



■ PROBLEMA ABORDADO

Amarillamiento de la vid: impacto y sintomatología

La viticultura, sector económico de gran importancia gracias a una producción mundial anual de 74 millones de toneladas de uva, está amenazada por varias enfermedades asociadas a los fitoplasmas. En la cuenca euromediterránea la presencia de estas enfermedades se ha convertido en un importante factor limitante para la viticultura, afectando gravemente la calidad y cantidad de la producción, alcanzando tasas de infección del 50% y hasta el 80%. Mientras que en Europa y Chile se han detectado diferentes fitoplasmas en plantas de vid, en Sudáfrica la enfermedad se asocia principalmente a la presencia de '*Candidatus Phytoplasma asteris*' (16Srl-B). Aunque los fitoplasmas implicados son diferentes, y cambian según la ubicación geográfica, los síntomas son similares. La epidemiología del amarillamiento de la vid es compleja. Están involucradas varias especies de plantas hospedantes secundarias que tienen un papel importante como reservorio tanto de los fitoplasmas como de los insectos que actúan como vectores de los mismos fitoplasmas. Los principales insectos vectores de fitoplasmas son los cicadélidos y psílidos. Aunque los hospedantes alternativos y las especies de insectos vectores para muchos de estos fitoplasmas siguen siendo desconocidos, la ventaja de su identificación en un determinado patosistema permite su eliminación selectiva, reduciendo las fuentes de inóculo, los costes de mano de obra, así como el impacto ambiental de la enfermedad.



- Los síntomas principales en la vid incluyen amarilleces o enrojecimiento irregular en las hojas de las variedades blancas y tintas respectivamente. La hojas se enrollan hacia el envés y a veces pueden formar un triángulo. También se observan entrenudos cortos, muerte de las extremidades de los sarmientos de sarmientos enteros, lignificación incompleta de los sarmientos, aborto floral, deshidratación de bayas.



■ PRÁCTICA/INNOVACIÓN PROPUESTA POR TROPICSAFE

Conocer la sintomatología es el primer paso hacia una adecuada estrategia de gestión del amarillamiento de la vid

Los métodos de manejo del amarillamiento de la vid incluyen la realización de una poda orientada al rebaje del volumen de las plantas sintomáticas, la eliminación de las plantas hospedantes secundarias y de los insectos vectores. En los viñedos, los síntomas típicos asociados a presencia de fitoplasmas son el enrollamiento hacia el envés de las hojas; enrojecimiento (en uvas tinta) o coloración levemente amarilla (en uvas blancas) de las hojas; lignificación incompleta de los brotes; deshidratación de las bayas; y decaimiento de las plantas.

Las variedades más importantes infectadas por fitoplasmas en Chile son Thompson Seedless, Crimson Seedless y Autumn Royal (uva de mesa); Cabernet Sauvignon, Pinot noir, Sauvignon blanc, Petit Syrah, Merlot, Carménère, Chardonnay y Syrah (uva para vino). Los síntomas observados en diferentes combinaciones de variedades de vid y fitoplasmas son muy similares, y las pequeñas diferencias probablemente estén relacionadas con la susceptibilidad de la variedad, la edad de la planta, la presencia de otros patógenos y la acción de agentes bióticos y abióticos que causan daño en las raíces. Una situación particular está representada por la deshidratación de las bayas que se da en diferentes variedades que, especialmente en Petit Syrah y Merlot, se asocia a pérdidas considerables. En Sudáfrica, el "aster yellows" en plantas de las variedades Chardonnay y Colombard, causan hojas arrugadas que se enrollan hacia el envés y son más gruesas de lo habitual. También aparecen sarmientos con entrenudos cortos, brotes que no lignifican y puntas de crecimiento que se marchitan. En Europa y Sudáfrica la principal variedad infectada es Chardonnay. Por otro lado, durante una epidemia, muy pocas variedades locales no desarrollan síntomas.

Tras un poco de práctica, es posible percatarse de la presencia de fitoplasmas en las plantas de vid a través de la observación de los síntomas. Sin embargo, en las plantas hospedadoras secundarias es muy común la escasez de síntomas o la ausencia de los mismos, lo que obliga a realizar análisis adicionales para detectar la presencia de fitoplasmas. La infección latente de estas plantas preocupa enormemente, en cuanto, a pesar de ser eficientes fuentes de inóculo de fitoplasmas, no son consideradas un peligro por parte del viticultor. Encontrar nuevos insectos vectores es tarea aún más exigente que incluye la captura de insectos cerca de un viñedo infectado, los análisis para determinar posibles infecciones por fitoplasma y la realización de pruebas biológicas para demostrar la capacidad del insecto de transmitir el fitoplasma.

Si se quiere realizar pruebas de transmisión, durante la captura de los insectos se debe velar por la integridad de los mismos, manipulándolo de forma tal de estresarlos lo menos posible para que no reúsen alimentarse. En este caso es aconsejable utilizar una red entomológica de barrido. Si, en cambio, solo queremos realizar una identificación, también es posible el uso de trampas adhesivas amarillas. Después de la captura, se observan los individuos por medio de un microscopio binocular y, de ser necesario, la identificación morfológicas se completará gracias a la intervención de entomólogos expertos. Para detectar la presencia de fitoplasmas en los insectos y en los hospedantes secundarios, se procede a la extracción de ADN y se realiza la PCR anidada utilizando iniciadores específicos.

■ ¿CÓMO SE ESTÁ IMPLEMENTANDO?

Búsqueda de plantas hospedantes alternativas y posibles insectos vectores de los fitoplasmas del amarillamiento de la vid

Dado que el amarillamiento de la vid se ha estudiado en las zonas europeas durante décadas, resultan bastante conocidas tanto la biología como la epidemiología de los fitoplasmas que con mayor frecuencia se asocian a



Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación de la Unión Europea H2020, bajo el acuerdo de concesión N° 727459

www.tropicsafe.eu

Esta ficha de innovación se ha producido como parte del proyecto TROPICSAFE. Aunque el autor ha trabajado con la mejor información disponible, ni el autor ni la UE serán en ningún caso responsables de cualquier pérdida, daño o perjuicio que se produzca directa o indirectamente en relación con el proyecto.



la enfermedad ('*Candidatus Phytoplasma solani*', 16SrXII-A y flavescencia dorada, 16SrV-C /-D). También se dispone de abundantes datos acerca de las principales plantas reservorio e insectos vectores. Sin embargo, los entornos cambiantes, las malezas y la reciente introducción de diferentes especies exóticas con nuevos insectos potenciales vectores de fitoplasmas, han aumentado el riesgo de propagación de nuevos fitoplasmas o nuevas cepas, que podrían afectar el estado sanitario de los viñedos. En Italia una prospección realizada en la zona de la provincia de Treviso (vino Prosecco), permitió verificar la presencia de 14 especies vegetales alternativas para los tres principales fitoplasmas detectados en la vid con amarilleces como 16SrXII-A, 16Srl y 16SrV. El mismo estudio permitió verificar la presencia de nuevas especies de insectos vectores potenciales y de diversos fitoplasmas en las especies de vectores conocidas (Tabla, en negrita los nuevos hallazgos). El hallazgo de "aster yellows" en *Hedera helix* supone una nueva detección en esta especie. Las especies de plantas infectadas con el fitoplasma 16SrXII-A están confirmando o aumentando la lista de diferentes especies de plantas hospedadoras que albergan como posible fuente de inóculo este fitoplasma en viñedos y en varios otros entornos agrícolas y naturales.

