



Crédito: Magnus Gammelgaard.

UNA AMENAZA LATENTE



**JEANPAUL
JOUBLAN**
ING. AGR., MSc.
DOCTOR (C)

El cambio climático y El Niño son condiciones favorables para la Peste Negra del nogal. Adelantos para su control.

LA bacteriosis o tizón de nogal es una enfermedad causada por la bacteria *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* (Xaj). Como ya lo habíamos mencionado en un artículo del 2021 en esta misma revista, es uno de los principa-

les problemas fitosanitarios del nogal a nivel mundial.

Esta bacteria devastadora puede pasar el invierno en el interior de los catáfilos de yemas sanas, aguardando que la lluvia salpique las flores y hojas en desarrollo. Los canchales de las ramillas son

otro mecanismo de hibernación que puede proporcionar inóculo para la infección primaria. Las infecciones de las yemas pueden provocar la muerte de las yemas y las infecciones de los frutos a veces provocan infecciones de los pedúnculos que no se des-



Hoja con síntomas de Xaj o Peste Negra con infección en estados iniciales de desarrollo en Chandler, Perigord, Francia 2023

prenden de las ramitas.

En años como este, cuando se hace presente el fenómeno de El Niño, sobre todo en primavera, es cuando los efectos pueden ser mucho más devastadores en zonas que normalmente no presentan una alta presión del patógeno. Esto es especialmente importante en las regiones V, VI y Región Metropolitana.

Xaj puede afectar todos los órganos aéreos en crecimiento: hojas, ramas, flores femeninas, amentos y frutos. Su efecto puede causar mucho más allá de un 50% de pérdida de la producción en determinados años y lugares con mayor predisposición.

La bacteriosis es cada vez menos sensible a los bactericidas principalmente debido a la resistencia al cobre por parte de la bacteria y al cambio climático, entre otros factores.

Cómo reconocerla

Es muy importante saber reconocer muy temprano los síntomas que causa Xaj. En hojas pequeñas, los daños se reconocen por deformaciones foliares; después de estos síntomas, ya en hojas totalmente desarrolladas, se pueden apreciar pequeñas manchas amarillentas que pueden degenerar en zonas necrosadas. En flores, el daño se presenta como pequeñas manchas oleosas que luego se ennegrecen y el tejido se deprime. Los brotes nuevos se desecan, se ennegrecen y posteriormente se tuercen.

En general, en ataques tempranos el fruto cae antes de la cosecha. En ataques tardíos se puede confundir con BAN (Brown Apical Necrosis), la cual sin embargo primero se localiza exclusivamente en el ápice del fruto y después puede colonizar todo fruto.

La variedad Chandler puede presentar una forma de infección de Xaj tardía que denominamos Peste Negra Silenciosa y que se caracteriza por la presencia de una pequeña lesión, a veces imperceptible, en el ápice del fruto. Esta lesión es mucho más extendida en el interior del fruto, afecta el embrión y, por ende, la permanencia del fruto en el árbol. Esta forma de la enfermedad se produjo en algunos huertos de las regiones del Maule, Ñuble y Bío Bio el año 2022. Hacía unos seis años que no se producía este tipo de bacteriosis. La Peste Negra Silenciosa puede afectar hasta el 40% de los frutos.

La bacteria se conserva casi

exclusivamente en el interior de las yemas del árbol protegidas por los catáfilos de las yemas, durante todo el invierno. La bacteria y su desarrollo dependen de factores climáticos tales como precipitaciones (agua libre), temperatura y duración de la humectación.

Factores que la determinan

Las condiciones climáticas son, sin dudas, lo más importante. En presencia de agua libre y aumento de las temperaturas, así como al inicio del desarrollo vegetativo, las bacterias se multiplican. Por precipitaciones entendemos desde el rocío y llovizna hasta la lluvia. Lo relevante es el tiempo que permanece con agua libre sobre la superficie del órgano específico.

Existe un modelo matemático que permite predecir

Peste negra en fruto en desarrollo de variedad Chandler. Región del Maule, 2014.



Xaj en Chandler esta temporada en Curicó. Una temporada con problemas.

el período hasta la infección, pero en zonas con mucha presión de patógeno y lluvias, la oportunidad de la aplicación es muy importante cuando hay semanas completas de lluvia sin tregua.

El suelo es un factor relevante. Condiciones de texturas franco arenosas y arenosas, así como suelos poco profundos generan mayor sensibilidad a la bacteria. Por tanto deben incrementarse tanto la fertilidad como la retención de humedad de esos suelos.

Factores genéticos

En el mundo no existen variedades resistentes a Xaj. Sin embargo, Cisco es una de las variedades con mayor sensibilidad a este patógeno en frutos y amentos; en consecuencia, por el hecho de ser el principal polinizante usado en los huertos de Chandler en Chile, reviste un especial interés, ya que disemina en forma importante este patógeno en los huertos de Chandler.

Chandler a su vez es también es una variedad sensible, aunque menos que Cisco. En Francia, donde las condiciones climáticas son más predisponentes, esta variedad es muy difícil de cultivar por su mayor incidencia y por la prohibición de utilizar Mancozeb. El cultivar Franquette, usado como polinizante de Chandler en todo el mundo también, presenta menores daños por Peste Negra al ser una variedad que



brotta más tarde en la temporada y por presentar menos probabilidades de precipitaciones durante su desarrollo.

Reviste especial interés el control de Xaj en forma mucho más exhaustiva en los polinizantes utilizados en Chile. Sin embargo, Fernette, una variedad que introduce el año 1997 a Chile, es de las más tolerantes a este patógeno, pero por desgracia es bastante menos usada como polinizante en nuestro país.

Los nuevos portainjertos clonales tienen mucha importancia en la sensibilidad de la

variedad a Xaj. Esto se basa principalmente en observaciones del desarrollo radicular, sanidad de raíces y de los niveles nutricionales, donde al comparar Vlach (selección clonal de Paradox = *Juglans regia* x *Juglans hindsii*) con *Juglans regia* creciendo bajo las mismas condiciones en varios huertos, hay por sobre todo un mayor desarrollo de raíces y tolerancia a estrés hídrico (Knipfer et al, 2020).

Vlach presentó niveles de toxicidad por manganeso bastante menores a *J. regia*, establecidos en las mismas condi-



ciones. Vlach presentó 1.665 ppm de Mn y regia 2.992 ppm de Mn consíntomas visuales de toxicidad (niveles máximos de 200 ppm). Esto se traducía en niveles muy superiores de frutos dañados por Xaj (sin evaluación). Una investigación en este sentido es muy importante teniendo en cuenta las restricciones que puede tener el futuro uso de Mancozeb.

Sensibilidad con Alta Densidad Sapsystem

Los huertos en alta densi-

dad en conducción Sapsystem (572 y 800 plantas/ha) generan árboles con alta producción muy precozmente y, por ende, de menor altura, al menos entre

El suelo es un factor relevante, las condiciones de texturas franco arenosas y arenosas y los suelos poco profundos generan mayor sensibilidad a la bacteria, por eso deben incrementarse la fertilidad y la retención de humedad de suelos.

3 y 5 m menos (de acuerdo a mi experiencia), lo que permite una mucho mejor eficacia de aplicación de los bactericidas actuales. Es decir, son árboles con una mayor eficiencia fotosintética al presentar una alta

Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) y, por ende, alta producción, buen calibre y menos incidencia de Xaj y BAN.

Prácticamente todos los productos para el control de Xaj en este momento son de contacto, salvo la kasugamicina, por lo que

un buen cubrimiento es esencial en el control de esta enfermedad. La utilización de un buen mojamiento y de equipos que desplacen un gran volumen de aire también son muy importantes. En huertos adul-



TABLA 1
Ejemplos de Programas de manejo de Peste Negra.
 (Universidad de California)

Programa 2 Aplicaciones	Kasugamicina / Mancozeb		Cobre / Mancozeb		
	Programa 4 aplicaciones	Cobre / Mancozeb		Kasugamicina/ Mancozeb	Kasug./ Cobre
Programa 5 aplicaciones	Cobre / Mancozeb	Kasug. / Mancozeb	Cobre / Mancozeb	Cobre / Kasug.	Cobre / Mancozeb

tos de gran envergadura (10 a 14 m de altura) los problemas para el control son muy importantes, por eso el desarrollo y el manejo del vigor son trascendentales.

Nuevas opciones de manejo

En los últimos años se ha incorporado el antibiótico kasugamicina que se registró en 2018 en California para controlar el tizón del nogal y las enfermedades bacterianas de algunos otros cultivos. La kasugamicina es un bactericida único porque no se utiliza en medicina animal ni humana. Los estudios de monitoreo ambiental han demostrado que no selecciona la resistencia a patógenos bacterianos humanos con usos en la agricultura de plantas. Además la kasugamicina cumple los estándares toxicológicos para insectos polinizadores y tiene una toxicidad animal baja.

En este sentido seguimos haciendo ensayos en Chile para definir su real eficacia bajo



Hoja de Chandler con síntomas de toxicidad por cúpricos. Primavera de 2023.

nuestras condiciones y su efecto en las cepas de *Xanthomonas arboricola* pv *juglandis* presentes en Chile.

Así, los tres bactericidas convencionales más eficaces

disponibles actualmente son el cobre, el mancozeb y la kasugamicina. (Tabla 1)

Las aplicaciones con kasugamicina deben iniciarse en el mismo momento que para el cobre-mancozeb. En huertos con antecedentes de la enfermedad y cuando se pronostican altas precipitaciones, las aplicaciones deben iniciarse con una expansión del amento del 20-40%. Bajo presión de enfermedad moderada a baja (es decir, pronósticos de precipitaciones bajas y rocío mínimo), las aplicaciones deben comenzar en la etapa de "prédica" o estado fenológico Cf1 del 20% (folletos desplegados, antes de la expansión) y en la etapa de prédica del 40% cuando la presión de la enfermedad es muy baja. Estas etapas corresponden a la emergencia de las flores pistiladas.

La mejor forma de utilizar el bactericida es en combinación con mancozeb o cobre. Las mezclas de kasugamicina y mancozeb aplicadas son de las más eficaces de todos los tratamientos

TABLA 2
Ejemplo de rotación de programas de manejo de Peste Negra.
 (Universidad de California)

Cobre / Mancozeb → Kasugamicina / cobre → Cobre / Dodina → Kasugamicina / Dodina → Cobre / Mancozeb

evaluados. Se muestran ejemplos de estrategias de manejo de aplicaciones para un programa rotacional de dos, cuatro o cinco aplicaciones.

Los programas sugeridos incluyen un intervalo de reaplicación de 7 a 10 días. La razón de este intervalo de reaplicación es que la mayoría de los bactericidas no metálicos tienen una vida residual corta de unos pocos días a una semana o dos y que kasugamicina es localmente sistémico o translaminar y, por lo tanto, es menos probable que se redistribuya.

Tener cobre-mancozeb al final de la rotación también

Control de Xaj en placa de laboratorio mediante bacteriófagos y sulfato de Estreptomicina, con halo de control de ambos tratamientos.

proporcionará los residuos más duraderos de ambos ingredientes activos. Además, dado que el nuevo crecimiento aumenta el volumen del dosel semanalmente en la primavera a medida que los nogales salen de dormancia, se necesitan aplicaciones múltiples y frecuentes para que la mayoría de los cultivares florezcan y fructifiquen en períodos de lluvias potencialmente altas.

En los últimos años, y en parte debido a la extinción



del registro de Mancozeb en la Unión Europea, oportunamente analizado y destacado por este autor en Mundoagro ([https://mundoagro.cl/por-que-la-union-europea-no-renova-la-autorizacion-del-mancozeb-principales-](https://mundoagro.cl/por-que-la-union-europea-no-renova-la-autorizacion-del-mancozeb-principales)



Peste Negra Silenciosa: parecida pero diferente.

La Peste Negra Silenciosa (PNS) es una enfermedad que tiene algunas diferencias con la Peste Negra tradicional, ambas causadas por *Xanthomonas arboricola* pv *juglandis* y el BAN (Brown Apical Necrosis) o necrosis apical del fruto, que es causada por un complejo de hongos, donde en Chile destacan *Fusarium* y *Alternaria*.

Algunas diferencias:

- La PNS solo se presenta desde fines de diciembre hasta mediados de enero. Generalmente entre Navidad y Año Nuevo.
- En la PNS el fruto siempre aborta y cae al suelo por la colonización del embrión.
- En el caso de la PNS, el patógeno solo ingresa por la parte apical del fruto, no así en la bacteriosis. Existe una caída abrupta y es difícil de detectar antes.
- La PNS solo se presenta en el cultivar Chandler, principalmente por el mal sello que tiene el fruto en la parte apical.
- Puede provocar el 60% de pérdida de la producción o más.
- BAN está asociado principalmente a hongos de los géneros *Phomopsis*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Colletotrichum* y *Claosporium*.
- BAN se desarrolla desde enero hasta incluso la cosecha.
- BAN presenta un color pardo a pardo oscuro. PNS, en cambio, es más bien negro.
- Una alta incidencia de PNS provoca también una alta incidencia de BAN.

razones/), se han desarrollado otras alternativas como la Dodina, que es un fungicida – bactericida de acción preventiva principalmente para el control de *Venturia* en pomáceas pero que últimamente también se utiliza en el control de Xaj. Dodina actúa por contacto y acción subcuticular, que altera la permeabilidad de la membrana celular y mitocondria del patógeno, alterando el metabolismo del potasio (K⁺), provocando citólisis o muerte de la célula. (Tabla 2)

Opciones biológicas en el manejo de la enfermedad

Desde hace doce años se ha desarrollado la investigación para la selección de bacteriófagos (virus que controlan bacterias), tanto en Chile como en Francia para el control de distintas cepas de *Xanthomonas arboricola* pv *juglandis*, y más

recientemente el desarrollo de productos comerciales en base a estos virus se puede complementar el control químico con el control biológico.

Aureobaculum pullulans se ha evaluado también para el control de Xaj, los ensayos realizados en el marco del proyecto europeo La Noix de Demain en el que participé y dirigí, mostraron importantes avances en patologías asociadas a esta bacteria.

Otras alternativas orgánicas están en curso, desarrollándose productos que pueden permitir la disminución de agroquímicos tradicionales en los huertos de nogales de Chile y el Mundo.

Manejos culturales

La poda de producción debe ser equilibrada. Una poda muy intensa, como la poda mecánica, puede desequilibrar el árbol en la relación vigor/fructificación y favorecer el desarrollo

de Xaj. Una poda razonada y razonable favorece la aireación de los árboles, limita la bacteriosis y provoca una mejor distribución de los productos dentro del árbol. La poda sanitaria, que eliminando la madera con daños por Xaj, se debe realizar en forma periódica.

La edad de los árboles también incrementa la cantidad de madera, yemas, número de frutos, sombreado y, en definitiva, la cantidad de inóculo (UFC) en el árbol y el ambiente durante la brotación y la etapa vegetativa.

En relación al manejo del suelo, mantener y ojalá incrementar las cualidades físicas, biológicas y químicas de cada huerto es una tarea esencial. Si eso puede estar en contraposición con el necesario manejo del suelo para la cosecha, se deben implementar soluciones técnicas que permitan convivir estos dos objetivos.