruta cuando llueve. El fruto sigue siendo susceptible durante 4-5 meses, después de los cuales ya no se produce infección, independientemente de las condiciones climáticas y la presencia de inóculo. Cuando la ascospora germina, produce un tubo germinativo y un apresorio, a partir del cual penetra en la cutícula y se expande formando una pequeña masa de micelio entre la cutícula y la epidermis. El hongo permanece en este estado de latencia hasta que el fruto está desarrollado o maduro; entonces, puede crecer más hacia el interior de la corteza, produciendo los síntomas de la mancha negra muchos meses después de que haya tenido lugar la infección. El desarrollo de los síntomas en frutos maduros se acelera con el ascenso de las temperaturas, las altas intensidades luminosas, la sequía, el envejecimiento del fruto y por el escaso vigor del árbol. Por lo general, los árboles viejos tienen más mancha negra que los jóvenes (Kotzé, 2000).

Dinámica de la liberación de ascosporas

Para determinar la relación entre la liberación de ascosporas y las distintas variables ambientales se utilizaron los datos diarios de capturas de ascosporas de dos campañas en plantaciones comerciales de naranja Valencia late comprendidos entre octubre 2008 y marzo 2009. Tanto para la primera como segunda campaña se analizó la liberación de ascosporas de *G. citricarpa* durante los meses comprendidos entre septiembre y marzo, observándose picos en diferentes momentos.

Se observó mayor número de ascosporas durante los meses de diciembre y enero para la campaña 2007/2008, mientras que durante el mes de febrero el mismo disminuyó volviéndose a incrementar en el mes de marzo. Para la campaña 2008/09 se observó un pico en el número de ascosporas entre los meses de octubre–noviembre, disminuyendo para el mes de diciembre e incrementando para los meses de enero–febrero–marzo. En ambas campañas se observó una estrecha relación con la ocurrencia de lluvias caídas y las altas temperaturas durante esos meses.

Existe una relación entre el número de captura de ascosporas de *G. citricarpa* con la temperatura y humedad relativa a lo largo de las 24 h del día en la estación de primavera, lo cual indica que durante las horas de la noche la humedad relativa aumenta mientras la temperatura disminuye, reduciendo a cero la captura de ascosporas, y durante el día al disminuir la humedad y aumentar la temperatura se produce liberación de ascosporas y un mayor número de capturas. La captura comienza a medida que la humedad relativa disminuye cerca del medio día, con un máximo de capturas entre las 16 h y 20 h, donde la humedad relativa comienza a aumentar nuevamente y las temperaturas empiezan nuevamente a bajar. La alta humedad relativa está estrechamente ligada a la presencia de rocío durante la noche, lo cual aceleraría la maduración de los peritecios y provocaría su apertura y liberación de las ascosporas al medioambiente durante las horas del día (Dummel *et al.*, 2012).

La temperatura promedio de los meses en

que se registraron capturas de ascosporas varió entre los 18 y los 30°C, con un pico de mínima de 5°C en el mes de septiembre, y un pico de máxima de 35°C para el mes de diciembre. Sin embargo, el número de capturas registrado durante el mes de septiembre fue menor en relación a los otros meses. Las precipitaciones variaron a lo largo de los 6 meses, con una variación de 7 mm a 344 mm caídos. Las menores precipitaciones ocurrieron durante los meses de septiembre, noviembre, febrero y marzo. Los meses de octubre diciembre y enero fueron los que presentaron la mayor concentración de precipitaciones, con lluvias distribuidas a lo largo de todas las semanas, salvo para el mes de enero en el que no se observó una distribución tan uniforme. Octubre del 2008 y enero del 2009 alcanzaron los 80 mm de lluvias caídas para un solo día. Los días posteriores a las precipitaciones se registraron temperaturas bajas. La duración del mojado de hoja dependió de las lluvias caídas y de las temperaturas presentes. Días donde no se registraron lluvias, pero que tuvieron noches con alta humedad relativa y bajas temperaturas presentaron igualmente mojado en superficie de la hoja (Dummel *et al.*, 2012).

Existe una estrecha relación entre temperaturas, lluvias, horas de mojado de hoja y capturas de ascosporas. Alternancia de días secos seguidos de días húmedos influyen en la dinámica de liberación de ascosporas.

Manejo de la enfermedad

En países y zonas donde no se encuentra la enfermedad es importante evitar su introducción. La manera más común de introducirla es a través del material vegetativo; plantas de viveros infectadas, yemas procedentes de plantas infectadas y, posiblemente, hojas que acompañan a la fruta no tratada. La fruta comercializada no se considera un peligro importante, ya que sobre ella únicamente se producen picnidios. Los mismos no son iniciadores de epidemia, pues los conidios no son transportados por el aire y, por lo tanto, no se diseminan tan lejos como las ascosporas (Agostini *et al.*, 2005b).

Esta enfermedad puede estar durante muchos años en una zona produciendo pocas lesiones antes de ser descubierta. Es importante tomar medidas preventivas porque, una vez establecida, resulta casi imposible erradicarla, especialmente considerando que es muy difícil diferenciar la forma saprófita de la patógena del hongo. Una práctica que ayudaría a controlar la mancha negra consiste en la eliminación de la hojarasca, principal fuente de inóculo. Para ello, se debe enterrar mecánicamente o, tal como se hace usualmente en Brasil, tapar con el “mulching” resultante del paso de la desmalezadora por el centro de la calle. En su defecto, se puede tratar la hojarasca con algún producto químico, como ser urea o cal. A pesar de la elevada susceptibilidad del limonero a la mancha negra, una sola aplicación de productos sistémicos entre los 60 y los 90 días posteriores a la floración permite lograr un buen control.

Las capturas de esporas, junto con los registros de lluvias y temperaturas, se han utilizado con éxito en Sudáfrica para determinar el momento y la intensidad de la liberación de las ascosporas. El comienzo del período crítico se puede predecir satisfactoriamente para determinar el momento más oportuno de las aplicaciones químicas. El número de tratamientos que se requiere en un programa preventivo depende en gran medida de la edad del árbol, del vigor del árbol, del cultivar y de las condiciones ambientales. Los productos a utilizar son los benzimidazoles (benomil, carbendazim) o estrobilurinas. Para el caso de las naranjas, en particular aquellas de ciclo tardío como “Valencia” y “Folha Murcha”, es necesario proteger la fruta desde la primavera, durante la liberación de ascosporas (octubre–noviembre, dependiendo de la zona), hasta mediados del verano (enero–febrero), cuando la fruta adquiere resistencia. En plantaciones afectadas, las pulverizaciones con cobre o carbendazim en marzo ayudan a disminuir los daños por esta enfermedad. En todos los casos, es conveniente combinar los productos con aceites minerales. En frutas asintomáticas, las pulverizaciones con productos sistémicos realizadas 15 días antes de la cosecha no reducen significativamente el

desarrollo de síntomas en poscosecha (Agostini, 2007).

Método de TRV (*Tree Row Volume-Volumen de la fila de árboles*)

A los efectos de maximizar la calidad de los tratamientos para un adecuado control de mancha negra fueron incorporadas herramientas tecnológicas bajo el concepto de TRV que se basa en el ajuste del volumen de caldo a aplicar por hectárea en función del tamaño de los árboles. Además mediante la incorporación de picos inyectoros de aire (ID) en equipos atomizadores de alto volumen se puede optimizar la eficiencia de dichos equipos con la finalidad de utilizar menores volúmenes de agua en plantaciones de naranja Valencia (*Citrus sinensis* L. Osb.) altamente susceptible a esta enfermedad. Las aplicaciones durante las diferentes campañas fueron realizadas sobre esta variedad con una altura promedio de plantas de 5,5 m. y el diámetro en dirección del ancho de la fila de 5 m. Por lo tanto para la determinación del volumen de agua a aplicar por hectárea se utiliza el concepto de TRV basado en la siguiente fórmula: $Q \text{ (l/ha)} = [(10.000) \times (h) \times (a) \times (i) \times (0.0937)] / (d)$. Donde: $Q \text{ (l/ha)}$ = caudal litros por hectárea, h = altura de las plantas en metros, a = ancho máximo de la fila en metros, d = distancia entre filas en metros, i = índice de ajuste por densidad foliar (0,7 a 1,2), y 0,0937 = coeficiente de saturación foliar (lts./m³ de copa). De acuerdo a trabajos experimentales realizados con pulverizadoras atomizadoras, el volumen de líquido requerido para saturar 1 m³ de copa con una densidad adecuada de gotas es igual a 937 ml. En este ensayo se utilizó como coeficiente de densidad foliar = 1. Los ensayos se realizaron durante las campañas 2005/06, 2006/07, 2007/08 y 2008/09 utilizándose pulverizadoras ajustadas a los volúmenes a utilizar con los productos mencionados en Tabla 6.1 en los momentos considerados como críticos. Todos los tratamientos efectuados durante las tres campañas con aplicaciones reducidas en volumen TRV = -50% y TRV= -60% mediante el empleo de picos ID, demostraron ser

efectivos para el control de mancha negra, sin presentar diferencias significativas con respecto al tratamiento estándar TRV=1 (Tabla 6.2). Todos los tratamientos fueron significativos con respecto al testigo sin pulverización alguna. La incorporación de picos ID 90-02 en turbinas de alto volumen brindaría una alternativa para disminuir los volúmenes de agua e insumos aplicados por hectárea en forma sustentable. La duplicación de la concentración de productos en el tanque de la pulverizadora en el caso de usar equipos de aplicación en bajo volumen es eficiente para este tipo de prácticas.

Tabla 6.1. Productos utilizados para el control de mancha negra (*Guignardia citricarpa* Kielly) en naranja Valencia, concentración calculada para TRV=1, ajustadas para los tratamientos determinados en alto volumen.

Agroquímicos		Dosis en 1000 lts. ⁽²⁾ para TRV=1
Principio activo	Nombre comercial	
Oxicloruro de cobre	Caurifix®	3 kg.
Hidróxido de cobre	Champion®	2,2 kg.
Trifloxistrobin	Flint®	0,1 kg.
Piraclostrobin	Comet®	0,2 lts.
Aceite mineral	YPF curafrutal®	5 lts.

(2) Las aplicaciones de bajo volumen de TRV=-50%, -60% y -70% las dosis de agroquímicos fueron duplicadas.

Tabla 6.2. Resultados de la incidencia y severidad de mancha negra (*Guignardia citricarpa* Kielly) y porcentaje de disminución de la enfermedad con respecto al testigo en fruta de naranja Valencia para los diferentes tratamientos de TRV para los tres años de ensayo

Tratamiento	Año 2006			Año 2007			Año 2008		
	Incidencia (%)	Reduc. (%)	Severidad (0-4)	Incidencia (%)	Reduc. (%)	Severidad (0-4)	Incidencia (%)	Reduc. (%)	Severidad (0-4)
TRV-70% ID	9,06 A	86,82	0,10 A	15 B	53,23	0,23 B			
TRV-60% ID							17,67 A B	82,81	0,31 A
TRV-50 % ID	8,38 A	87,81	0,11 A	0,67 A	97,91	0,0 A	34 B	64,95	0,67 A
TRV = 1	4,55 A	93,38	0,05 A	4,67 A	85,44	0,03 A B	11 A	88,66	0,21 A
TRV-70% BV	23,07 B	66,43	0,29 B	7,3 A B	77,24	0,13 A B			
Testigo	68,72 C		1,37 C	32,07 C		0,63 C			
TRV-50% BV				7,67 A B	76,08	0,13 A B			
TRV-60% BV							13 A B	86,60	0,22 A

Sistema de pronóstico de enfermedades: modelización de una función para pronóstico de mancha negra de los cítricos

Para la modelización de una función para pronóstico de mancha negra, y en base a las variables analizadas, los valores diarios de ascosporas capturadas fueron acumulados semanalmente. Los datos fueron agrupados en valores semanales de ascosporas capturadas ($N=28$), las cuales se categorizaron en función de valores umbrales: nivel severo (ascosporas mayores a 25), nivel moderado (ascosporas menor o igual que 25 y mayor que 5) y nivel ligero a nulo (ascosporas menor o igual a 5).

De los datos obtenidos de la estación meteorológica y el cazaesporas se pudo obtener una función que explique cuáles son los factores ambientales que influyen más fuertemente en la liberación de ascosporas de *G. citricarpa*.

Las más altas correlaciones (r_k : coeficiente de Kendall) entre los niveles de ascosporas capturadas semanalmente y las variables meteorológicas analizadas individualmente, se encontraron cuando estas últimas fueron procesadas en el lapso previo de 7 días (Tabla 6.3). Desde el punto de vista térmico es destacable la correlación negativa de la temperatura máxima media, coherente con el bajo umbral para la temperatura máxima (29°C) establecido en la variable DT ($r_k=0,52$). La más alta correlación de la variable NdPr (días con lluvias $\geq 0,2$ mm) se obtiene cuando se contabilizan lluvias diarias $\geq 0,2$ mm ($r_k=0,58$), bajando la correlación cuando solo se consideran precipitaciones mayores a 1 mm ($r_k=0,54$) y a 3 mm ($r_k=0,47$). Cuando a la ocurrencia de precipitación se le incorpora un umbral máximo de amplitud térmica ($At=T_{max}-T_{min}$), se logra incrementar la correlación con los montos totales semanales de ascosporas capturadas (variable DPrAt; $r_k=0,67$). La máxima correlación se obtiene sumando DPrAt con los días sin precipitación y baja amplitud térmica (DsPrAt). La variable resultante (DMojt) contabiliza los días de mojado total originados ya sea por lluvia o por rocío. Por la magnitud de la correlación se destaca la variable DMoj, que calcula el total de días

con duración de mojado superior a 10 horas ($r_k=0,68$), debiendo contar en este caso con un sensor que permita su medición (escasa disponibilidad en las redes de estaciones meteorológicas de Argentina). Las correlaciones bajan a 0,60 y 0,58 cuanto se cuentan los días con más de 9 horas y 8 horas con mojado. (Dummel *et al.*, 2012).

El método de selección de variables Stepwise del Proc Logistic (NSE y NSP 0,01) definió un modelo que incluye solo a la variable DMojt; Modelo I (Tabla 6.4). El modelo bivariado más apropiado (NSE y NSP 0,05) integró a las variables DMojt y a DT (Modelo II). El modelo I clasificó correctamente 19 de las 28 observaciones de ascosporas capturadas semanalmente, categorizadas ordinalmente (67,9% de precisión de predicción). El modelo II fue preciso en 23 casos de los 28 observados (82,1% de precisión de predicción).

Tabla 6.3. Coeficientes de correlación (r_k) de Kendall de variables meteorológicas en relación a los niveles ordinales de ascosporas capturadas cada siete días (severo, moderado y ligero-nulo).

Respuesta Ordinal	
Variabes	r_k
DT	0,52
TmáxM	-0,19
TmínM	0,30
NdPr	0,58
PrAc	0,42
DPrAt	0,67
DsPrAt	0,27
DMojt	0,71
DuMojt	0,53
DMoj	0,68

DT: número de días con $T_{mín} > 20^{\circ}\text{C}$ y $T_{máx} < 29^{\circ}\text{C}$;
 TmáxM: temperatura máxima media;
 TmínM: temperatura mínima media;
 NdPr: días con lluvias $\geq 0,2$ mm;
 PrAc: precipitaciones diarias acumuladas;
 DPrAt: número de días con registros de $Pr \geq 0,2$ mm y $At < 14,2^{\circ}\text{C}$;
 DsPrAt: días sin registro de precipitación ($Pr < 0,2$ mm) y $At < 7^{\circ}\text{C}$;
 DMojt: DPrAt + DsPrAt;
 DuMojt: duración de mojado total en horas;
 DMoj: días con duración de mojado > 10 h.

Tabla 6.4. Modelos logísticos para estimar la probabilidad de ocurrencia de cada categoría de ascosporas capturadas semanalmente: Ordinal: severa (s), moderada (M) o ligera a nula (L), en base a variables meteorológicas simples

Modelo	Ecuaciones del Modelo*	Precisión %
I	LogitPrS= - 4,553 + 1,6015 * DMojt	67,9
	LogitPrMac= - 1,1165 + 1,6015 * DMojt	
II	LogitPrS= -6,1318 + 1,8108 DMojt + 3,4829 DT	82,1
	LogitPrMac= -1,6652 + 1,8108 DMojt + 3,4829 DT	

*LogitPrS=ln(prs/1-prs); LogitPrMac=ln(prmac/1-prmac). Resolviendo las expresiones $\text{Exp}(\text{LogitPrS}) / (1 + \text{Exp}(\text{LogitPrS}))$ y $\text{Exp}(\text{LogitPrMac}) / (1 + \text{Exp}(\text{LogitPrMac}))$ se obtienen los valores de prs (probabilidad de observar un nivel semanal de esporas atrapadas (s)) y prmac (probabilidad acumulada de ocurrencia de un nivel de atrape de ascosporas mayor o igual al moderado (M)). Ln es el logaritmo natural. $\text{PrM} = \text{PrMac} - \text{PrS}$. $\text{PrL} = 1 - (\text{PrS} + \text{PrM})$ siendo PrL la probabilidad de observar un nivel de ascosporas ligero a nulo (L). DPrat: número de días con registros de pr ≥ 0,2 mm y $At < 14,2^\circ\text{C}$; DSpfat: días sin registro de precipitación ($pr < 0,2$ mm) y $At < 7^\circ\text{C}$; DMojt: DPrat + DSpfat.

Algunas variables meteorológicas identificadas en este estudio lograron explicar fuertemente la variabilidad en el número de ascosporas capturadas semanalmente en la campaña 2008-2009, en Montecarlo. Se destacaron especialmente las variables: número de días con registros de precipitaciones mayor o igual a 0,2 mm y amplitud térmica menor a 14°C (DPrat) y días con duración de mojado mayor a 10 horas (DMoj) (Dummel *et al.*, 2012).

El seguimiento de la evolución semanal de los valores de probabilidad de ocurrencia de niveles de ascosporas capturadas severas (Modelo II), junto a la evolución de la principal variable regresora: días de mojado totales (DMojt) calculada en los siete días previos, fue

ploteada para Montecarlo para la campaña 2008/09. Se destacó una buena correspondencia entre los valores de probabilidad de tener niveles severos de ascosporas capturadas y la evolución de los días de mojado totales (DMojt), con los valores semanales observados de ascosporas capturadas (Fig. 6.6) (Dummel *et al.*, 2012).

Se ha confeccionado una hoja de cálculo a fin de introducir estas variables meteorológicas del modelo y poder determinar en forma práctica y en tiempo real la necesidad de aplicaciones de agroquímicos en base a la probabilidad de existencia de un pico de liberación de ascosporas durante los meses de susceptibilidad de la fruta.

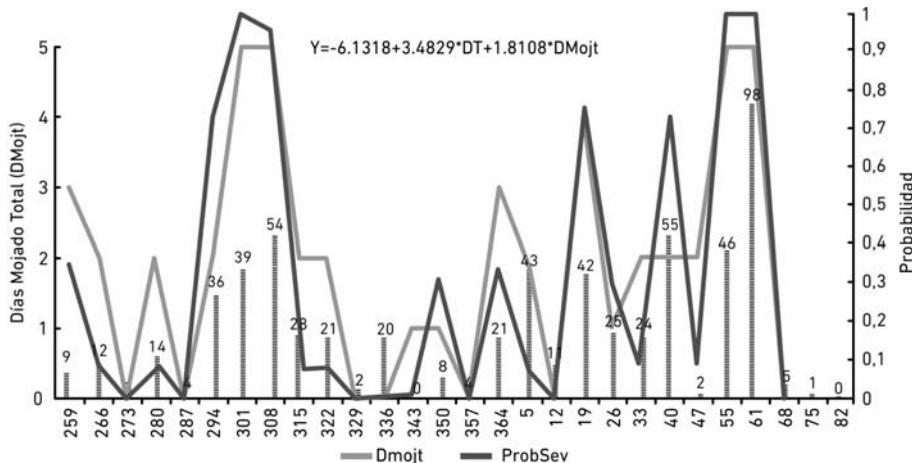
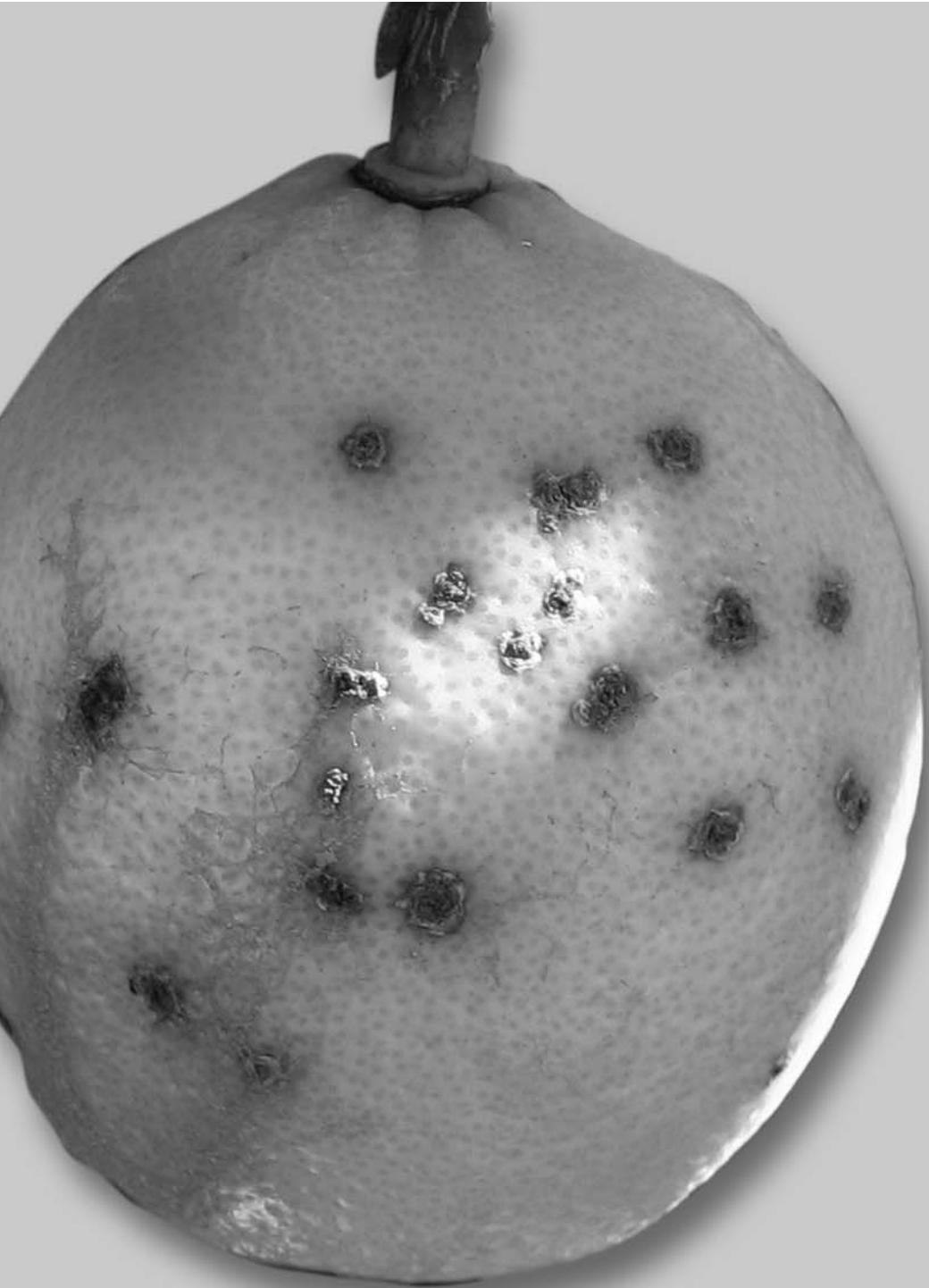


Figura 6.6. Evolución de la probabilidad de ocurrencia de una captura semanal de ascosporas severa (>25 ascosporas) (ProbSev), estimada por modelo II de Tabla 3 y de los valores de la principal variable regresora DMojt, para la campaña 2008/2009 (donde DMojt=DPrat+ DSpfat, siendo DPrat: número de días con registros de pr ≥ 0,2 mm y amplitud térmica <14,2°C y DSpfat: días sin pr y amplitud térmica <7°C, en lapsos de 7 días previos a cada observación).

Bibliografía

- AGOSTINI, J. P. 2007. Árboles Frutales: Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento. Capítulo 15: 499–501. Editorial Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires.
- AGOSTINI, J. P.; ANDERSSON, H. G. y V. SEIBERT. 2005a. Tolerancia de mandarina “Okitsu” a las enfermedades cuarentenarias de frutas cítricas en Misiones, Argentina. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Carlos Paz, Provincia de Córdoba, Argentina. Actas, pp. 224.
- AGOSTINI, J. P.; TIMMER, L. W. y L. E. ACUÑA. 2005b. Evaluación del riesgo de introducción de Mancha negra desde frutas asintomáticas de Tangor Murcott, Limón Eureka y Naranja Valencia. XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Pp. 75–77. Carlos Paz, Córdoba. (Resumen).
- AGUILAR – VILDOSO, C. I.; RIBEIRO, J. G. B.; FEICHTENBERGER, E.; GOES, A. y M. B. SPÓSITO. 2002. Manual técnico de procedimientos da mancha preta dos citros. Brasília.
- CANTEROS, B. 1994. Moteado negro (Black Spot) de los citrus en Corrientes: Sintomatología y Manejo en naranjo Valencia Late y Limón. Jornadas de Actualización en Sanidad Citrícola. San Miguel de Tucumán.
- CONTRERAS, J. 1994. Mancha Negra de los Citrus en la Provincia de Misiones. Jornadas de Actualización en Sanidad Citrícola. San Miguel de Tucumán.
- DUMMEL, D. M.; AGOSTINI, J. P. y L. E. ACUÑA. 2009. Producción y liberación de picnidiosporas a partir de diferentes síntomas de mancha negra de los cítricos. xv Congreso Latinoamericano y xviii Congreso Chileno de Fitopatología. Santiago de Chile. 291. (Resumen).
- DUMMEL, D. M.; AGOSTINI, J. P. y R. MOSCHINI. 2012. Predictive model for ascospore release of *Guignardia citricarpa* using climatological data. XII Internacional Citrus Congress. Valencia. Spain 18-23 noviembre 2012 S15 002 Pag 255.
- FERNÁNDEZ VALIELA, M. 1978. Introducción a la Fitopatología. Tercera Edición. Vol. III. 681.
- GARRÁN, S. 1994. Mancha Negra de los Citrus en el Nordeste de Entre Ríos. Jornadas de Actualización en Sanidad Citrícola. San Miguel de Tucumán.
- GLIENKE, C.; PEREIRA, O.L.; STRINGARI, D.; FABRIS, J.; KAVA-CORDEIRO, V.; GALLI-TERASAWA, L.; CUNNINGTON, J.; SHIVAS, R.G.; GROENEWALD, J.Z. and P.W. CROUS. 2011. Endophytic and pathogenic *Phyllosticta* species, with reference to those associated with citrus black spot. *Persoonia* 26: 47-56.
- GOES, A. & E. FEICHTENBERGER 1993. Ocorrencia da mancha preta causada por *Phyllosticta citricarpa* (McAlp) Van der Aa (*Guignardia citricarpa* Kiely) em pomares cítricos do Estado de Sao Paulo. *Fitopatologia Brasileira* 21:318. (Resumo).
- HOTO, F.V.; VILDOSO, C. A.; ROSSI, M. L. y N. L. NOGUEIRA. 2001. Acompanhamento do processo ontogénico de picnidios de *Guignardia citricarpa*. *Fitopatologia brasileira* 26:430 (Resumen). www.eppo.org/QUARANTINE/fungi/Guignardia_citricarpa/GUIGCI_ds.pdf. Fecha de consulta 21/07/08.
- KIELY, T. B. 1948. Preliminary studies on *Guignardia citricarpa* sp.: The ascigenous stage of *Phoma citricarpa* McAlp. and its relation to black spot of citrus. *Proc. of Linnean Soc. of New South Wales* 73:249-292.
- KOTZÉ, J. M. 2000. Black Spot. *In*: Timmer, L. W.; Garnsey, S. M. y Graham, J. H. (Eds.) *Compendium of Citrus Diseases* St. Paul: APS Press. Segunda Edición. 10–12.
- PERES, N. A.; HARAKAVA, R.; CARROLL, G. C.; ADASKAVEG, J. E. and L. W. TIMMER 2007. Comparison of molecular procedures for detection and identification of *Guignardia citricarpa* and *G. mangiferae*. *Plant Dis.* 91:525-531.
- VIGIANI, A.; SERRANO, M. y M. BONILLO 1996. Comparación de Cobre oleoso y Benomil en el control de la Mancha Negra de los cítricos. *Revista Agraria*. Vol. 1: 71-75.



Xanthomonas axonopodis* pv. *citri
(Hasse) Vaut.

(Cancrosis de los cítricos)

Kornowski, M.; Dummel, D. y J.P. Agostini

- 164 *Introducción*
- 164 *Nombre de la plaga y sinonimia*
- 164 *Hospedantes*
- 164 *Sintomatología. Daños*
- 165 *Distribución en el país*
- 165 *Epidemiología*
- 165 *Manejo de la enfermedad*
- 166 *Monitoreo y técnicas de detección*
- 169 *Bibliografía*

Messina, M.; Tito, M.; Vera, L. y D. Vazquez

- 171 *Desarrollo de un tratamiento para el control de cancrrosis de los cítricos en poscosecha compatible con la norma orgánica*
- 171 *Trabajo de laboratorio*
- 172 *Frutas cítricas orgánicas*
- 172 *Evaluación de la capacidad bactericida de diversas sustancias y ozono*
- 172 *Pruebas de evaluación de la capacidad bactericida de sustancias y ozono sobre frutas infectadas en laboratorio*
- 173 *Pruebas en galpón de empaque*
- 174 *Bibliografía*

Moschini, R.; Canteros, B.; Garran, S. y M. Martinez

- 175 *Desarrollo de un modelo para el control de cancrrosis*
- 175 *Modelos de regresión lineal (valores medios de intensidad de cancrrosis)*
- 176 *Modelos de regresión logística (valores medios de intensidad de cancrrosis)*
- 177 *Modelos de regresión logística (intensidad de cancrrosis a distancias crecientes de la cortina rompeviento)*
- 180 *Bibliografía*

Introducción

La cancrrosis de los cítricos causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* (Hasse) Vaut. (sinónimo = *X. campestris* pv. *citri* (Hasse) Day. es una enfermedad endémica en todas las provincias del Litoral Argentino y últimamente la región del noroeste (NOA) se ha visto afectada por su presencia. En 1927 se observó por primera vez un foco de la enfermedad causado por el biotipo B en el interior de la provincia de Corrientes. Las infecciones con el tipo A comenzaron en 1974 y en 1990 se la consideró endémica en el Litoral Argentino, la incidencia e intensidad variaban en cada lote de acuerdo a la susceptibilidad del huésped, condiciones ambientales y el manejo que se aplicara. Su importancia se basa principalmente en las condiciones cuarentenarias del agente causal para la exportación de frutas hacia países libres de la enfermedad (Canteros, 2001a).

A través del uso de análisis serológicos se logró identificar y clasificar distintos tipos de cancrrosis, causada por diferentes patovares de la bacteria.

Nombre de la plaga y sinonimia

El agente causal de la cancrrosis de los citrus en Argentina es la bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* (Hasse, 1915) Vauterin *et al.*, 1995 (sinónimo = *X. campestris* pv. *citri* (Hasse) Day, 1978. Presenta varias formas:

Cancrosis A o asiática. Es la forma más importante y severa de cancrrosis. Se ha diseminado en numerosos países como Brasil, Argentina, Paraguay, Uruguay, Japón, Taiwán, China, Irán, Francia, Estados Unidos (Florida) y muchos otros países del sudeste asiático. Infecta a todos los tipos de cítricos como pomelo (*Citrus paradisi* Macfadyen), lima Key (*C. aurantifolia* Swingle), limón (*C. limón* (L.) Burm.), naranja (*C. sinensis* (L.) Osbeck), mandarinas (*C. reticulata* Blanco) y otras especies e híbridos (Canteros, 2001b).

Cancrosis B o sudamericana. Fue descrita como falsa cancrrosis en Argentina (Corrientes y Entre Ríos) en 1927 y proba-

blemente años antes en Paraguay (Canteros, 2001b). Causaba lesiones importantes sólo en frutos de limón y lima Key y los ataques eran esporádicos. Después de la introducción del tipo A, la forma B no se la puede aislar más de muestras de campo.

Cancrosis C o cancrrosis de la lima Key. Este tipo se describió solamente en Brasil en lima Key conocida también como limón gallego (*C. aurantifolia*). Su ocurrencia es muy esporádica.

Cancrosis E, cancrrosis de vivero o mancha bacteriana de los cítricos. Apareció en Florida, Estados Unidos, en 1984 sobre citrumelo Swingle. Se intentó erradicarla pero la campaña se detuvo en 1990, después de que numerosas investigaciones indicaron que no era una enfermedad peligrosa. El agente causal es *X. axonopodis* pv. *citrumelo* FI. Su ocurrencia es también esporádica.

Hospedantes

Ataca a todas las especies de cítricos, aunque existen variaciones entre especies y cultivares. Dentro de una misma especie el estado juvenil es más susceptible que el adulto. En un grado decreciente de susceptibilidad se encuentran pomelos, naranjas de ombligo (New Hall, Navelate, Lane Late), limones, mandarinas Murcott adultas, naranjas tardías, la mayoría de las variedades de mandarinas (Clementinas, Nova, Fortune, etc.) y mandarinas del grupo Satsuma como las menos susceptibles (Guía Fitosanitaria para los Cítricos en la Provincia de Misiones, 1986).

Sintomatología. Daños

Los primeros síntomas en hojas aparecen como pequeñas manchas acuosas traslúcidas y al poco tiempo se produce una erupción del tejido afectado; se tornan de color castaño oscuro y adquieren una consistencia corchosa con un punto central prominente, rodeado por rebordes concéntricos, con un halo amarillo alrededor y margen oleoso bien notable (Foto 83). El cancro toma un aspecto crateriforme al producirse rajaduras en el mismo. En el fruto las lesiones son similares y los

cancros más profundos, aunque no llegan a la pulpa. En ataques muy fuertes se produce defoliación y caída de frutos (Foto 84).

Distribución en el país

La cancrrosis de los cítricos está muy difundida en las provincias de Misiones, Corrientes, Entre Ríos y norte de Buenos Aires. Desde mediados del año 2002 se declaró la presencia de la enfermedad en el noroeste argentino (Tucumán, Salta, Jujuy y Catamarca) (Canteros, 2001).

Epidemiología

La bacteria sobrevive en las lesiones que produce en hojas, tallos y frutos cítricos aunque puede vivir unos pocos días en el suelo y algunos meses en restos de plantas incorporadas al suelo. Entra al tejido joven de hojas, frutos y ramas a través de estomas o heridas, requiere agua para su introducción. La bacteria se multiplica cuando las lesiones están expandiéndose. La propagación de la cancrrosis se produce por medio de bacterias dispersas a partir de árboles infectados, siguiendo la dirección de los vientos predominantes con lluvias (Foto 85).

Las mayores tasas de dispersión se producen en los meses más calurosos, en coincidencia con las brotaciones del hospedante. También es importante la propagación a través de las herramientas, ropas y manos del hombre, principalmente en viveros y al realizar labores culturales y cosecha de frutos. El traslado de la bacteria a largas distancias se debe a la acción del hombre, a través del movimiento de yemas, plantines o plantas enfermas. No hay antecedentes de transmisión por semillas. La comercialización de frutas afectadas constituye potencialmente un medio de dispersión a larga distancia; sin embargo, no existen antecedentes sobre el tema al respecto y durante años se ha comercializado frutas desde zonas endémicas a países libres de la enfermedad y no se registraron epidemias en dichos países (Messina, 1996).

Manejo de la enfermedad

Comprende la integración de prácticas culturales, control biológico y químico, usados durante la producción, cosecha y proceso de industrialización del producto, que provean seguridad cuarentenaria frente al potencial reproductivo de una plaga. Los factores que integran el plan deben ser combinados de manera de poder mantener un nivel de la plaga que no cause pérdidas económicas sin producir grandes desequilibrios ecológicos. Entre ellos se encuentran:

Cortinas rompevientos: son efectivas para la prevención de infecciones hasta una distancia equivalente a 10 veces su altura y deben estar ubicadas preferentemente para disminuir la velocidad de los vientos predominantes que acompañan las lluvias. La separación entre las cortinas dependerá de la altura de las mismas, en Misiones se utilizan cada 60 cm en cortinas túneles (Foto 86). Las cortinas deben disminuir la velocidad del viento sin cortar totalmente la circulación del aire (Canteros, 2000).

Aspersiones con productos cúpricos: son efectivas para el control de la cancrrosis de los cítricos. Se determinó que las brotaciones nuevas que se produzcan en cualquier época del año, deben protegerse con pulverizaciones cúpricas realizadas en el momento de mayor susceptibilidad de los brotes. Este período corresponde aproximadamente a los 14-21 días del comienzo de la brotación; la mayoría de los brotes deben estar con las 2 primeras hojas con el 75% del tamaño final y las demás hojas expandiéndose. Los productos utilizados con base de cobre son: oxiclورو de cobre micronizado, sulfato de cobre tribásico micronizado, hidróxido cúprico micronizado y óxido cuproso micronizado. La dosis aconsejada es de 1,5 a 3 kg de cobre metálico por cada 1000 litros de la suspensión a pulverizar. En el caso de detectarse bacterias resistentes al cobre se procede al agregado de mancozeb al 2 por mil a las pulverizaciones cúpricas y así se logra restablecer el control de la bacteria.

Dentro de un manejo integrado no es conveniente realizar un calendario de pulverizaciones por lo que las aplicaciones deben realizarse sólo en los momentos en que hay que proteger al brote o al fruto (Canteros, 2000).

Control del minador de las hojas de los cítricos
Phyllocnistis citrella Stainton 1856 (*Lepidoptera: Gracillariidae*): éste es un insecto que realiza la postura de sus huevos preferentemente en el envés de los brotes nuevos. Cuando estos eclosionan, las larvas penetran directamente al interior de las hojas para alimentarse del parénquima esponjoso de las hojas, construyen galerías bajo la epidermis y producen el enrollamiento de las hojas reduciendo la capacidad fotosintética de las mismas (Páez Morón y Agostini, 1998). Es importante el control de esta plaga principalmente cuando se cultivan variedades susceptibles a la cancrrosis, ya que el minador aumenta la predisposición de la planta a la enfermedad al dañar los tejidos de la misma (Foto 87). El manejo integrado con el control biológico y el control químico es la mejor estrategia. El control biológico a largo plazo es la solución más económica y de mayor protección para el medio ambiente, aunque no se puede prescindir del uso de productos químicos en el manejo de viveros, plantas de menos de 5 años y quintas para exportación (Cáceres, 1999).

Poda selectiva localizada: se realiza para eliminar inóculo. Se extraen frutos, hojas y ramitas afectadas. Los restos vegetales deben ser embolsados y llevados lejos del lote donde serán quemados o enterrados (Canteros, 2000).

Desinfección del personal y herramientas a utilizar en el lote: se recomienda la desinfección de la ropa y guantes de los cosecheros y de todas las herramientas (tijeras, cajones, escaleras) y maquinarias usadas en el lote. Los desinfectantes recomendados son: amonio cuaternario (para máquinas y tractores), fenoles, soluciones iodadas de ácido fosfórico, hipoclorito de sodio (para herramientas) o alcohol 70% (para las manos). Los desinfectantes se pueden

aplicar con aspersores, mochilas o pulverizadoras del tamaño adecuado según el material a desinfectar (Canteros, 2000).

Monitoreo y técnicas de detección

Para el diagnóstico de la enfermedad se utilizan métodos serológicos, moleculares, cultivo en medio Agar Lima Bean (ALB) y pruebas de patogenicidad en hospedante altamente susceptible (pomelo Duncan).

El programa de certificación de cítricos a la Unión Europea se basa en los requisitos fitosanitarios que la misma tiene para la importación de cítricos frescos a los países que integran dicho bloque, los mismos se encuentran comunicados por medio de la Directiva 29/2000. El programa es el procedimiento consensuado con la Directorate General for Health and Consumer Affairs (DGSANCO) para permitir la introducción de fruta fresca cítrica originaria de la Argentina y actualmente esta normado por medio de la Resolución SENASA 56/2008. Este programa establece la obligatoriedad de adoptar diferentes medidas fitosanitarias en las sucesivas etapas del cultivo, como así también reglamenta el procedimiento en las plantas de empaque y en puerto. Aquellos lotes inscriptos en el programa son monitoreados y supervisados por personal capacitado y habilitado por SENASA.

Durante cada temporada se llevan a cabo al menos dos monitoreos de cada uno de los lotes inscriptos para su habilitación. El objetivo del monitoreo es realizar un control fitosanitario y documental. Para procesar fruta con destinos de exportación, el empaque debe procesar en presencia de inspectores capacitados y habilitados por SENASA, quienes realizan un control fitosanitario y documental de las partidas ingresadas en el marco del programa. Dichos controles se llevan a cabo desde el momento que la fruta ingresa al empaque hasta su despacho a puerto.

Éste es el último punto de inspección, en el cual se realiza el control final de la sanidad, calidad y trazabilidad, antes del embarque de la fruta.

Anteriormente, en 1996, SENASA, INTA y el Comité Regional del NEA (CORENEA) diseñaron

un Sistema de Mitigación de Riesgo propuesto por SENASA a la UE lográndose la certificación fitosanitaria de los cítricos exportados. A su vez se contemplaba el programa sanitario de la plaga que integra factores físicos, biológicos y operativos que pueden afectar la incidencia, viabilidad y potencial reproductivo de una plaga dentro de un sistema de prácticas y procedimientos que proveen seguridad cuarentenaria (Zubrzycki, 2002). Consiste en la aplicación de un sistema de manejo integrado para cancrrosis que abarca a lotes de producción en el campo, a galpones de empaque habilitados y a laboratorios de referencia previo a la emisión del certificado sanitario. El objetivo es lograr producciones de cítricos libres de síntomas en el campo, testadas en galpones de empaque y posteriormente corroborar en laboratorio la no presencia de bacterias libres en estas frutas de exportación. Los tratamientos en campo se deben realizar en base a las recomendaciones oportunamente realizadas de pulverizaciones con compuestos cúpricos cuando los brotes tienen entre 14 y 21 días de desarrollo, momento de máxima susceptibilidad del mismo (Canteros, 2000). Dado que se ha detectado la presencia de razas de la bacteria resistentes a este princi-

pio activo, se recomienda combinarlo con carbamatos como mancozeb.

Durante el presente proyecto se procedió a determinar la ausencia de bacterias libres en frutas asintomáticas de cancrrosis, cosechadas desde lotes con presencia de esta enfermedad, a fin de constatar si los procedimientos en galpones de empaque son eficientes para eliminar posibles bacterias libres y con ello cumplimentar los procedimientos para la exportación de frutas cítricas desde zonas endémicas de la enfermedad. Para ello se tomaron frutas asintomáticas desde lotes de limón con distintos grados de incidencia de cancrrosis comparadas con un control positivo con cancrros evidentes y se procedió a realizarle diversos tratamientos comunes en galpones de empaque una vez que la fruta ha comenzado su proceso en el mismo (Tabla 6.5). Diez limones de cada uno de los mismos tratamientos señalados anteriormente fueron lavados con 500 ml de agua destilada con una gota de Tween 20 por 30 minutos. Con jeringa se inoculó una alícuota de esta agua en hojas de pomelo Duncan, muy susceptibles a cancrrosis, en invernáculos para observar manifestación posterior de síntomas (Tabla 6.6).

Tabla 6.5. Resultados de los aislamientos de *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* en medio agar lima Bean (ALB) a partir de frutas asintomáticas de limón Eureka *C. limon* (L.) obtenidos desde lotes con distintas incidencias de cancrrosis y a distintos momentos del proceso desde la cosecha hasta el embalado en galpón de empaque.

	Trat 1*		Trat 2		Trat 3		Trat 4	
	N°(+) ^z	% ^y						
Frutas sin síntomas (0% Incidencia)	0/9	0	0/9	0	0/9	0	0/9	0
Frutas sin síntomas (23% Incidencia)	1/9	11,1	3/9	33,3	0/9	0	0/9	0
Frutas sin síntomas (50% Incidencia)	1/9	11,1	4/9	44,4	2/9	22,2	0/9	0
Control positivo	6/9	66,7	3/9	33,3	6/9	66,7	0/9	0

* **Trat. 1:** Frutas sin tratamiento, directamente de campo; **Trat. 2:** Frutas tratadas con hipoclorito de sodio (214 ppm) y detergente neutro (SOPP); **Trat. 3:** Frutas con Drencher (2,4-D, 20 ppm; procloraz, 1050 ppm; TBZ, 2000 ppm; Guazatina, 1140 ppm y Fosetil aluminio, 3200 ppm); **Trat. 4:** Frutas tratadas con fungicidas (2,4-D 400 ppm; TBZ, 3000 ppm; Imazalil, 2500 ppm y ortofenilfenato de sodio, 15000 ppm) y cera (cera 12% UE e Imazalil, 1500 ppm).
Z: Número de platos positivos sobre el total de platos. Y: Platos positivos (%)

Tabla 6.6. Resultados promedios de las inoculaciones realizadas sobre hojas de pomelo Duncan *C. paradisi* con la suspensión de lavado de frutas asintomáticas de limón Eureka *C. limon* (L) obtenidas desde lotes con distintos grados de incidencia de canchrosis y luego de 16 días desde la inoculación

	Trat 1*		Trat 2		Trat 3		Trat 4	
	Nº(+) ^z	% ^y						
Frutas sin síntomas (0% Incidencia)	0/9	0	0/9	0	0/9	0	0/9	0
Frutas sin síntomas (23% Incidencia)	0/9	0	2/9	22,2	0/9	0	0/9	0
Frutas sin síntomas (50% Incidencia)	6/9	66,7	2/9	22,2	0/9	0	0/9	0
Control positivo	9/9	100	9/9	100	9/9	100	8/9	88,9

* **Trat. 1:** Frutas sin tratamiento, directamente de campo; **Trat. 2:** Frutas tratadas con hipoclorito de sodio (214 ppm) y detergente neutro (sopp); **Trat. 3:** Frutas con Drencher (2,4-D, 20 ppm; procloraz, 1050 ppm; TBZ, 2000 ppm; Guazatina, 1140 ppm y Fosetil aluminio, 3200 ppm); **Trat. 4:** Frutas tratadas con fungicidas (2,4-D 400 ppm; TBZ, 3000 ppm; Imazalil, 2500 ppm y ortoifenilfenato de sodio, 15000 ppm) y cera (cera 12% UE e Imazalil, 1500 ppm).

Z: Número de hojas con síntomas de la enfermedad sobre el total de hojas inoculadas. **Y:** Porcentaje de hojas con síntomas

El tratamiento de frutas con hipoclorito de sodio (214 ppm) durante dos minutos no fue suficiente para eliminar las bacterias causantes de la canchrosis de la superficie de frutos asintomáticos. En variedades susceptibles es necesario todo el proceso de post cosecha para lograr la eliminación de bacterias en frutas asintomáticas. El desarrollo bacteriano en medio semiselectivo para *X. axonopodis* pv *citri* y la manifestación de síntomas en hojas de pomelo Duncan inoculadas con la suspensión del agua de lavado de frutas asintomáticas, guarda una relación directa con el porcentaje de incidencia de la enfermedad en el campo.

Las frutas asintomáticas que permanecieron durante 110 horas en cámara de desverdizado, mezcladas con frutas con síntomas, ambas previamente tratadas con fungicidas y cera, no presentaron desarrollo de colonias de bacterias en cajas de Petri ni manifestación de canchrosis en las hojas inoculadas, debido a

la eficiencia de los tratamientos desinfectantes realizados durante la línea de empaque en frutas con presencia de canchros.

El tamaño de lesiones producidas en hojas de pomelo Duncan fue significativamente mayor con las inoculaciones del lavado de frutas de variedades más susceptibles a canchrosis. Se sugiere el uso del drencher antes del lavado en hipoclorito de sodio y en detergente neutro debido a que la menor cantidad de bacterias son recuperadas después del drencher.

Bibliografía

- CÁCERES, S. 1999. Estrategias de control del minador de los citrus en Corrientes. XXI Jornada Citrícola Nacional. Concordia (Entre Ríos), 11 p.
- CANTEROS, B.I. 2000. INTA - EEA Bella Vista. Manejo de la cancrrosis de los citrus en lotes de sanidad controlada. Hoja de divulgación nº14.
- CANTEROS, B.I. 2001a. Cancrosis de los citrus en el Litoral Argentino. IDIA XXI (1): 23-27.
- CANTEROS, B.I. 2001b. El cáncer de los cítricos: una enfermedad distribuida mundialmente. IACNET-RIAC, Newsletter. Carta Circular 17. Pag. 11-17, 30-34.
- CANTEROS, B.I.; ZEQUEIRA, L.; GOCHEZ, M. y M.C. PESSOLINI. 2005. Efectos de dosis mínimas de hipoclorito de sodio en la desinfección superficial de frutos de citrus como tratamiento cuarentenario para cancrrosis.
- DIAMANTE, A. y H. ZUBRZYCKI. 1999. Las brotaciones de variedades cítricas con diferente susceptibilidad a cancrrosis (*Xanthomonas axonopodis* pv *citri*). Informe Técnico 3, Serie Mej. Cítricos, INTA - EEA Bella Vista. Provincia de Corrientes, Argentina. 15 pp.
- INTA-GTZ-M.A.A. 1986. Guía Fitosanitaria para los cítricos en la Provincia de Misiones.
- MESSINA, M. 1996. Enfermedades causadas por procariotes. Cancrosis, pp 187-191. *En*: A. Fabiani; R. Mika; L. Larocca y C. Anderson (eds.), Manual para Productores de Naranja y Mandarina de la Región del Río Uruguay. INTA - EEA Concordia. Entre Ríos, Argentina.
- PÁEZ MORÓN, P. y J.P. AGOSTINI. 1998. Ensayo de productos agroquímicos para el control del minador de la hoja. Citrusmisiones nº 26: 3-9.
- ZUBRZYCKI, H.M. 2002. Sistema de producción de frutas Cítricas para Exportación en la Región del NEA con presencia de Cancrosis (*Xanthomonas axonopodis* pv *citri*). Lotes con sanidad controlada.

Desarrollo de un tratamiento para el control de canchros de los cítricos en poscosecha compatible con la norma orgánica

La Unión Europea, principal cliente de cítricos orgánicos interrumpió su importación desde nuestro país a partir del 2003 dado que rechazó el producto empleado (hipoclorito de sodio) hasta el momento en la desinfección de frutos en el empaque. Por lo tanto, fue necesario investigar sobre sustancias alternativas para ser utilizadas en la poscosecha que permitiría aprovechar una venta potencial de al menos 4 millones de dólares. El ozono es una alternativa. Se produce artificialmente a partir de oxígeno mediante la generación de una alta tensión eléctrica y colateralmente iones negativos. No puede ser almacenado ni transportado. Es mucho menos estable que el oxígeno porque rápidamente se reconvierte a este último y por ello debe ser producido en el lugar donde se emplee. Debido a su alta reactividad solo unos pocos materiales (acero inoxidable, vidrio, PVC) pueden ser usados para entrar en contacto con él.

Esta tecnología es de fácil manejo y de escasa peligrosidad para los operarios pero se debe cumplir las condiciones de seguridad establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de la Organización Mundial de la Salud. La empresa Ozona S.R.L. construyó la mayor planta de ozonización de Argentina, capaz de producir 60 Kg/h de ozono. A fin de cumplir con los requisitos impuesto en cuanto a la contaminación de la bacteria causal de canchros *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* en la fruta cítrica comercial que no tienen síntomas de la enfermedad se han llevado a cabo experiencias que dieron lugar a los tratamientos con hipoclorito de sodio y ortofenilfenato de sodio en el empaque a través de los cuales se puede eliminar a dicha bacteria. Los principales trabajos al respecto fueron realizados en Japón (Obata *et al.*, 1969) y EEUU (Brown & Schubert, 1987). Estos tratamientos se aplican para la fruta cítrica convencional y las de producción integrada. Para la producción de cítricos orgánicos no es po-

sible su uso debido al impedimento de usar productos químicos de síntesis.

En el marco de los proyectos de INTA y en base a estudios realizados en otros países, se propuso estudiar la implementación de uno o más tratamientos con productos alternativos como por ejemplo los ácidos: cítrico, acético peracético y elementos gaseosos como el ozono (Agresti, 2006; Palou, 2007; Wu, 2008).

Dado que no se encontraron trabajos de investigación en Argentina que avalen la aplicación de ozono para la preservación de los alimentos, se experimentó en el laboratorio con la bacteria en suspensión líquida y luego con la fruta contaminada durante 6 meses para la obtención de datos de aproximación de las concentraciones y tiempos de exposición que muestren la eficacia de esta tecnología en condiciones prácticas de uso.

Trabajos de laboratorio

El primer paso es verificar mediante técnicas apropiadas, que la cepa bacteriana posee sus características típicas, virulencia y no está contaminada por otros microorganismos. Se opera con la bacteria en medio líquido a una concentración adecuada para la ejecución de las pruebas *in vitro* e *in vivo* de control. La comprobación del poder patógeno del biotipo aislado se efectuó en hojas de citrus desprendidas que se lavan, se desinfectan con alcohol, se dejan secar y se colocan en placa de Petri con algodón empapado con agua de red estéril formando una cámara húmeda. Se efectuaron leves heridas con agujas sobre dichas hojas. Inmediatamente se frotaron manualmente con la suspensión bacteriana. Luego de colocada la tapa se lleva a cámara, 28°C–30°C hasta 10–15 días para observar la evolución de síntomas. Se prepara el medio de cultivo semiselectivo sólido compuesto por antibióticos para observar la presencia de la bacteria viva o no en las frutas contaminadas, las cuales se habían sometido a los diversos tratamientos (Messina, 1980; Messina, 2003; Messina, 2010).

Frutas cítricas orgánicas

Se utilizaron las siguientes variedades de frutas cítricas: mandarinas (Okitsu, Satsuma, Nova y Ellendale); naranjas (New Hall, Robertson, Común, Salustiana, Valencia); pomelo blanco; limones y Kumquat.

El período para la obtención de frutas cítricas maduras para llevar a cabo los ensayos abarca todos los meses que dura el estudio, desde marzo-abril hasta noviembre. Se emplearon variedades comerciales tempranas, intermedias y tardías las cuales se producen en condiciones ecológicas diferentes de acuerdo a las regiones donde se encuentran y las formas de manejo del cultivo. Las frutas empleadas no presentaban síntomas de cancrisis.

Evaluación de la capacidad bactericida de diversas sustancias y ozono

Se evaluaron los siguientes productos en tubos de ensayo: bicarbonato de sodio; fosfato trisódico; los ácidos láctico; acético, cítrico y peracético. Además el gas ozono disuelto en agua.

Para cada sustancia se emplearon 8 tubos con 5 ml de cada una de las concentraciones 1%; 2%; 3% y 4%. Se adicionó 0,5 ml de la suspensión bacteriana de 10^6 bacterias/ml, (medida con el espectrofotómetro Spectronic) con tiempo de contactos de 1 minuto; 2 minutos; y 3 minutos. Por último se transfirió con ansa de platino a medios de cultivo líquidos. El testigo consistió en emplear 5 ml de agua de red estéril, sin el agregado de sustancia a evaluar.

Cabe aclarar que el equipo para la producción del ozono y la asistencia técnica en este estudio ha sido provisto por la empresa OZONA S.R.L. Se utilizó el nuevo generador de ozono desarrollado (cuyas principales características son: dieléctricas resistentes a la rotura y de alto rendimiento; descarga eléctrica de baja tensión y alta eficiencia; fuente de generación de alta frecuencia y onda conformada).

Para el ozono los tratamientos fueron de 0,3 mg/l a 0,7 mg/l durante 1 minuto y 2 minutos para una suspensión bacteriana de 10^6 bacterias/ml, (medida con el espectrofotómetro Spectronic). Se emplearon 4 tubos de medio de cultivo líquido para el análisis de cada tratamiento. Se utilizó un testigo sin tratar. El resultado fue negativo cuando en el medio de cultivo se presentó la multiplicación de la bacteria y se observó una turbidez del mismo. Un resultado positivo, por el contrario, es cuando la sustancia actúa sobre la bacteria. No se produce su multiplicación y el medio de cultivo continúa límpido. Los resultados se observaron hasta los 10 o 15 días.

Pruebas de evaluación de la capacidad bactericida de sustancias y ozono sobre frutas infectadas en laboratorio

Las frutas se lavaron e infectaron mediante pulverización con 5 ml por unidad de una suspensión de un cultivo de *X. axonopodis* de 5-7 días de edad en una concentración de 10^6 bacterias/ml. Posteriormente las frutas fueron inmersas en la solución con concentración conocida para cada sustancia y para el gas ozono. Una vez transcurrido el tiempo establecido se detectó la presencia de bacterias vivas mediante la siembra en cajas de Petri con medio de cultivo sólido semiselectivo del hisopado de cada unidad. El testigo fue la fruta sometida al mismo tratamiento pero se utilizó agua de canilla estéril (Foto 88).

Pruebas en galpón de empaque

Una vez conocidos los resultados obtenidos de los tratamientos en condiciones de laboratorio, las actividades se orientaron a las pruebas en el empaque. Para ello, las frutas provenientes del campo se contaminaron con la bacteria en el laboratorio. Se las llevaron al empaque, el cual estuvo preparado en condiciones de recibir las frutas orgánicas. Se las pasó a través de la línea de empaque, se las sometió al tratamiento con las sustancias mencionadas y el gas ozono disuelto en agua y se llevaron al laboratorio donde fueron procesadas al igual que en las pruebas de control en condiciones de laboratorio. Para el lavado fueron sumergidas en cada una de las sustancias ácido láctico; acético; cítrico y peracético se utilizaron dos concentraciones 4% y 2% durante 2 minutos. Para el ozono gaseoso disuelto en agua, se utilizó 1 mg/l durante 5 minutos (Foto 8g).

Los datos fueron procesados mediante un software que permite realizar análisis de regresión probit, pruebas de bondad de ajuste y pruebas de diferencias estadísticas entre tratamientos para eliminar las bacterias de la superficie de la fruta (Montgomery, 1991; Draper & Smith, 1998; Di Rienzo *et al.*, 2010).

Las sustancias bicarbonato de sodio y fosfato trisódico resultaron no tener acción sobre la bacteria causal de cancrisis. Se obtuvieron cuatro sustancias: ácido acético, ácido cítrico, ácido láctico y ácido peracético con capacidades bactericidas para *X. axonopodis* pv citri cuyas eficacias fueron estimadas a través de los modelos Probit y Logit (Tabla 6.7).

Mediante la aplicación de estos productos se ha logrado implementar tecnologías alternativas acorde con la normativa orgánica que ofrecen seguridad alimentaria y permiten evitar la contaminación de la bacteria causal de cancrisis sobre la fruta cítrica orgánica (FAO & WHO, 2010).

Tabla 6.7. Resultado del desarrollo de bacterias luego de la exposición a distintos tiempos y concentraciones de gas ozono.

Ozono gaseoso en medio acuoso. Dosis	Tiempo (minutos)	Tubos empleados (100 ml c/u)	Cantidad de medio de cultivos sin desarrollo de colonias de la Bacteria
0,3 mg/litro	1	4	0
0,3 mg/litro	2	4	0
0,5 mg/litro	1	4	0
0,5 mg/litro	2	4	0
0,7 mg/litro	1	4	4
0,7 mg/litro	2	4	4

Bibliografía

- AGRESTI, A. 2006. Categorical Data Analysis. John Wiley & Sons, NY. 1990. Bombelli EC.; Wright. E.R. Efecto del bicarbonato de potasio sobre la calidad del tomate y acción sobre *Botrytis cinerea* en poscosecha. Ciencia e Investigación Agraria: Revista latinoamericana de ciencias de la agricultura. ISSN 0718-1620. Vol. 33 (3): 197-203.
- BROWN, G.E. and T.S. SCHUBERT. 1987. Use of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* to evaluate surface disinfectants for canker quarantine treatment of citrus fruit. Plant Disease 71: 319-323.
- DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZÁLEZ, L.; TABLADA, M. y C.W. ROBLEDO. 2010. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Univer. Nac. de Córdoba, Argentina.
- DRAPER, N.R. and H. SMITH. 1998. Applied Regression Analysis. John Wiley Sons Inc., New York, 3rd Ed.
- FAO and WHO. 2010. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comisión del Codex Alimentarius. Manual de Procedimiento, 19^o edición. Roma. Sitio web: www.codexalimentarius.net/web/index_en.jsp.
- GARMENDIA, G. y S. VERO MENDEZ. 2006. Métodos para desinfección de frutas y hortalizas. Horticultura Global: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola, ISSN 1132-2950, N° 197: 18-27.
- GOTO, M.; TAKAHASHI, T. and M.A. MESSINA. 1980. A comparative study of the strains of *Xanthomonas campestris* pv. *citri* isolated from citrus canker in Japan and cancrisis B in Argentina. Annals of the Phytopathological Society of Japan. 329-338.
- MESSINA, M.A. 1980. Los métodos serológicos en el estudio de la bacteria que produce la cancrisis cítrica en la Argentina. 3. Diferenciación entre las bacterias de la cancrisis A o “asiática” y las de la cancrisis B o “sudamericana” en el país. INTA - EEA Concordia Ser. Téc. 80.
- MESSINA, M.A. 2003. Desinfección de la bacteria de cancrisis de cítricos en empaque en: IFOAM Plagas y Enfermedades en Manejo Orgánico. Una mirada Latinoamericana. Editores: Dina Folguelman, compiladora y editora. Movimiento Argentino de Producción Orgánica (MAPO).
- MESSINA, M.A. 2010. Diagnóstico visual de eficacia en cancrisis de los cítricos. Guía para la caracterización de los síntomas en frutas que pueden albergar la bacteria capaz de originar la enfermedad, a fin de evitar su dispersión a través de la comercialización. Ediciones INTA.
- MONTGOMERY, D.C. 1991. Diseño y Análisis de Experimentos. Grupo Editorial Iberoamérica.
- OBATA, T.; TSUBOI, F. and S. WAKIMOTO. 1969. Studies on the detection of *Xanthomonas citri* by phage technique and the surface sterilization of Unshiu orange for export to us. Res. Bull. Plant Proc. Jpn. 7: 26-37.
- PALOU, L. 2007. Evaluación de alternativas para el tratamiento antifúngico en poscosecha de cítricos de producción integrada. Centre de tecnologia Postcollita, Institut Valencià d' Investigacions Agràries (IVIA) luis.palou@ivia.es
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. 1992. Legislación Argentina sobre productos orgánicos. Resolución Zagüía, N°423. Anexo c (Productos permitidos en procesamiento de alimentos).
- U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, ANIMAL AND PLANT HEALTH INSPECTION SERVICE. 2006. Evaluation of asymptomatic citrus fruit (*Citrus* spp) as a pathway for the introduction of citrus canker disease (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*). http://www.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/citrus/index.shtml. (March 20. 22 p).
- U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, ANIMAL AND PLANT HEALTH INSPECTION SERVICE PLANT PROTECTION AND QUARANTINE. 2007. Questions and answers: USDA's Proposed regulations for the movement of citrus fruit from quarantined areas. Fact sheet of July. Universidad de Florida, FL. USA – IFAS. 2006. Entrenamiento para la Identificación del Cancro Cítrico a los Calificadores de las Casas Empacadoras. 6p. <http://postharvest.ifas.ufl.edu>.
- WU, L. 2008. Uso de ozono para mejorar la seguridad de frutas y vegetales frescos. Mundo alimentario. info@mundoalimentario.com

Desarrollo de un modelo para el control de cancrrosis

La cancrrosis de los citrus, causada por la bacteria *Xanthomonas citri* pv. *citri*, es una enfermedad cuarentenaria y endémica en la región nordeste de Argentina. La cepa más difundida desde 1975 corresponde al tipo A o asiática. Existen variaciones extremas en el comportamiento respecto al patógeno entre especies y cultivares. El pomelo (*Citrus paradisi* Macfad- y en) es muy susceptible, mientras que el limón (*C. limon* L.) y algunos cultivares de naranja (*C. sinensis* L.) y mandarina (*C. reticulata* Blanco) pueden ser afectados en un grado más moderado. El control químico con bactericidas conteniendo cobre, el uso de cortinas rompeviento y la poda de tejido vegetal afectado, son algunas de las prácticas recomendadas para el manejo de la enfermedad (Canteros, 1998; Canteros 2006; Canteros 2009).

La bacteria ingresa a través de los estomas o heridas en el tejido joven de hojas, frutos y brotes. En ausencia de heridas, la principal vía de penetración de *X. citri* en las hojas es a través de los estomas, cuya mayor densidad se encuentran en la cara abaxial. Tejidos foliares en expansión (hojas jóvenes) son más susceptibles que hojas maduras (Gottwald & Graham, 1992). Bajas temperaturas afectan el proceso de infección. En ambiente controlado, se observaron síntomas en naranja en el intervalo térmico 12-40°C (Dalla Pria *et al.*, 2006). La mayor severidad de cancrrosis ocurrió con 24 h de mojado foliar, siendo 4 h la mínima duración suficiente para causar 100% de incidencia a temperaturas óptimas de 25-35°C. Luego de la infección la bacteria se multiplica para formar la clásica lesión corchosa conocida como cancro, de la cual exudan bacterias cuando son mojadas por rocío, lluvia o riego. El inóculo bacteriano es fácilmente dispersado con el salpicado del agua de lluvia, estando este proceso muy favorecido por el viento (Bock *et al.*, 2005). Cuando la lluvia se combina con vientos de velocidades mayores a los 8 m.s⁻¹, se pueden producir numerosas nuevas infecciones, resultando en severos niveles de enfermedad (Gottwald &

Irey, 2007). Eventos de viento/lluvia artificialmente producidos, permitieron concluir que a mayor velocidad del viento (hasta 19 m.s⁻¹) más bacterias *X. citri* son dispersadas hasta distancias analizadas de 5 m (Bock *et al.*, 2010). La ocurrencia de vientos más fuertes en el lapso inmediato previo a un evento infectivo predispone a las plantas a más infección, además de su efecto directo sobre la infección cuando coincide con el evento (Bock *et al.*, 2006). Lluvias suaves, lluvias con viento, tormentas, tormentas tropicales y huracanes pueden dispersar a *X. citri*, con progresiva efectividad (Gottwald & Irey, 2007). En las zonas citrícolas del noreste (NEA) y noroeste argentino (NOA), solo se registran los primeros tres eventos ligados a la precipitación.

A continuación se describen los estudios de desarrollo de sistemas de pronóstico empíricos de la intensidad de la cancrrosis de los citrus en media estación, basados en variables meteorológicas. Para este objetivo se utilizaron observaciones de la enfermedad que se vienen realizando desde el ciclo 1991/92 en varias especies cítricas implantadas en un lote experimental de INTA - EEA Bella Vista (latitud 28°26'S, longitud 58°55'W), a tres distancias de una cortina rompeviento natural ubicada al sur del lote.

Modelos de regresión lineal (valores medios de intensidad de cancrrosis)

Las variables meteorológicas más fuertemente correlacionadas con la enfermedad son: número de días con precipitaciones >12 mm (DPREC: calculada entre el 10/10 y el 23/11) y número de días con temperaturas máxima >32°C y/o mínima <13°C (DNTEX: calculada entre el 24/11 y el 19/12). Ello se determinó utilizando observaciones de intensidad de cancrrosis (promedio de las observaciones realizadas a tres distancias de la cortina rompeviento) de los ciclos 1991/92 a 2004/05 (Moschini *et al.*, 2005).

En estudios posteriores, las variables meteorológicas se calcularon en períodos limitados por valores de grados día (temperatura media base= Tb=12,5°C), acumulados desde el 10 de julio.

Se presenta la ecuación de regresión lineal múltiple (Ec.1) desarrollada con 14 observaciones de la bacteriosis en media estación para pomelo (especie cítrica más susceptible)

$$\text{Int}\% = 1,0375 + 6,1094 \text{ DPREC} - 0,4626 \text{ DNTXN}$$

$$R^2 = 0,857 \quad \text{EC 1}$$

Donde Int% intensidad de la cancrrosis en media estación; DPREC: total de días con ocurrencia de precipitación >12 mm; DNTXN: al total de días con registros de temperaturas máximas >31,5°C se suman los que registran temperaturas mínimas <12°C. DPREC se calcula desde que se acumulan 372 grados día (Tb=12,5°C) hasta 960 grados día y la térmica desde 930 a 1175 grados día. El inicio de la acumulación es el 10/7 (Moschini, 2007; Moschini *et al.*, 2013).

Las predicciones retrospectivas mediante la Ec.1 permitieron definir el riesgo climático del NE argentino y analizar la variabilidad climática asociada al fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS) y el impacto del cambio climático en relación a la cancrrosis. Algunas conclusiones que se derivaron fueron que el sistema climático está en transición hacia un nuevo equilibrio impulsado por el incremento de los gases antropogénicos de efecto invernadero y que la expresión del patosistema está fuertemente asociada al fenómeno ENOS (Moschini, 2007; Moschini *et al.*, 2013).

Modelos de regresión logística (valores medios de intensidad de cancrrosis)

Se analizaron observaciones de intensidad (10%) de cancrrosis de 18 años (1991/92-2008/09) en pomelo (lote experimental de Fig. 1) (Moschini *et al.*, 2010; Moschini *et al.*, 2013). Los mejores modelos de regresión logística de respuesta binaria y ordinal (tres categorías epidémicas) incluyeron como variable meteorológica a la interacción (producto) entre DPREC (días totales con precipitación >12 mm) y DPTXN (días con temperatura máxima <= 28°C y temperatura mínima >= 14°C), obteniendo precisiones de predicción de 94,4 y 83,3%, respectivamente. Se detalla la ecuación de respuesta binaria (epidemia severa: 10 >= 42%, moderada a nula: 10 < 42%):

ción de respuesta binaria (epidemia severa: 10 >= 42%, moderada a nula: 10 < 42%):

$$\ln(\text{prs}/1-\text{prs}) = -6,1095 + 0,1265 * \text{ItI}$$

$$\text{Precisión predicción: } 94,4\% \quad \text{EC 2}$$

Resolviendo la expresión $\text{Exp}(\ln(\text{prs}/1-\text{prs})/(1+\text{Exp}(\ln(\text{prs}/1-\text{prs})))$ se obtiene el valor de prs (probabilidad de observar una tasa epidémica severa (s). Ln es el logaritmo natural. $\text{prMOD-NULO} = 1-\text{prs}$, siendo prMOD-NULO la probabilidad de observar una epidemia moderada a nula (MOD-Nula). $\text{ItI} = \text{DPREC} * \text{DPTXN}$. Como en la Ec.1, DPREC se calcula desde que se acumulan 372 grados día (Tb=12,5°C) hasta 960 grados día y la térmica desde 930 a 1175 grados día. El inicio de la acumulación es el 10/7.

Ambos modelos logísticos (binario: Ec.2 y ordinal) fueron corridos en 14 sitios de España y en Bella Vista (10/1: inicio de acumulación de grados día en España), para la serie 1980-2008. En España, la acumulación de grados día a partir del 10 de enero (pleno invierno del Hemisferio Norte), desplazó el procesamiento de las variables hídrica-térmicas al fin de primavera-verano. La variable hídrica DPREC resultó ser el factor ambiental más limitante para la expresión de la bacteriosis en el sector citrícola español. En las zonas de alta producción cítrica (Comunidad valenciana, Murcia y Andalucía) el valor mediano de DPREC fue cero, cuando se analizaron 29 años de datos meteorológicos. Esta conclusión está en concordancia con el régimen mediterráneo de lluvias (concentración invernal de las precipitaciones), dominante en el área citrícola de España.

Respecto al factor térmico, la ventana definida por temperaturas mínimas diarias mayores o iguales a 14°C y máximas menores o iguales a 28°C (postinoculación o después del período con lluvias), como fuera establecida en la Isla de Reunión, fue claramente favorable para la evolución de la enfermedad (Vernière *et al.*, 2003). En los sitios españoles analizados, esta variable alcanzó valores apropiados, con excepción de varias localidades de Andalucía como Sevilla y Córdoba.

Ambos factores (hídrico y térmico) interaccionando (I_{T1}) hicieron decrecer predominantemente a cero la probabilidad de que la enfermedad se exprese en niveles moderados a severos en España, marcando claras diferencias con lo que sucede en Bella Vista (51,7% de los años). Solo en Cataluña, donde se concentra el 3% de la producción citrícola española (Servicio de Estudios Agrarios y Comunitarios, trienio 2002-2004), existe una pequeña probabilidad de observar un nivel epidémico moderado a severo, si se focaliza en una especie susceptible como el pomelo.

Modelos de regresión logística (intensidad de cancrrosis a distancias crecientes de la cortina rompeviento)

Para este estudio también fueron utilizadas las observaciones de la enfermedad realizadas desde 1991 en el lote experimental implantado con pomelo Red Blush y otras especies cítricas en INTA - EEA Bella Vista, Corrientes. A partir de la instalación de tres anemómetros de tipo Robinson se obtuvieron valores medios diarios de velocidad del viento (km.h^{-1} ; 2008-2010; $N=277$) a tres distancias hacia el norte de la cortina rompeviento (dc =distancia a cortina) y se relacionaron (ajuste de ecuaciones de regresión lineal) con los medidos en la estación meteorológica de INTA - EEA Bella Vista (300 m del lote). Para los ciclos 1991/92 y 2010/11, mediante dichas ecuaciones, se estimó la velocidad diaria del viento para el sector más alejado ($dc=1$; se reduce el viento de estación a la mitad) y más cercano a la cortina ($dc=0$; se reduce a la tercera parte), y se dispusieron de 40 observaciones de intensidad de la cancrrosis (10%) en media estación en pomelo en ambos sectores (Moschini *et al.*, 2013).

Todas las variables regresoras se calculan a partir de la acumulación, desde el 10 de julio, de 372 grados día ($T_b=12,5^\circ\text{C}$) hasta acumular 985 grados día. Coincidentes con estas acumulaciones de grados día, las fechas medias de inicio y fin de procesamiento de las variables meteorológicas fueron el 24 de setiembre y el 26 de noviembre, respectivamente. La variable más fuertemente correla-

cionada (r_k : coeficiente de Kendall Tau-b) con los niveles de cancrrosis (severo: $10>45\%$; moderado: ≤ 45 y $>10,6\%$; ligero: $\leq 10,6\%$), a las dos distancias a la cortina rompeviento, fue D_{precvv} (días con registro simultáneo de precipitación >12 mm y velocidad del viento $>2,6 \text{ km.h}^{-1}$; $r_k=0,71$), diferenciándose del $r_k=0,60$ de D_{prec} (días con precipitación >12 mm). La utilización de umbrales de precipitación menores a 12 mm en las variables D_{prec} y D_{precvv} produjo una marcada disminución de su correlación con el nivel de enfermedad, fundamentado en el hecho que lluvias diarias de menor milimetraje carecerían de suficiente energía para la diseminación de bacterias de los cancrros (Moschini *et al.*, 2013).

Coincidentemente, Wischmeier & Smith (1958) seleccionaron solo las lluvias mayores a 12,7 mm para estimar sus energías y sus relaciones con la pérdida de suelo. Ambas variables estarían explicando la variabilidad del proceso de dispersión bacteriano y en menor medida al de infección (Moschini *et al.*, 2013).

Trabajos en ambiente controlado establecieron que a partir de duraciones de mojado de solo 4 h, se observaron eventos de infección bacteriana, demanda que estaría generalmente satisfecha por la lluvia y rocío, durante el período primaveral en Bella Vista, (Dalla Pria *et al.*, 2006; Christiano *et al.*, 2009). Un ingreso bacteriano eficiente estaría asociado con la ocurrencia simultánea de precipitación y viento, lo cual asegura un nivel de agua en exceso desde el mesófilo, a través del estoma, a la superficie foliar (Pruvost *et al.*, 2002). Este hecho confirma el sentido biológico de la variable D_{precvv} .