Especies de insectos	Fitoplasma identificado
<i>Hyalesthes obsoletus</i> Signoret	16Srl-B , 16SrXII-A
<i>Neoliturus fenestratus</i> (Herrich-Schäffer, 1834)	16Srl , 16SrXII-A
<i>Orientus ishidae</i> Matsumura	16Srl-B , 16SrV-C, 16SrXII-A
<i>Scaphoideus titanus</i> (Ball)	16Srl-B , 16SrV-C, 16SrXII-A
Especies de plantas	
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R.Br.	16SrXII-A
<i>Clematis vitalba</i> L.	16SrV, 16Srl
<i>Convolvulus</i> spp.	16SrXII-A
<i>Conyza Canadensis</i> (L.) Cronq.	16SrXII-A
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	16SrXII-A
<i>Hedera helix</i> L.	16Srl
<i>Morus</i> spp.	16Srl
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	16SrXII-A
<i>Quercus</i> spp.	16SrXII-A
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	16SrXII-A
<i>Rosa canina</i> L.	16SrXII-A
<i>Rubus</i> spp.	16Srl
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott.	16SrXII-A
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	16Srl

En Sudáfrica, el cicadélido *Mgenia fuscovaria* (Stål) es un vector de 'Ca. P. asteris', asociado con el amarillamiento de la vid. El fitoplasma también se identificó en otras dos especies de cicadélidos cuales *Aconurella prolixa* y *Exitianus* sp., así como en las potenciales plantas reservorios *Mesembryanthemum crystallinum* L., *Raphanus sativus* L. y *Montinia caryophyllacea* Thunb.

En Chile, entre los insectos capturados, el fitoplasma 16SrIII-J, asociado al amarillamiento de la vid, se detectó en *Paratanus exitiosus* (Beamer) y *Bergallia valdiviana* Berg. Los ensayos de transmisión, realizados en plantas de vinca y vid, corroboraron que estas dos especies de insectos son vectores del fitoplasma 16SrIII-J. El mismo fitoplasma también se encontró en las malezas *Polygonum aviculare* L. y *Convolvulus arvensis* L., que crecen en viñedos infectados. Durante el proyecto, en los viñedos infectados por el fitoplasma 16SrIII-J, se ha continuado con el muestreo de plantas hospedadoras alternativas y nuevos insectos vectores.



• Fila superior de izquierda a derecha: plantas de *M. crystallinum* (https://de.wikipedia.org/wiki/Eiskraut#/media/Datei:Xer_mesemb.jpg) y *M. caryophyllacea* [[https://de.wikipedia.org/wiki/Montinia_caryophyllacea#/media/Datei:Montinia_caryophyllacea_\(Montiniaceae\)__\(23854745238\).jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Montinia_caryophyllacea#/media/Datei:Montinia_caryophyllacea_(Montiniaceae)__(23854745238).jpg)] algunas especies se infectaron con 'Ca. P. asteris' en Sudáfrica. El cicadélido de alimentación herbácea *Aconeurella prolixa* [M. Stiller (Consejo de Investigación Agrícola - Sanidad y Protección Vegetal, Colección Nacional de Insectos)] dio positivo al fitoplasma que se encuentra en la vid en Sudáfrica y lo transmitió con éxito a un medio de alimentación artificial y a plantas de trigo. Fila inferior de izquierda a derecha: malezas *Polygonum aviculare* y *Convolvulus arvensis* en viñedos chilenos y positivas a los fitoplasmas 16SrIII-J.

■ ¿CÓMO ESTÁ FUNCIONANDO?

Nuevas plantas hospedantes de fitoplasmas que infectan a la vid y sus insectos vectores avanzan a una nueva fase de prueba

En el marco del proyecto TROPICSAFE, se identificó una larga lista de nuevas plantas hospedantes secundarias de fitoplasmas que infectan a la vid, junto con nuevas especies de potenciales insectos vectores. Las plantas se recolectaron en las proximidades de los viñedos, mayoritariamente tras visualizar síntomas claros de la presencia de fitoplasmas. Sin embargo, también se recolectaron y analizaron plantas asintomáticas. En ambos casos se obtuvieron resultados positivos, confirmando que las infecciones latentes son comunes. Con la finalidad de detectar posibles fuentes de inóculo de fitoplasmas, se recomienda analizar siempre las malezas, así como otro tipo de plantas, cercanas a los viñedos, independientemente de que presenten o no síntomas.

TROPICSAFE también demostró que algunos cicadélidos estaban infectados con fitoplasmas asociados al amarillamiento de la vid. A pesar de confirmarse la presencia de un fitoplasma, su mera presencia en un insecto no es prueba de que este sea vector. Se debe proceder a realizar pruebas adicionales definidas de "transmisión",



a través de las cuales la especie de insecto objeto de la investigación se alimenta en plantas sanas mantenidas en condiciones controladas.

En Chile, cinco especies de plantas hospedantes diferentes la vid (*Rosa* spp., *Brassica rapa* L., *Erodium* spp., *Malva* spp. y *Rubus ulmifolius* Schott), resultaron positivas para uno de los principales fitoplasmas asociados al amarillamiento de la vid, el fitoplasma 16SrIII-J. Además, cinco especies de insectos fueron total o parcialmente identificadas (*Amplipcephalus ornatus* Linnavuori, *A. pallidus* Linnavuori, *A. curtulus* Linnavuori & DeLong, *Bergallia* sp., *Exitianus obscurinervis* Stål) como potenciales vectores del mismo fitoplasma.



- Especies de cicadélidos positivos al fitoplasma 16SrIII-J: (A) *Bergallia* sp.; (B) *Amplipcephalus ornatus*; (C) *A. curtulus*; (D) *A. pallidus*; (E) *Exitianus obscurinervis*. Síntomas en malezas y arbustos infectados con el fitoplasma 16SrIII-J: (F) hojas corchosas en *Malva* spp.; (G) deformación y textura corchosa de las hojas en *Brassica rapa*; (H, I) *Rubus ulmifolius* mostrando escobas de bruja y hojas deformadas; (L, M) escobas de bruja, deformación de hojas y flores en *Rosa* sp. Fila inferior: trampas adhesivas amarillas para capturar insectos en viñedos chilenos.



PALABRAS CLAVE

Amarillices de la vid, fitoplasmas, sintomatología, plantas hospedadoras alternativas, insectos vectores

MÁS INFORMACIÓN

Paltrinieri S., Zambon Y., Mori N., Canel A., Bertaccini A., Contaldo N. 2019. Phytoplasmas detected in insects and spontaneous vegetation near vineyards with yellows diseases in Italy. *Phytopathogenic Mollicutes* 9(1), 55-56.

Quiroga N., Longone V., González X., Zamorano A., Pino A.M., Picciau L., Alma A., Paltrinieri S., Contaldo N., Bertaccini A., Fiore N. 2019. Transmission of 16SrIII-J phytoplasmas by *Paratanus exitiosus* (Beamer) and *Bergallia valdiviana* Berg 1881 leafhoppers. *Phytopathologia Mediterranea* 58(2), 231-237.

Zambon Y., Canel A., Bertaccini A., Contaldo N. 2018. Molecular diversity of phytoplasmas associated with grapevine yellows disease in North-Eastern Italy. *Phytopathology* 108(2), 206-214

CRÉDITOS

Assunta Bertaccini *Alma Mater Studiorum* – Universidad de Bolonia, Departamento de Ciencias Agrícolas y Alimentarias, Bolonia, Italia assunta.bertaccini@unibo.it

Nicoletta Contaldo *Alma Mater Studiorum* – Universidad de Bolonia, Departamento de Ciencias Agrícolas y Alimentarias, Bolonia, Italia nicoletta.contaldo2@unibo.it

Marina Dermastia Instituto Nacional de Biología, