



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).

Brotes: 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 (EPPO, 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 canchales 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 canchales 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.

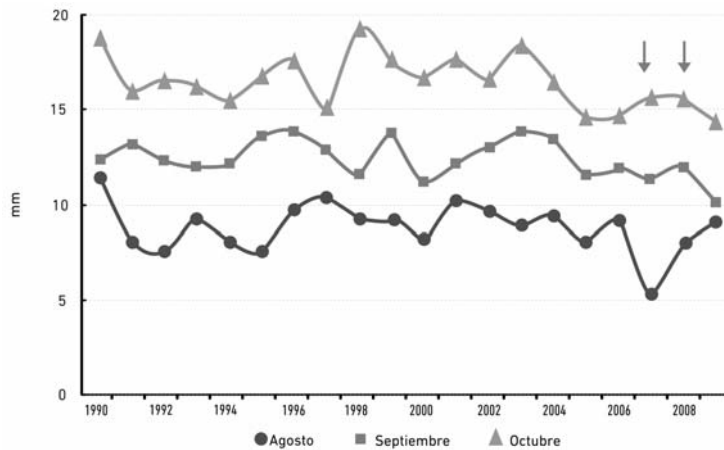


Figura 7.1. Lluvias primaverales y períodos de infección alta en el Alto Valle de Río Negro (1990-2010) (Las flechas indican los años propicios).

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.

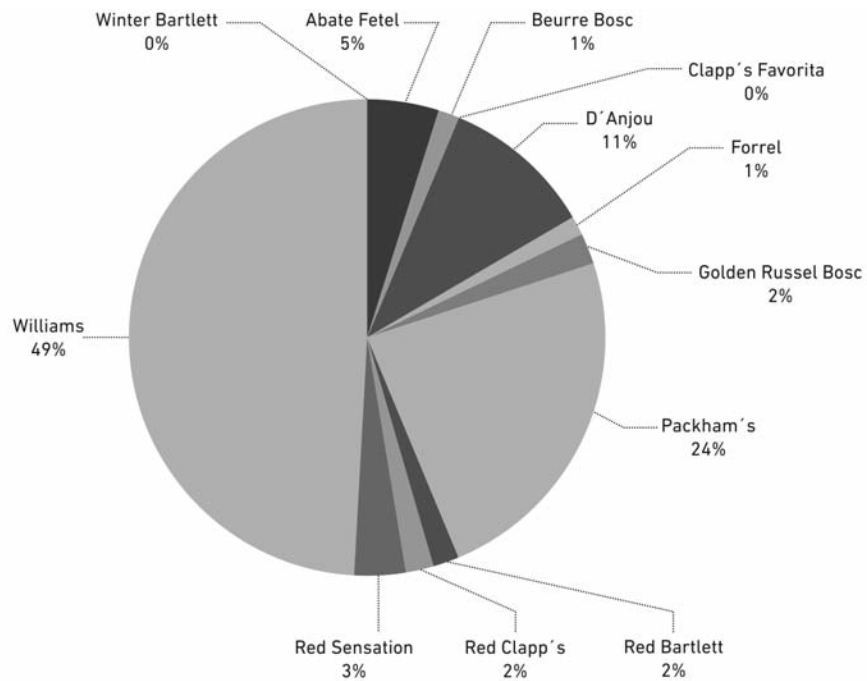


Figura 7.2. Cantidad de plantas de perales (%) y diversidad varietal muestreados en el Alto Valle de Río Negro para diagnosticar la presencia de *E. amylovora* (n=160.000).

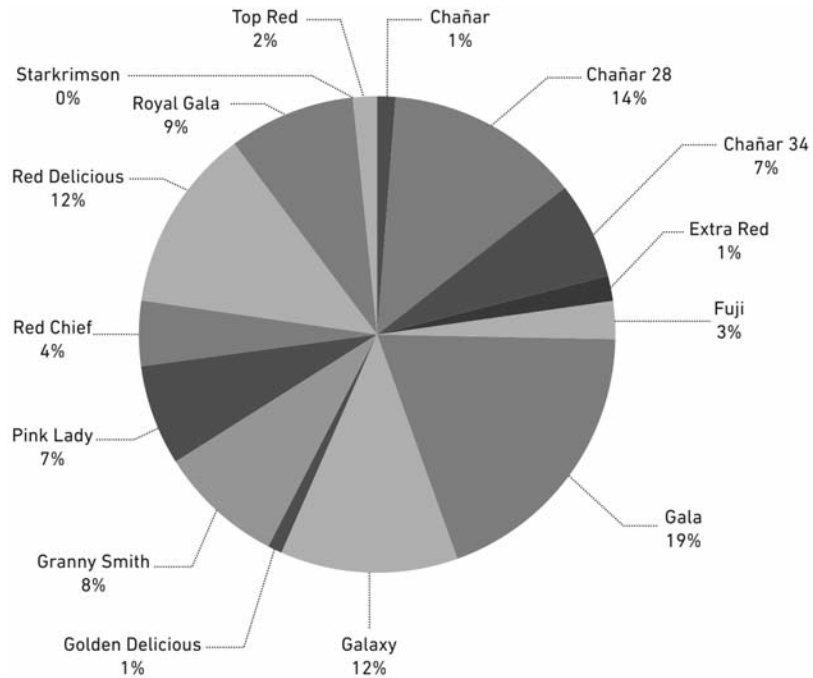


Figura 7.3. Cantidad de plantas de manzanos (%) y diversidad varietal muestreados en el Alto Valle de Río Negro para diagnosticar la presencia de *E. amylovora* (n=120.000).

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.