Incluyendo todas las variables meteorológicas regresoras analizadas, el procedimiento stepwise de la regresión logística seleccionó al modelo 1 (Tabla 6.8) como el más apropiado. La precisión de predicción de los modelos seleccionados se calculó como el % de casos analizados ($N=40$) en los cuales hubo concordancia entre la categoría epidémica observada y la predicha por el modelo logístico con la mayor probabilidad. El modelo 1 clasificó correctamente 36 de los 40 casos observados (precisión de predicción= 90%). Para calcular los valores de D_{precvv} se deben

disponer de registros diarios de velocidad del viento en las dos distancias contrastantes a la cortina rompeviento (escenario de fuerte protección al viento, dc=0; escenario de moderada protección, dc=1) en la plantación cítrica experimental. Estos registros fueron estimados en este estudio mediante las ecuaciones lineales ajustadas para ambas distancias, a partir de información diaria de velocidad del viento de la estación meteorológica (300 m del lote). Debido a esta demanda sitio específica de datos de velocidad del viento, el procedimiento stepwise de la regresión logística fue también corrido incluyendo todas las variables meteorológica (excepto DPRECvV) y una discreta binaria (dc: codificada como 0 o 1) que tuvo en cuenta ambos escenarios de protección al viento. El modelo II (Tabla 6.8) que incluyó a las variables DPREC and GDTX, y a la variable discreta dc, resultó la más adecuada. El modelo II clasificó erróneamente cinco de 40 observaciones de intensidad de cancrisis en media estación, categorizadas ordinalmente (precisión de predicción = 87,5%).

Ambos modelos (I y II) clasificaron correctamente las nueve observaciones con un nivel severo de intensidad de cancrisis en media estación (s: 10>45%). Seguidamente, los modelos logísticos I y II fueron corridos para la serie de 42 años (1971-2012) de datos meteorológicos diarios de la estación de Bella Vista, calculando el número de estaciones de crecimiento con niveles estimados de cancrisis severo (s), moderado (M), y ligero (L), para ambos escenarios de protección al viento. Las estimaciones de los modelos I y II mostraron (Tabla 6.9) la baja probabilidad de ocurrencia de epidemias severas (21,4 y 11,9% de los años, respectivamente) en escenarios con fuerte protección al viento (dc=0), contrastando con el 35,7% y 40,5% a mayor distancia de la cortina rompeviento (dc=1). Analizando 22 años (1991-2012) de observaciones de intensidad de cancrisis (Tabla 6.9), los porcentajes de años con niveles epidémicos severos (01>45%) fueron 9,1 y 31,8% para los escenarios de fuerte y moderada protección al viento, respectivamente.

Tabla 6.8. Modelos logísticos para estimar la probabilidad de ocurrencia de cada categoría epidémica: Ordinal: severa (s), moderada (M) o ligera a nula (L), en base a variables meteorológicas simples y una discreta que tiene en cuenta la distancia a cortina rompeviento (dc: codificada como 0 o 1). Se presenta por modelo la precisión de predicción: % de casos (40) correctamente clasificados.

Modelo	Ecuaciones del Modelo	Precisión de predicción %
I	LogitPrS= - 13,2049 + 1,7122 DPRECvV + 0,3504 DT	90 (36/40*100)
	Logit PrMac= -5,4635 + 1,7122 DPRECvV + 0,3504 DT	
II	LogitPrS= -15,4604+1,4393 DPREC + 4,9754 dc - 0,0657 GDTx	87,5 (35/40*100)
	Logit PrMac= -6,691+1,4393 DPREC + 4,9754 dc - 0,0657 GDTx	

DPREC: total de días con precipitación>12 mm, **DPRECvV:** total días con ocurrencia simultánea de precipitación>12 mm y velocidad media diaria del viento>2.6 km h⁻¹, **GDTX:** sum de los excedentes diarios de TX diaria respecto a 33°C, cuando TX>33°C, **DT:** días con TX<=27°C y TN>=17°C. **dc:** distancia a cortina: dc=0 (próxima, 19-47 m de cortina); dc=1 (más alejada, 89-117 m). **EC1=ln(prs/1-prs); EC2=ln(prmac/1-prmac).** Resolviendo la expresión $\exp(\ln(prs/1-prs)/(1+\exp(\ln(prs/1-prs)))$ se obtiene el valor de prs (probabilidad de observar una tasa epidémica severa (s)). **LN** es el logaritmo natural. Resolviendo $\exp(\ln(prmac/1-prmac)/(1+\exp(\ln(prmac/1-prmac)))$ se obtiene prmac (probabilidad acumulada de ocurrencia de un nivel de tasa epidémica igual o mayor al moderado (M)). **PFM=PRMAC-PRS.** **FL=1-(PRS+PRM)** siendo prL la probabilidad de observar una epidemia ligera a nula (L).

Tabla 6.9. Porcentaje de años con un nivel severo de intensidad de cancrrosis en media estación, estimado por los modelos logísticos I y II (Tabla 1) para escenarios de fuerte y moderada protección al viento en los ciclos 1971-2012, en comparación con las epidemias severas ($10 > 45\%$) observadas en 22 años (1991-2012).

Protección al viento	% años con nivel Severo de intensidad de Cancrosis		
	1971-2012		1991-2012
	Modelo I	Modelo II	Observado
Fuerte dc=0	21,4	11,9	9,1
Moderada dc=1	35,7	40,5	31,8

En Concordia (Entre Ríos), se verificaron reducciones significativas en el progreso de las epidemias de cancrrosis en cítricos con la sola utilización de cortinas rompeviento o en combinación con bactericidas cúpricos, comparado con el testigo sin tratar (Gottwald y Timmer, 1995).

En Bella Vista (Corrientes), para el mismo lote experimental cítrico, se demostró el rol de las cortinas rompeviento respecto a la enfermedad, al verificar la muy alta correlación entre la distancia a la cortina natural y la intensidad de cancrrosis (Canteros, 1998).

La reducción de la velocidad del viento por medio de cortinas rompeviento puede disminuir la dispersión bacteriana y los eventos infectivos, reduciendo la severidad epidémica (Bock *et al.*, 2010).

Los modelos I y II (6.8) cuantificaron y contrastaron el efecto ambiental sobre la intensidad de la cancrrosis en escenarios de fuerte protección al viento (bien próximo a cortina; dc=0) y moderada protección (más alejado, dc=1). Con ambos modelos (I y II), en el período primaveral, podría realizarse el

seguimiento de la dinámica diaria de los valores de probabilidad de ocurrencia de los niveles epidémicos analizados y de las respectivas variables regresoras principales (D_{precv} o D_{prec}), con presentación gráfica de las curvas de progreso. De esta forma se podrían emitir alarmas de riesgo ambiental para escenarios de fuerte protección y para sectores de la plantación más desprotegidos de la cortina rompeviento, asistiendo a los productores en la decisión de aplicar el bactericida y probablemente induciendo a una reducción en el número de aplicaciones. Otros componentes del tetraedro epidémico como el comportamiento respecto a la enfermedad de la especie y variedad plantada, edad de la plantación, última aplicación química, prácticas de poda de tejido vegetal afectado, deberán analizarse al momento de la toma de decisión de control químico.

Bibliografía

- BOCK, C.H.; PARKER, P.E. and T.R. GOTTWALD. 2005. The effect of simulated wind-driven rain on duration and distance of dispersal of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* from canker infected citrus trees. *Plant Dis.* 89: 71-80.
- BOCK, C.H.; PARKER, P.E.; COOK, A.Z. and T.R. GOTTWALD. 2006. Factor affecting infection of citrus with *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* (Abstr.) *Phytopathology*, 96 (6).
- BOCK, C.H.; GRAHAM, J.H.; GOTTWALD, T.R.; COOK, A.Z. and P.E. PARKER. 2010. Wind speed effects on the quantity of *Xanthomonas citri* subsp. *citri* dispersed downwind from canopies of grapefruit trees infected with citrus canker. *Plant Dis.* 94: 725-736.
- CANTEROS, B.I. 1998. Ecology of endemic citrus canker: seasonal fluctuations of disease intensity. Abstract 3.7.41. 7th Int. Cong. Plant Pathol. Edinburgh. Scotland Vol 3.
- CANTEROS, B.I. 2006. Management of citrus Canker in Argentina: a review. *Proceeding of the International Society of Citricultura*, pp 515-523.
- CANTEROS, B.I. 2009. Guía para la Identificación y el Manejo de las Enfermedades Fúngicas y Bacterianas en Citrus 2009-2010. Programa de Fortalecimiento de la Citricultura Correntina (INTA. CFI. Pcia Corrientes. SENASA. Corp. Mercado Central Bs As). 1^a edición. 94 pp.
- CHRISTIANO, R.C.S.; DALLA PRIA, M.; JESUS JUNIOR, W.C.; AMORIM, L. and A. BERGAMIN FILHO. 2009. Modelling the progress of Asiatic citrus canker on Tahiti lime in relation to temperature and leaf wetness. *Eur. J. Plant Pathology*, 124: 1-7.
- DALLA PRIA, M.; CHRISTIANO, R.C.S.; FURTADO, E.L.; AMORIM, L. and A. BERGAMIN FILHO. 2006. Effect of temperature and leaf wetness duration on infection of sweet oranges by Asiatic citrus canker. *Plant Pathology*, 55: 657-663.
- GOTTWALD, T.R. and J.H. GRAHAM. 1992. A device for precise and nondisruptive stomatal inoculation of leaf tissue with bacterial pathogens. *Phytopathology*, 82: 930-935.
- GOTTWALD, T.R. and M. IREY. 2007. Post-hurricane analysis of citrus canker II: predictive model estimation of disease spread and area potentially impacted by various eradication protocols following catastrophic weather events. *Plant Health Prog.*, doi: 10.1094/PHP-2007-0405-01-RS.

- GOTTWALD, T.R. and L.W. TIMMER. 1995. The efficacy of windbreaks in reducing the spread of citrus canker caused by *Xanthomonas campestris* pv. *citri*. Trop. Agric. (Trinidad), 72: 194-201.
- MOSCHINI, R.C. 2007. Clima y Enfermedades de cultivos relevantes en Argentina. Simposio taller: El cambio climático y su impacto en las plagas de los vegetales. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria SENASA Buenos Aires. En CD.
- MOSCHINI, R.C.; CANTEROS, B.I. y M.I. MARTÍNEZ. 2005. Ecuaciones Predictivas de la Intensidad de la Cancrosis de los Cítricos en base a Variables Meteorológicas. Abstract v Cong. Argentino de Citricultura, Concordia, Argentina, pp. 24.
- MOSCHINI, R.C.; CANTEROS, B.I.; MARCÓ, G.M. y G. CAZENAVE. 2010. Modelos logísticos predictivos de la cancrrosis de los cítricos en Bella Vista y su uso en el área citrícola española. Abstract vi Cong. Argentino de Citricultura, Tucumán. Argentina, 0033-PV, pp.79.
- MOSCHINI, R.C.; MARTÍNEZ, M.I. y M.G. SEPULCRI. 2013. Sistemas de pronóstico de enfermedades. Capítulo XXI. Pag. 409-441. En "Agrometeorología". Editores: Guillermo M. Murphy y Rafael H. Hurtado. 2º Edición Agosto 2013. Editorial Facultad de Agronomía UBA. 512 p. ISBN 978-987-29338-5-2.
- PRUVOST, O.; BOHER, B.; BROCHERIEUX, C.; NICOLE, M. and F. CHIROLEU. 2002. Survival of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* in leaf lesions under tropical environmental conditions and simulated splash dispersal of inoculum. Phytopathology, 92: 336-346.
- STALL, R. E.; MARCÓ, G.M. and B.I. CANTEROS. 1982. Importance of mesophyll in mature-leaf resistance to cancrrosis of citrus. Phytopathology, 72: 1097-1100.
- VERNIÈRE, J.; GOTTWALD, T.R. and O. PRUVOST. 2003. Disease development and symptom expression of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* in various citrus plant tissues. Phytopathology, 93: 832-843.
- WISCHMEIER, W.H. and D.D. SMITH. 1958. Rainfall energy and its relationship to soil loss. Transaction Am. Geophys. Union, 39: 285-291.



Huanglongbing (HLB) ex greening

Agostini, J. P.; Preussler, C.; Outi, Y.; Cortese, P. y J. P. Bouvet

184	<i>Introducción</i>	189	<i>Detección del primer foco de HLB en Argentina</i>
184	<i>Nombre de la plaga y sinonimia</i>	191	<i>Véctor de HLB - Chicharrita de los Cítricos o Psilido asiático</i>
184	<i>Hospedantes</i>	191	<i>Origen y distribución</i>
184	<i>Síntomas. Daños</i>	191	<i>Nombre de la plaga</i>
185	<i>Manejo de la enfermedad</i>	191	<i>Descripción</i>
185	<i>Programa Nacional de Prevención de Huanglongbing (HLB)</i>	191	<i>Biología</i>
185	<i>Fiscalización</i>	192	<i>Daños</i>
186	<i>Vigilancia y monitoreo</i>	193	<i>Monitoreo</i>
186	<i>Monitoreo</i>	194	<i>Manejo de la plaga</i>
187	<i>Investigación y desarrollo</i>	194	<i>Criterio de intervención</i>
187	<i>Capacitación y difusión</i>	194	<i>Control biológico</i>
187	<i>Capacitación recibida</i>	195	<i>Situación en Argentina</i>
187	<i>Capacitación brindada</i>	196	<i>Bibliografía</i>
188	<i>Difusión</i>		
189	<i>Relaciones Interinstitucionales</i>		

Moschini, R.; Heit, G.; Conti, H.; Cazenave, G. y P. Cortese

199	<i>Riesgo agroclimático de las áreas citrícolas de Argentina en relación a la abundancia del vector de HLB: <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama</i>	201	<i>Factores agroclimáticos</i>
		201	<i>Sitio patrón</i>
		202	<i>Índice de Riesgo Agroclimático (IRA)</i>
		208	<i>Bibliografía</i>

Introducción

HuangLongBing (HLB) es una enfermedad infecciosa distribuida por varios países productores de cítricos de Asia desde siglos pasados. El patógeno asociado con el HLB es una bacteria exclusivamente localizada en los tubos del floema, de tipo Gram-negativa, denominada *Candidatus Liberibacter Jagoueix et al.* (1997) ssp. Esta enfermedad tiene un vector el cual es un psílido *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) (Foto 90) que transmite desde árboles enfermos a árboles sanos, y a otros hospederos alternativos como *Murraya paniculata* L. Jack (Rutaceae) (Foto 91).

En América se la considera como una enfermedad emergente, ya que síntomas de HLB fueron encontrados por primera vez en plantas de naranjo dulce en el estado de São Paulo, Brasil, en marzo de 2004. Meses más tarde del mismo año se demostró que HLB estaba presente en 46 municipios de dicho estado, con algunas plantaciones severamente afectadas, lo que sugería que la enfermedad había estado presente por varios años, pero sin haber sido adecuadamente diagnosticada. El psílido asiático vector de HLB, ha estado presente en Brasil desde 1942 (Gravena, 2006).

En agosto de 2005, HLB fue descubierta en Florida, EEUU, en un árbol de pomelo en una plantación familiar, siete años después se detectó el psílido vector en la misma zona y desde allí se encontró diseminada por la zona productora, ocasionando severas pérdidas a la industria. En 2011 la enfermedad fue diagnosticada en el estado de Texas, EEUU y la presencia del psílido vector en la zona productora de cítricos de California, EEUU. En Cuba, HLB ha sido observada en plantas en patios en La Habana, en febrero 2006 causando pérdidas de hasta casi el 50% de la superficie implantada con cítricos de ese país.

En el 2008 la enfermedad fue reportada en República Dominicana, mientras que al siguiente año otros países de Centro América han reportado la presencia de HLB en sus plantaciones cítricas. El reporte de la enfermedad fue dado sucesivamente por México

en enero, Belize en marzo; Honduras en noviembre, y finalmente Nicaragua en febrero del 2010. En el 2011 Texas, EEUU reportó la presencia de HLB y Riverside California, EEUU la detección del agente vector en esta área cítrica. En Argentina se ha identificado la presencia del vector *D. citri* en la región de Entre Ríos en 1994, y en los últimos tiempos ha avanzado hacia las otras zonas cítricas del país, incluso ha sido detectada en Tucumán la cual era libre del vector, aunque no en plantaciones cítricas sino en arbolados urbano y sobre otro hospedero.

Nombre de la plaga y sinonimia

HLB es también conocida con otros nombres, según la región donde es detectada, tales como enfermedad del brote amarillo en China o como se la denominaba antiguamente en países occidentales, greening. Este nombre aun se sigue utilizando corrientemente en países productores como EEUU y Brasil.

Hospedantes

Todas las especies comerciales de cítricos y cultivares son sensibles a HLB y las plantas, una vez afectadas, no se recuperan y se tornan comercialmente improductivas. Algunos tipos de trifolio y alguno de sus híbridos son considerados como algo más tolerantes. Por lo general limas y limones son los más susceptibles a HLB. Otras plantas tal como la *M. paniculata* o Mirto, la cual es utilizada como ornamental o para la preparación de arreglos florales, también son portadoras de la bacteria, y pueden ser fuente de inóculo para HLB, debido a que también es hospedante del vector de la enfermedad al igual que otras Mirtaceas aunque de baja frecuencia en el país.

Síntomas. Daños

Las plantas, una vez infectadas, muestran síntomas sólo después de un período de latencia de entre 6 y 12 meses. La planta afectada inicialmente manifiesta amarillamiento de uno o más brotes que con el tiempo se extiende a toda la planta ocasionando la muerte de la

misma en algunos meses hasta años dependiendo de la edad en que la planta fue infectada con el patógeno. Los síntomas en hojas se describen como manchas irregulares y asimétricas, moteado difuso, hojas asimétricas, engrosamiento y aclaramiento de las nervaduras con aspecto corchoso después de un tiempo, causando defoliación. Los síntomas muchas veces se confunden con deficiencias nutricionales. En frutos se produce deformación y asimetría, reducción del tamaño, mayor espesor de la cáscara que lo normal, aumento de la acidez, inversión de color, reverdecimiento de la cáscara, aborto de semillas, y caída prematura de frutos (Fotos 92-98).

Manejo de la enfermedad

En las regiones donde se encuentra la enfermedad, su manejo se efectúa en forma preventiva y está basado en dos principios fitopatológicos perfectamente establecidos: control del insecto vector y erradicación de las fuentes de inóculo de *C. Liberibacter* sobre las cuales el insecto vector se infecta, tanto plantas cítricas como los hospederos alternativos.

Mientras la región está libre de la enfermedad es necesario implementar programas de prospección a fin de retrasar en lo posible el ingreso de la enfermedad. Como se observó en Florida y Cuba, una vez que los psílidos vectores se han establecido en la región, la enfermedad no está lejos. Tales regiones, libres de HLB, pero teniendo el vector, deben establecer procedimientos para detectar la enfermedad lo antes posible. Los ejemplos de Brasil, Florida y Cuba muestran que la enfermedad tuvo tiempo de establecerse antes de ser diagnosticada, pero para entonces la estrategia de erradicación era muy tarde. Por lo tanto conocer bien los síntomas de HLB en comparación con los síntomas causados por deficiencias minerales, así como análisis de tejido vegetal por la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para confirmar síntomas sospechosos es esencial para una temprana detección de HLB.

Programa Nacional de Prevención de Huanglongbing (HLB)

El Programa Nacional de Prevención de HLB en Argentina tiene como objetivo principal prevenir el ingreso de la enfermedad al territorio nacional mediante la prospección de la enfermedad. Todas las instituciones del Estado Nacional relacionadas a la protección vegetal, SENASA, INTA, INASE, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, y la participación de la Estación Experimental Obispo Colombres de Tucumán, así como las instituciones del sector privado relacionadas con la actividad citrícola (AFINOA y CECNEA) funcionan en forma conjunta y coordinada para asegurar el logro del objetivo propuesto. Los representantes de estas Instituciones constituyen la UCI (Unidad de Coordinación Interinstitucional) y se reúnen periódicamente para evaluar el estado de avance del Programa y determinar nuevas acciones a desarrollar. Los componentes operativos del programa son:

Fiscalización

Comprende fortalecimiento de los controles cuarentenarios, inspecciones en fronteras y puntos de ingreso y registro de viveros. Se trabaja conjuntamente con los gobiernos provinciales y municipios en campañas de eliminación de hospederos alternativos y control de arbolado urbano.

Este componente está a cargo del SENASA con 13 contratos e INASE con 6 contratos tanto para los controles en pasos de fronteras como para la inspección de viveros (lo cual no solo incluye lo citrícola) y también controles en rutas para el movimiento de material vegetativo de propagación y/o para nuevas plantaciones. Actualmente por las recientes detecciones de HLB en Paraguay se están realizando capacitaciones a fuerzas de seguridad encargadas de resguardar la frontera, tales como Gendarmería Nacional y Prefectura para fortalecer los controles en frontera de todo material vegetativo.

Vigilancia y monitoreo

Comprende la detección precoz de posibles focos de la enfermedad en todas las regiones cítricas del país y el seguimiento de ocurrencia del insecto vector *D. citri* en plantaciones cítricas y/o hospederos alternativos. Paralelamente, se ha creado una red de laboratorios de referencia para el diagnóstico de HLB. A partir de la detección de vectores supuestamente positivos en la región de Metán, Salta, el SENASA declaró la emergencia fitosanitaria a principios de diciembre de 2009, por lo tanto se realizó un fuerte operativo de monitoreo en todas las regiones cítricas de país y por consiguiente fue el componente del programa donde mas acciones se realizaron. En febrero de 2011 incluso, se reportaron algunos falsos positivos de esta zona pero que posteriormente fueron considerados nulos según la secuenciación de los ADN desde las muestras de vectores obtenidas de esa región.

Con el fin de actualizar y/o formar monitores específicos para HLB se realizaron cursos de capacitación en distintas regiones cítricas del país a cargo de profesionales de INTA y de SENASA. El principal aporte de INTA en este componente es, además del personal profesional capacitado, la instalación de equipamientos de última generación tal como *real time* PCR para el diagnóstico a nivel molecular de HLB en los laboratorios de INTA - EEA Concordia, Entre Ríos y de INTA - EECT Yuto, Jujuy. A través del programa propiamente dicho se ha adquirido el mismo equipamiento al laboratorio de INTA - EEA Bella Vista, Corrientes, y también el de EEA Montecarlo, Misiones pero este último con PCR convencional. También funcionan como laboratorios de referencia la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) de Tucumán, el laboratorio de SENASA y del INASE, ambos en Buenos Aires.

El Programa también ha aportado el contrato de 6 laboratoristas a fin de realizar el trabajo de recepción de muestras y análisis de las mismas a partir del mes de julio del 2010 y continúan actualmente. Los monitoreos de campo los realizan personal de SENASA; en el caso de observar síntomas sospechosos se toman muestras de estos árboles, geo posicio-

nados para su posterior localización y las mismas son enviadas a los laboratorios mas cercanos para el diagnóstico de HLB.

Monitoreo

Desde el 2010 hasta la actualidad se ha monitoreado el 100% de la superficie con citrus del país y al menos se recorrió 10 veces las zonas de riesgo. El monitoreo se realiza mediante selección de un punto en una cuadrícula de 100 hectáreas; de esa manera se inspeccionaron a la fecha 52.000 puntos en todo el país y con recolección de 13.160 muestras tanto de material vegetal (hojas con síntomas sospechosos; como del vector *Diaphorina*.

Todas las muestras han resultado negativas para la presencia de HLB tanto en los vectores como en el material vegetal analizado, siendo importante de destacar el muestreo intenso realizado en la zona aledaña a los falsos positivos detectados en diciembre de 2009 en la región cítrica de Salta con resultados todos negativos.

INTA ha colaborado con la introducción de controles positivos tanto de insectos positivos desde California, EEUU a través de contactos realizados por María Ines Plata de la EEA Concordia a fines del año 2009; desde San Pablo, Brasil obtenidos desde Fundecitrus en 2010; y por la extracción de nervaduras desde hojas de plantas sintomáticas de HLB de la región de Altonia, Estado de Paraná, Brasil en dos oportunidades 2010 y 2011. En todos los casos se contó con la autorización del SENASA para la introducción y los trámites personales que realizaron cada uno de los técnicos involucrados para la introducción a través de las fronteras.

Con los resultados del monitoreo se ha implementado un mapa sobre la distribución del vector en plantaciones cítricas del país según frecuencia de detección del vector.

Estos resultados se mantuvieron así hasta junio de 2012 donde se detectaron plantas positivas para HLB en el norte de la provincia de Misiones en el Depto. Gral. Manuel Belgrano (ver pág. 189)

Investigación y desarrollo

En este punto es donde se han realizado pocos avances principalmente por la no presencia de la enfermedad en el territorio. La mayoría de los trabajos fueron sobre estudios de dinámica poblacional del insecto vector donde está presente y los intentos de control del mismo principalmente en zonas urbanas donde su presencia es mas frecuente en árboles de mirto. Los avances durante este tiempo estuvieron relacionados a obtener presupuesto para acondicionar instalaciones y equipamientos en INTA - EEA Concordia, Entre Ríos sobre producción del controlador biológico del vector de HLB; monitoreo permanente de plantas cítricas en frontera con Brasil y Paraguay en la provincia de Misiones; y monitoreo y control del vector de HLB en la región del NOA, EEA Yuto, Jujuy y la EEAOC de Tucumán donde también se llevaron a cabo pruebas de productos para el control del vector de HLB.

Capacitación y difusión

Este es el área donde fueron destinada la mayoría de los esfuerzos a fin de concientizar a todos los componentes de la cadena citrícola sobre los riesgos de introducción de esta enfermedad al país y sus posibles consecuencias sobre los la industria citrícola y los 100.000 puestos de trabajo en forma directa que ocupa la producción citrícola del país; y tratar de generar una mayor concientización en todos los actores involucrados, dando a conocer las precauciones a tomar, las reglamentaciones vigentes y la necesidad de comunicar rápidamente sintomatología sospechosa de la plaga. En el aspecto de capacitación se puede dividir en la recibida y la brindada.

Capacitación recibida

En cuanto a capacitación recibida, agentes de INTA han tenido la posibilidad de capacitarse en los últimos años en diversas Instituciones que se encuentran investigando esta enfermedad a nivel mundial, con énfasis en Brasil, EEUU y Cuba para conocer sintomatología de la enfermedad en el campo, su epidemiología; la dinámica y control del insecto vector tanto por agroquímicos como por agentes

biológicos, y básicamente protocolos para el diagnóstico de la enfermedad tanto de tejido vegetal como desde el vector. Además se han organizado tours de visitas a plantaciones cítricas con HLB de la región de Brasil para técnicos y productores con el fin de conocer los síntomas de la enfermedad, a las regiones afectadas de Florida, EEUU y de Cuba.

Capacitación brindada

Se ha procedido a capacitar sobre diversos aspectos de HLB a productores; profesionales asesores de empresas o de productores; técnicos de empresas; personal rural; personal de galpones de empaque, monitores e inspectores de diversas Instituciones; Escuelas Agrotécnicas; fuerzas de seguridad en frontera (Prefectura- Gendarmería-Aduana); a personal de Pro Huerta y personal de los Ministerios de Agricultura y alumnos de nivel terciario. Se estima que en el término del desarrollo del Programa y considerando las distintas regiones citrícolas del país al menos unas 23.000 personas han participado directamente de estos diferentes tipos de capacitaciones que fueron básicamente organizadas por técnicos de INTA de cada regional con la colaboración y sincronización con técnicos regionales de las otras Instituciones participantes del Programa tales como SENASA e INASE en el NEA y con la presencia en el NOA de otras Instituciones como AFINOA y la EEAOC de Tucumán.

A modo de ejemplo INTA - EEA Bella Vista desde hace dos años trabaja con escuelas rurales y urbanas en el marco de la Semana Nacional de la Ciencia, organizada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación. Como parte del cronograma nacional mencionado se trabaja desde el 2010 bajo la denominación "Puertas Abiertas".

La problemática del HLB ha sido eje central de los años 2009 a 2011, compartiendo allí todo el material comunicacional disponible desde el Programa Nacional de Prevención de HLB. Esta modalidad se repite en todas las regiones citrícolas del país organizada por alguna de las Instituciones participantes del Programa Nacional.

Referentes institucionales de las diversas EEA's involucradas en la generación de tecnología en cítricos han desarrollado un papel preponderante en la organización y logística para implementar un programa de capacitación para viveristas y/o futuros viverista bajo el Programa de Prevención Nacional relacionado a la producción de plantas cítricas bajo cubierta que lo proteja de insectos vectores según las normativas vigentes.

El plan de capacitaciones abarcó puntos estratégicos del NOA y NEA, cubriendo así todas las regiones citrícolas del país con el siguiente Programa: Que es el HLB; Legislación vinculada al HLB; Técnicas de Producción de plantas cítricas bajo cubierta; Inversiones y costos; finalizando los cursos con la visita a viveros cítricos de la respectiva región involucrada realizándose cursos en la Asociación de Citricultores de Misiones, Alem, Misiones; Asociación de Citricultores y Empacadores, Chajarí, Entre Ríos; EEAOC, Las Talitas, Tucumán; INTA – EEA Bella Vista, Corrientes; Municipalidad de Mocoretá, Corrientes; INTA – EEA Monte Caseros, Corrientes; Complejo Industrial Ledesma, Libertador San Martín, Jujuy.

Difusión

Se ha establecido un logo en forma consensuada por todos los miembros de la Unidad de Coordinación Interinstitucional (UCI) que caracteriza al Programa Nacional y se utiliza en todo el material que se produce tanto en forma escrita como audiovisual. En la tarea de difusión participan comunicadores de las distintas EEA's relacionadas al sector citrícola en forma coordinada con los comunicadores del SENASA y del Ministerio de Agricultura.

Para el proceso de difusión se utiliza tanto a la prensa escrita como audiovisual haciendo uso de los circuitos de cable de alcance local para cada una de las regiones involucradas. Se han confeccionando cortos de radios y para TV para distribuir en cada lugar del país donde los cítricos son producidos e incluso están en las paginas digitales de las Instituciones participantes. Para ello el programa ha producido un video y micros de radios que fueron entregados en sus originales para ser

multiplicados por cada regional y repartir a las radios y canales de cables para su difusión.

El Programa Nacional ha confeccionado 800 libretas técnicas para los monitores de campo que ya fueron distribuidas al momento de realizar el curso de capacitación; las remanentes se entregaron a asesores profesionales. Se ha confeccionado un stand portátil y dos banner que se maneja en forma itinerante por todo evento, feria y/o exposición que se realiza en cada una de las regiones citrícolas del país en base a un cronograma previamente fijado por los integrantes de la UCI siendo el punto de partida el Congreso Argentino de Citricultura.

Se repartieron 2.500 afiches con 4 mensajes diferentes según el lugar donde se exhiben los mismos (ruta, mirto, frontera, y general) y se compraron 150 acrílicos para proteger algunos de estos afiches que se exponen en exteriores y distribuidos en lugares estratégicos de cada región citrícola.

Se han distribuido 2.000 folletos técnicos generales y 1.150 trípticos para alertar sobre el peligro de la enfermedad y colaborar en el reconocimiento de síntomas rápidamente para facilitar el reconocimiento de la presencia de la enfermedad que se están distribuyendo en diferentes eventos pero en forma mas específica dentro del sector citrícola y en la zona de frontera con países vecinos de Brasil, Paraguay, Bolivia, y Uruguay.

La producción de folletería sigue vigente y en cada evento relacionado a la citricultura se hace entrega de los mismos.

Fue asignado el dominio para la página web www.prevencionhlb.gov.ar la cual está en funcionamiento donde se brinda toda información pertinente a la enfermedad, sintomatología, prevención, reglamentaciones y normativas vigentes; y dos direcciones de correos electrónicos exclusivos para denuncia e informaciones; y un número de teléfono 0800-999-2386 para llamado libre por la denuncia e información sobre la enfermedad.

Relaciones interinstitucionales

Hay una buena interacción entre las Instituciones participantes del Programa Nacional de Prevención de HLB que conforman la UCI, pero es de destacar el esfuerzo que se está realizando para integrar a Instituciones de Bolivia y Paraguay a realizar tareas de Prospección de la enfermedad, máxime considerando de que han sido detectados focos positivos de HLB en diversas regiones de Paraguay. En el caso de Bolivia se ha realizado buenos avances y se han formalizado reuniones con autoridades sanitarias del Departamento de Tarija a fin de informar sobre el alcance del plan que se está ejecutando con buena aceptación por parte de ellos aunque aún falta nacionalizar la información. Con Paraguay hay menor intercambio pero se ha ofrecido todo lo que se encuentra al alcance para el rápido diagnóstico de la enfermedad y el asesoramiento que ellos soliciten principalmente con técnicos del sector privado. Desde Brasil existe buena predisposición a colaborar en lo que este a su alcance por el momento recibiendo interesados en conocer síntomas de la enfermedad y formas de controlar el vector; como así también en proveer muestras de nervaduras de hojas con síntomas de HLB positivas para ser utilizadas como testigos positivos en nuestros laboratorios de referencia y en procesos de capacitación permanente sobre el manejo de la enfermedad, y producción de plantas bajo cubierta.

Detección del primer foco de HLB en Argentina

A partir de junio de 2012 en un monitoreo que se realizó en el Depto. General Manuel Belgrano, en el norte de Misiones se detectó en condiciones de laboratorio una muestra positiva sobre 4 enviadas. Esta región se encuentra en el norte de la provincia de Misiones en el límite con el Estado de Paraná, Brasil y distante a unos 250 km del foco de HLB en dicho Estado. Esta detección se realizó en una planta de mandarina en un traspatio de una chacra sobre la ruta 101 que une Bernardo de Irigoyen (Extremo Este del País) con Puerto Iguazú ambas ciudades limí-

trofes con Brasil aunque con diversos Estados (Foto 99) (Fig. 6.7). A 15 km a la redonda no existen plantaciones comerciales de importancia.

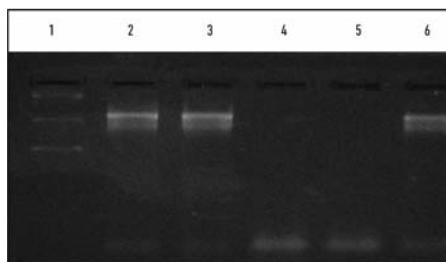


Figura 6.7. Gel de agarosa obtenido por PCR convencional mostrando el resultado de la primera muestra de hojas de mandarina positiva con sus correspondientes repeticiones (Banda 2 y 3) en comparación con el testigo positivo de HLB de Brasil (Banda 6).

A partir de ese momento se comenzaron a realizar monitoreos mensuales desde el foco en diámetros equidistantes y cubriendo a todos los cítricos presentes en el área incluso aquellos en casas de la población de Comandante Andresito cabecera de ese departamento. Estos monitoreos se realizaron con personal capacitado de SENASA, pero también de otras Instituciones oficiales como INTA y Ministerio de la Producción de Corrientes, y del sector privado: Técnicos de Cooperativa Tabacalera de Misiones, Cámara de Exportadores de Cítricos del NEA y AFINOVA en varios de los monitoreos realizados (Tabla 6.10). Posteriores monitoreos se realizaron en julio de 2012 rastreando todas las plantas cítricas y de mirto a 1,5 km de distancia desde el foco; en esta oportunidad se detectaron otros dos positivos sobre 12 muestras que se extrajeron de la zona. Posteriormente se detectaron 6 muestras positivas en agosto, 3 en septiembre y 5 en octubre.

En los cinco primeros monitoreos las especies que resultaron positivas correspondieron a plantas de edad avanzada de una variedad de mandarina de uso no muy corriente en la región, lo que sugiere una hipótesis de que la enfermedad fue introducida con este material y está presente en el área desde hace tiempo. Paralelamente, el número de muestras de

D. citri es bajo y los análisis realizados siempre resultaron negativos para HLB. La baja presencia del vector es una característica de la provincia y frecuente de encontrar básicamente en mirtos (*M. paniculata*) en zonas urbanas y por lo tanto indicando la baja diseminación en la zona. En los últimos monitoreos se han manifestado positivos en otras especies como lima Rangpur (*C. limonia*), de amplia difusión en la región por su uso culinario. No obstante es de hacer notar que lima Rangpur no es un portainjerto clásico para mandarina en Misiones y también puede significar que estas plantas fueron introducidas desde otras regiones productoras. Otra de las situaciones que alienta la hipótesis de introducción del problema es que las plantas positivas han sido detectadas a lo largo de la ruta indicada anteriormente y en aquella con conexión con el puente internacional que une con Capanema, Paraná, Brasil. Todas estas plantas fueron erradicadas voluntariamente por los propietarios a solicitud de SENASA cuyos agentes a su vez colocaron herbicidas sobre los tocones del árbol a fin de evitar los rebrotes del mismo.

A partir de estas detecciones se ha declarado a esta región como zona de contingen-

cia fitosanitaria y por lo tanto está vedada la salida de fruta de este Departamento sin el correspondiente tratamiento de sumergido de la fruta en baño con insecticida que elimine al vector que probablemente pueda portar la misma. Para el resto de la provincia de Misiones también está prohibido la salida de fruta sin el adecuado tratamiento con insecticida ante presencia de inspectores de SENASA o el correspondiente procesado en galpones de empaque. A tal fin, en la zona de General Belgrano se ha montado un empaque de campaña que permite realizar esta operación y de esa manera facilitar la comercialización de frutas a los pequeños propietarios de esta área.

Tabla 6.10. Frecuencia de monitoreos y distancia a partir del foco detectado en junio de 2012 de las plantas cítricas del Depto. Gral. Manuel Belgrano, Misiones que resultaron positivos sobre el número total de muestras según variedades analizadas y edad de las mismas.

Monitoreos	Distancia (Km)	Positivos/Total	Positivos (%)	Muestras Vector	Variedad	Edad Árbol
1º (Junio/12)	Focus	¼	25	0	Mandarina	+ 10
2º (Julio/12)	1,5 km	2/12	18,8	1	Mandarina	+ 10
3º (Agosto/12)	6 Km	6/80	9,4	2	Mandarina	+ 10
4º (Sept./12)	10 km	3/40	8,8	0	Mandarina + lima Rang.	+ 10
5º (Oct./12)	Gral.	5/80	7,9	0	Mandarina + lima Rang.	+ 10
6º (Dic./12)	Gral.	0/22	0	0		
Total		15/238	6,30	0/3		

Vector de HLB: chicharrita de los cítricos o psílido asiático

Los psílidos o chicharritas constituyen un pequeño grupo de hemípteros esternorrincos, de hábito fitófago y con un alto grado de especificidad de hospedantes. En comparación con los pulgones, los psílidos son de relativamente escasa importancia económica. Sin embargo, hay algunas especies que son consideradas como plagas primarias, existiendo casos registrados en cultivos de cítricos, de peras y de manzanas, donde generalmente su ciclo de vida está sincronizado con el de su hospedante (Burckhardt, 1994). Su importancia es que son vectores de una temible enfermedad en los cítricos como el HLB.

Origen y distribución

Diaphorina citri fue descrita para los cítricos en Schinchiku, Taiwán en 1907. El origen geográfico natural es el sur de Asia, probablemente India. A nivel mundial está distribuida en el continente asiático en los países de Arabia Saudita, Yemen, Pakistán, India, Nepal, Bután, Bangladesh, Myanmar, Cambodia, Laos, Tailandia, Vietnam, Filipinas, Indonesia, Malasia, Papúa Nueva Guinea, China y Japón. Además, en el continente americano en EE.UU, México, Cuba, Puerto Rico, región del Caribe, Guatemala, Honduras, Belice, El Salvador, Costa Rica, Venezuela, Colombia, Brasil, Paraguay, Uruguay, Bolivia y Argentina.

En Argentina se registró por primera vez en la década del 80 y actualmente está presente en las provincias de Misiones, Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe, Salta y Jujuy (Halbert and Manjunath, 2004; Vaccaro, 1994; INTA - EEA Bella Vista, 2008).

Nombre de la plaga

Orden Hemiptera, Familia Psyllidae; especie *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908.

Descripción

El ciclo vital de *D. citri* está constituido por el estado de huevo, cinco estadios ninfales y el estado adulto (Aubert, 1987; Liu & Tsai, 2000; Hall *et al.*, 2008). La hembra adulta de la chicharrita de los cítricos es de aproximadamente unos 3-4 mm de largo, siendo los machos por lo general un poco más pequeños, de 2-3 mm de largo. El cuerpo es de color castaño claro con manchas de color castaño oscuro, las alas son transparentes y sólo las anteriores tienen manchas marrones en la periferia (Tsai & Liu, 2000).

Los huevos son alargados con el área basal ancha y aguzada hacia la parte distal. El tamaño medio de los mismos es de 0,31 mm de longitud y cuando están recién depositados tienen color amarillo claro, que se torna naranja brillante cuando están próximos a eclosionar. Las ninfas son aplanadas dorsoventralmente y con patas cortas. Presentan una coloración que usualmente va del amarillo al naranja, aunque en algunos individuos el abdomen es de un color verde azulado. En todos los estadios los ojos son de color rojo (Burckhardt, 1994; Tsai & Liu, 2000; Yamamoto *et al.*, 2001; Halbert & Manjunath, 2004; Childers & Rogers, 2005; Hall, 2008).

Biología

D. citri es una especie polivoltina, llegando a tener alrededor de 10 generaciones por año en condiciones de campo. El ciclo de vida dura entre 15 y 59 días dependiendo de las condiciones ambientales (Mead, 1977; Aubert, 1987; Chen, 1998) (Fotos 100-102).

En el campo, los adultos son frecuentemente encontrados descansando en la porción terminal de las ramas, especialmente debajo de las hojas. Cuando se alimentan introducen las piezas bucales en el tejido vegetal y elevan el abdomen formando un ángulo de 45°, siendo ésta una característica típica de la especie. Son insectos activos, saltan y vuelan cortas distancias cuando son molestados. En lugares con clima templado no presentan

diapausa y pasan como adultos el invierno alimentándose de las hojas maduras de las plantas hospederas cuando no hay disponible nuevas hojas (Vaccaro, 1994; Halbert & Manjunath, 2004; Michaud, 2004).

La longevidad promedio de los adultos es de 60 días, siendo las hembras más longevas que los machos y el ciclo de desarrollo puede iniciarse en cualquier momento del año, basta con que las hembras dispongan de plantas hospederas en estado de brotación. Las hembras grávidas ponen huevos en tejidos terminales de 2 cm de largo, incluyendo los pliegues de las hojas, pecíolos, yemas auxiliares, arriba y debajo de la superficie de las hojas jóvenes y tallos tiernos de las plantas hospederas, así quedan protegidos de las inclemencias ambientales. En ausencia de sitios adecuados, la oviposición se detiene. Durante el período de oviposición, que dura entre 30 y 80 días, una hembra ovipone repetidamente llegando a un total acumulado de entre 200 y 800 huevos, aunque el máximo absoluto registrado es de 1.378 huevos (Tsai & Liu, 2000; Nava *et al.*, 2007; Sétamou *et al.*, 2008).

El período de incubación de los huevos a 25°C es de 2-4 días. Luego de la emergencia, las ninfas se mantienen en los brotes y son difíciles de ver por su forma aplanada y por tender a rodear al brote del que se alimentan. La duración de los estadios ninfales a 25°C es de 13-14 días. Las ninfas del primero y el del segundo estadio se mantienen agregadas y se alimentan dentro de los pliegues de las hojas, ramas terminales y entre las yemas y los tallos tiernos. Tienen poca movilidad y sólo se mueven ante un disturbio o hacinamiento. Las ninfas continuamente excretan una copiosa cantidad de secreción azucarada junto con una sustancia cerosa de las glándulas perianales, que en condiciones de baja humedad son más evidentes. Existe, en algunas ocasiones, una relación mutualista con ciertas hormigas, que se alimentan de estas excreciones azucaradas y en contraparte cuidan las colonias de ninfas de los enemigos naturales (Tsai & Liu, 2000; Michaud & Olsen, 2004; Childers & Rogers, 2005; Hall, 2008).

Los patrones de la emergencia de los machos y hembras son notablemente similares,

sin evidencia de protandria o protoginia. La proporción de sexos por lo general es 1:1, sin embargo, puede registrarse una mayor proporción de machos o hembras según la época del año. Ambos sexos alcanzan la madurez reproductiva a los 2-3 días después de la eclosión (Vaccaro, 1994; Halbert & Manjunath, 2004; Mead, 2007; Wenninger & Hall, 2007; Hall, 2008).

Los adultos de *D. citri* son encontrados todo el año sobre árboles de cítricos o de otras plantas hospederas. Las fluctuaciones poblacionales están íntimamente relacionadas con el ritmo, cantidad y calidad nutricional de brotaciones porque los huevos son colocados exclusivamente en los brotes. El efecto se manifiesta en forma de picos poblacionales coincidentes con los períodos de crecimiento vegetativo y brotación habitual de los cítricos, durante primavera y verano. Los picos poblacionales pueden ocurrir en otros períodos del año, dependiendo de las condiciones ambientales y de la disponibilidad de brotes jóvenes (Mead, 1977; Tsai *et al.*, 2002; Yamamoto, 2006; Hall, 2008; Hall *et al.*, 2008).

Dentro de las condiciones climáticas, la temperatura es el factor más importante en la biología de *D. citri*, jugando un rol decisivo en las tasas de desarrollo, supervivencia, reproducción y longevidad. Las temperaturas altas y bajas son perjudiciales en las poblaciones: temperaturas menores a 10°C y mayores a 33°C no permiten que completen el desarrollo (Tsai *et al.*, 2002; Nakata, 2006; Nava *et al.*, 2007; Hall, 2008).

La dispersión de *D. citri* dentro de un monte frutal suele ser bastante baja, no suelen moverse largas distancia si no es por alguna perturbación y generalmente la dirección del movimiento es siguiendo la dirección del viento (Chen, 1998; Kobori *et al.*, 2008).

Daños

Tanto las ninfas como los adultos de *D. citri* se alimentan de la savia de las plantas hospederas, para lo cual utilizan su aparato bucal picador-suctor (estilete) que penetra en los tejidos vegetales hasta los vasos floemáticos.

Mientras se alimentan, inyectan fitotoxinas que producen considerables distorsiones en las hojas y brotes, provocando un enrollamiento y mellado en las mismas (Yamamoto *et al.*, 2001; Halbert & Manjunath, 2004; Michaud, 2004; Michaud & Olsen, 2004; Hall *et al.*, 2007). Por otro lado, las ninfas producen grandes cantidades de excreciones azucaradas, que al depositarse en las hojas promueven el crecimiento de hongos negros (fumagina) que pueden limitar la capacidad fotosintética de la planta, con la consecuente reducción de la productividad (Mead, 1977; Yamamoto *et al.*, 2001; Halbert & Manjunath, 2004).

Estos tipos de daño no suelen ser frecuentes y por lo general *D. citri* se presenta localmente en bajas densidades, siendo considerada como una plaga secundaria en los cítricos (Vaccaro, 1994; Halbert & Manjunath, 2004; Nava *et al.*, 2007). No obstante, en los países donde se registra la enfermedad de Huanglongbing (HLB) o “enfermedad del brote amarillo” la especie cobra gran importancia debido a que es el vector más eficiente de la bacteria que la provoca, por lo que es considerada como la plaga más destructiva y consecuentemente la más importante de todas las plagas de los cítricos (Mead, 1977; Vaccaro, 1994; Chen, 1998; Liu & Tsai, 2000; Tsai & Liu, 2000; Yamamoto *et al.*, 2001; Tsai *et al.*, 2002; Ahmed *et al.*, 2004; Halbert & Manjunath, 2004; Michaud & Olsen, 2004; González *et al.*, 2005; Rogers, 2006; Hall *et al.*, 2007; Wenninger & Hall, 2007; Hall *et al.*, 2008; Sétamou *et al.*, 2008).

Tanto los adultos como los estadios ninfales, cuarto y quinto de *D. citri* pueden transmitir el patógeno después de un período de latencia corto (de 1 a 25 días). Una vez adquirida la bacteria, se multiplica en la hemolinfa y glándulas salivales del vector (González *et al.*, 2005). La transmisión es a través de las secreciones salivales cuando el psílido se alimenta. Las ninfas son capaces de retener el patógeno cuando pasan al estado adulto y es posible que lo transmitan apenas emergidos (Halbert & Manjunath, 2004).

D. citri tiene un restringido rango de hospederos sobre los cuales se alimenta y repro-

duce, que incluyen especies cítricas y otras de la familia Rutaceae (Tsai & Liu, 2000; Hall, 2008; Sétamou *et al.*, 2008). Si bien se conocen 58 especies de plantas hospederas, diferentes autores coinciden que *D. citri* presenta preferencias positivas hacia el mirto (*Murraya paniculata* (L.) Jack), mandarina (*Citrus reticulata* Blanco), naranja agria (*C. aurantium* L.) y naranja dulce (*C. sinensis* (L.) Osbeck). No obstante, se la puede encontrar comúnmente en otras especies como: limón (*C. limon* (L.) Burm.), cidra (*C. medica* L.), mandarina King (*Citrus nobilis* Loureiro), mandarina común (*Citrus deliciosa* Tenore), pomelo (*C. paradisi* Macfadyen) y lima (*C. aurantifolia* Swingle) (Aubert, 1987; Vaccaro, 1994; Fabiani *et al.*, 1996; Sétamou *et al.*, 2008).

Monitoreo

Existen varias metodologías para monitorear la chicharrita de los cítricos, aunque no se dispone de trampas específicas para estos insectos. Para monitorear los adultos, en época de brotación de las plantas cítricas pueden realizarse observaciones directamente sobre los brotes, ya que los adultos no sólo van a alimentarse de los tejidos jóvenes, sino que las hembras también van a oviponer. Otro método que es utilizado, en cualquier época del año, es poner una bandeja de color blanco del tamaño de una hoja oficio bajo una rama y golpearla con una varilla plástica, de esta forma los ejemplares caerán sobre la bandeja y podrán ser contados. Para ambos métodos, se recomienda realizar la observación en un mínimo del 5% de los árboles del lote, tomando árboles al azar y haciendo zig-zag entre las líneas (Hall *et al.*, 2007; Stansly *et al.*, 2010).

Para el monitoreo de adultos también pueden utilizarse trampas cromotrópicas de color amarillo, las cuales consisten en una tarjeta plástica con adhesivo en ambas caras (Felippe *et al.*, 2006; Ferreira Filho, 2005; Guajará *et al.*, 2004; Halbert & Manjunath, 2004; Hall *et al.*, 2007; Hall, 2009; Yamamoto *et al.*, 2008). Para un efectivo monitoreo en un lote se recomienda aproximadamente una trampa cada 100 plantas, ubicándose sobre la

periferia de la misma a una altura entre 1,5 y 1,7 m del suelo (Felippe *et al.*, 2006).

La frecuencia de lectura de las trampas debe ser quincenal, al cabo del cual se retiran y se sustituyen por nuevas. Las trampas retiradas se rotulan y embalan con film plástico transparente para no dañar los insectos capturados y facilitar su identificación y registro posteriormente. El monitoreo de los estadios inmaduros de *D. citri*, debe realizarse solamente en época de brotación, que es el estado fenológico de la planta en que esta plaga se reproduce. La identificación de cualquier estadio de la chicharrita de los cítricos puede realizarse en todos los casos con una lupa de mano (10x), o llevar los ejemplares capturados a un laboratorio y hacerse con lupa binocular.

Manejo de la plaga

Criterio de intervención

Por ser vector de una enfermedad, el nivel de daño económico de *D. citri* es 1, es decir, ante la sola presencia de un ejemplar, debe realizarse algún tipo de medida de control. Actualmente, no se disponen de productos químicos autorizados para controlar esta plaga en nuestro país, debido a que la enfermedad no se ha registrado aún.

Control biológico

Se considera que los enemigos naturales juegan un papel importante en la limitación de las fluctuaciones poblacionales de las plagas en el campo (Tsai *et al.*, 2002). Existe una gran diversidad de enemigos naturales que afectan a todos los estadios de desarrollo de la población de *D. citri*. Los depredadores generalistas se alimentan fundamentalmente de los huevos y los estadios ninfales N1 y N2, los parasitoides atacan los estadios ninfales N3, N4 y N5, y los hongos entomopatógenos afectan negativamente tanto a ninfas como a los adultos (Halbert & Manjunath, 2004; González *et al.*, 2005).

Dentro de los depredadores generalistas registrados en América se reporta un gran número de artrópodos que se alimentan de ninfas de *D. citri* desarrollándose exitosamente.

Entre ellos están incluidos varias especies de crisopas (*Ceraeobrysa* sp. y *Chrysoperla rufilabris*, *Chrysopodes lineafrons*, *Leucochrysa gemina*), arañas (*Hibana velox*) y sírfidos (*Allograpta* spp., *Pseudodorus clavatus*, *Toxomerus dispar*). También varias especies de “vaquitas de San Antonio”, como las especies del género *Scymnus*, *Curinus coeruleus*, *Eriopis connexa*, *Exochomus childreni*, *Hippodamia convergens*, *Harmonia axyridis*, *Olla v-nigrum*, *Cycloneda sanguinea* y *Coelophora inaequalis* (Halbert & Manjunath, 2004; Michaud, 2004; Gravena, 2006; INTA - EEA Bella Vista, 2008).

Los hongos entomopatógenos pueden ser un factor de mortalidad muy importante de *D. citri*. La mortalidad de las ninfas puede alcanzar entre 60-70% en lugares donde la humedad relativa diaria excede el 87,9%. Entre las especies registradas en América se pueden mencionar a *Beauveria bassiana*, *Hirsutella citriformis*, *Cladosporium* sp. nr. *Oxysporum* y *Capnodium citri*, pero en ninguno de los casos se menciona que se realizó control de *D. citri* mediante pulverizaciones con estos hongos entomopatógenos (Aubert, 1987; Halbert & Manjunath, 2004; Gravena, 2006; INTA, 2008).

Entre los parasitoides registrados para *D. citri*, en 1999 fueron importados a Florida dos especies, *Tamarixia radiata* que es un ectoparásito proveniente de Taiwán y Vietnam y *Diaphorencyrtus aligarhensis*, endoparásito proveniente de Taiwán. Ambos parasitoides fueron liberados en Florida, pero aparentemente sólo *T. radiata* se estableció (Mead, 1977; McFarland & Hoy, 2001; Halbert & Manjunath, 2004).

T. radiata tiene la ventaja de producir dos generaciones por cada generación de *D. citri*, ya que se desarrolla en 9 días a 25°C, y en 8,5 días a 30°C. Vive entre 12 y 24 días y prefieren oviponer en los estadios ninfales tardíos (N3, N4 y N5), pero presenta una preferencia por el estadio N5 de su hospedero. Una hembra de *T. radiata* puede colocar hasta 300 huevos a una razón de un huevo por ninfa de *D. citri*, el cual es depositado entre el tórax y el abdomen de la ninfa. La larva se alimenta de ella hasta matarla. Además del parasitismo, las hembras de *T. radiata* matan a otras ninfas

perforando sus tejidos para alimentarse de la hemolinfa. Combinando estos comportamientos, alimentación y ovoposición, una hembra puede destruir 500 ninfas en toda su vida (McFarland & Hoy, 2001; Michaud, 2004; González *et al.*, 2005; Gómez Torres *et al.*, 2006; Qureshi *et al.*, 2009).

En Brasil se programó la introducción de *T. radiata* desde Florida pero se observó la ocurrencia natural del parasitoide en octubre de 2004. También en la Argentina este parasitoide fue registrado sin haber mediado una introducción intencional y programada (Vacaro & Bouvet, 2005).

Hasta el presente, el efecto del parasitoide sobre las poblaciones de las chicharritas de los cítricos es muy controversial y variable. En algunos países se registra un bajísimo porcentaje de parasitismo, en cambio algunos investigadores consideran que en presencia de *T. radiata*, *D. citri* es incapaz de incrementar sus poblaciones, con porcentajes de parasitismos de hasta el 80% (Halbert & Manjunath, 2004; Gómez Torres *et al.*, 2006; Pluke *et al.*, 2008).

Si bien la aplicación de técnicas de control biológico no erradica totalmente la plaga que pretende controlar, bajo la situación que actualmente se vive en nuestro país, hay que considerar esta técnica como la mejor medida para bajar los niveles poblacionales de *D. citri*, de manera que si ingresa a las plantaciones de cítricos, no pueda diseminarse por esta vía.

Situación en Argentina

El primer registro de la chicharrita de los cítricos en Argentina, se realizó por una investigadora del INTA - EEA Concordia, Entre Ríos hace más de dos décadas (Vacaro, 1994). Actualmente, se la encuentra en los departamentos de Federación, Concordia y Colón, donde están concentradas las plantaciones de cítricos y desde la Sección de Entomología de la EEA Concordia se realizan estudios para conocer algunos aspectos de la biología y el comportamiento de esta plaga en la provincia.

En base a los monitoreos que se han realizado, *D. citri* es una plaga que se encuentra frecuentemente en las plantaciones de cítricos

en la región, preferentemente en las de naranja de verano. La dispersión dentro de los lotes es baja, como producto de la protección de las cortinas rompeviento. Debido a que la reproducción está asociada a la brotación de su hospedero, sus picos poblacionales ocurren en esos períodos, hasta en brotaciones atípicas como la que ocurrió en junio del año 2006. Pero, al igual que sucede con otras plagas, la reproducción en la brotación de primavera es baja porque las temperaturas no son las óptimas.

Según los datos de temperatura registrados en la estación agrometeorológica de la EEA Concordia y bibliografía consultada, las condiciones climáticas en la región suelen estar dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de *D. citri*. Se calculó que la supervivencia es alta, con valores mínimos de 35% y máximos de 72%. Además, se sugiere que la longevidad superaría los 4 meses y que las hembras podrían llegar a oviponer hasta 730 huevos. Por otro lado, pueden completar su ciclo en aproximadamente 23 días, dependiendo de las temperaturas, siendo el mínimo de 14 días (generalmente en enero). Según la cantidad de grados-día acumulados y la disponibilidad de brotes, *D. citri* podría llegar a cumplir un mínimo de 12 generaciones anuales.

Respecto a los enemigos naturales, se han registrado pocas especies, siendo la avispa parasitoide, *T. radiata*, la más abundante aunque en muy baja densidad relativa y de forma agregada. Debido a que la abundancia de *D. citri* es generalmente baja, no se realiza control químico para este insecto, pero las pulverizaciones para otras plagas como minador de la hoja de los cítricos y pulgones afectan significativamente a sus niveles poblacionales. Relevamientos de la presencia de *D. citri* en las diferentes regiones cítricas del país realizado por SENASA, muestran un grado de distribución no uniforme según cada región cítrica e inversamente a lo determinado por modelización agroclimática realizada en la provincia de Misiones, acá es donde menos detecciones se han realizado siendo éstas principalmente en zonas urbanas y en hospedero alternativo como el mirto.

Bibliografía

- AHMED, S.; AHMAD, N. and R.R. KHAN. 2004. Studies on Population dynamics and chemical control of *citrus psylla*, *Diaphorina citri*. International Journal of Agriculture and Biology. 6(6): 970-973.
- AUBERT, B. 1987. Le greening, une maladie infectieuse des agrumes, d'origine bactérienne, transmise par des Homoptères psyllidés. Stretégie de lutte développée à l'Île de la Réunion Circonstances épidémiologiques en Afrique/Asie et modalités d'internetion. IRFA/CIRAD-B.P. 180-97455. Saint Pierre Cedex. 185 pp.
- BURCKHARDT, D. 1994. Psyllid pest of temperate and subtropical crop and ornamental plants (Hemiptera, Psylloidea): A review. Entomol. (Trends in Agril. Sci). 2: 173-186.
- CHEN, CH. 1998. Ecology of insect vectors of citrus systemic diseases and their control in Taiwan. Managing banana and citrus diseases. Proceedings of Disease Management of Banana of Citrus Through the Use of Disease-free Planting Materials. Davao City, Philippines. pp. 62-66.
- CHILDERS, C.C. and M.E. ROGERS. 2005. Chemical control and management approaches of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) in Florida citrus. Proc. Fla. State Hort. Soc. 118: 49-53.
- FABIANI, A.; MIKA, R.; LAROCCA, L. y C. ANDERSON. 1996. Los Cítricos. *En*: Manual para productores de Naranja y Mandarina de la región del Río Uruguay. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 238 p.
- FELIPPE, M.R.; UEHARA-CARMO, A.; RUGNO, G.R.; COELHO, J.H.; XIMENES, N.L.; GARBIN, L.F. e P.T. YAMAMOTO. 2006. Influência de las armadilhas adesivas amarelas na flutuação populacional de insetos vetores da CVC e HLB (Hemiptera: Cicadellidae e Psyllidae) na bordure e área central de pomar cítrico. Huanglongbing Greening Workshop International. Riberão Preto, SP, Brazil. p.100.
- FERREIRA FILHO, P.J. 2005. Estudo de populações do psílideo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e de seu parasitoide, *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em floresta de *Eucalyptus camaldulensis* por dois métodos de amostragem. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Agronomia Proteção de Plantas. Botucatu, Brasil. 52 pp.
- GONZÁLEZ, C.; HERNÁNDEZ, D.; CABRERA, R.I. y J.R. TAPIA. 2005. *Diaphorina citri* Kuw., inventario y comportamiento de los enemigos naturales en la citricultura cubana. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. FAO Cuba. 11 pp. <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5279/FAODiaphorina.pdf>
- GRAVENA, S. 2006. Huanglongbing - o controle biológico do vetor no Estado de São Paulo, Brasil. Huanglongbing Greening Workshop International. Riberão Preto, SP, Brazil. p. 54.
- GUAJARÁ, M.; DE CARVALO, A.G.; SANTOS, W. e K. GONÇALVES. 2004. Resposta de *Euphalerus clitoriae* (Hemiptera: Psyllidae) a armadilhas adesivas de diferentes cores. Revista Árvore. 28 (1): 117-120.
- HALBERT S. E. and K.L. MANJUNATH. 2004. Asian citrus psyllid (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. Florida Entomologist. 87 (3): 330-352.
- HALL, D.G. 2008. Biology, History and World status of *Diaphorina citri*. I taller Internacional sobre Huanglongbing de los cítricos (*Candidatus Liberobacter* spp.) y el psílido de los cítricos (*Diaphorina citri*). Hermosillo, Sonora, México. 11 pág.
- HALL, D.G. 2009. An assessment of yellow sticky card traps as indicators of the abundance of adult *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. Journal of Economic Entomology. 102 (1): 446-452.
- HALL, D.G. and L.G. ALBRIGO, 2007. Estimating the relative abundance of flush shoots in citrus with implications on monitoring insects associated with flush. HortSciencie. 42(2): 364-368.

- HALL, D.G.; HENZT, M.G. and R.C. ADAIR. 2008. Population ecology and phenology of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in two Florida citrus groves. *Environmental Entomology*. 37(4): 914-924.
- HALL, D.G.; HENZT, M.G. and M.A. CIOMPERLIK. 2007. A comparison of traps and stem tap sampling for monitoring adult asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. *Florida Entomology*. 90(2): 327-334.
- INTA - EEA BELLA VISTA. 2008. Primera reunión de entomólogos dedicados al estudio del insecto vector de HLB. Publicación Técnica N° 29. INTA - EEA Bella Vista, Corrientes 17 y 18 de septiembre de 2008. <http://www.inta.gov.ar/bellavista/info/documentos/citricos/ST29.pdf>
- KOBORI, Y.; NAKATA, T.; OHTO, Y. and F. TAKASU. 2008. Ecological studies on initial invasion of *Diaphorina citri* into the newly planting citrus fields. International Research Conference on Huanglongbing. Orlando, Florida. Proceedings of de Meeting. p. 220.
- LIU, Y.H. and J.H. TSAI. 2000. Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). *Ann. Appl. Biol.* 137: 201-206.
- McFARLAND, C.D. and M.A. HOY. 2001. Survival of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae), and its two parasitoids, *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Hymenoptera: Encyrtidae), under different relative humidities and temperatures regimes. *Florida Entomology*. 84(2): 227-233.
- MEAD, F.W. 1977. The asiatic citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). *Entomology Circular* N°180. Fla. Dept. Agric. & Consumer Serv., Division of Plant Industry. pp 4.
- MEAD, F.W. 2007. Asian Citrus Psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Insecta: Homoptera: Psyllidae). University of Florida. IFAS Extension. EENY-033. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN16000.pdf>
- MICHAUD, J.P. 2004. Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in central Florida. *Biological Control*. 29: 260-269.
- MICHAUD, J.P. and L.E. OLSEN. 2004. Suitability of citrus psyllid, *Diaphorina citri*, as prey for ladybeetles. *BioControl*. 49: 417-431.
- NAKATA, T. 2006. Temperature-dependent development of the citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psylloidea), and the predicted limit of its spread based on overwintering in the nymphal stage in temperate regions of Japan. *Applied Entomology and Zoology*. 41(3): 383-387.
- NAVA, D.E.; TORRES, M.L.G.; RODRIGUEZ, M.D.L.; BENTO, J.M.S. and J.R.P. PARRA. 2007. Biology of *Diaphorina citri* (Hem., Psyllidae) on different host and different temperatures. *J. Appl. Entomol.* 131(9-10): 709-715.
- PLUKE, R.W.H.; QURESHI, J.A. and P.A. STANSLY. 2008. Citrus flushing patterns, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and parasitism by *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in Puerto Rico. *Florida Entomologist*. 91 (1): 36-42.
- QURESHI, J.A.; ROGERS, M.E.; HALL, D.G. and P.A. STANSLY. 2009. Incidence of invasive *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) and its introduced *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) in Florida citrus. *J. Econ. Entomol.* 102(1): 247-256.
- ROGERS, M.E. 2006. Programas de manejo integrado para control do psilídeo asiático do citros na Florida. Huanglongbing Greening Workshop International. Riberão Preto, SP, Brazil. p. 58.
- SÉTAMOU, M.; SANCHEZ, A.; PATT, J. and E. LOUZADA. 2008. Diurnal patterns in flight activity and effect of light on host finding behavior of the Asian citrus psyllid. International Research Conference on Huanglongbing. Orlando, Florida. Proceedings p. 225.

- STANSLY, P.; AREVALO, A. and J. QURESHI. 2010. Monitoring methods for Asian citrus psyllid Citrus Industry. April.
- TORRES GOMEZ, M.L.; NAVA, D.E. e J.P.R PARRA. 2006. Técnica de criação de *Tamarixia radiata* e porcentagem de parasitismo em pomares de citros no Estado de São Paulo, Brasil. Huanglongbing Greening Workshop International. Riberão Preto, SP, Brasil. p. 103.
- TSAI, J.H.; WANG, J.J. and Y.H. LIU. 2002. Seasonal abundance of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Southern Florida. Florida Entomologist. 85(3): 446-451.
- TSAI, J.H. and Y.H. LIU. 2000. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on four host plants. Journal of Economic Entomology. 93(6): 1721-1725.
- VACCARO, N.C. 1994. Comportamiento y difusión de la “Chicharrita de los Citrus”, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Diaphoridae) en la zona cítrica de Entre Ríos. Carpeta citrícola: Guía de Enfermedades y Plagas y su control. ISSN 0826-3282. N° 27. 3 pp.
- VACCARO, N.C. y J.P. BOUVET. 2005. Registro de un Enemigo Natural de la Chicharrita de los Cítricos en Entre Ríos. v Congreso Argentino de Citricultura. Concordia, Entre Ríos, Argentina. N°325.
- WENNINGER, E.J. and D.G. HALL. 2007. Daily timing of mating and age at reproductive maturity in *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). Florida Entomologist. 90 (4): 715-722.
- YAMAMOTO, P.T. 2006. Controle químico de *Diaphorina citri* no Brasil. Huanglongbing Greening Workshop International. Riberão Preto, SP, Brazil. p. 56.
- YAMAMOTO, P.T.; FELIPPE, M.R.; RUNGO, G.R.; BELOTI, V.H.; COELHO, J.H.C.; XIMENES, N.L.; GARBIM, L.F. e A. CARMO-UEHARA. 2008. Population Dynamics of *Diaphorina citri* in Citrus Orchard in São Paulo State, Brazil. International Research Conference on Huanglongbing. Orlando, Florida. Proceedings of de Meeting. p. 222.
- YAMAMOTO, P.T.; PAIVA, P.E.B. e S. GRAVENA. 2001. Flutuação Populacional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) em Pomares de Citros na Região Norte do Estado de São Paulo. Neotropical Entomology. 30(1): 165-170.

Riesgo agroclimático de las áreas cítrícolas de Argentina en relación a la abundancia del vector de HLB: *Diaphorina citri* Kuwayama

Numerosos organismos causan pérdidas económicas en las plantaciones de cítricos en todo el mundo, pero en los últimos años se ha centrado la atención en el psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), que constituye una de las plagas más devastadoras para la citricultura mundial, no sólo por los daños provocados por su alimentación, sino por ser un eficiente vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter*, causante de la enfermedad llamada Huanglongbing (HLB), ex «Greening», considerada como una de las más destructivas y letales de los cítricos (Alemán *et al.*, 2007). La enfermedad, originaria de Asia, fue reportada en el 2004 en San Pablo, Brasil y posteriormente en el año 2005, en Florida, Estados Unidos, siendo considerada plaga cuarentenaria de la Argentina hasta la actualidad.

D. citri ha estado presente en Brasil por más de 60 años y se ha difundido a otros países de América del Sur y Central, el Caribe y los estados de Florida y Texas en Estados Unidos (Gottwald *et al.*, 2007). En Argentina el insecto fue citado por primera vez en 1984 (Vaccaro, 1994), para el noreste argentino, en la provincia de Entre Ríos. En base a monitoreos actuales del insecto, en Argentina se observa presencia de *D. citri* en la provincia de Corrientes, noreste de Entre Ríos, centro y sur de Misiones, noreste de Santa Fé, este de Chaco y centro de Formosa. En el noroeste argentino (NOA) se ha constatado la presencia del vector en el sureste de Jujuy y noreste de Salta (Augier *et al.*, 2006; Cáceres *et al.*, 2005; INTA - EEA Bella Vista, 2008). Sin embargo, hasta el momento no se ha detectado en Argentina la presencia de *Trioza erytreae*, conocido como psílido africano de los cítricos, el otro vector de importancia de HLB (Sinavimo, 2009).

Los adultos de *D. citri* viven entre uno y dos meses en dependencia de la temperatura y la planta hospedante en la que se alimenten (Liu & Tsai, 2000). La longevidad promedio

para la hembra es de 39,6 a 47,5 días a una temperatura de 25°C, pudiendo sobrevivir por varios meses esperando hasta que llegue el periodo de brotación de las plantas hospedantes. El desarrollo desde huevo hasta adulto requiere de 16 a 17 días a una temperatura de 25°C. Los adultos se pueden encontrar en condiciones naturales durante todo el año, depositando huevos dondequiera que haya brotes disponibles, desarrollándose sobre plantas hospedadoras de la familia Rutaceae, con preferencia por los cítricos y la planta ornamental *Murraya paniculata* (mirto) (Cáceres *et al.*, 2005; Alemán *et al.*, 2007). El periodo de oviposición es de 17 a 60 días (Fernández & Miranda, 2005).

D. citri no tiene diapausa y sus poblaciones declinan en los periodos en que las plantas no están en brotación. No obstante ello, tanto las altas como las bajas temperaturas son perjudiciales para el incremento de su densidad poblacional. En China se determinó que la población de *D. citri* fluctúa en relación con la temperatura y la humedad relativa ambiente, considerando a su vez que la temperatura es el factor ambiental más importante al limitar su potencial distribución geográfica (Sohail *et al.*, 2004). Anteriormente se había visto que las áreas de distribución potencial del vector se ajustan a los lugares en los que las bajas temperaturas se encuentran dentro de la tolerancia de los adultos invernantes (Xu, 1985). Inviernos con bajas temperaturas e intensas fluctuaciones de temperatura ocasionarían una elevada mortalidad de las poblaciones invernantes (Xie *et al.*, 1989; Huang *et al.*, 1992). En tal sentido, se propone que una temperatura mínima mensual promedio de 6,4°C, puede ser utilizada como el factor limitante a la distribución geográfica del psílido, en lugar de la temperatura media diaria superior a 10°C (Zhu, 1993).

Por otro lado se vio que las altas temperaturas y elevada humedad relativa ambiente, tienen un enorme impacto negativo sobre las poblaciones de *D. citri*, en contraste con los efectos negativos que las altas temperaturas y la baja humedad relativa tienen sobre *Trioza erytreae* en los países de África (Yang, 1989). En tal sentido, se determinó la existencia de

una correlación negativa entre la abundancia poblacional de *D. citri* y la humedad relativa (Sohail *et al.*, 2004). Valores de precipitación mensual superior a 150 mm disminuyen drásticamente la densidad de ninfas y huevos, debido a un efecto de volteo por lavado, dado que *D. citri* ovipone en brotes superiores de la planta, quedando las ninfas completamente expuestas al impacto de la lluvia (Aubert, 2009).

Estudios en laboratorio del desarrollo, supervivencia, longevidad, reproducción y parámetros de la tabla de vida del insecto entre los 10 y 33°C, revelan interesantes resultados. Las poblaciones colocadas a temperaturas de 10°C y 33°C no se desarrollaron. Entre 15 y 30°C, el período promedio de desarrollo desde huevo hasta adulto varió de 49,3 días a 15°C hasta 14,1 días a 28°C. Los umbrales de temperatura inferior fueron estimados para los estadios ninfales 1° al 5° en 11,7°C, 10,7°C, 10,1°C, 10,5°C y 10,9°C, respectivamente (Liu & Tsai, 2000).

En el sur del estado de Florida, EEUU, se observó que las fluctuaciones poblacionales de *D. citri* estuvieron estrechamente relacionadas con la disponibilidad de brotes en mirto, debido a que la oviposición y desarrollo de ninfas tiene lugar exclusivamente en brotes. A su vez se encontró una correlación positiva con la temperatura mínima y lluvia semanales moderadas. La ocurrencia de temperaturas mínimas semanales menores a 15°C y la ausencia de lluvias acumuladas significativas provocaron el descenso de los niveles poblacionales de *D. citri* (Tsai *et al.*, 2002). Además otros estudios revelaron que el período de pre-oviposición y la mortalidad de hembras de *D. citri* decrecieron al incrementarse la duración del fotoperíodo (Yang, 1989).

En Taiwán, se estudió el desarrollo, sobrevivencia, longevidad, fecundidad y densidad poblacional de *D. citri* a 16, 20, 24, 28 y 32°C sobre mirto, mandarina (*Citrus reticulata* Blanco) y kumquat (*Fortunella margarita* Lour.). El período promedio de desarrollo de huevo a adulto varió entre 56,6; 59,9 y 56,7 días a 16°C, 15,5 y 15°C respectivamente, mientras que a 28°C el período duró 14,6

días. Las respectivas temperaturas base inferior para huevo, ninfas y adulto fueron 11,25, 12,75 y 13°C. La suma térmica acumulada (GD) para que *D. citri* complete un ciclo de desarrollo fue de 250 GD, en los tres hospedantes considerados. Asimismo, los adultos criados a 16°C y 32°C, sufrieron limitaciones en sus tasas de supervivencia y reproducción. Este estudio concluyó que el rango óptimo para el crecimiento poblacional de *D. citri* fue de entre los 24 y los 28°C, siendo el mirto la planta hospedante donde el insecto logró las mayores tasas de incremento poblacional (Fung y Chen, 2006).

Más recientemente, en Brasil se estudió el efecto de tres hospedantes vegetales: lima Rangpur (*C. limonia* Osb.), mirto (*Murraya paniculata* L. Jack) y mandarina Sunki (*C. sunki* (Suenkat, Sunkat), y siete temperaturas diferentes sobre la biología de *D. citri*. En este estudio, los autores determinaron una temperatura base de desarrollo para los estados de huevo y ninfa de 12°C y 13,9°C, respectivamente; mientras que la suma térmica requerida para completar cada uno de los referidos estados fue de 52,6 y 156,9 GD. Como valor promedio de temperatura base y suma térmica para el ciclo biológico completo *D. citri*, desde el estado huevo hasta la eclosión de adultos, consideraron los valores de 13,5°C y 210,9 GD, respectivamente (Nava *et al.*, 2007).

Trabajos previos realizados para eucalipto y pecán, permitieron establecer mediante una metodología similar a la empleada en este trabajo, áreas de aptitud agroclimática en la Región Pampeana y del Noreste Argentino, para la implantación de las especies de referencia (Moschini *et al.*, 2000; Conti *et al.*, 2004; Conti *et al.*, 2008). Se evaluó el riesgo climático de las regiones sojeras argentinas respecto a la roya asiática, considerando los elementos que limitan la sobrevivencia invernal del patógeno y los favorables a la producción de eventos infectivos en el cultivo, analizando la frecuencia de ocurrencia de ambas fases (Moschini, 2007). Una metodología similar a la planteada en estos trabajos se intenta desarrollar para el insecto vector del HLB. Por lo tanto se trató de delimitar

áreas de riesgo agroclimático para la presencia y abundancia de *D. citri*, para las principales zonas cítricas argentinas, tales como centro-norte de la Región Pampeana, NEA y NOA. Esto se realizó en base a los valores de índices de riesgo (IRA) que consideraron la influencia relativa de diversos factores climáticos sobre el insecto vector, con respecto al sitio patrón, Campinas (Brasil).

Factores agroclimáticos

Los factores agroclimáticos considerados en este estudio fueron procesados a partir de información diaria de temperatura máxima (TX), temperatura mínima (TN) y humedad relativa (HR), de 44 estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), para la serie 1971-2008 distribuidas a lo largo de la zona a considerar.

Para el diseño del modelo se consideraron los siguientes cinco factores agroclimáticos:

- I. *NGen*: Número de generaciones potenciales en base a los grados día (GD) necesarios para el desarrollo de una cohorte, desde el estado de huevo a adulto. La temperatura base considerada para el cálculo fue de 13,5°C y un valor promedio de suma térmica de 211 GD (Nava *et al.*, 2007). Para el cálculo de los grado día se consideró la fórmula $GD = GD + (Td - 13,5^\circ C)$, siendo Td la temperatura media diaria calculada como: $Td = (TX + TN) / 2$.
- II. *DT*: Número de días con registro de $TN > 15^\circ C$ y $TX < 32^\circ C$ (Liu & Tsai, 2000; Fung & Chen, 2006).
- III. *DTHR*: Número de días con registro de $TN > 18^\circ C$ y $TX < 30^\circ C$ (Nava *et al.*, 2007) y humedad relativa en el rango 43 a 85% (Yang, 1989).
- IV. *DSAc*: Déficit de saturación acumulado. Se acumulan diariamente los valores de déficit de saturación mediante la siguiente fórmula: $DS = pvs \cdot (100 - HR / 100)$, donde pvs es la presión de vapor saturado a la temperatura media (Td) y HR es la humedad relativa media (promedio tridiurno). $pvs = 6,11 \cdot \exp [(17,27 \cdot Td) / (237,3 + Td)]$. (Aubert, 2009).

V. *PrM*: Precipitación mensual. Se calculó el número de años con precipitación mensual > 1 mm y < 150 mm, para los meses de septiembre (n09), octubre (n10), noviembre (n11), abril (n04) y mayo (n05), para la serie histórica 1971-2008 (n=37). Seguidamente, se obtuvo el valor medio de las proporciones mensuales: $PrM = (n09/37 + n10/37 + n11/37 + n04/37 + n05/37) / 5$ (Aubert, 1987).

Los valores de los cinco factores agroclimáticos se calcularon anualmente en el período primavera-estivo-otoño, tomando como fecha de inicio el momento en que se acumularon 100 GD (Td base citrus: 12,5°C) desde el 1 de julio y como fecha de finalización el día 31 de mayo, lapso en el cual se deberían concentrar las brotaciones de especies cítricas y del hospedante alternativo (mirto). Para la serie 1971-2008 se analizaron en total 37 ciclos de crecimiento.

Sitio patrón

A fin de establecer comparaciones de riesgo agroclimático entre distintas regiones cítricas argentinas, se eligió un sitio patrón donde las condiciones de desarrollo para las poblaciones de *D. citri* y el desarrollo epidemiológico del HLB se consideran óptimas. En base a antecedentes bibliográficos y consulta a especialistas, el sitio elegido fue Campinas, estado de San Pablo, Brasil (Lat. 23,5°; Long. 47,133° o; elevación 66 msnm) (Fig. 6.8). Para la serie histórica 1973-2008 se calculó el valor mediano (Mnac) de de cuatro factores agroclimáticos (NGEN, DT, DTHR y DSAC), a partir de la base de datos climáticos disponibles en el sitio web del NOAA Satellite and Information Service (www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/climatedata).

Valores mensuales de precipitación de Campinas de la serie histórica 1988-2009, 21 ciclos primavera-estivo-otoño, fueron obtenidos del sitio web Agritempo de Brasil (www.agritempo.gov.br). Para esta serie de precipitaciones de Campinas, el valor máximo de PrM (PrMc=0,8) y por lo tanto de mayor riesgo respecto al vector, se obtuvo prome-

diando las proporciones mensuales de 5 meses: septiembre, octubre, noviembre, abril y mayo. Siendo utilizados por esta razón en la construcción del factor v: PRM.

Índice de Riesgo Agroclimático (IRA)

Para cada una de las estaciones meteorológicas y factor agroclimático (NGEN, DT, DTHR, DSAC Y PRM), se calculó el valor proporcional medio (p) respecto a la mediana del factor en Campinas (pNGEN, pDT; pDTHR; pDSAC; pPRM). Siendo $p = (\sum 1^{37} \text{valor por ciclo del factor} / \text{mnac}) / 37$.

Si el valor de cada uno de los 37 ciclos considerados para uno de los factores es mayor a la mediana en Campinas (mnac), se consideró dicha proporción por ciclo igual a 1. Para calcular pDSAC se trabajó de la siguiente forma: $pDSAC = (\sum 1^{37} \text{mnac} / \text{valor por ciclo de DSAC}) / 37$. Si el valor por ciclo (37 ciclos) del factor es menor a la mediana en Campinas (mnac), entonces la proporción por ciclo es igual a 1.

El índice de riesgo agroclimático (IRA 1 e IRA 2), cuyos valores oscilan entre 0: sin riesgo a 1: máximo riesgo, se calcularon de la siguiente forma:

$$IRA1 = (pNGEN + pDT + pDTHR + pDSAC) / 4$$

$$IRA2 = (pNGEN + pDT + pDTHR + pDSAC + pPRM) / 5$$

La representación espacial de los valores de IRA se realizó mediante la confección de una grilla con un variograma lineal, procedimiento "Krigado", sobre la totalidad de las regiones, utilizando el programa Surfer 8. El procesamiento de los factores agroclimáticos y la obtención de los valores de IRA de cada estación meteorológica, se realizó mediante el lenguaje del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1988).

Los valores mediana (mnac) de los cuatro factores agroclimáticos analizados en Campinas, Brasil fueron: I) NGEN= 13,7; II) DT=177 días; III) DTHR= 28 días; IV) DSAC= 2418,63 hpa. Los valores proporcionales medios (p) de cada factor (pNGEN, pDT; pDTHR; pDSAC y pPRM) y los de ambos índices de riesgo agroclimático (IRA1 y IRA2), por estación meteorológica argentina, se presentan en la Tabla 6.11.

En las Figuras 6.8 a 6.10 se muestran las interpolaciones generadas por el procedimiento de krigado para cada valor proporcional medio (p) respecto a la mediana del factor en Campinas (pNGEN, pDT; pDTHR; pDSAC), de 44 estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), para la serie 1971-2008.

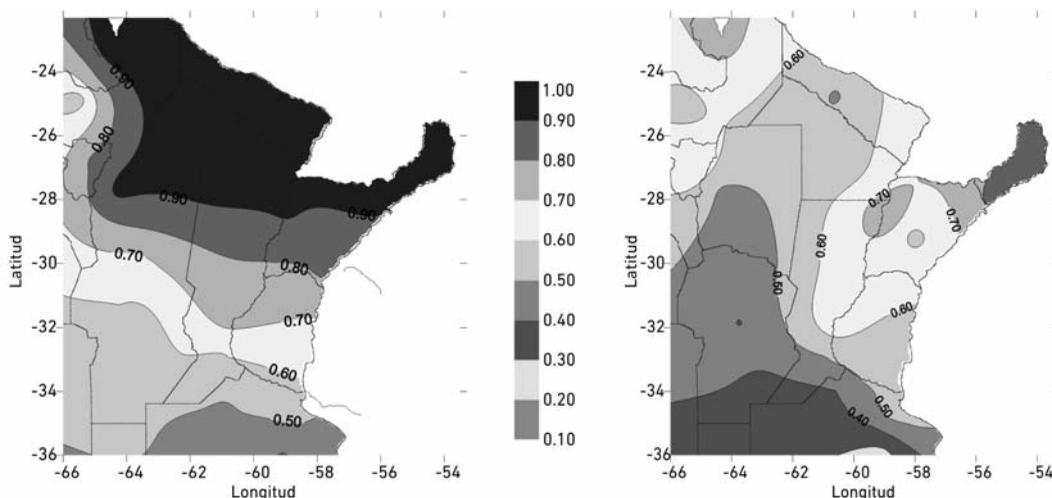


Figura 6.8. Valor proporcional medio de los factores NGEN (izquierda) y DT (derecha) respecto a la mediana de dichos factores en Campinas (Brasil). NGEN: número de generaciones potenciales (211 GD/generación); tb: 13,5°C; DT: días con registro de Tn>15°C y Tx<32°C.

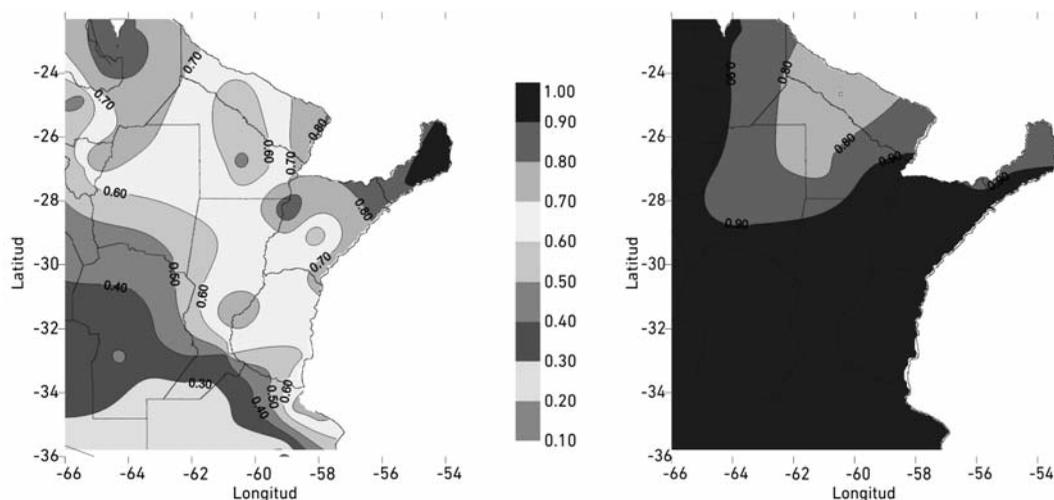


Figura 6.9. Valor proporcional medio de los factores $DTHR$ (izquierda) y $DSAC$ (derecha) respecto a la mediana de dichos factores en Campinas (Brasil). $DTHR$: días con $T_m > 18^\circ C$ y $T_x < 30^\circ C$ y humedad relativa en el rango 43-85%; $DSAC$: se acumulan diariamente los valores de déficit de saturación: $DS = pvs \cdot (100 - HR/100)$, donde $pvs = 6,11 \cdot \exp[(17,27 \cdot Td) / (237,3 + Td)]$.

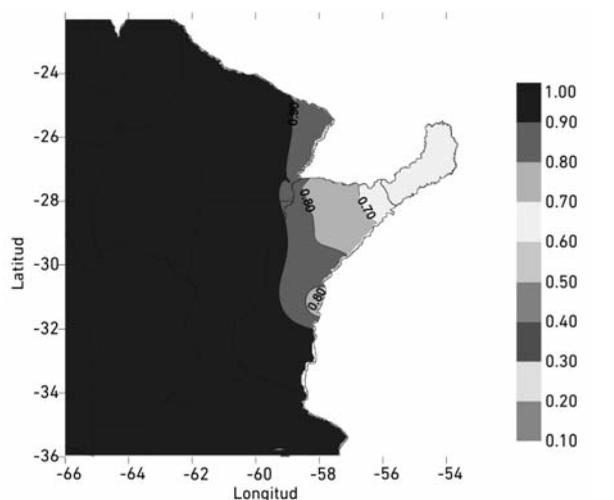


Figura 6.10. Valor proporcional medio del factor PRM , número de años con precipitación mensual > 1 mm y < 150 mm, respecto al valor de mayor riesgo observado ($PRM=0,8$) en Campinas, Brasil. El factor fue calculado para los meses de septiembre ($n09$), octubre ($n10$), noviembre ($n11$), abril ($n04$) y mayo ($n05$), para la serie histórica 1971-2008 ($n=37$). $PRM = (n09/37 + n10/37 + n11/37 + n04/37 + n05/37) / 5$.

Tabla 6.11. Valores proporcionales medios (p) de cada una de las estaciones meteorológica argentinas con respecto a la mediana de cada factor en Campinas (pNGen, pDT; pDTHR; pDSAc y pPrM) y de ambos índices de riesgo agroclimático (IRA1 = (pNGen+ pDT+pDTHR+pDSAc)/4; IRA2 = (pNGen+ pDT+pDTHR+ pDSAc+pPrM)/5), por estación meteorológica.

Sitio	pNGen	pDT	pDTHR	pDSAc	pPrM	IRA1	IRA2
Orán	0.9949	0.7337	0.9414	0.9072	1	0.8943	0.9154
B. Vista	0.9198	0.7903	0.9775	0.9569	0.8649	0.9111	0.9019
Tartagal	0.9776	0.7123	0.8964	0.9031	1	0.8724	0.8979
Tucumán	0.8247	0.6793	0.8243	0.9764	1	0.8262	0.8609
Formosa	0.9978	0.6919	0.9009	0.884	0.7905	0.8686	0.853
C.Benítez	0.9612	0.681	0.7883	0.9547	0.8784	0.8463	0.8527
Cerro Azul	0.9328	0.8672	0.982	0.9173	0.5473	0.9248	0.8493
Santa Fé	0.7393	0.6549	0.8559	0.9926	1	0.8107	0.8485
Las Breñas	0.9739	0.5535	0.9009	0.7736	1	0.8005	0.8404
Jujuy	0.7539	0.6432	0.8378	0.9618	1	0.7992	0.8393
M.Caseros	0.8195	0.6775	0.9099	0.9745	0.7973	0.8453	0.8357
Resistencia	0.9495	0.6491	0.7342	0.9499	0.8581	0.8207	0.8282
Corrientes	0.9347	0.6835	0.7477	0.9471	0.8108	0.8283	0.8248
Paso Libres	0.8319	0.6619	0.9144	0.9655	0.75	0.8434	0.8248
Reconquista	0.8327	0.6932	0.6847	0.9856	0.8986	0.799	0.819
Posadas	0.9916	0.7355	0.9234	0.8781	0.5608	0.8822	0.8179
C.Uruguay	0.641	0.5613	0.9099	0.9915	0.9797	0.7759	0.8167
Sgo. Estero	0.9168	0.4764	0.8649	0.8096	1	0.7669	0.8135
Castelar	0.5439	0.5442	0.964	0.9986	1	0.7627	0.8101
Rosario	0.6054	0.5328	0.9009	0.9992	1	0.7596	0.8076
Las Lomitas	1	0.492	0.8288	0.6971	1	0.7545	0.8036
Oliveros	0.6347	0.5662	0.8198	0.9971	1	0.7544	0.8036
Gualeduaychú	0.6391	0.5082	0.8739	0.9903	0.9797	0.7529	0.7982
Ceres	0.7618	0.5343	0.6937	0.9823	1	0.743	0.7944
La Plata	0.4807	0.517	0.964	1	1	0.7404	0.7923
Concordia	0.729	0.5973	0.8739	0.9638	0.7905	0.791	0.7909
Famaillá	0.7587	0.6769	0.473	0.9978	1	0.7266	0.7813
R.Saenz Peña	0.9682	0.515	0.545	0.8549	1	0.7208	0.7767
Mercedes	0.8156	0.5608	0.7477	0.954	0.777	0.7696	0.7711
Río Cuarto	0.5428	0.4674	0.8153	0.9759	1	0.7004	0.7603
Córdoba	0.5984	0.473	0.7387	0.9829	1	0.6983	0.7586
Salta	0.5624	0.5466	0.6261	1	1	0.6838	0.747
V. María	0.6746	0.4422	0.6261	0.9876	1	0.6826	0.7461
M.Juárez	0.6136	0.4721	0.6036	0.9956	1	0.6712	0.737
San Pedro	0.5633	0.5036	0.6036	0.9998	1	0.6676	0.7341
Zavalla	0.5642	0.4718	0.473	1	1	0.6272	0.7018
Manfredi	0.5439	0.3929	0.5541	0.9949	1	0.6214	0.6972
Pergamino	0.5302	0.4049	0.5495	0.9997	1	0.6211	0.6969
Nueve Julio	0.5005	0.3373	0.5991	1	1	0.6092	0.6874
Gral Pico	0.5192	0.3101	0.6171	0.9874	1	0.6085	0.6868
Junín	0.4891	0.3733	0.4685	0.9996	1	0.5826	0.6661
Pehuajó	0.4526	0.3193	0.5495	1	1	0.5804	0.6643
Laboulaye	0.5227	0.3365	0.4369	0.991	1	0.5718	0.6574
Las Flores	0.3906	0.2477	0.3604	1	1	0.4997	0.5997

De acuerdo a la Fig. 6.8 para el período primavera-estivo-otoño, el número de generaciones potenciales (NGen) que puede producir el insecto es muy similar e incluso superior a Campinas en todo el norte argentino. En las áreas citrícolas del NEA, este factor alcanza valores máximos en Misiones y Bella Vista decreciendo gradualmente hacia Monte Caseros, Concordia y San Pedro. La frecuencia de días con temperaturas entre 15°C y 32°C (DT) presenta valores similares a los registrados en Campinas. En Misiones, disminuyendo gradualmente hacia el NE y NO de Corrientes y el sector norte de Salta (Orán y Tartagal). En las mismas zonas la frecuencia de días con temperaturas entre 18 y 30° y humedad relativa entre 43 y 85% (DTHR) resulta muy similar a la registrada en Campinas (valor proporcional del factor superior a 0,80) (Fig. 6.9). La ocurrencia de muy altos registros térmicos y déficit de saturación pronunciado en el oeste de Chaco-Formosa y NE santiagueño, genera limitaciones para el desarrollo poblacional del insecto. Esta condición ambiental no favorable se expresa en los bajos valores de los factores DTHR y DSAC en dicha zona, en comparación con los registros históricos de Campinas.

Como puede observarse en la Fig. 6.12, los menores riesgos para el desarrollo poblacional de *D. citri* se presentan en el extremo noreste del país (NE de Entre Ríos, NE de Co-

rrientes y Misiones), debido a la mayor ocurrencia de lluvias torrenciales, que en este caso serían expresadas como probabilidad de ocurrencia de lluvias mensuales >150 mm, en los meses de septiembre, octubre, noviembre, abril y mayo. Por este factor se diferencia de Campinas, donde se presenta un régimen de precipitación monzónico, con lluvias marcadamente concentradas en diciembre, enero y febrero, de manera similar a buena parte de las regiones citrícolas del NOA.

En la Fig. 6.11 se presenta la distribución espacial de los valores del índice agroclimático I (IRAI), el cual tiene en cuenta la influencia de 4 factores, PNGEN, PDT, PDTHR y PDSAC. Por su similitud con las condiciones climáticas de Campinas que favorecen desarrollo poblacional del insecto vector del HLB, se destacan el sector misionero de Cerro Azul (IRAI: 0,90) y Posadas, Bella Vista (IRAI: 0,89) en Corrientes y Orán (IRAI: 0,88) en Salta, como zonas de máximo riesgo agroclimático. Siguen en importancia, aún con valores de IRAI superiores a 0,80 el extremo este de Formosa y Chaco, el E-SE de Jujuy, el área de salteña de Tartagal (Salta) y Tucumán y el extremo SE de Corrientes (Monte Caseros: IRAI: 0,81). Las zonas citrícolas pampeanas gradualmente disminuyen el riesgo agroclimático en comparación con Campinas (Brasil). Concordia observa un IRAI de 0,74 disminuyendo a 0,63 en San Pedro (Pcia de Buenos Aires).

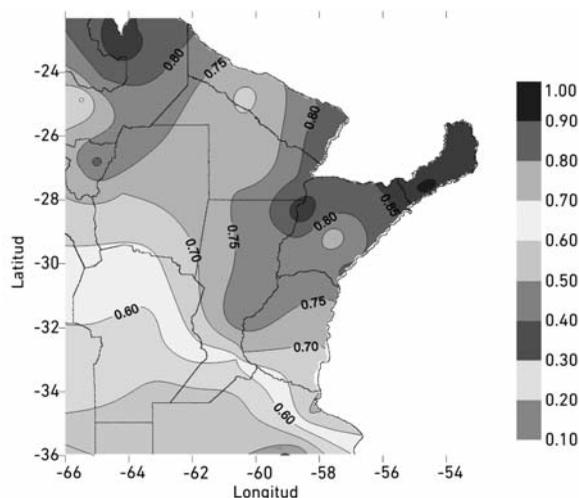


Figura 6.11. Índice de Riesgo agroclimático I (IRA I) respecto a la presencia y abundancia de poblaciones de *Diaphorina citri* en el centro norte argentino. $IRA I = (PNGEN + PDT + PDTHR + PDSAC) / 4$.

Cuando se integra el factor agroclimático asociado a la ocurrencia de lluvias mensuales superiores a 150 mm en el índice de riesgo 2 (IRA2), es remarcable la declinación del riesgo climático en el sector misionero (Fig. 6.10). La ocurrencia de lluvias intensas en los 5 meses analizados de la primavera y otoño, en sitios como Cerro Azul y Posadas, son responsables de esta declinación. Por el contrario, este factor aumenta el riesgo en el sector salteño de Orán (IRA2: 0,92) y Tartagal (IRA2: 0,9). Pocas variaciones del IRA2 respecto al IRA1 se observan en las áreas cítricas de Bella Vista y Concordia (Tabla 6.11).

En Australia modelizaron conjuntamente el desarrollo del vector y de la brotación de naranja Valencia, para estudiar el efecto de incrementos térmicos por cambio climático. La ocurrencia de mayores temperaturas durante la estación de crecimiento acortó el tiempo del vector para completar un ciclo de vida, llevando a observar mayor número de generaciones. Sin embargo, el incremento térmico redujo el tiempo necesario para el endurecimiento de los tejidos tiernos. El número de generaciones observado en Florida varía entre 9-10, en el Punjab entre 9 y 16 y

en Taiwán entre 8-9 (Aurambout *et al.*, 2009). El valor mediana del número de generaciones en Campinas fue de 13,7, estando las principales áreas cítricas de Argentina en valores superiores al 70% del estimado en el sitio brasileño.

Hay múltiples componentes involucrados en las interacciones responsables del éxito o fracaso del desarrollo de *D. citri*: abióticos (temperatura, humedad relativa, precipitación), hospedante (fenotipo, genotipo, fisiología, fotoquímica) e interacciones con el vector (depredadores, parasitoides) (Aurambout *et al.*, 2009). Otros factores importantes que ejercen influencia sobre la densidad poblacional de *D. citri* y enmascaran el efecto ambiental, se relacionan con el manejo de la poda y edad de las plantaciones. La poda promueve la brotación, afectando la fenología y abundancia del vector, mientras que los árboles jóvenes tienden a brotar continuamente a lo largo de un más amplio rango de temperaturas, por ello el efecto térmico sobre el vector cambia de acuerdo a la edad de la plantación (Hall *et al.*, 2008).

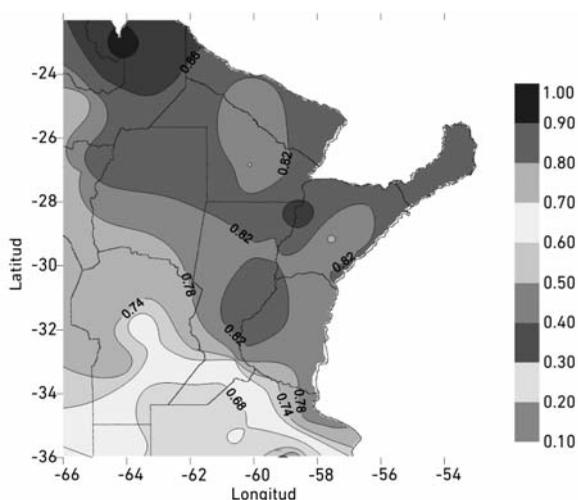


Figura 6.12. Índice de Riesgo agroclimático (IRA2) respecto a la presencia y abundancia de poblaciones de *Diaphorina citri* en el centro norte argentino. $IRA2 = (pNGen + pDT + pDTHR + pDSAC + pPRM) / 5$

Mediante un método sencillo, que solo considera el efecto acumulativo de 5 factores ambientales, se delimitaron las áreas con mayor riesgo agroclimático respecto a la presencia y abundancia de *D. citri* en Argentina. Se remarca la bondad de la gradualidad con que se incrementa o decrece el índice de riesgo agroclimático en las regiones analizadas. La disponibilidad de series históricas homogéneas de información meteorológica diaria (37 ciclos primavera-estivo-otoño) y de programas de computación para su procesamiento, conjuntamente con los utilitarios que permiten la confección de mapas integrando técnicas de interpolación (Kriging), han facilitado el desarrollo de este estudio. Entre las limitaciones de la metodología utilizada se puede mencionar la falta de inclusión de efectos interactivos entre los factores agroclimáticos analizados. El nivel de detalle de este estudio alcanza una escala climática, por ello deben analizarse con cautela los resultados del mismo cuando se debe resolver la aptitud de un lote particular. Ciertos aspectos relacionados a la microclimatología pueden jugar un rol importante, mejorando o disminuyendo el riesgo de un sitio específico. La

densidad y distribución de las estaciones meteorológicas no es la óptima, sobre todo en NOA donde la interpolación matemática no considera el efecto altitud.

Si bien las áreas cítricas de Argentina, exceptuando San Pedro, registran en promedio altos valores de índice agroclimático (IRA mayores a 0,74), en comparación con un sitio patrón del elevado riesgo agroclimático, con abundante presencia del vector (*D. citri*) y de la enfermedad (HLB), en este trabajo se ha podido discriminar claramente sectores con diferente riesgo para la evolución poblacional de *D. citri*. Los resultados mostrados en este trabajo pueden resultar de utilidad como una herramienta de apoyo estratégico en la organización de los trabajos de monitoreo del insecto vector del HLB o en la priorización de la asignación de recursos por parte del SENASA y el INTA, en las tareas de prevención tendientes a evitar el ingreso y posterior establecimiento del Huanglongbing a la Argentina, al delimitarse zonas de elevado riesgo epidemiológico asociado a regiones cítricas de potencial abundancia del vector.

Bibliografía

- ALEMÁN, J.; HEYKER, B. y J. RAVELO. 2007. *Diaphorina citri* y la enfermedad Huanglongbing: una combinación destructiva para la producción cítrica. Rev. Protección Veg. Vol. 22 (3): 154-165.
- AUBERT, B. 2009. A new threat to Mediterranean citrus. Huanglongbing (HLB) in 16 questions and answers. FRUITROP N° 168 s/p.
- AUGIER, L.; GASTAMINZA, G.; LIZONDO, M.; ARGANARAZ, M. y E. WILLINK. 2006. Presencia de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en el Noroeste Argentino (NOA). Rev. Soc. Entomol. Argent. 65 (3-4): 67-68.
- AURAMBOUT, J.P.; FINLAY, K.J.; LUCK, J. and G.A.C. BEATTIE. 2009. A concept model to estimate the potential distribution of the Asiatic citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama) in Australia under climate change- A means for assessing biosecurity risk. Ecological Modelling 220: 2512-2524.
- CÁCERES, S.; AGUIRRE, M.R.A. y V.S. MIÑO. 2005. *Murraya paniculata* (Rutaceae), un huésped del psílido asiático de los citrus *Diaphorina citri* en Corrientes. Rev. Soc. Entomol. Argent. 64 (4): 350-351.
- CONTI, H.; MOSCHINI, R.; ABBATE, C.; CAZENAVE, G. y E. FRUSSO. 2004. Área de aptitud agroclimática del Pecán en la Región Pampeana, X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología. Mar del Plata, Argentina. 13 al 15 de octubre de 2004. s/p.
- CONTI, H.; MOSCHINI, R. y G. CAZENAVE. 2008. Zonificación Agroclimática del Pecán en la Región Pampeana y Noreste Argentino, XII Reunión Argentina de Agrometeorología, Jujuy.
- FERNÁNDEZ, M. y I. MIRANDA. 2005. Comportamiento de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). Parte III: Relación entre el ciclo de vida y el brote vegetativo foliar. Rev. Protección Veg. 20(3): 161-164.
- FUNG, Y.C. and C.N. CHEN. 2006. Effects of Temperature and Host Plant on Population Parameters of the Citrus Psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama). Formosan Entomol. 26: 109-123 (2006).
- GOTTWALD, T.R.; DA GRACA, J.V. and R.B. BASSANEZI. 2007. Citrus Huanglongbing: the pathogen and its impact. Plant Health Progress. Doi: 10.1094/PHP-2007-0906-01-RV.
- HALL, D.G.; HENTZ, M.G. and R.C. ADAIR. 2008. Population ecology and phenology of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in two Florida citrus groves. Environ. Entomol. 37(4): 914-924.
- HUANG, L.; XIAO, Q.; DONG, J.; LI, Y. and X. MAO. 1992. Occurrence of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama, and its control in Hunan. China Citrus 21(4):36-37.
- INTA - EEA BELLA VISTA. 2008. Primera reunión de entomólogos dedicados al estudio del HLB y su insecto vector. 17 y 18 de septiembre de 2008. Publicación INTA - EEA Bella Vista. Serie Técnica N°29. 48 pp.

- LIU, Y.H. and J. H.TSAI. 2000. Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) Ann. Appl. Biol. 137:201-206.
- MOSCHINI, R. C. 2007. "Los cultivos de Soja y Trigo: Herramientas para la Predicción y Manejo de enfermedades en la Argentina", Simposio "Mundo Agro 2007. Intensificación de los sistemas de producción y el manejo del riesgo en agricultura. Incorporando nuevas tecnologías al manejo de los cultivos". 26-27/6/2007. Buenos Aires.
- NAVA, D.E.; TORRES, M.L.G.; RODRIGUES, M.D.L.; BENTO, J.M.S. and J.R.P. PARRA. 2007. Biology of *Diaphorina citri* (Hem. Psyllidae) on different hosts and at different temperatures Journal of applied entomology ISSN 0931-2048, vol. 131, N°9-10, pp. 709-715.
- SINAVIMO. 2009. Programa Nacional de Prevención del Huanglongbing (HLB) ex Greening. Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas. En: <http://www.sinavimo.gov.ar>.
- SOHAIL, A.; NISAR, A. and K. RASHAD RASOOL. 2004. Studies on Population Dynamics and Chemical Control of Citrus Psylla, *Diaphorina citri*. Internacional Journal of Agricultura y Biology 6: 970-973.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM 1988. User's guide release 6.03 edn.'(sas/stat: Cary, NC).
- TSAI, J.H.; WANG, J.J. and Y.H. LIU. 2002. Seasonal abundance of the Asian Citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in southern Florida. Florida Entomologist 85(3) 446-451.
- VACCARO, N.C. 1994. Comportamiento y difusión de la «Chicharrita de los Citrus» *Diaphorina citri* (Homoptera-Diaphoridae) en la zona citrícola de Entre Ríos. En: Carpeta de Información Citrícola. Vol 2. Sección G (27). INTA - EEA Concordia, Entre Ríos, 3 pp.
- XIE, P.; SU, Z.; and Z. LIN. 1989. Studies on the biology of the citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae). Acta Agric. Universitatis Zhejiangensis 15(2):198-202.
- XU, C. 1985. Investigation on citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama, and citrus huanglongbing in northern Fujian. Fujian Agric. Technol. 4:42.
- YANG, Y.B. 1989. Influence of light, temperature and humidity on the development, reproduction and survival of citrus psylla (*Diaphorina citri* Kuwayama). Acta Ecologica Sinica. 9(4): 348-354.
- ZHU, W. 1993. Studies on the ecological adaptability of citrus psylla, *Diaphorina citri* Kuwayama. Jiangxi Citrus Science and Technology 1:20-22





*Patógenos cuarentenarios
no presentes en la Argentina*



CAPÍTULO 7

Frutales de pepita

***Erwinia amylovora* (Burrill)
Winslow et al.**

(Tizón de fuego o fuego bacteriano)

Rossini, M. y A. Giayetto

214	<i>Introducción</i>
214	<i>Impacto económico</i>
214	<i>Importancia económica</i>
215	<i>Nombre de la plaga y sinonimias</i>
215	<i>Hospedantes</i>
215	<i>Sintomatología</i>
216	<i>Síntomas de otras patologías con los que se puede confundir el fuego bacteriano</i>
217	<i>Distribución mundial</i>
217	<i>Epidemiología</i>
217	<i>Diseminación</i>
217	<i>Factores condicionantes</i>
218	<i>Hospedantes</i>
218	<i>Inóculo</i>
219	<i>Condiciones ambientales</i>
220	<i>Ciclo de la enfermedad</i>
220	<i>Monitoreos y programas cuarentenarios en Argentina</i>
222	<i>Manual de procedimientos para el monitorador de campo</i>
222	<i>Planilla de monitoreo</i>
222	<i>Manejo del fuego bacteriano</i>
222	<i>Análisis de riesgo para la prevención del ingreso de <i>E. amylovora</i> en el Alto Valle de Río Negro</i>
223	<i>Posibilidades de desarrollo en Argentina</i>
224	<i>Acciones futuras</i>
225	<i>Bibliografía</i>

Introducción

Erwinia amylovora es el agente causal del fuego bacteriano o tizón de fuego, la cual, tanto productores frutícolas como investigadores, coinciden en llamar “enfermedad única”, por varias razones: el alto impacto económico que producen sus daños, la rápida migración en la planta, la facilidad con que se disemina y sobrevive a pesar del limitado rango de hospederos y porque no se dispone de un manejo eficiente, a pesar de ser una de las enfermedades más estudiadas (Vanneste, 2000). El fuego bacteriano fue descrito por primera vez en EEUU, en 1780 y es la primera referencia sobre una enfermedad producida por bacterias en plantas, por lo cual ocupa un lugar muy importante en la Fitopatología (Palacio-Bielsa & Cambra, 2009).

Impacto económico

El impacto que produce fuego bacteriano es variable y depende de los diferentes factores que determinan el desarrollo de una enfermedad: la susceptibilidad de la planta hospedera, la cantidad de inóculo (bacteria) presente y las condiciones climáticas, principalmente humedad y/o lluvia y temperatura. Así, puede variar desde una simple infección consistente en marchitamiento de las flores hasta pérdidas de millones de dólares por los elevados costos de manejo (monitoreos, control químico y otras labores culturales) y erradicación de árboles afectados, como ha ocurrido en EEUU o en Europa. Cabe mencionar que un simple marchitamiento de flores puede transformarse, en años sucesivos, en importantes daños, porque es muy difícil que el sector productivo comprenda la gravedad potencial del problema dado que no visualiza el daño real, no se toman las medidas necesarias para su control y la enfermedad avanza sin límites (Vanneste, 2000).

El Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur (COSAVE) considera que el impacto económico que podría tener el ingreso y desarrollo de fuego bacteriano en Argentina, sería “alto”. Se basa en que es una de las enfermedades más graves que pueden afectar al peral, man-

zano y a otras plantas de la familia de las rosáceas, produciendo importantes pérdidas económicas tanto en explotaciones de frutales de pepita como en el sector de plantas ornamentales y además, que Argentina tiene una gran producción de peras (500 mil tn anuales, 50% para exportación) y es el principal exportador mundial con el 20% del mercado (COSAVE, 2012). En particular en la zona del Alto Valle de Río Negro y Neuquén la situación es más comprometida, ya que la producción de pomáceas se concentra en una superficie continua, sin interrupciones a lo largo de un valle de 80 km de largo por 8 km de ancho.

Importancia económica

Es una enfermedad de importancia económica porque afecta especies frutales de interés comercial, manzano, peral, membrillero y ornamentales como las pertenecientes a los géneros *Cotoneaster* y *Crataegus* entre otros. Además es fácilmente contagiosa, de rápida expansión y no dispone de un método eficiente de manejo (Thomson, 2000).

Es difícil estimar las pérdidas que ocasiona el fuego bacteriano, pero sin dudas que son muy elevadas. Además de las mermas de fruta, hay que sumar los gastos del manejo (monitoreos, diagnóstico, tratamientos químicos, podas, etc.) que incrementan los costos de producción. Por otra parte afecta al sector viverista dado que puede ocasionar daños en plantas de vivero y además porque se dificulta y/o impide la venta de plantas a regiones donde la enfermedad no está presente (Hale *et al.*, 1996).

Además, la presencia de fuego bacteriano puede afectar la exportación de frutos provenientes de regiones donde la enfermedad está presente a países donde no se la ha detectado. Si bien se ha demostrado que la transmisión de la bacteria a través de estos órganos no es exitosa, países libres de la plaga, como Japón y Australia imponen grandes restricciones a la importación de frutos provenientes de países en los que está presente, como EEUU y Nueva Zelanda (Roberts *et al.*, 1998).

La importancia económica de esta enfermedad está en crecimiento y esto es lo más

preocupante para la producción mundial de frutas de pepita. Varios factores colaboran con este hecho: aún hay áreas libres que pueden ser infectadas por la plaga si no se implementan las medidas adecuadas; no se dispone de un producto eficiente para su control; se han detectado cepas resistentes a estreptomina, antibiótico eficiente hasta hace un tiempo (Steiner, 2000).

Finalmente, ciertas condiciones de cultivo, características de los sistemas modernos de producción y que la hacen más eficientes en comparación con viejas estructuras productivas, favorecen el desarrollo de fuego bacteriano. Una es que tanto los portainjertos como las variedades comerciales de manzano de uso actual, son susceptibles a la bacteriosis. Otra es la alta densidad empleada en las nuevas plantaciones que favorece el desarrollo de epidemias. El monocultivo en tiempo y espacio y el empleo de prácticas de manejo uniformes en amplias regiones, necesarias para mejorar la rentabilidad de la producción, son también factores favorables para el desarrollo de epidemias (Steiner, 2000).

Nombre de la plaga y sinonimias

El nombre común de la enfermedad varía según el país que la describe. A continuación figuran las distintas denominaciones que recibe en los países donde fue detectada su presencia: Fireblight (Inglaterra); Feu bactérien (Francia); Feuerbrand (Alemania); Bacterievuur (Holanda); Colpo di fuoco (Italia); Ild-sot (Dinamarca); Kerakhon (Israel); Lefha nareya (Egipto); Paerebraun (Noruega); Pala (Checoslovaquia); Fuego bacteriano (España); Tizón de fuego (México); Ates yanikligi (Turkía); Vaktiriako kapsimo (Grecia) y Zaraga ogniova (Polonia) (EPPO, 2006).

El agente etiológico del fuego bacteriano es *Erwinia amylovora* (Burrill, 1882) Winslow *et al.*, 1920. Sinónimos: *Micrococcus amylovorus* Burrill; *Bacillus amylovorus* (Burrill) Trevisan; *Bacterium amylovorus* (Burrill) Chester; *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow *et al.* f.sp. rubi Starr *et al.* (EPPO, 2004).

Esta bacteria es un bacilo Gram negativo, anaerobio facultativo, móvil por medio de sus

flagelos (2 a 7) peritricos (Van der Zwet & Keil, 1979).

Hospedantes

Si bien el fuego bacteriano ha sido descrito en más de 200 especies vegetales de 40 géneros de la familia *Rosaceae*, sub-familia *Pomoideae*, en muchas de ellas no se han observado infecciones naturales sino que corresponden a inoculaciones artificiales. La legislación de la Unión Europea sólo contempla los 12 géneros considerados hospederos de interés comercial y epidemiológico y que son los siguientes frutales: *Cydonia* spp., *Eriobotrya* spp., *Malus* spp., *Mespilus* spp. y *Pyrus* spp.; mientras que en ornamentales y plantas silvestres se lo detectó en: *Amelanchier* spp., *Chaenomeles* spp., *Crataegus* spp., *Cotoneaster* spp., *Photinia davidiana* (Stranvaesia), *Pyracantha* spp. y *Sorbus* spp. (Van der Zwet & Keil, 1979).

Sintomatología

Los síntomas del fuego bacteriano son similares en todas las especies y pueden observarse en todas las partes aéreas de la planta. No siempre se observan todos en una planta ya que su evolución está condicionada por la presencia de humedad y pueden confundirse con los producidos por otras enfermedades microbianas o fisiogénicas. A continuación se describen los más comunes en los distintos órganos (Van der Zwet & Keil, 1979).

Flores: en sus inicios la infección por *E. amylovora* produce un aspecto húmedo de las flores, las que luego toman un color oscuro, negro o marrón. A veces pueden verse afectadas una o varias flores del corimbo, pero al final se seca toda la inflorescencia, la cual permanece adherida a la planta. El proceso infeccioso avanza por el pedúnculo floral produciendo su secado y llegando hasta la rama (Foto 103).

Brotos: en general son afectados a inicios de primavera pero también lo pueden ser a fin de verano cuando se producen nuevos crecimientos (Foto 104). Los síntomas consisten en oscurecimiento y pérdida de

rigidez de brotes tiernos, los que toman la forma típica de “cayado de pastor” (Foto 105). Por debajo de la corteza suelen observarse estrías rojizas y la zona de avance de la infección muestra un aspecto húmedo (Fotos 106-107).

Hojas: el síntoma inicial consiste en marchitamiento, pero también suelen presentarse manchas necróticas foliares. Las hojas afectadas permanecen en el árbol (Foto 108).

Frutos: en su fase inicial la zona afectada toma un aspecto húmedo y luego se oscurece produciéndose finalmente la necrosis de los tejidos (Foto 109). En el interior se observan zonas de aspecto vítreo ó húmedo. Los frutos toman aspecto momificado y quedan adheridos en el árbol o caen (Foto 110).

Ramas y tronco: hacia fines de la temporada suelen observarse canchros con estrías de color pardo rojizo y aspecto húmedo por debajo de la corteza. El tamaño es variable y depende de la presencia de humedad (Foto 111). En el cuello y las raíces suelen observarse estos canchros, sobre todo en materiales sensibles como el EM9, produciendo la rápida muerte de la planta. La infección en el portainjerto puede iniciarse a través de la variedad comercial, la bacteria avanza desde afuera hacia adentro y hacia abajo y llega por vía sistémica al pie. Pero también puede iniciarse por infección de los rebrotes del portainjerto y posterior traslado de la bacteria hacia el cuello de la planta (Foto 112).

Si bien estos síntomas sobre todo en su fase inicial, pueden confundirse con los producidos por otras enfermedades, existen algunas características distintivas inconfundibles que se enumeran a continuación:

- desarrollo rápido de las lesiones, en brote suelen avanzar 15-30 cm en pocos días;
- presencia de exudado bacteriano en cualquiera de los órganos afectados (hojas, flores, brotes, frutos, ramas y tronco);
- brotes doblados en forma de “cayado de pastor”;
- presencia de canchros húmedos con estrías rojizas por debajo de la corteza.

La duda ante la aparición de síntomas similares a los descritos debe ser disipada mediante el análisis en laboratorio ya que se trata de una plaga cuarentenaria que produce daños de gran importancia económica.

Síntomas de otras patologías con los que se puede confundir el fuego bacteriano

Los síntomas producidos por *E. amylovora* pueden confundirse con los producidos por *Pseudomonas syringae* van Hall (1904), agente causal del tizón de las flores del peral o falso tizón. *P. syringae* está presente en Argentina (Meyer & Bergna, 1978; Rossini, 2001). Produce marchitamiento y necrosis de flores, brotes y yemas durante la primavera y, a diferencia del fuego bacteriano, no avanza durante el verano y otoño, por lo cual los daños son mucho menos importantes. No produce canchros visibles y sólo afecta tejidos del año o a lo sumo de dos años.

Los canchros que produce *E. amylovora* pueden confundirse con los que ocasionan ciertos hongos como por ejemplo, *Nectria* spp., *Phomopsis* spp. o *Phytophthora cactorum*. Pero en el caso de los producidos por *Nectria*, pueden observarse fácilmente las fructificaciones del hongo y los producidos por las otras dos especies fúngicas, *Phomopsis* y *Phytophthora*, son superficiales, afectan solamente la corteza y presentan un color más amarronado. Los dos primeros, *Nectria* y *Phomopsis*, no han sido citados aún en Argentina, mientras que *P. cactorum* es uno de los patógenos que causa daños de importancia económica en la producción de frutas de pepita (Pontis & Feldman, 1960; Rivero, 2009).

Los síntomas foliares del fuego bacteriano pueden confundirse con el marchitamiento de brotes o secado de los bordes de las hojas producido por falta de agua o exceso de sales. Las aplicaciones de herbicidas que alcanzan a plantas de los frutales sobre todo si son jóvenes, pueden producir efectos fitotóxicos por deriva en el tronco, así como en los brotes y hojas más próximos al suelo y confundirse con los síntomas producidos por fuego bacteriano.

Debido a que se trata de una plaga cuarentenaria que involucra el comercio internacional de fruta y la importación y exportación de material vegetal, afectando directamente la economía del país, es indispensable realizar un diagnóstico diferencial y una correcta identificación del agente causal la que se logra mediante el cultivo del microorganismo en medios semiselectivos y la posterior identificación específica mediante medios bioquímicos y técnicas moleculares (Palacio-Bielsa & Cambra, 2009).

Distribución mundial

El fuego bacteriano fue descrito por primera vez en el estado de Nueva York, en EEUU, en 1780 tras su detección en pomáceas, produciendo daños de mayor gravedad en peral. Posteriormente la enfermedad apareció en Canadá y otros Estados del Atlántico y del Pacífico (Van der Zwet, 1996). En 1919 fue detectada en Nueva Zelanda y en 1957 en Europa, en el sur de Inglaterra. Desde este momento, la enfermedad fue identificada sucesivamente en los siguientes países del centro y norte de Europa: Holanda y Polonia (1966), Dinamarca (1968), Alemania (1971), Bélgica y Francia (1972), Luxemburgo (1982), Irlanda (1986), Noruega y Suecia (1986), República Checa (1987), Suiza (1989), Austria (1993) y Moldavia (1994) (Van der Zwet, 1996).

Posteriormente se extendió por distintos países mediterráneos, como Chipre (1984), Israel (1985), Turquía (1985), Grecia (1986), la antigua Yugoslavia (1990), Italia (1990), Bulgaria y Rumania (1992) (Van der Zwet, 1996) y Hungría y Albania (1996) (van der Zwet y Bonn, 1999). Más recientemente, la enfermedad se ha detectado también en Ucrania (van der Zwet, 2002) y Eslovaquia (2003). En Portugal nunca se ha detectado el fuego bacteriano, y en el resto de países europeos no ha sido declarado, aunque existen sospechas de que está presente en algunos de ellos (Donat Luis, 2004).

Actualmente no hay registros de fuego bacteriano en Sudáfrica, Chile, Brasil, Argentina, Australia, China y Japón (EPP0, 2006;

Palacio-Bielsa & Cambra, 2009). *E. amylovora* es considerado un organismo nocivo de cuarentena en la Unión Europea para la que se dispone de legislación específica sobre medidas preventivas contra la introducción y difusión. En particular España ha trabajado intensamente este tema y obtenido muy buenos resultados con el programa nacional de erradicación y control del fuego bacteriano de las rosáceas (RD 1201/1999 y 1512/2005; RD 58/2005) (Palacio-Bielsa & Cambra, 2009).

Epidemiología

Diseminación

E. amylovora es una de las bacterias que más fácilmente se disemina tanto a cortas como a largas distancias. Se transmite de una planta enferma a una planta sana próxima a través de las aves, los insectos, la lluvia, el viento, las herramientas y maquinarias. La transmisión a larga distancia se produce a través del transporte que hace el hombre de material vegetal contaminado con o sin síntomas, o a través de las aves migratorias.

El agua juega un rol preponderante tanto en la transmisión de la bacteria como en su supervivencia y mantenimiento del poder patógeno. Se ha demostrado que puede vivir y conservar su patogenicidad durante al menos 6 meses, lo cual sugiere que el agua de riego podría actuar como reservorio y vehículo de transmisión de *E. amylovora* (Biosca *et al.*, 2008).

Factores condicionantes

La gravedad de las enfermedades de las plantas en general, y del fuego bacteriano en particular, varía en función de la relación entre: planta hospedera, inóculo y condiciones ambientales. La sensibilidad y el estado vegetativo de las plantas son fundamentales no sólo en el desarrollo de la epidemia sino también en la dispersión de las plagas. La cantidad de inóculo es un factor determinante al igual que las condiciones ambientales o climáticas, principalmente humedad o lluvias y temperatura (Vanneste, 2000).

Hospedantes

La sensibilidad a fuego bacteriano es un tema de gran importancia dado que en algunas regiones productoras de frutas de pepita, la presencia de la enfermedad ha sido la responsable del cambio de variedades. Por ejemplo, Francia, en la década de los 80, erradicó la variedad Passe Crassane de peral por ser muy sensible y por ley se prohibió su plantación (Thibault & Le Lézec, 1990). En Italia, dado que la producción de pera se basa en la variedad Abate Fetel, también altamente susceptible, la enfermedad se expandió rápidamente a pesar del programa de erradicación implementado (Calzolari *et al.*, 1999).

Existen notables diferencias entre las distintas variedades y portainjertos de manzano y peral en cuanto a su sensibilidad a *E. amylovora*. Tal como se puede observar en la tabla 7.1, las variedades comerciales Williams y P. Triumph de peral que significan más del 50% de la producción en Argentina, son susceptibles o moderadamente susceptibles. En cuanto al manzano, la situación es diferente. Red Delicious y sus clones, todos tolerantes al fuego bacteriano, ocupan más del 50% de la superficie dedicada a este cultivo. Granny Smith, variedad tradicional y las nuevas incorporaciones, Gala y sus clones, Pink Lady y Fuji, son susceptibles. Ello obliga a tener mayores cuidados con el posible desarrollo de la plaga en el país (Tabla 7.1).

Los portainjertos mayormente empleados en Argentina en la producción de frutales de pepita, son franco de peral y los clonales M9 y MM111 en cultivos de manzano. Según estudios realizados (Tabla 7.1).

Los momentos de mayor receptividad a *E. amylovora*, por parte de las plantas, son en floración y durante el crecimiento vegetativo intenso. Los frutos jóvenes son también muy receptivos. Las floraciones secundarias suelen comportarse como más receptivas que las primarias porque las condiciones ambientales son más favorables para el inicio del proceso de infección (Palacio-Bielsa & Cambra, 2009).

El estado nutricional de la planta y los factores edáficos (tipos de suelo, contenido de agua y nutrientes) también influyen en la severidad de la enfermedad. Fertilizaciones

nitrogenadas excesivas aumentan la sensibilidad a la infección. Los suelos arcillosos, con mal drenaje y fertilizados en exceso predisponen al desarrollo del fuego bacteriano (Van der Zwet & Beer, 1995).

Determinadas plagas, como pulgones, chinches y el psílido del peral también aumentan los riesgos de la enfermedad dado que tienden a alimentarse de los brotes más tiernos, que son los más receptivos a las infecciones de *E. amylovora* (Schroth *et al.*, 1974).

Inóculo

Se refiere básicamente a la cantidad de bacterias viables que se encuentran en los tejidos vegetales y es directamente proporcional a la gravedad de la infección de fuego bacteriano, o sea, a mayor cantidad de inóculo, más grave es la epidemia. Además, cuanto mayor es la cantidad de tejidos afectados en la planta, mayores son los daños de la bacteria (Van der Zwet *et al.*, 1988). Las fuentes de inóculo más importantes son dos, los canchros y los exudados. Los primeros conservan la bacteria (Inóculo primario) en los tejidos vivos durante el invierno. Los exudados en cambio, son una importante fuente de inóculo secundario. Además, la bacteria puede pasar el invierno como epífita y/o endófito en las plantas hospedadoras (van der Zwet *et al.*, 1988).

Estudios realizados en peral en California han demostrado que la cantidad de inóculo disminuye por debajo de los niveles de detección en tejidos sintomáticos a partir del verano (Miller & Schroth, 1972). Además, los canchros están inactivos y tienen un muy bajo número de bacterias. De modo que la transmisión de *E. amylovora* por el fruto es prácticamente imposible, lo cual constituye un aspecto de suma importancia en el comercio internacional de frutas de pepita (Dueck, 1974).

Condiciones ambientales

Temperatura y humedad o lluvias son las condiciones más importantes en el desarrollo de fuego bacteriano. Las temperaturas óptimas para el desarrollo e infección de *E. amylovora* son de 18°C a 29°C, en presencia de elevada humedad relativa, lluvia o rocío. El inicio de un proceso infectivo se produce cuando estas condiciones coinciden con el

momento de mayor susceptibilidad del hospedante que es el período de floración y ante la presencia del inóculo (van der Zwet & Beer, 1995). La conjunción de estas condiciones se produce en forma discontinua en las zonas productivas de Argentina. Se ha demostrado que en los últimos 20 años solo se han producido dos momentos de riesgo de infección alto (Fig. 7.1).

Tabla 7.1. Sensibilidad de portainjertos y variedades de los géneros *Malus* y *Pyrus* a *E. amylovora*.

<i>Pyrus</i> (peral)		
Susceptibles	Moderadamente Susceptibles	tolerantes
Franco de peral membrilleros (A, B y C)		<i>P. pyrifolia</i> <i>P. calleriana</i> Old Home Farmingdale
Bartlett (Williams) Packham's Triumph Abate Fetel Conference Passe Crassane Decana del Comicio	Beurre Bosc Beurre Hardy Ercolini (Coscia) Mantecosa precoz Morettini Limonera (Dr. Jules Guyot)	Beurre D'Anjou Winter Nellis Variedades asiáticas
<i>Malus</i> (manzano)		
M9, M26, MM111, MM 106		M7
Jonathan Braeburn Fuji Rome Beauty Pink Lady Idared	Gala Granny Smith Jonagold	Red Delicious Golden Delicious Oregon spur Ozak Gold Red Chief Royal Gala Starking Delicious Starkrimson Topred

Elaborada en base a: Palacio-Bielsa & Cambra, 2009; Paulin & Primault, 1993; Thibault & Le Lézec, 1990; van der Zwet & Beer, 1995.

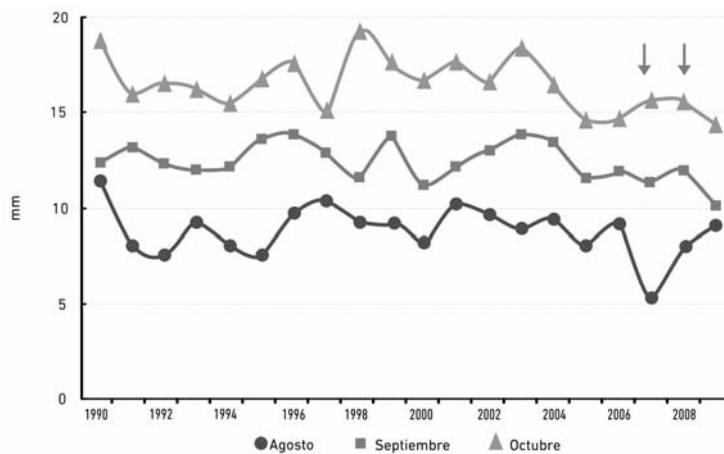


Figura 7.1. Lluvias primaverales y períodos de infección alta en el Alto Valle de Río Negro (1990-2010) (Las flechas indican los años propicios).

Ciclo de la enfermedad

El ciclo de la enfermedad ha sido descrito por diferentes autores en las distintas regiones donde está presente. El proceso de infección del fuego bacteriano está estrechamente asociado con la fenología de la planta hospedera. Por tanto, se considera que el ciclo comienza en primavera con la producción del inóculo primario y la infección de las flores, continúa durante el verano con la infección de brotes y/o frutos, y termina a finales de verano o principios de otoño con la formación de canchales. El patógeno permanece latente durante el período de reposo vegetativo de la planta hospedera (van der Zwet & Beer, 1995; Thomson, 2000).

Monitoreos y programas cuarentenarios en Argentina

En el marco del Proyecto Nacional número 52-0509 perteneciente al Programa Frutales, período 2004-2008, “Desarrollo de sistemas tecnológicos sustentables que permitan el diagnóstico precoz para la prevención de enfermedades como Tizón de Fuego y sharka en frutales de pepita y carozo en Argentina”, se implementaron las técnicas de detección de *E. amylovora* en INTA - EEA Alto Valle. Las mismas están disponibles y son: observación de síntomas similares a los producidos por la bacteriosis, aislamiento de la bacteria en medios de cultivo general (agar de papa glucosado) y selectivos enriquecidos con sacarosa (Hig Sucrose Medium, CCT y MS) y tipificación de los aislamientos bacterianos según las técnicas convencionales; técnicas serológicas (Double antibody sándwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay-DAS-ELISA, con reactivos Lowe® y moleculares (Polymerase chain reaction-PCR) (Clark & Adams, 1977; Eppo, 2004; Rossini, 2008).

El análisis mediante observación de síntomas de más de 120.000 manzanos y de más de 160.000 perales de viveros y montes comerciales de la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, dio resultado negativo para *E. amylovora*. La distribución varietal de perales y manzanos muestreados se repre-

senta en las Figuras 7.2 y 7.3 (Rossini *et al.*, 2005a).

En las muestras dudosas, aproximadamente 100, se aislaron hongos no patógenos, bacterias del género *Pseudomonas* y también se detectaron daños producidos por heladas (Proyecto 52-0509). Las técnicas DAS-ELISA y PCR aplicadas a las muestras dudosas también dieron resultados negativos para *E. amylovora* por lo que hasta el momento no ha sido detectada su presencia en la región (Proyecto 52-0509). Posteriormente, en el marco del proyecto “Investigación y desarrollo de métodos de diagnóstico de enfermedades en frutales, especialmente en problemas cuarentenarios” (PNFRU 2185) de la cartera 2006-09, se continuaron los monitoreos de frutales de pepita susceptibles al fuego bacteriano con resultados negativos (Giayetto & Rossini, 2011).

En el año 2010 se inició en el país un programa de monitoreo de plagas cuarentenarias de frutales de pepita, carozo y vid, entre las cuales figura *E. amylovora* en el marco del Programa Regional de Vigilancia Fitosanitaria del SENASA. El mismo fue elaborado por la Regional Patagonia Norte de la mencionada institución y consensado con INTA - EEA Alto Valle. Funciona desde el año 2010 y se aplica en las provincias de Río Negro y Neuquén pertenecientes a la Regional Patagonia Norte de SENASA. Básicamente comprende dos productos: un manual de procedimientos para el monitoreador de campo y una planilla de monitoreo (SENASA, 2010). Estos monitoreos fueron realizados en montes comerciales que manifestaban características relacionadas con el fuego bacteriano, tienen entre 2 y 10 años de edad, “el material analizado proviene originalmente de países en donde la bacteria está presente”, son variedades altamente susceptibles, por ejemplo, Williams y Abate Feltell de peral y Pink Lady o Gala de manzano.

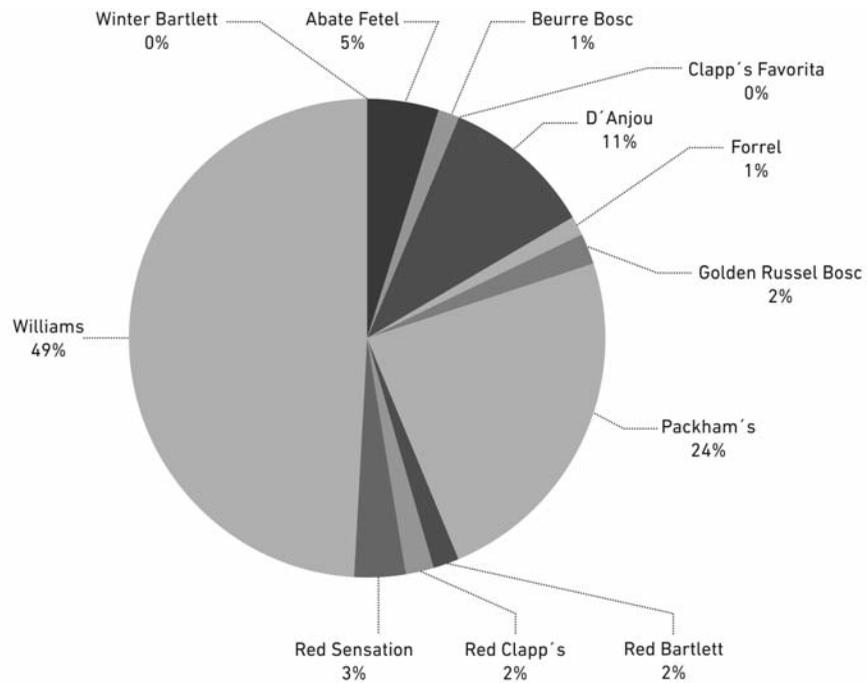


Figura 7.2. Cantidad de plantas de perales (%) y diversidad varietal muestreados en el Alto Valle de Río Negro para diagnosticar la presencia de *E. amylovora* (n=160.000).

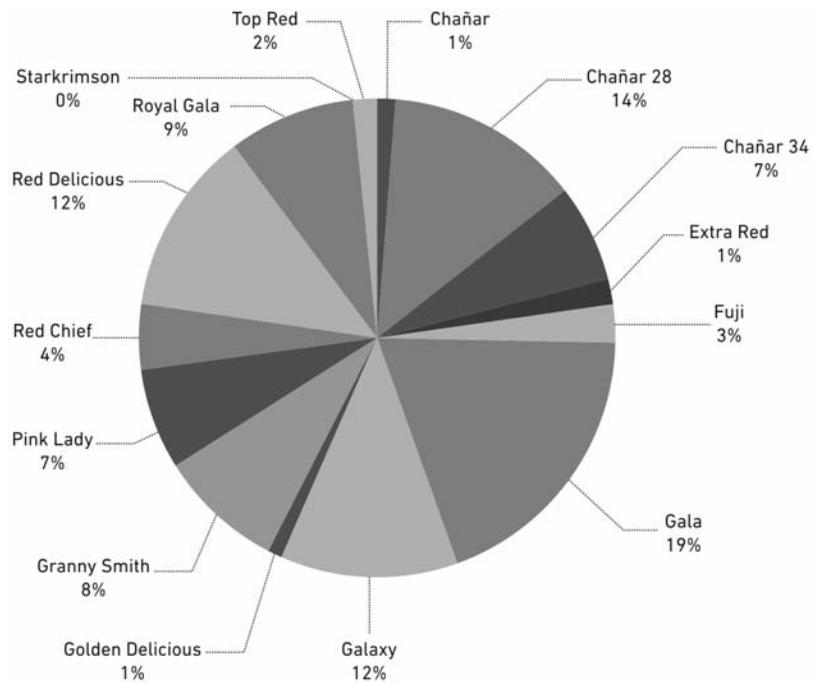


Figura 7.3. Cantidad de plantas de manzanos (%) y diversidad varietal muestreados en el Alto Valle de Río Negro para diagnosticar la presencia de *E. amylovora* (n=120.000).

Manual de procedimientos para el monitoreador de campo

El manual establece las funciones del monitoreador, las plagas consideradas según sean frutales de carozo, pepita o vid y la metodología del monitoreo. Además indica la forma en que se debe realizar la recorrida en el monte, lo cual es muy importante a fin de aplicar el mismo método en todos los casos (SENASA, 2010).

Planilla de monitoreo

Es un documento oficial donde el monitoreador debe asentar todos los datos del establecimiento a monitorear (número de RENSPA, nombre del establecimiento, fecha en que se realiza el monitoreo, número de cuadro, nombre del monitoreador, especies y variedades del cuadro a monitorear, estado fenológico de las plantas, número de plantas del cuadro, resultado del monitoreo).

En caso de detectar síntomas y/o signos compatibles con las plagas consideradas, se asienta la información en la planilla de monitoreo con los datos correspondientes y se toman muestras representativas que son remitidas inmediatamente al laboratorio de Fitopatología de INTA - EEA Alto Valle para la identificación del agente causal mediante las técnicas mencionadas anteriormente.

Este monitoreo conjunto INTA - SENASA fue realizado en dos temporadas agrícolas (2010-11 y 2011-12) y los resultados obtenidos fueron negativos para *E. amylovora*.

Manejo del fuego bacteriano

En las regiones donde está presente fuego bacteriano, su manejo involucra un esfuerzo considerable y comprende varios aspectos (Schroth *et al.*, 1974; Steiner, 2000; van der Zwet & Beer, 1995).

- Monitoreo a fin de detectar precozmente las plantas afectadas.
- Análisis en laboratorio de la presencia de *E. amylovora*.
- Erradicación de las plantas afectadas.
- Manejo cultural de los montes para dismi-

nuir los riesgos de la infección: poda y destrucción (quema) de partes afectadas, fertilizaciones apropiadas evitando los excesos de nitrógenos que producen abundantes tejidos suculentos sensibles, riegos adecuados al tipo de suelo y tratando de evitar los excesos, sobre todo en floración que es el período de mayor susceptibilidad del hospedero, drenaje del agua sobrante.

- Aplicación de agroquímicos.
- Mantenimiento de un sistema de predicción de desarrollo de la enfermedad basado en las condiciones climáticas locales.
- Empleo de variedades resistentes en sitios donde existen condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Análisis de riesgo para la prevención del ingreso de *E. amylovora* en el Alto Valle de Río Negro

Existen en el mercado una serie de programas de computación que permiten establecer riesgos de infección y aparición de síntomas de esta bacteriosis. Entre ellos Maryblyt® es uno de los más utilizados a nivel internacional (Steiner, 1990). Este software analiza en forma conjunta las condiciones climáticas de temperatura y humedad y las compara con el estado fenológico del cultivo dando, como resultado del análisis, una probabilidad, baja, media, alta o muy alta, respecto a la aparición de síntomas. Así también, predice según el estado fenológico, el avance de la infección desde las flores a los canchros y estima el tiempo de ocurrencia.

A fin de establecer las condiciones predisponentes en el Alto Valle, se utilizó este programa considerando las series históricas de datos de la estación automática localizada en INTA - EEA Alto Valle (39° 01' 00" s and 67° 40' 00" w). El modelo fue ajustado para variedades altamente susceptibles como perales cv Williams y manzanos cv Gala. Debido a que Argentina es un país libre de la enfermedad solo se consideró el estado fenológico "plena floración" ya que se considera que si se produce un ingreso de la bacteria al país, es en este estado en donde se visualizarán más

rápida­mente los síntomas. Se analizó la serie histórica 1970-2011 y en solo dos ocasiones se produjeron condiciones que indicaron un alto riesgo de aparición de la enfermedad. Los resultados se resumen en la Tabla 7.2.

Estos resultados indican que si bien la especie no está presente en el Alto Valle, existen años en donde las condiciones del medio favorecerían su desarrollo y dispersión, indicando que se debe tener especial cuidado en la introducción de material susceptible como gala y sus clones o peras Williams, a la región (Giayetto & Rossini, 2011).

Tabla 7.2. Potencial de infección de flores producidos por *E. amylovora* según el año en el Alto Valle de Río Negro.

Riesgo	Número de eventos	Año
Infección	2	2004, 2008
Alta	14	1971, 1976, 1977, 1989, 1990, 1994, 1995, 1998, 1999, 2000, 2003, 2005, 2006, 2009
Media	13	1972, 1973, 1974, 1979, 1980, 1982, 1984, 1985, 1987, 1992, 1997, 2001, 2007, 2010, 2011
Baja	8	1975, 1981, 1983, 1986, 1988, 1991, 1996, 2002
Sin Riesgo	1	1993

Posibilidades de desarrollo en Argentina

Luego de ocho años de monitoreos de fuego bacteriano tanto en montes comerciales como en viveros en las provincias de Río Negro y Neuquén, no se ha detectado su presencia. Si bien los monitoreos oficiales no han alcanzado a todas las plantaciones, se tiene conocimiento de la existencia de mayor cantidad de observaciones realizadas por gente capacitada y alertada por la posibilidad de existencia de la bacteriosis, lo cual es producto de las comunicaciones realizadas: reuniones informativas, elaboración de folletos técnicos, participaciones en Congresos y Jornadas (Rossini *et al.*,

2005a; Rossini *et al.*, 2005b; Giayetto *et al.*, 2006; Rossini, 2008; Rossini, 2011; Giayetto & Rossini, 2011).

Ello se debe a varias razones, por un lado al control cuarentenario del material vegetal que ingresa desde países donde la bacteria está presente, pero en tantos años de introducción y con la alta capacidad de sobrevivencia de la bacteria, igualmente podría haber ingresado. Otra de las razones es que si bien se ha demostrado que pueden existir momentos de infección puntuales, las condiciones climáticas generales no favorecerían el desarrollo de la bacteria ya que, habiendo ocurrido un evento de lluvia con condiciones de temperatura y estado fenológico apropiados para que ocurra la infección, los días posteriores se presentan, en general, muy secos, lo mismo que la humedad relativa ambiente, característica del clima desértico de estas latitudes. Estas condiciones inhibirían el desarrollo o matarían las posibles bacterias que han iniciado la infección.

En la misma situación se encuentra la provincia de Mendoza, segunda productora nacional de frutas de pepita. En la actualidad existen plantaciones sobre todo de manzano, en zonas marginales para este tipo de producción, como el noreste argentino, donde las condiciones climáticas particularmente por las lluvias, son favorables para el desarrollo de *E. amylovora*.

De modo que es deseable que a fin de mantener a la mencionada plaga como cuarentenaria ausente, se realicen permanentes monitoreos de la bacteria en estos sitios a fin de detectarla precozmente y erradicar los posibles focos que pudieran aparecer. Por otra parte se debería implementar el programa Maryblyt® a fin de detectar la posibilidad de períodos de infección.

Existen factores de riesgo de desarrollo de la enfermedad como es el empleo de variedades comerciales y portainjertos susceptibles al fuego bacteriano; el empleo de sistemas de conducción de alta densidad y la existencia de segundas floraciones en variedades muy sensibles como Williams. Pero las principales zonas productoras de frutas de pepita poseen una gran ventaja climática y es que en general,

las escasas precipitaciones de la primavera coinciden con bajas temperaturas, inferiores a 20°C que es la temperatura adecuada de desarrollo de *E. amylovora*. Igualmente existen períodos de posible infección que obliga a tomar los recaudos necesarios para que la bacteria continúe como plaga cuarentenaria ausente con los beneficios que ello implica. COSAVE indica que el riesgo de introducción y desarrollo de la plaga en Argentina es alto (COSAVE, 2012).

Acciones futuras

A los efectos de contribuir a mantener a *E. amylovora* como plaga cuarentenaria ausente, se proponen las siguientes acciones:

- Monitoreo de la plaga en todas las zonas productoras de frutas de pepita incluyendo las plantaciones de zonas marginales como Entre Ríos, y Misiones.
- Implementación del programa de predicción de infecciones, como el Maryblyt® en las zonas productoras y en las marginales.
- Continuar con los programas de capacitación y de concientización a todos los sectores involucrados con la producción de frutas de pepita: productores, asesores, instituciones de control sanitario y de investigación y extensión.

Bibliografía

- BIOSCA, E.; SANTANDER, R.D.; MARCO-NOALES, E.; ORDAX, M.; ÁGUILA, B. and M. M. LÓPEZ. 2008. *Erwinia amylovora* survives in natural water. Acta Horticulturae, 793: 83-87.
- CALZOLARI, A.; FINELLI, F. and G. L. MAZZOLI. 1999. A severe unforeseen outbreak of fire blight in the Emilia-Romagna region. Acta Horticulturae, 489: 171-176.
- CLARK, M.F. and A.N. ADAMS. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for detection of plant viruses. J. Gen. Virol. 34: 475-483.
- COSAVE – 2012. *Erwinia amylovora* (Burrill 1882) Winslow *et al.* 1920 *-AR. <http://www.cosave.org/ficha-er-plaga/erwinia-amylovora-burrill-1882-winslow-et-al-1920-ar>
- DONAT LUIS, M.V. 2004. Caracterización fenotípica y genotípica de aislados españoles de *Erwinia amylovora*. Tesis de posgrado, Univ. Politécnica de Valencia, España, 242 pag.
- DUECK, L. 1974. Survival of *Erwinia amylovora* in association with mature apple fruit. Can. J. Plant Sci. 54:349-351.
- EPPO/OEPP, 2004. Diagnostic protocols for regulated pests - Protocoles de diagnostic pour les organismes réglementés. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 34, 155 -157.
- EPPO 2006. Distribution Maps of Quarantine Pests for Europe. *Erwinia amylovora*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin.
- GIAYETTO, A. and M. ROSSINI. 2011. Infection Risk Assessment And Prediction Of Symptoms Occurrence Of Fire Blight (*Erwinia amylovora*) In Río Negro Argentina. Acta horticulturae 909: 517-520.
- GIAYETTO, A.; ROSSINI, M.; THOMAS, E. y D. VERA. 2006. Prospección de tizón de fuego (*Erwinia amylovora* Burrill) en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. XII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. S. F. del Valle de Catamarca. Acta resúmenes.
- HALE, C.N.; TAYLOR, R.K.; CLARK, R.G. and T.A. BATCHELOR. 1996. Quarantine and market acces. Acta Horticulturae, 411: 63-65.
- MEYER, C. y D. BERGNA, 1978. Etiología y control del tizón de las flores del peral. III Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Acta de Resúmenes: 137. San Miguel de Tucumán, Argentina.
- MILLER T.D. and M.N. SCHROTH. 1972. Monitoring the epiphytic population of *Erwinia amylovora* on pear with selective medium. Phytopathology 62: 1175-1182.
- PONTIS, R. y J. FELDMAN. 1960. La podredumbre del cuello del manzano causada por *Phytophthora cactorum* en la provincia de Mendoza. Sesiones Científicas de Biología, Argentina. Acta de Resúmenes, 74 pp.
- PALACIO-BIELSA, A. y M. CAMBRA. 2009. El fuego bacteriano: la enfermedad. En: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino - Secretaría General Técnica (Ed). El fuego bacteriano de las rosáceas (*Erwinia amylovora*), pp: 13-52.
- PAULIN, J.P. et J. PRIMAULT. 1993. Feu bactérien et culture du pommier à cidre. INRA. France: Comité des fruits à cidre et des productions cidricoles, 60 pp.

- PROYECTO “Investigación y desarrollo de métodos de diagnóstico de enfermedades en frutales, especialmente en problemas cuarentenarios” (PNFRU2185), cartera 2006-09, INTA.
- PROYECTO “Desarrollo de sistemas tecnológicos sustentables que permitan el diagnóstico precoz para la prevención de enfermedades como Tizón de Fuego y sharka en frutales de pepita y carozo en Argentina”. Proyecto Nacional n°52-0509 perteneciente al Programa Frutales. 2004-2008. Biblioteca de EEA Alto Valle – INTA.
- RIVERO, V. 2009. Relevamiento e incidencia de *Phytophthora* spp. en frutales de pepita en la zona este del Alto Valle de Río Negro. Maestría y especialización en fruticultura de clima templado-frío. 1^{ra}. Edición – 2007/2008 Università degli Studi di Bologna-Universidad Nacional del Comahue-Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- ROBERTS, R.G.; HALE, C.N.; VAN DER ZWET, T.; MILLER, C.E. and S.C. REDLIN. 1998. The potential for spread of *Erwinia amylovora* and fire blight via commercial apple fruit; a critical review and risk assessment. *Crop Protection*, 17 (1): 19–28.
- ROSSINI, M. 2001. Oídios de frutales de clima templado. Capítulo 14, pp. 335-360, en Stadnik, M.J. y M.C. Rivera (eds.). Oídios. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna. 484 pp.
- ROSSINI, M. 2008. Enfermedades de los frutales de carozo y pepita en Argentina. Conferencia. Primer Congreso Argentino de Fitopatología. Córdoba, 29 de mayo 2008.
- ROSSINI, M. 2011. Fuego bacteriano: etiología, epidemiología, probabilidad de la introducción, dispersión y radicación del patógeno en Argentina. Panel Enfermedades Cuarentenarias. Segundo Congreso Argentino de Fitopatología, libro de resúmenes, pág. 59.
- ROSSINI, M.; D. MARINI; J. ORTEGO; A. GIAYETTO; L. ARROYO; J. RAIGON; S. CALOGERO; M. TONCOVICH; L. PRENOL; E. TERSOGLIO; S. BADO; CONTRERAS, E. y J.L. VECCHI. 2005 a. Diagnóstico precoz para la prevención de Tizón de Fuego y sharka en frutales de pepita y carozo en Argentina. (Preliminary diagnosis for the prevention of fire blight and sharka in pepita and carozo trees in Argentina). Actas del XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología, del 19 al 22 de abril de 2005. Villa Carlos Paz, Córdoba.
- ROSSINI, M.; MARINI, D.; ORTEGO, J.; GIAYETTO, A.; ARROYO, L.; RAIGON, J.; CALOGERO, S.; TONCOVICH, M.; PRENOL, L.; TERSOGLIO, E.; BADO, S.; CONTRERAS, E. y J.L. VECCHI. 2005 b. Tizón de Fuego. Boletín Técnico. Ed: EEA Alto Valle – INTA. 11 páginas.

- SCHROTH, M.N.; MOLLER, W.J.; THOMSON, S.V. and D. D. HILDEBRAND. 1974. Epidemiology and control of fire blight. Annual review of Phytopathology, 12: 389-412.
- SENASA, 2010. Manual de procedimientos para el monitreador de campo. Ed. SENASA-Centro Regional Patagonia Norte, 9pp.
- STEINER, P.W. 1990. Predicting apple blossom infections by *Erwinia amylovora* using the MARYBLT model. Acta Hort. 273:139-148).
- STEINER, P.W. 2000. Integrated orchard and nursery management for the control of fire blight. En: J. Vannese (Ed): Fire Blight: the disease and its causative agent, *Erwinia amylovora*, CABI Publishing, NY, USA, pp: 339-354.
- THIBAUT, B. et M. LE LÉZEC. 1990. Sensibilité au feu bactérien des principales variétés de pommier et poirier utilisées en Europe. Agriculture-Agrimed Research Programme. Fire blight of *Pomoideae*. CEC-CCE-EUR 12601, EUR. OP. Luxembourg.
- THOMSON, S.V. 2000. Epidemiology of fire blight. En: J. Vanneste (Ed): Fire blight, the disease and its causative agent, *Erwinia amylovora*. CABI, Publishing, NY, USA, pp: 9-36.
- VANNESTE, J. 2000. What is Fire Blight? Who is *Erwinia amylovora*? How to control it? En: J. Vannese (Ed). Fire Blight: the disease and its causative agent, *Erwinia amylovora*, CABI, Publishing, NY, USA, pp: 1-6.
- VAN DER ZWET, T. 1996. Present worldwide distribution of fire blight. Acta Horticulturae, 411; pp: 7-8.
- VAN DER ZWET, T. and S.V. BEER. 1995. Fire blight. Its nature, prevention and control: A practical guide to integrated disease management. United States Department of Agriculture (U.S.D.A.). Agriculture Information Bulletin, 631, 97 pp.
- VAN DER ZWET, T. and H.L. KEILL. 1979. Fire blight: a bacterial disease of rosaceous plants. United States Department of Agriculture (U.S.D.A.). Agriculture Handbook 510, Washington DC, 200 pp.
- VAN DER ZWET, T.; ZOLLER, B.G. and S.V. THOMSON. 1988. Controlling fire blight of pear and apple by accurate prediction of the blossom blight phase. Plant Disease, 72: 464-472.



CAPÍTULO 8

Banano

Mycosphaerella fijiensis Morelet
(Sigatoka negra)

Flores, C.

230	<i>Introducción</i>
230	<i>Agente causal</i>
230	<i>Diagnóstico</i>
231	<i>Sintomatología</i>
231	<i>Distribución en otros países</i>
231	<i>Hospedantes</i>
232	<i>Epidemiología</i>
232	<i>Manejo de la enfermedad</i>
232	<i>Control cultural</i>
233	<i>Control químico</i>
234	<i>Bibliografía</i>

Introducción

El banano es uno de los cultivos más importantes del mundo, ya que es considerado un frutal básico para la alimentación humana y un producto de exportación en numerosos países en desarrollo (FAO, 2001). Dentro de los frutales es el segundo en importancia luego de los cítricos (Swennen y Rosales, 1994). En la Argentina se cultiva con fines comerciales *Musa cavendishii* Lamb. (Syn *Musa acuminata* Colla), que es consumida como fruta fresca, no existen plantaciones comerciales de *M. paradisiaca* L., denominados plátanos cuyo consumo se efectúa previa cocción.

Entre las enfermedades reportadas para nuestro país se encuentran: sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola* Leach et Mulder) que produce muerte precoz de las hojas, con el consecuente debilitamiento de la planta y pérdida de rendimiento (Foto 113). *Cordana musae* (Zimm) Hohnel, *Veronaea musae* M. B. Ellis, *Deightonella torulosa* (Syd.) M. B. Ellis y *Periconiella musae* Stahel ex M.B. Ellis, que también provocan manchas foliares y a nivel de pseudotallo se cita la pudrición seca del pseudotallo causada por *Marasmiellus troyanus* (Murr.) Sing. (Tapia et al., 2008; Sinavimo, 2013). Sin embargo, el cultivo de banano presenta otras patologías que son consideradas cuarentenarias para Argentina: *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (sigatoka negra), *Ralstonia solanacearum* raza 2 Smith, *Fusarium oxysporium* f. sp. *cubense* (Foc) y *Pyricularia grisea* Sacc.

La sigatoka negra es la más importante a nivel mundial, su nombre proviene de la estación experimental en las islas Fiji, donde fue diagnosticada por primera vez en 1964, desplazando a la sigatoka amarilla en corto período de tiempo. Si bien la sintomatología de ambas enfermedades es semejante, la diferencia radica en el hecho que la primera es más agresiva y virulenta causando la pérdida rápida del follaje de las plantas, reducción del rendimiento y maduración prematura y desapareja de los frutos (Pons, 1987a).

Agente causal

El agente causal de la sigatoka negra es el hongo perteneciente a la clase Ascomycetes *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, 1969, cuyo estado imperfecto corresponde a *Pseudocercospora fijiensis* (Morelet) Deighton, 1976 (Agrios, 1997; Carlier et al., 2000; Marín et al. 2003); por consiguiente, el agente causal puede propagarse mediante la producción de ascosporas y conidios (Aislan & Gámez, 2004). Sigatoka amarilla es causada por *M. musicola* Leach ex Mulder, 1976.

Diagnóstico

Se describe un método para identificar las especies *M. fijiensis* y *M. musicola*, en sus estados anamorfos *Paracercospora fijiensis* y *P. musae*, respectivamente (Mulder & Stover, 1976; Aguirre et al., 2003). El método se basa en la observación de caracteres sistemáticos de los conidios y conidióforos, utilizando un colorante que tiñe ambas formas. En los conidios puede observarse una coloración más intensa en la cicatriz (hilo) o punto de inserción de los conidios con el conidióforo en *P. fijiensis*, y una ausencia de tinción en *P. musae* (Ploetz, 2003). La caracterización de las especies se puede realizar mediante la descripción de caracteres morfológicos en laboratorio o por medio de la técnica de PCR (Arzanlou et al., 2003; Guzmán & Crous, 2007).

Sintomatología

Sigatoka negra causa necrosis foliar muy severa en las plantas, con la consecuente reducción de la actividad fotosintética y disminución de la producción y calidad del producto final. Su diseminación en América latina se inició en 1972 cuando se confirmó su presencia en Honduras, reportándose en 1991 en Venezuela. El patógeno es capaz de producir gran cantidad de ascosporas y conidios, estos últimos muy abundantes en el envés de la hoja, pudiendo desarrollar un patrón de infección a lo largo de la nervadura principal que dificulta su control y lo hace muy costoso (Mora, 1999) (Fotos 114 y 115).

La sintomatología presenta seis fases:

1. Se inicia como una pequeña decoloración en el anverso de las hojas de 0.5 a 0.2 mm con una coloración blanquecina;
2. Las manchas se transforman en estrías de 2 a 3 mm asumiendo un color rojizo, la cual puede ser vista desde la parte superior de la hoja. Progresivamente la lesión se torna de color café en la parte superior y negra en la parte inferior;
3. La estría crece en dos sentidos y se torna como un bisel dividido por una zona de color chocolate originada por la formación de conidióforos;
4. En el envés de las hojas las manchas se tornan de color café y en la cara superior, éstas adquieren un color negro;
5. Las lesiones se expanden y se rodean de un color amarillo intenso;
6. Las lesiones se deprimen y se observan áreas de tejido con el centro seco que se tornan de color grisáceo (Carlier *et al.*, 2000).

En el caso de sigatoka amarilla los primeros síntomas se observan como la aparición de pequeñas áreas necrosadas que corresponden al punto de penetración del patógeno, las que luego evolucionan a estrías negras, reduciendo la capacidad fotosintética de la planta. No obstante, su incidencia y severidad son relativamente más bajas. El momento para la aparición de la enfermedad varía en función del tiempo.

Distribución en otros países

Sigatoka negra apareció por primera vez en el Hemisferio Occidental en 1972 en Honduras, y se ha extendido a todos los demás países de América Central (1980), México (1980) e islas del Caribe: Cuba (1992), La Española (República Dominicana) (1996) y Jamaica (1994). En América del Sur, la enfermedad se ha extendido a Colombia (1981), Ecuador (1986), Venezuela (1992) y Perú (1994) (Arzanlou *et al.*, 2007). Reportada en Bolivia en 1996 en la localidad de San Carlos la región occidental del Chapare y en Brasil fue diagnosticada por primera vez en febrero de 1998 en el estado de Amazonas en plantaciones cercanas a las fronteras con Perú y Colombia. En este país se considera que la enfermedad fue ingresada por medio de material infectado y que el principal agente de diseminación es el transporte de plantas y frutos enfermos por el río en épocas de crecidas (Cordeiro & Matos, 2012). En octubre de 1998 fueron reportados síntomas de la enfermedad en diferentes variedades en una colección en el centro de investigación de frutos tropicales de la Universidad de Florida (Ploetz & Mourichon, 1999).

Hospedantes

La enfermedad fue determinada en los clones Cavendish, Dulce cajita (Pisang mas), Guineo (Silk), Morado (rojo) y plátanos (Francés y platano cuerno). En la zona de San Carlos la incidencia de la enfermedad fue de un 100% con valores de severidad entre 4.5 y 8 (Tejerina *et al.*, 1997).

Epidemiología

Tanto la forma sexual y como la asexual tienen importancia en la permanencia, adquisición y diseminación de la enfermedad. La etapa de sobrevivencia del patógeno, cuando no existe material vegetal susceptible, sucede cuando el hongo permanece en estado de latencia sobre hojas viejas infectadas que se encuentran sobre el suelo o aún colgadas de la planta. Al iniciarse la estación lluviosa, comienza la fase de reproducción sexual: en las hojas viejas infestadas, sobre las manchas ocasionadas por la enfermedad, se desarrolla una estructura denominada peritecio que contienen esporas llamadas ascosporas. Estas ascosporas pueden ser fácilmente transportadas a largas distancias por las corrientes de aire y son responsables de la diseminación de la enfermedad a nuevas plantas.

Durante la fase de reproducción asexual el hongo produce esporodocios que contienen esporas llamadas conidios. Los conidios se encuentran en ambas caras de las hojas, aunque con mayor abundancia en la superior y son diseminados por el viento y la salpicadura de lluvia. Aunque estas estructuras pueden producirse a lo largo del año, su liberación y germinación dependerán del agua libre sobre los tejidos y alta humedad relativa disponible.

Tanto las ascosporas como los conidios, en la etapa de infección, penetran en la planta por vía estomática. Una vez que el hongo ha penetrado empieza a causar en ellas su efecto perjudicial, produciendo toxinas que matan los tejidos de la hoja, dando como resultado la mancha de 1 cm de largo, con borde negro y centro gris o sitio de penetración. Desde el ingreso del hongo hasta la formación de la mancha, pueden transcurrir hasta dos meses. Si la humedad ambiental sigue siendo alta y las lluvias abundantes, en el centro gris de las manchas se originan millones de conidios que reinician el ciclo de infección generando de este modo varias re-infecciones dentro de un mismo ciclo de cultivo.

La diseminación de ambas formas del patógeno es favorecida por las condiciones ambientales como las precipitaciones, alta humedad ambiental y tiempo cálido, mientras que el hombre, con el transporte de hojas enfermas, también contribuye a esta diseminación (Carlier *et al.*, 2000).

Manejo de la enfermedad

Control cultural

Las plantas que se desarrollan bajo condiciones óptimas de fertilidad manifiestan menores problemas sanitarios. Existe correlación entre la fertilidad del suelo y la severidad de la sigatoka negra del plátano (Mobambo & Naku, 1993). Los suelos fértiles, por ejemplo, con un mayor contenido de materia orgánica estimulan la ramificación de la raíz, lo que resulta en una mejor absorción de agua y nutrientes y por lo tanto las plantas son más vigorosas (Ebimiewei & Wabiye, 2011).

La eliminación de tejido vegetal enfermo disminuye la cantidad de inóculo para la infección a nuevas plantas lo que determina una significativa disminución del número de nuevas re-infecciones. Por ello es recomendable que las hojas viejas y otras hojas infectadas deben ser retiradas de la planta antes del inicio de la floración. Las plantas madres enfermas deben ser eliminadas por completo en el momento de la cosecha. La planta en producción solo debe conservar 5 hojas sanas para no afectar los rendimientos, pero si en alguna de ellas existen infecciones se recomienda solo retirar la parte lesionada conservando el resto para ayudar en el proceso de fotosíntesis.

Finalmente, el material infestado removido (hojas, frutos, etc), debe ser retirado y quemado a efectos de prevenir nuevas infecciones, evitar la diseminación y disminuir inóculo en el ambiente (Larios & da Silva, 2008; Orozco-Santos *et al.*, 2008; Ebimiewei & Wabiye, 2011).

Control químico

En sus inicios, el control químico de la sigatoka consistía en aplicaciones de caldo bordes. Este método redujo hasta un 80% de conidios en el haz de las hojas y hasta un 40% en el envés de las mismas. Sin embargo resultaba poco efectivo para el control de ascosporas además de presentar como inconveniente la necesidad de retirar, por medio de lavados, el excedente de producto de la fruta comercial.

En 1953 se iniciaron ensayos con la utilización de aceites, los que en un principio fueron pensados como sustancias adherentes, pero luego se demostró su acción fungistática y teletóxica, siempre que no fuere fitotóxica para la planta. Debido a estas propiedades se comenzó, en 1958, la utilización de solo aceite con buenos resultados para el control de la enfermedad. En 1956, en Jamaica, se realizaron aplicaciones aéreas de aceites para el control de la enfermedad, con buenos resultados. Los aceites usados redujeron la esporulación, disminuyendo la germinación y penetración de los filamentos germinativos de las esporas y evitando la ocurrencia de altos niveles de severidad procurando y dejando una cobertura adecuada en los tejidos jóvenes (Pons, 1987).

A partir de 1985 comenzaron a utilizarse emulsiones con fungicidas de contacto obteniéndose resultados satisfactorios con los ditiocarbamatos, pero presentaban el inconveniente de no persistir al lavado por lluvia y/o rocío. En 1970 se implementaron aplicaciones exitosas de fungicidas sistémicos. Sin embargo, debido a la especificidad y modo de acción, se observaron poblaciones resistentes del patógeno a los productos usados.

En la actualidad, el control de la enfermedad se basa en el uso de fungicidas protectores y sistémicos. Los protectores son de acción "multisite", por lo que presentan bajo riesgo de generar poblaciones resistentes. Se incluyen en este grupo al mancozeb y al clorotalonil. Los sistémicos se caracterizan por su acción de sitio específica (pueden generar poblaciones resistentes del patógeno) e incluyen en este grupo a benzimidazoles, aminas, triazoles, estrobilurinas y anilino pirimidinas. Existen reportes de que el patógeno ha desarrollado resistencia a benzimidazoles, triazoles y estrobilurinas (Fourcade & La Ville, 1973; Stover, 1977; Pons, 1987).

Bibliografía

- AGRIOS, G.N. 1997. Plant Pathology. Fourth Edition. Academic Press. 635 p.
- AGUIRRE-GAVIRIA, M.C.; CASTAÑO-ZAPATA, J. y L.E. ZULUAGA. 2003. Método rápido de diagnóstico de *Mycosphaerella musicola* Leach y *M. fijiensis* Morelet, agentes causales de las Sigatokas amarilla y negra. Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales, Vol. xxvii (105):620-623.
- ATSLANT, H. y D. GÁMEZ. 2004. Influencia de los factores ecofisiológicos sobre el comportamiento de la Sigatoka negra en la zona bananera del Magdalena. Santa Marta. P: 45-49. Trabajo de grado (Ingeniero agrónomo). Universidad del Magdalena. Facultad de Ingeniería. Área fitopatología.
- ARZANLOU, M.; ABELN, E.C.A.; KEMA, G.H.J.; WAALWIJK, C.; CARLIER, J.; DE VRIES, I.; AGUIRRE-GAVIRIA, M.C.; CASTAÑO-ZAPATA, J. y L.E. ZULUAGA. 2003. Método rápido de diagnóstico de *Mycosphaerella musicola* Leach y *M. fijiensis* Morelet, agentes causantes de las sigatoka amarilla y negra. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Volumen xxvii, número 105.619-624 pp.
- ARZANLOU, M.; ABELN, E.C.A.; KEMA, G.H.J.; WAALWIJK, C.; CARLIER, J.; DE VRIES, I.; GUZMÁN, M. and P. CROUS. 2007. Molecular diagnostics for the Sigatoka disease complex of banana. Phytopathol. 97:1112-1118.
- CARLIER, J.; FOURÉ, E.; GAUHL, F.; JONES, D.R.; LEPOIVRE, P.; MOURICHON, X. and C. PASBERG-GAUHL. 2000. Black leaf streak. In Diseases of Banana, Abacá and Enset, D.R. Jones (ed.), pp. 37-79. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- CORDEIRO, Z.J.C. y A.P. MATOS. 2012. Situação da sigatoka-negra da bananeira no Brasil. xxii Congresso Brasileiro de Fruticultura. Bento Gonçalves. rs 22 a 26 de outubro. 7 pp.
- EBIMIEOWEI, E. and Y. WABIYE. 2011. Control of black Sigatoka disease: challenges and prospects. African Journal of Agricultural Research. Vol. 6(3), pp 508-514.
- FAO. Produção de banana. Disponível em: <http://apps.fao.org>. Acesso em: 27 nov. 2001. Ebeling. 1956. Subtropical Fruit Pests. University of California Division of Agricultural Sciences 436 pp.
- FOURCADE, J. et E. LA VILLE. 1973. Obtention in vitro de souches résistantes au Benomyl chez le *Cercospora musae* Zimm. Fruits 28: 103-105.
- GUZMÁN, M. and P. W. CROUS. 2007. Molecular diagnostics for the Sigatoka disease complex of banana. Phytopathology 97:1112-1118 .
- LARIOS, J. y W. DA SILVA MORAES. 2008. Prácticas culturales para el manejo de la sigatoka negra en bananos y plátanos. Tropical Plant Pathology 33 (3):189-196.

- MARÍN, D.H.; ROMERO, R.A.; GUZMÁN, M. y T.B. SUTTON. 2003. Black sigatoka: An increasing treat to banana cultivation. *Plant Disease* 87 (3): 208-222.
- MOBAMBO, K.N. and M. NAKU. 1993. Situation de la cercosporiose noire des bananiers et plantains (*Musa* spp) sous différents systèmes de culture á Yangambi, Itaut – Zaire. *Tropicicultura* 11:7-10.
- MOREIRA, R. S. 1999. Banana-teoria e practica de cultivo. 2° edicao. Sao Paulo- 335 p.
- MULDER, J.L. y R.H. STOVER 1976. *Mycosphaerella* species causing bananas leaf sport. *Transactions of the British Mycological Society*. 69 (1): 77-82. 1976.
- OROZCO-SANTOS, M.; OROZCO-ROMERO, J.; PÉREZ-ZAMORA, O.; MANZO-SÁNCHEZ, G. y J. FARÍAS-LARIOS. 2008. Prácticas culturales para el manejo de la sigatoka negra en bananos y plátanos. *Tropical Plant Pathology* 33 (3):189-196.
- PLOETZ, R.C. 2003. Diseases of fruit crops. CAB International. 44 Brattle Street 4th Floor. Cambridge, MA 02138 USA. 527 p.
- PLOETZ, R.C. and X. MOURICHON. 1999. First Report of Black Sigatoka in Florida. *Plant Disease*. 83 (3) Pag. 300.
- PONS, N. 1987 a. Notes on *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 85, 405-416.
- PONS, S. 1987. Breve cronología del control de las Sigatokas. UPEB; 83. Informe mensual. Año 11 (3). SINAVIMO. [http:// www.sinavimo.gov.ar/cultivo /banano](http://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/banano) 25 de julio de 2013.
- STOVER, R.H. 1977. Extranuclear inherited tolerance to Benomyl in *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. *Transactions of the British Mycological Soc.* 68 (1): 122-124.
- SWENNEN, R. y F. ROSALES. 1994. Bananas. *Encycl. Agric. Sci.* 1:215-232.
- TAPIA, S.; RIVADENEIRA, M.; RODRIGUEZ, M.; RUEDA, E. y N. RUEDA. 2008. Plagas y enfermedades del Banano. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.
- TEJERINA, J.C.; MERILES, G.; STOVER, R.H.; PLOETZ, R.C. AND S. ROMANOFF. 1997. First Report of Black Sigatoka in Bolivia. *Plant Disease*. 81, (11): 1332.



CAPÍTULO 9

Vid

Fitoplasmas

Gomez Talquenca, S. y L. Conci

238	<i>Introducción</i>
239	<i>Hospedantes</i>
239	<i>Sintomatología</i>
240	<i>Distribución en el mundo</i>
240	<i>Epidemiología</i>
241	<i>Manejo de la enfermedad</i>
241	<i>Monitoreos en el país</i>
242	<i>Bibliografía</i>

Introducción

Los fitoplasmas son bacterias carentes de pared celular, de naturaleza parasítica y están restringidas a dos tipos de hospedantes: plantas e insectos. Se los ha encontrado infectando más de 1000 especies de plantas alrededor del mundo y son responsables de importantes pérdidas en diferentes cultivos (Hogenhout *et al.*, 2008). Aún no ha sido posible su cultivo *in vitro*, lo cual ha dificultado no solamente su estudio sino su taxonomía, por lo que de manera provisoria se describen como "*Candidatus Phytoplasma spp.*" (Gasparich, 2010). La amplificación de una porción del gen 16S ARNr de los fitoplasmas, mediante la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), su posterior digestión con enzimas de restricción (PCR-RFLP) y secuenciación, permitió sentar las bases de un sistema de clasificación. Posibilitó además realizar análisis filogenéticos entre los fitoplasmas y con otros grupos de bacterias, demostrándose que los primeros representan un clado monofilético de una sorprendente diversidad, dentro de la clase *Mollicutes* (Lee *et al.*, 2000). Son muy pequeños (0,2-0,3 micrones) viven exclusivamente en el floema de las plantas y en los insectos vectores. En la naturaleza se transmiten de manera persistente y propagativa mediante Cicadélidos, Delfácidos, Cixidos y Psílidos, conocidos como "*chicharritas*", cuando éstos se alimentan.

En la vid los fitoplasmas son considerados causantes de un conjunto de enfermedades llamadas genéricamente "Amarillos" (Grapevine Yellows, GY). Las enfermedades más importantes descritas en vid, son Flavescencia Dorada y Bois Noir (madera negra). Estas tienen una etiología y epidemiología distintivas, aunque son indistinguibles en base a los síntomas observados en las plantas afectadas. La primera enfermedad en ser registrada fue flavescencia dorada, en Francia, hacia la década de 1950 (Levadoux, 1955), desde donde se dispersó por diferentes regiones vitivinícolas de Europa. Si bien se la consideró en un principio como un problema fisiológico, rápidamente se determinó su naturaleza infecciosa, inicialmente se asumió que estaba causada por un virus. Actualmente está incorporada como enfermedad cuarentenaria en todas las áreas productoras de vid. Poco tiempo después se registró, también en Francia, la enfermedad llamada bois noir, la cual presentaba sintomatología similar a flavescencia dorada, pero fue considerada una enfermedad distinta porque se estableció que el vector era diferente (Belli *et al.*, 2010). Desde el establecimiento de la existencia de este tipo de patógenos en el año 1967 (Doi *et al.*, 1967), otras enfermedades asociadas con la presencia de fitoplasmas y con síntomas similares a flavescencia dorada y bois noir han sido descritas en cultivos de vid de todo el mundo (Tabla 10.1).

Tabla 10.1. Enfermedades causadas por fitoplasmas en cultivos de vid de diferentes regiones productoras, teniendo en cuenta el agente causal, el grupo al cual pertenece, el insecto vector y la distribución geográfica (Belli *et al.*, 2010).

Enfermedad	Grupo 16Sr	Agente causal	Insectos vectores	Distribución geográfica
Flavescencia dorada	16Sr V	<i>Candidatus Phytoplasma vitis</i>	<i>Scaphoideus titanus</i>	Francia, Italia, España, Portugal, Serbia, Eslovenia, Suiza
Bois noir	16SrXII	Ca <i>P. solani</i>	<i>Hyalesthes obsoletus</i>	Europa, Israel, Chile
Palatinate grapevine yellows	16SrV	Ca <i>P. ulmi</i>	<i>Oncopsis alni</i>	Alemania
Virginian grapevine yellows	16Sr III	Ca <i>P. pruni</i>		EEUU
Australian grapevine yellows	16Sr XIII	Ca <i>P. australiense</i>		Australia
Australian grapevine yellows	16Sr II	Ca <i>P. australasia</i>		Australia
Auckland valley grapevine yellows	16Sr I	Ca <i>P. asteris</i>		Australia, Chile
Amarillamiento de la vid	16Sr VII	Ca <i>P. fraxini</i>		Chile

Hospedantes

Los amarillamientos de la vid pueden estar asociados a la presencia de diferentes fitoplasmas, por lo que también es variable el rango de hospedantes que pueden poseer tanto el patógeno como el vector. El sistema de clasificación actual de fitoplasmas se define en base al análisis de secuencia del gen 16S ARNr (Lee *et al.*, 1993; 1998), habiéndose establecido hasta el presente 28 grupos 16Sr y más de 50 subgrupos. Para una mejor diferenciación dentro de los distintos grupos, se puede recurrir al análisis de otros genes con secuencias variables flavescencia dorada está causada por fitoplasmas del grupo “Elm yellows” (16Srv). El principal hospedante de este fitoplasma es *Vitis vinifera*, aunque se han registrado infecciones naturales de *V. riparia*. Se ha logrado transmisión experimental a *Vicia faba* y a *Chrysanthemum carinatum*. Sin embargo, se considera que el único hospedante de significancia para la flavescencia dorada es *V. vinifera*. Recientemente se ha reportado la presencia del fitoplasma asociado a flavescencia dorada en hospedantes leñosos colindantes con viñedos infectados (Borgo *et al.*, 2008).

El bois noir, en cambio, está causada por un fitoplasma del grupo “Stolbur” (16Srxii subgrupo A). Los fitoplasmas de este grupo tienen un rango de hospedantes extremadamente amplio, por lo que es importante distinguir entre especies infectadas ocasionalmente y aquellas que son hospedantes principales y con importancia epidemiológica. Los hospedantes más importantes de este grupo de fitoplasma en Europa son dos malezas: Correhuela (*Convolvulus arvensis* L.) y Ortiga (*Urtica dioica* L.), las cuales tienen importancia diferente en cada región. Otros hospedantes herbáceos pueden ser considerados importantes, pero dado el ciclo biológico del vector, epidemiológicamente son más significativas las plantas perennes que las anuales (Maixner, 2011).

Sintomatología

Los síntomas de las distintas enfermedades causadas por fitoplasmas en vid son prácticamente idénticos, lo que hace imposible su identificación solamente en base a la sintomatología. El primer indicio de la enfermedad es la brotación irregular, observándose un retraso en las plantas afectadas. Los síntomas presentados por plantas infectadas son claros, aunque en algunas situaciones pueden confundirse con alteraciones fisiológicas o problemas causados por otros patógenos. En hojas se produce una clorosis difusa marcada en variedades blancas, mientras que en variedades tintas se producen coloraciones rojizas-violáceas (Foto 116), en algunos casos delimitados por las nervaduras. En variedades blancas las nervaduras toman un aspecto clorótico y en las variedades tintas pueden terminar necrosándose. En todos los casos las hojas se enrollan marcadamente hacia el envés. En las variedades blancas, las hojas con los síntomas descriptos adicionalmente presentan un brillo particular, como si estuvieran recubiertas por una capa cerosa (Foto 117). Los brotes presentan un acortamiento irregular, entrenudos cortos y en zig-zag (Foto 118), no toman rigidez, presentando el aspecto de un brote de goma. En algunos casos se presentan puntuaciones negras sobre el brote no lignificado (Foto 119). Los brotes que no han lignificado adecuadamente pueden necrosarse ante las primeras heladas invernales, dando el nombre de madera negra. En los racimos se observa frecuentemente una necrosis parcial del raquis ya desde el momento de floración (Foto 120). Las plantas afectadas pueden presentar la sintomatología en la totalidad de la planta, o incluso en un solo brote, siendo esto último, reflejo en algunos casos de una infección reciente o bien de una distribución irregular del patógeno en la planta. Los daños son principalmente por una disminución en el volumen de cosecha debido a la necrosis parcial de racimos, disminución de la carga por el declinamiento progresivo de las plantas y menor calidad de la uva. También puede considerarse como un perjuicio económico la mala calidad de la madera cuando se persigue la producción de material de propagación.

No hay cultivares de vid resistentes a los amarillamientos, pero si hay una marcada susceptibilidad varietal. Variedades como Chardonnay, Alicante Bouschet, Garnacha y Tannat son muy sensibles, mientras que Merlot, Syrah y Sauvignon Blanc son menos susceptibles. Si bien no es frecuente, se ha reportado remisión de síntomas en casos donde no hubo posibilidad de reinfección por vectores. Esto es más notable en algunas variedades, como por ejemplo, Barbera (Belli *et al.*, 1978) En algunos casos la remisión de síntomas se ve acompañada por una desaparición del patógeno en la planta y ya ha sido demostrada en otras especies de gran importancia económica como duraznero y manzano, infectadas por fitoplasmas (Zorloni *et al.*, 2008). Los portainjertos generalmente no presentan síntomas cuando están infectados, pero si los podrían manifestar los materiales sobre ellos injertados.

Distribución en el mundo

Bois noir y flavescencia dorada han sido descritas principalmente en los países mediterráneos y de Europa central. Flavescencia dorada tiene una distribución más limitada (Francia, España, Portugal, Suiza y Norte de Italia), mientras que bois noir está ampliamente diseminada en Europa (Francia, Alemania, Italia, Suiza, España, Turquía, Serbia, Ucrania) y el resto del mundo (Israel, Líbano). Se han reportado amarillamientos de vid asociados a fitoplasmas del grupo Stolbur u otros grupos en Irán, China, Croacia, Chile, Estados Unidos, Bulgaria, Grecia, Túnez, Sudáfrica, México, Australia y Nueva Zelanda. En viñedos de Chile se han identificado plantas con síntomas de amarillamiento causados por fitoplasmas los que de acuerdo al análisis del gen 16sr fueron identificados miembros de los grupos 16srI (Aster Yellows) (*Candidatus Phytoplasma asteris*), 16srVII (*Ca. P. fraxini*) y 16srXII (stolbur or "bois noir") (Gajardo *et al.*, 2009). La incidencia de estos patógenos en el cultivo dependerá de la propagación de plantas infectadas y de las especies de insectos que podrían funcionar como vectores de la enfermedad en la región, alimentándose de

vid o bien de malezas circundantes (Longone *et al.*, 2011) (Tabla 10.1).

Epidemiología

La epidemiología de los amarillamientos de la vid es bastante compleja. Al estar causadas por distintos fitoplasmas, sus características son diferentes, por lo que en cada patosistema se deben estudiar los diferentes componentes de la enfermedad con la finalidad de plantear estrategias eficientes de control. Sin embargo, al ser patógenos transmitidos por injerto, comparten una característica común y también con las enfermedades causadas por virus, que es el hombre a través de la comercialización de material de propagación infectado, el principal diseminador de estas enfermedades a larga distancia. Sin la intervención del hombre los fitoplasmas son exclusivamente transmitidos por chicharritas en forma persistente propagativa.

El fitoplasma asociado a flavescencia dorada es transmitido por *Scaphoideus titanus* Ball (Hemiptera: Cicadellidae) oriundo de América del Norte e introducido en Europa accidentalmente. Si bien este cicadélido ha sido reportado colonizando distintas especies leñosas salvajes y cultivadas en América del Norte, en Europa esta solamente restringida a la vid. Ha sido detectado en la maleza *Clematis vitalba* L., aunque sin desarrollo de síntomas, por lo que sólo ocasionalmente se ha registrado la presencia del fitoplasma en esta especie. También se ha reportado la presencia de este fitoplasma en *Ailanthus altissima* L., sin embargo la significancia epidemiológica debe ser clarificada. Hasta el momento, se considera que todo el ciclo epidemiológico de la enfermedad se desarrolla entre la planta de vid y el vector. Este insecto en las condiciones del sudeste francés tiene una generación por año. Presenta un período de adquisición de 7-8 días, seguido de un periodo de latencia relativamente largo (cerca de un mes). Tanto los estadios ninfales como los adultos son capaces de adquirir el fitoplasma, pero los machos son más eficientes transmisores que las hembras. La capacidad de transmitir una vez adquirido el fitoplasma persiste por toda la vida del insecto.

Manejo de la enfermedad

Como todas las enfermedades transmitidas por multiplicación agámica e injerto, el primer y más eficiente método de control, es el uso de material de propagación de calidad certificada. En la Argentina hay un programa de producción de material de propagación libre de virus, pero al ser los fitoplasmas organismos cuarentenarios para nuestro país, no se contempla su análisis. El ingreso de material de propagación del exterior está regulado y controlado por SENASA. Actualmente se permite el ingreso de material de propagación de categoría certificado desde países que puedan presentar un riesgo (Francia e Italia), sin embargo los controles tanto en los países de origen (Angelini *et al.*, 2011) como en Argentina han sido exitosos hasta el momento, dado que no se han registrado reportes de infección en país.

Dada las diferencias epidemiológicas ya descriptas entre flavesencia dorada y bois noir, el manejo a campo de ambas tiene notables diferencias en la metodología y la eficiencia. En el caso de flavesencia dorada, el control químico de *S. titaneus* con remoción de plantas afectadas y reemplazo por plantas sanas, es un método efectivo de manejo. En el norte de Italia se implementan medidas de este tipo en forma sistemática, combinadas con barreras sanitarias, con buenos resultados para evitar la diseminación de la enfermedad. Por otra parte las medidas de erradicación de viñedos abandonados o aquellos con manejo sanitario deficiente, ha dado resultados satisfactorios en la disminución del impacto de la enfermedad (Belli *et al.*, 2010).

Por otra parte, el manejo de bois noir es mucho más complejo. Tratamientos insecticidas contra *H. obsoletus* han demostrado no ser eficientes en la disminución de los insectos presentes en viñedos (Mori *et al.*, 2008). Asimismo, tratamientos tardíos con herbicidas sistémicos en malezas hospederas ha tenido poco éxito en disminuir el número de adultos emergentes en la temporada siguiente (Kehrli & Delabays, 2011). Sin embargo, el manejo de malezas hospedantes, del fitoplasma y del vector, serían el principal método de control

en zonas donde ya se ha constatado la presencia de esta enfermedad. Dada la posibilidad de nuevas especies vectoras del fitoplasma asociado a bois noir, en muchos países se conducen estudios tendientes a identificar potenciales vectores, con el objeto de desarrollar estrategias de manejo ante la eventual ocurrencia de la enfermedad (Maixner, 2011).

Monitoreos en el país

En la Argentina se han conducido relevamientos en viñedos añosos como así también en implantados recientemente con material de propagación oriundo de las regiones donde estas enfermedades son endémicas. Si bien se han observado plantas con sintomatología similar a la descripta, los análisis de laboratorio realizados sobre los materiales colectados han resultado negativos a la infección con fitoplasmas. Asimismo, muchos de estos materiales presentaron infección con virus asociados a la enfermedad “Enrollado de la hoja” o “Degeneración infecciosa”, que pueden presentar sintomatología similar a la descripta para fitoplasmas.

Argentina no está exenta de la presencia de fitoplasmas afectando diferentes cultivos, plantas ornamentales, nativas y malezas. Se han reportado en el país más de 20 especies de plantas infectadas con fitoplasmas. Algunas de ellas, cultivos de gran importancia económica como ajo (*Allium sativum* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), frutilla (*Fragaria × ananassa* Duch), maíz (*Zea mays* L.) y paraíso (*Melia azedarach* L.) entre otros, produciendo daños y pérdidas variables (Conci *et al.*, 2005; Arneodo *et al.*, 2007; Galdeano *et al.*, 2009). Se tiene escasa información con respecto a los vectores involucrados en cada caso y tampoco hay datos acerca de la fisiopatología de estas enfermedades. Estos patógenos podrían, existiendo el vector adecuado, infectar otros cultivos como la vid, o bien podrían diseminar patógenos que ingresen con el material biológico en procesos de importación.

Bibliografía

- ANGELINI, E.; BAZZO, I.; BELLOTTO, D.; BERTAZZON, N.; BORGIO, M.; DALLA CIA, L.; FILIPPIN, L.; FORTE, V.; PATRIARCA, E.; PERINI, G.; RAINATO, A. and L. STRINGHER. 2011. Occurrence of Bois noir in nurseries and young vineyards. 2nd European Bois noir Workshop, Castelbrando, Cison di Valmarino, Italy 51-52.
- ARNEODO, J.; MARINI, D.; GALDEANO, E.; MENEGUZZI, N.; BACCI JR., M.; DOMEQ, C.; NOME, S. and L. CONCI. 2007. Diversity and Geographical Distribution of Phytoplasmas infecting China-tree in Argentina. *Journal of Phytopatology* 155; 70-75.
- BELLI, G.; FORTUSINI, A. and R. OSLER. 1978. Present knowledge on diseases of the type "Flavescence dorée" in vineyards of Northern Italy. In Proceedings of the 6th Meeting of ICV.G. Cordoba, España.
- BELLI, G.; BIANCO, P.A. and M. CONTI. 2010. Grapevine yellows in Italy: past, present and future. *Journal of Plant Pathology*. 92(2): p. 303-326.
- BORGIO, M.; ALBANESE, G.; QUAGLINO, F.; CASATI, P.; ERMACORA, P.; FERRETTI, L.; FERRINI, F.; FILIPPIN, L.; PASQUINI, G. and E. ANGELINI. 2008. Ruolo di altre piante nell'epidemiologia dei fitoplasmi agenti di Flavescenza dorata e Legno nero. *Petria*. 18: p. 261-263.
- CONCI, L.; MENEGUZZI, N.; GALDEANO, E.; TORRES, L.; NOME, C. and S. NOME. 2005. Detection and molecular characterisation of an alfalfa phytoplasma in Argentina that represents a new subgroup in the 16S rDNA Ash Yellows group (*Candidatus Phytoplasma fraxini*). *European Journal of Plant Pathology* 113:255-265.
- DOI, Y.; TERANAKA, M.; YORA, K. and H. ASUYAMA. 1967. "Mycoplasma or PLT-group-like organisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches' broom, aster yellows or paulownia witches' broom". *Annals of the Phytopathological Society of Japan* 33 (4): 259-266.
- GAJARDO, A.; FIORE, N.; PRODAN, S.; PALTRINIERI, S.; BOTTI, S.; PINO, A. M.; ZAMORANO, A.; MONTEALEGRE, J. and BERTACCINI, A. 2009. Phytoplasmas associated with grapevine yellows disease in Chile. *Plant Disease*, 93: 789-796.
- GALDEANO, E.; CONCI, L.; GONZÁLEZ, O.; PARADELL, S.; DI RIENZO, J.; NOME, C. and V. CONCI. 2009. Epidemiological aspects of garlic decline disease caused by a phytoplasma in Asiatic and Argentinean garlic cultivars. *Australasian Plant Pathology* 38: 437-443.

- GASPARICH, G.E. 2010. Spiroplasmas and phytoplasmas: microbes associated with plant hosts. *Biologicals* 38: 193-203.
- HOGENHOUT, S.; OSHIMA, K.; AMMAR, E.; KAKIZAWA, S.; KINGDOM, H. and S. NAMBA 2008. Phytoplasmas: bacteria that manipulate plants and insects. *Mol. Plant Pathol.* 9(4):403-423.
- KEHRLI, P. and N. DELABAYS. 2011. Controlling 'bois noir' disease on grapevine: does the timing of herbicide application affect vector emergence? *Journal of Applied Entomology* 136(3): p. 234-237.
- LEE, I.M.; DAVIS, R.E. and D.E. GUNDERSEN-RINDAL. 2000. Phytoplasma: phytopathogenic mollicutes. *Annual Review of Microbiology* 54: 221-255.
- LEE, I.M.; GUNDERSEN-RINDAL, D.E.; DAVIS, R.E. and I.M. BARTOSZYK. 1998. Revised classification scheme of phytoplasmas based on RFLP analyses of 16S rRNA and ribosomal protein gene sequences. *International Journal of Systematic Bacteriology* 48: 1153-1169.
- LEE, I.M.; HAMMOND, R.W.; DAVIS, R.E. and D.E. GUNDERSEN. 1993. Universal amplification and analysis of pathogen 16S rDNA for classification and identification of MLO's. *Phytopathology* 83: 834-842.
- LEVADOUX, L. 1955. L'état sanitaire et la sélection du Baco 22A. *Agriculture* 18: p. 257-259.
- LONGONE, V.; GONZÁLEZ, F.; ZAMORANO, A.; PINO, A.M.; ARAYA, J.; DÍAZ, V.; PALTRINIERI, S.; CALARI, A.; BERTACCINI, A.; PICCIAU, L.; ALMA, A. and N. FIORE. 2011. Epidemiological aspects of phytoplasmas in Chilean grapevines. *Bulletin of Insectology* 64 (Supplement): s91-s92 ISSN 1721-8861.
- MAIXNER, M. 2011. Recent advances in Bois noir research. *In*: Angelini E. (ed.), Book of Abstracts 2nd European Bois Noir Workshop. Castelobrando, Cizin di Valmarino, Italy: 17-32.
- MORI, N.; PAVAN, F.; BONDAVALLI, R.; REGGIANI, N.; PALTRINIERI, S. and A. BERTACCINI. 2008. Factors Affecting The Spread Of "Bois Noir" Disease In North Italy vineyards. *Vitis* 47(1): p. 65-72.
- ZORLONI, A.; CASATI, P.; QUAGLINO, F.; BULGARI, D. and P.A. BIANCO. 2008. Incidenza del fenomeno del "recovery" in vigneti della Lombardia. *Petria* 18: p. 388-390.



ITAL 141498

Fotografías

- CAPÍTULO 1 - VID
- 248 *Lobesia botrana* Den et Schiff. (polilla europea del racimo)
- CAPÍTULO 2 - ARÁNDANOS Y CÍTRICOS
- 251 *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) y *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (moscas de la fruta)
- CAPÍTULO 3 - CÍTRICOS
- 254 *Aleurocanthus woglumi* Ashby (mosca negra)
- CAPÍTULO 4 - FRUTALES DE PEPITA
- 255 *Pseudococcus viburni* (cochinilla harinosa)
- 258 *Cydia pomonella* (L.) (gusano de la pera y la manzana o carpocapsa)
- CAPÍTULO 5 - FRUTALES DE CAROZO
- 261 *Plum pox virus* (sharka)
- 262 *Monilinia fructicola* (Winter) Honey (podredumbre morena)
- 263 *Xylella fastidiosa* Wells et al. (escaldadura de las hojas del ciruelo)
- CAPÍTULO 6 - CÍTRICOS
- 264 *Guignardia citricarpa* (Kiely) (mancha negra de los cítricos)
- 265 *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* (Hasse) Vaut (cancrosis de los cítricos)
- 266 Huanglongbing (HLB) ex greening
- CAPÍTULO 7 - FRUTALES DE PEPITA
- 268 *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. (tizón de fuego ó fuego bacteriano)
- CAPÍTULO 8 - BANANO
- 270 *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (sigatoka negra)
- CAPÍTULO 9 - VID
- 271 Fitoplasmas

BELT
caLypso
enviador[®]
MOVIMENTO[®]



EL ARTE DE PROTEGER TU NEGOCIO

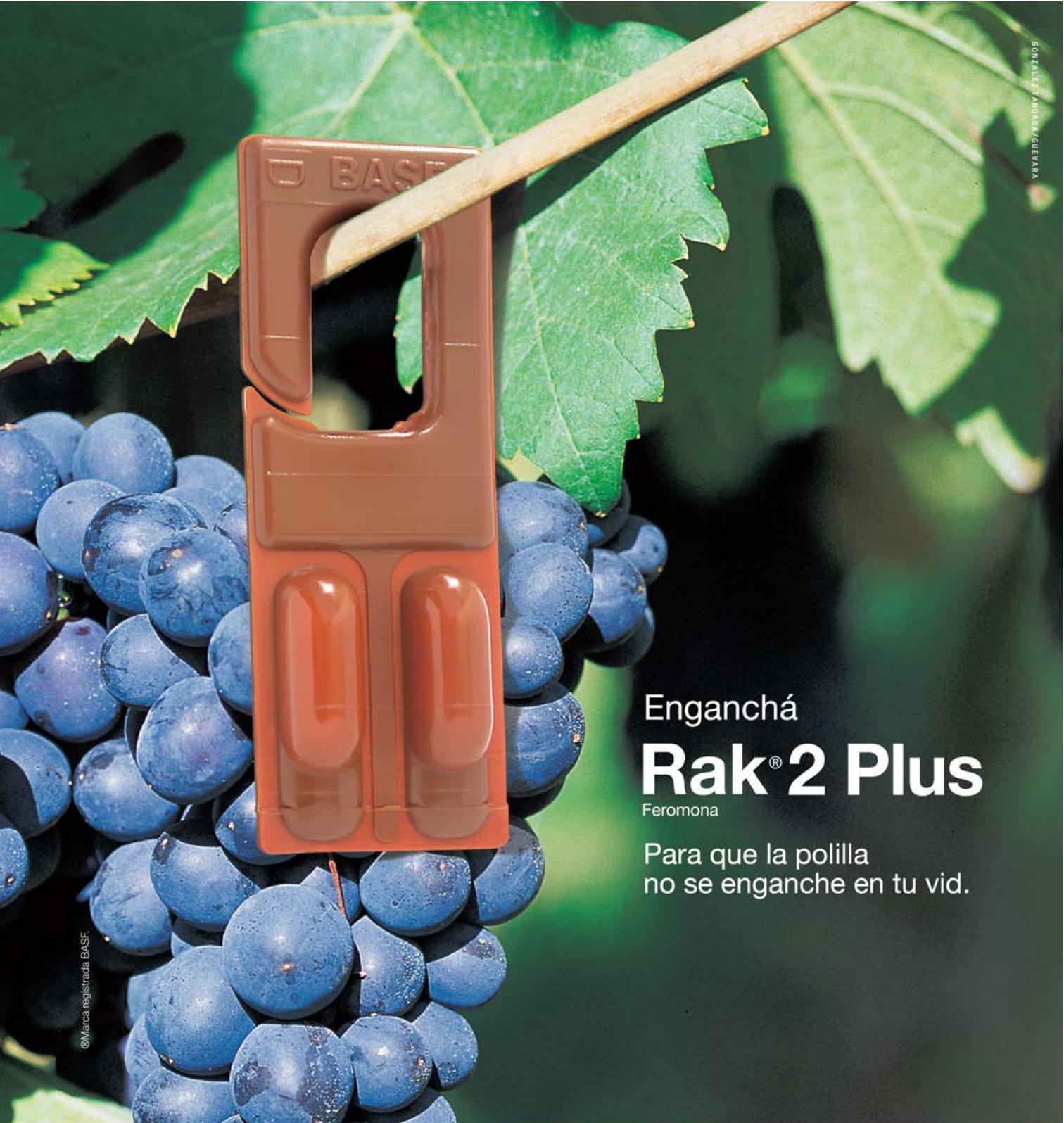
www.cropscience.bayer.com.ar

PELIGRO. SU USO INCORRECTO PUEDE PROVOCAR DAÑOS A LA SALUD
Y AL AMBIENTE. LEA ATENTAMENTE LA ETIQUETA.



Bayer CropScience

Si es Bayer, es bueno



©Marca registrada BASF.

Enganchá

Rak[®] 2 Plus

Feromona

Para que la polilla
no se enganche en tu vid.

150 años

- Mantiene la calidad original de la uva.
- Amigable con el ambiente, no tóxico para el usuario y los insectos benéficos.
- 180 días de duración.

 **BASF**
We create chemistry

PELIGRO. SU USO INCORRECTO PUEDE PROVOCAR DAÑOS A LA SALUD Y AL AMBIENTE. LEA ATENTAMENTE LA ETIQUETA.



1



2



3



4



5



6

Foto 1. Huevos sobre inflorescencias.

Foto 2. Huevo colocado en el cáliz de una flor de vid. Se puede observar el embrión en estado “cabeza negra”.

Foto 3. Huevos colocados sobre granos de vid.

Foto 4. Estados larvales desde L1 hasta L5.

Foto 5. Pupa de *L. botrana* encerrada por su capullo.

Foto 6. Adulto de *L. botrana*.



7



8



9



10



11



12

Foto 7. Daños de *L. botrana* en flores.

Foto 8. Daño de *L. botrana* en granos verdes.

Foto 9. Daño externo de *L. botrana* en grano verde.

Foto 10. Daño interno de *L. botrana* en grano verde.

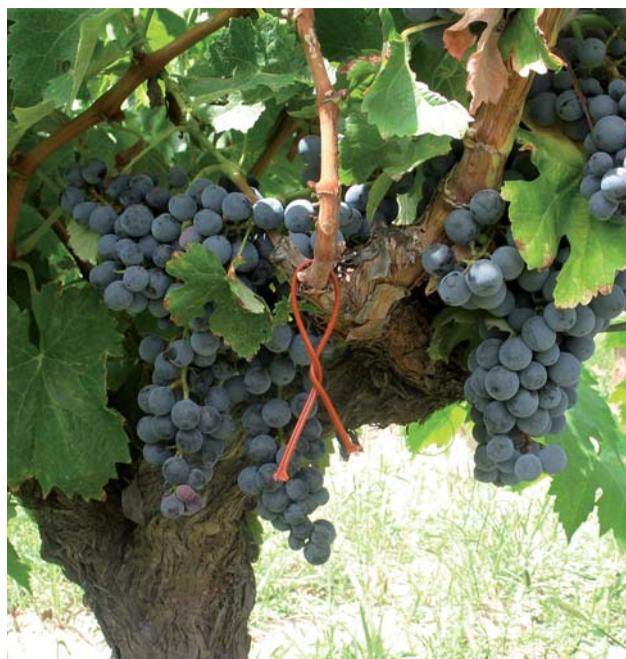
Foto 11. Pupa de *L. botrana* en fruto verde.

Foto 12. Daño en racimo por *L. botrana*.



13

Foto 13. Daño por *L. botrana* en bayas en maduración.



14



15

Foto 15. Difusor 2 para el control de *L. botrana* por el método de confusión sexual.



16



17



18



19

Foto 16. Huevos de mosca del Mediterráneo.

Foto 17. Larva de mosca del Mediterráneo.

Foto 18. Pupas de mosca del Mediterráneo.

Foto 19. Hembra de mosca del Mediterráneo.



20



21



22



23

Foto 20. Macho de mosca del Mediterráneo.

Foto 21. Hembra de mosca sudamericana.

Foto 22. Macho de mosca sudamericana.

Foto 23. Huevos de mosca sudamericana.



24



25



26



27

Foto 24. Larva del último estadio de mosca sudamericana.

Foto 25. Pupas de mosca sudamericana.

Foto 26. Trampa Jackson cebada con Trimedlure.

Foto 27. Trampa McPhail cebada con Torula (proteína).



28a



28b



29



30



31

Foto 28 a y b. Presencia de fumagina posterior al ataque de mosca negra de los cítricos.

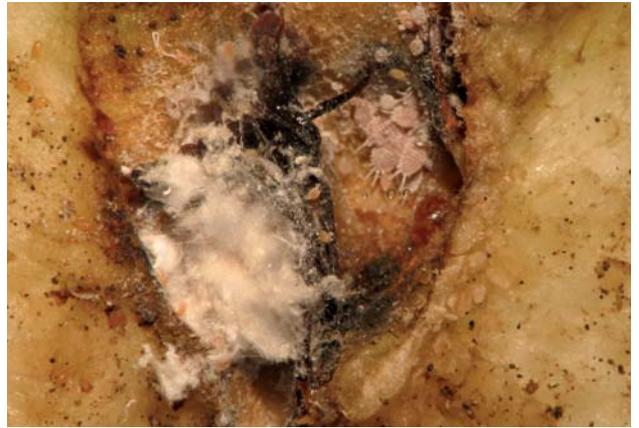
Foto 29. Adulto de mosca negra alimentándose de hojas de cítricos.

Foto 30. Oviposición de adulto de mosca negra en forma espiralada.

Foto 31. Oviposición de Crisópidos.



32



33



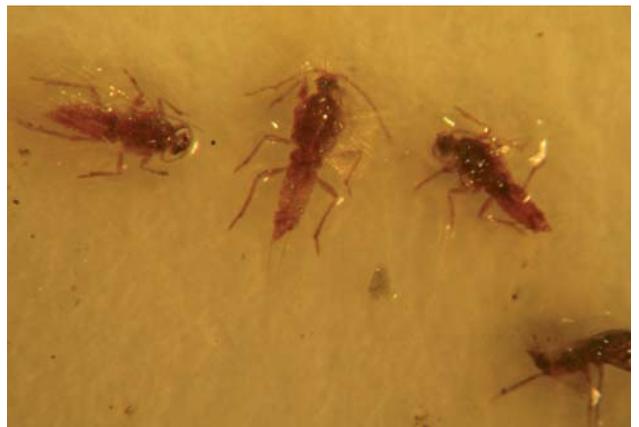
34



35



36



37

Foto 32. Cochinita harinosa sobre ramas de peral en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Foto 33. Colonia de *P. viburni* formada por huevos, ninfas y adultos, en la zona carpelar de peras D'Anjou.

Foto 34. Hembra adulta de *P. viburni* en peral D'Anjou.

Foto 35. Ovisacos de *P. viburni* ubicados debajo de la corteza en peral D'Anjou, listos para eclosionar.

Foto 36. Ninfas móviles de primer estadio de *P. viburni*.

Foto 37. Machos adultos de *P. viburni* capturados en trampas de feromona



38



39a



39b



40



41

Foto 38. Cinta bifaz utilizada para el monitoreo de *P. viburni*.

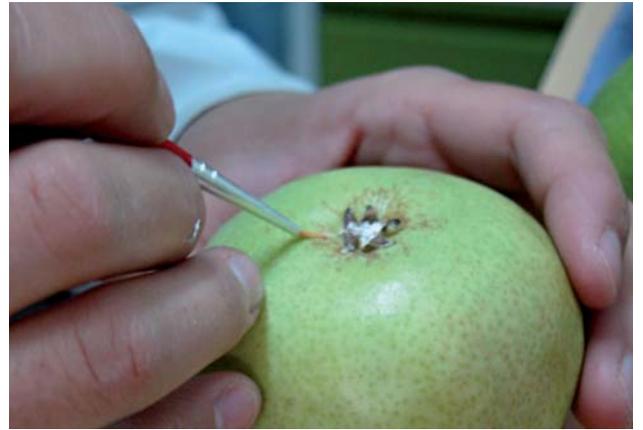
Foto 39. Trampas de cartón corrugado utilizadas para la captura de larvas de carpocapsa y el monitoreo de cochinillas harinosas. **a)** Colocación de la trampa sobre el tronco; **b)** detalle del cartón mostrando que la parte acanalada debe quedar hacia el interior de la misma.

Foto 40. Trampas de feromona sexual para el monitoreo de *P. viburni*.

Foto 41. Evaluación de la eficacia del gas fosfina para el control de huevos de *P. viburni*. Etapa de inyección del gas en contenedores herméticos dentro de cámaras refrigeradas.



42a



42b



43



44



45



46



47

Foto 42. a y b. Evaluación del efecto del frío sobre los huevos de *P. viburni*. Etapa de infestación de frutos con huevos de *P. viburni*.

Foto 43. Límite de detección de *P. viburni* mediante PCR (Extraído de Vera *et al.*, 2012).

Foto 44. Adulto de *Acerophagus griseus* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoide de *P. viburni*.

Foto 45. Adulto de *Leucopis (Xenoleucopis) cilifemur* Mallowch (1933) (Diptera: Chamameyiidae), cuyas larvas se alimentan de huevos de *P. viburni*.

Foto 46. Adulto de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae).

Foto 47. Liberación de huevos de *C. externa* en frutales asperjados con suplementos alimenticios.



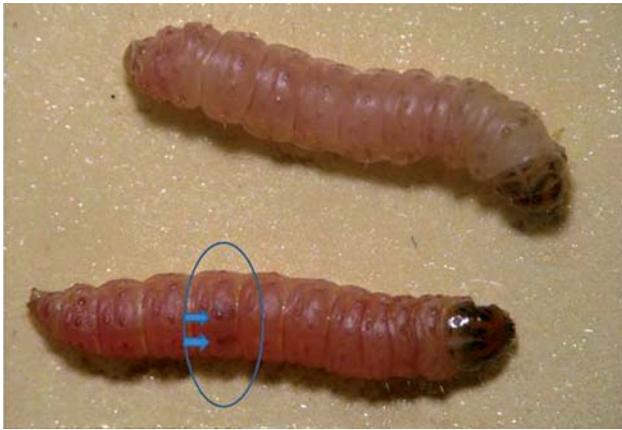
48



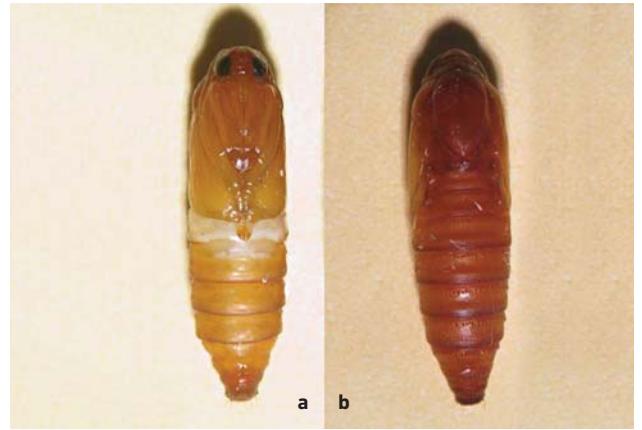
49

Foto 48. Huevo de carpocapsa en distintos estadios de desarrollo: **a)** huevo recién puesto, **b)** huevo en aureola roja, **c)** huevo en cabeza negra y **d)** huevo eclusionado.

Foto 49. a) Larva de primer estadio de carpocapsa (2 mm de largo) y **b)** larva de quinto estadio de carpocapsa (14-18 mm de largo).



50



51



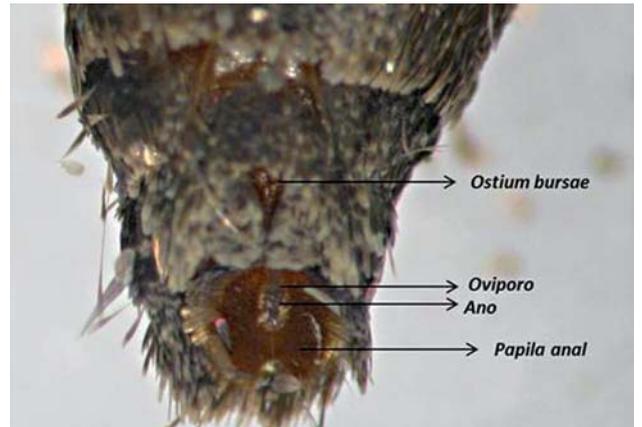
52



53



54



55

Foto 50. Larvas de 5º estadio de hembra (arriba) y macho (abajo). Con flecha se señalan los testículos en la larva macho.

Foto 51. Pupa de carpocapsa, a) vista anterior y b) vista posterior.

Foto 52. Extremo abdominal de las pupas hembra (izquierda) y macho (derecha).

Foto 53. Adulto de carpocapsa.

Foto 54. Alas de adultos de hembra (arriba) y macho (abajo).

Foto 55. Extremo abdominal de la hembra adulta, detalle de los genitales.



56



57



58



59



60



61



62

Foto 56. Extremo abdominal de los adultos de macho (izquierda) y hembra (derecha).

Foto 57. Estudios en laboratorio para determinar la compatibilidad de insecticidas para el control de carpocapsa y de *M. ridibundus*.

Foto 58. Liberaciones confinadas de *M. ridibundus* y *A. quadridendata* para evaluar su desempeño.

Foto 59. Liberaciones inoculativas de *M. ridibundus* y *A.*

quadridendata en montes de pomáceas sin uso de insecticidas.

Foto 60. *Trichogramma* sp. parasitando un huevo de *C. pomonella*.

Foto 61. Huevo de *C. pomonella* parasitado por *Trichogramma* sp., donde se observa el orificio de salida del parasitoide.

Foto 62. Dispositivos empleados para las liberaciones inundativas de *T. nerudai* a nivel nacional.



63



64



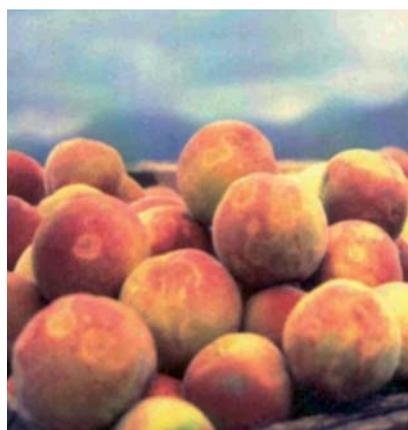
65



66



67



68



69



70

Foto 63. Síntomas de la enfermedad del sharka en hojas de ciruelo japonés (der.) y europeo (izq.).

Foto 64. Síntomas de sharka en ciruelos Red Beaut.

Foto 65. Protuberancias y depresiones circulares sobre la superficie de frutos de damasco.

Foto 66. Manchas circulares claras en los carozos de damasco.

Foto 67. Síntomas de la enfermedad del sharka en hojas de duraznero GF 305.

Foto 68. Síntomas de la enfermedad del sharka en frutos de duraznos.

Foto 69. Síntomas de la enfermedad del sharka en flores de durazneros.

Foto 70. Síntomas del PPV en la indicadora GF 305.



71



73



72



74

Foto 71. Flores afectadas por *Monilinia* spp.

Foto 72. Brotes y ramitas afectados por *Monilinia* spp.

Foto 73. Durazno con podredumbre morena.

Foto 74. Duraznos afectados por *Monilinia* spp. adheridos a la planta.



75

Foto 75. Hoja de ciruelo con síntoma de escaldadura causada por *X. fastidiosa*.



76



77



78



79



80



81



82

Foto 76. Lesiones de mancha negra en hojas de limón.

Foto 77. Síntoma típico de mancha negra en naranjas.

Foto 78. Producción de picnidiosporas a partir de síntomas de mancha negra.

Foto 79. Síntoma de falsa melanosis o moteados mezclados con síntomas típicos en limón.

Foto 80. Síntoma de mancha virulenta en fruta de naranja.

Foto 81. Síntoma de mancha rojiza en frutos de limón.

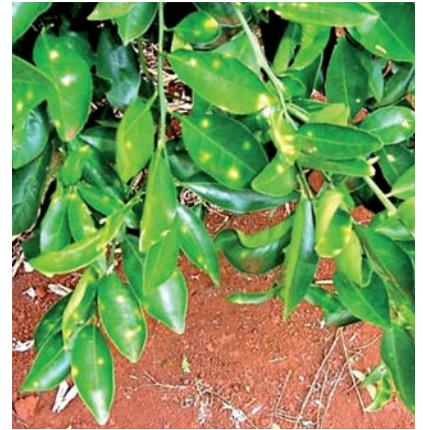
Foto 82. Síntoma de "constelación" alrededor del síntoma típico de mancha negra.



83



84



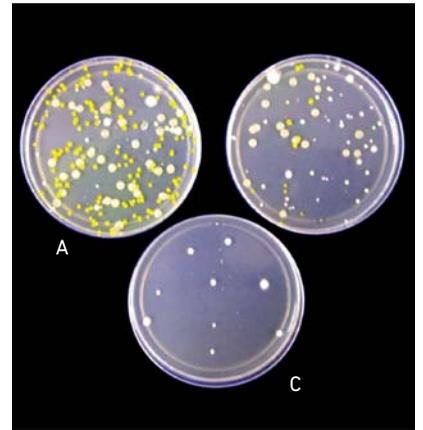
85



86



87



88



89

Foto 83. Síntoma de cancrrosis en hojas con halo amarillento.

Foto 84. Cancro de aspecto crateriforme en frutas cítricas.

Foto 85. Dispersión de cancrrosis en la copa o a través de la lluvia.

Foto 86. Contreras rompevientos para prevenir diseminación de cancrrosis.

Foto 87. Síntomas de cancrrosis asociados al minador.

Foto 88. Desarrollo de *X. axonopodis* pv. *citri* en medio de cultivo semiselectivo. **a)** testigo, se observan en mayor cantidad colonias amarillas típicas de la bacteria. **b)** luego de un tratamiento se observa desarrollo de colonias de la bacteria (control negativo). **c)** luego del tratamiento no se observan las colonias bacterianas (control positivo).

Foto 89. Experiencia en el empaque del tratamiento de cancrrosis con el gas ozono disuelto en agua, en limones.



90



91



92



93



94



95



96

Foto 90. Psílido vector del HLB de los cítricos, *Diaphorina citri*.

Foto 91. *Murraya paniculata*, hospedante alternativo de HLB de los cítricos y del vector.

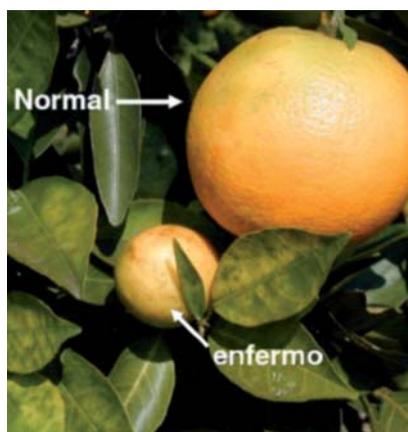
Foto 92. Síntoma de HLB en hojas: manchas irregulares y asimétricas y moteado difuso.

Foto 93. Hojas asimétricas, engrosamiento y aclaramiento de nervaduras por HLB.

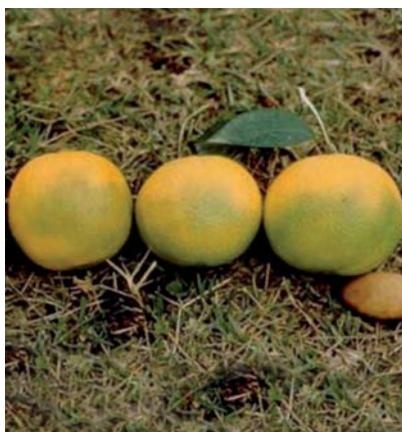
Foto 94. Síntomas iniciales de HLB en naranjos: amarillamiento y escasa productividad.

Foto 95. Síntomas avanzados de HLB en naranjos.

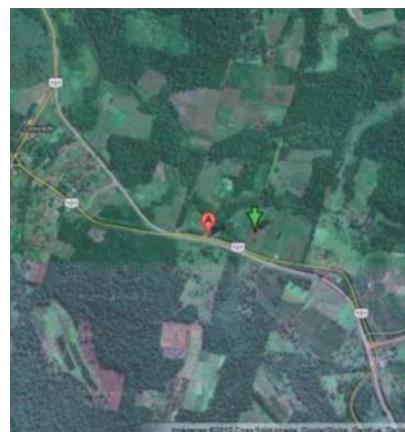
Foto 96. Fruta deformada por presencia de HLB, con bandas de goma y sumamente ácida.



97



98



99



100



101



102

Foto 97. Naranja afectada por HLB en comparación con una fruta sana.

Foto 98. Naranjas con HLB mostrando inversión de color al madurar.

Foto 99. Imagen satelital de Google de la primera detección de HLB en Argentina: Deseado, Dto. Gral. Belgrano, Misiones.

Foto 100. Huevos de *D. citri*.

Foto 101. Estado ninfal de *D. citri*.

Foto 102. Estado ninfal de *D. citri*.



103



104



105



106



107



108

Foto 103. Primeros síntomas visibles de fuego bacteriano en flores de peral: ennegrecimiento y marchitamiento de los pedúnculos.

Foto 104. Brote afectado por *E. amylovora*.

Foto 105. Brote de manzano afectado con uno de los síntomas típicos de la enfermedad: la forma de cayado de pastor.

Foto 106. Cancro en rama joven de peral producido por *E. amylovora*.

Foto 107. Vista interna del cancro en rama de peral producido por *E. amylovora*.

Foto 108. Rama de peral afectada por *E. amylovora*.



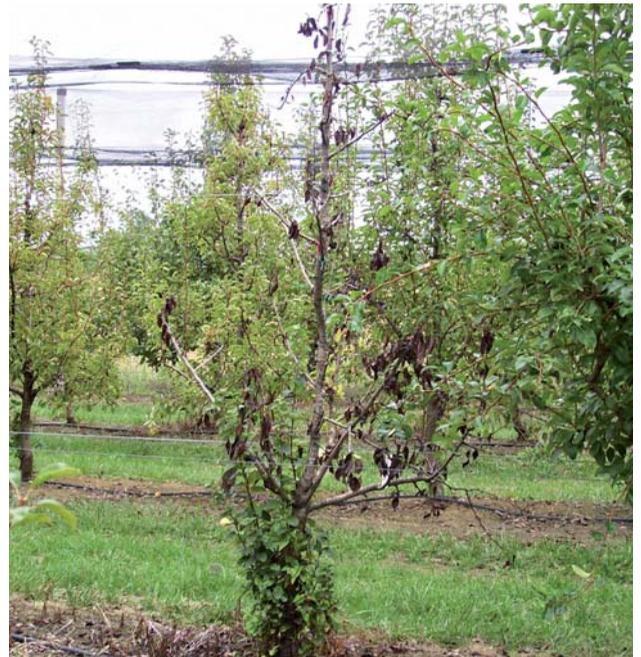
109



110



111



112

Foto 109. Fruto afectado por *E. amylovora*, con gotas de exudado bacteriano, principal fuente de inóculo.

Foto 110. Frutos ennegrecidos afectados por *E. amylovora*.

Foto 111. Cancro en tronco de peral.

Foto 112. Peral afectado por *E. amylovora*. La variedad por ser altamente sensible está seca, mientras que el portainjerto ha rebrotado.



113



114



115

Foto 113. Plantación de banano con hojas secas por sigatoka.

Foto 114. Síntoma de sigatoka en hoja.

Foto 115. Dentro de las manchas se observan los cuerpos fructíferos de *M. fijiensis*.



116



117

Foto 116. Parches violáceos en hojas que pueden extenderse a toda la planta infectada.

Foto 117. Enrollamiento de hojas con aspecto seroso y con protuberancias causadas por infección con fitoplasmas en vid.



118



119

Foto 118. Brotes jóvenes de vid en zig-zag afectados por fitoplasmas. Nótese también hoja clorótica con aspecto seroso.

Foto 119. Puntuaciones negras sobre el brote no lignificado.



120

Foto 120. Necrosis parcial del raquis y pérdida de bayas por infección con fitoplasmas.

¡¡UN ÉXITO COMPROBADO!!

LÍDER MUNDIAL EN DESARROLLO Y FORMULACIÓN DE FEROMONAS

ALTA TECNOLOGÍA EN CONFUSIÓN SEXUAL PARA EL CONTROL DE CARPOCAPSA, GRAFOLITA Y LOBESIA BOTRANA

ShinEtsu
Shin Etsu Chemical Co

TECNOLOGÍA JAPONESA

CONTROL SIN RESIDUOS

ISOMATE M100
CONTROL GRAFOLITA



ISOMATE OFM TT
CONTROL DE GRAFOLITA

ISOMATE C PLUS LL
CONTROL DE CARPOCAPSA



ISOMATE C PLUS LL RING
CONTROL DE CARPOCAPSA



PARA CULTIVO DE VID



ISONET-L
CONTROL DE LOBESIA BOTRANA

ISOMATE C PLUS LL FLEX
CONTROL DE CARPOCAPSA



**agro
roca**

www.agroroca.com

General Roca - Río Negro - México y Av. Roca
Tel (0298) 4422091/422327 - administracion@agrorocasa.com.ar

Buenos Aires - Carlos Pellegrini 743 p."8" - of."37"
Tel (011) 4393 5545 / Fax:(011) 4325 2171 - agroroca@fibertel.com.ar



Tecniterra S.A.C.I.A.

Cipolletti - Río Negro - Av. Lisandro de la Torre 49
Tel (0299)478-1780 / (0299) 478-3830
tecniterra.com.ar

S. P del Chañar - Neuquén - El Chocón s/n
Tel (0299) 4855517

Este libro se terminó de imprimir
en el mes de julio de 2015 en
ErreGé & Asociados
erregeyasoc@aol.com



PARA CADA MOMENTO DE CONTROL, LA MEJOR SOLUCION.

Closer

Excelente performance en control de Piojo de San José y pulgones.

Delegate

Máximo control de polillas, Trips y Psílicos.

www.dowagro.com.ar

Closer[®]

Delegate[®]



Dow AgroSciences

Soluciones para un mundo en crecimiento

El cultivo del nogal en la Argentina, tiene su importancia, no solo por su producción sino también por el número de pequeños y medianos productores que lo cultivan. Ocupa 15.850 ha en las que se obtiene una producción cercana a las 15.000 Tn., las cuales están distribuidas principalmente en las provincias de Catamarca, La Rioja, Mendoza, San Juan, Río Negro y Neuquén. En los valles patagónicos se ha transformado en una actividad productiva en claro proceso de expansión y desarrollo debido principalmente a sus mayores niveles de rentabilidad en relación a otras producciones frutícolas.

Los aspectos sanitarios más relevantes de este cultivo, se concentran en dos plagas claves: Carpocapsa y Polilla del algarrobo o nogal y algunas especies más en condiciones de almacenamiento. Sin embargo, temporadas más húmedas o zonas de mayor humedad (valle inferior y medio del río Negro) favorecen la aparición de bacteriosis del nogal constituyendo ésta, una enfermedad de importancia que afecta cuanti y cualitativamente la producción.

El presente trabajo pretende ser una herramienta de ayuda para profesionales, técnicos, estudiantes y productores en la identificación rápida y sencilla de las plagas que afectan al cultivo del nogal, como así también de sus enemigos naturales, como base para el diseño de planes sanitarios que garanticen la calidad, sanidad e inocuidad de este producto.

Esta publicación fue financiada por el proyecto PNFRU 1105071, y sus respectivos proyectos específicos junto al proyecto PATNOR 1281204:

PNFRU 1105071: Desarrollo de estrategias de intervención sistémicas que aseguren sanidad, inocuidad, competitividad y sustentabilidad de la producción frutícola argentina. *Coordinador Dra. Liliana Cichón.*

PNFRU 1105072: Generación y desarrollo de tecnologías para minimizar el riesgo de introducción de plagas cuarentenarias ausentes y asegurar el manejo eficiente de plagas cuarentenarias presente. *Coordinador Dra. Mirta Rossini.*

PNFRU 1105073: Generación y desarrollo de tecnología para la detección, seguimiento, predicción, prevención y control de vectores, plagas emergentes y/o limitantes de la producción frutícola argentina. *Coordinador Lic. Gonzalo Segade.*

PNFRU 1105074: Generación y desarrollo de estrategias de manejo sustentable (económico, social y ambiental) de plagas y organismos vectores. *Coordinador Ing. Agr. MSc. Violeta Becerra.*

PATNOR 1281204: Promoción del desarrollo en Valle Medio del Río Negro y Valle Medio del Río Colorado. *Coordinador Ing. Agr. MSc. Walter Nievas.*

ISBN XXX-XXX-XXX-XXX-X



Presidencia
de la Nación

Ministerio de
Agricultura,
Ganadería y Pesca

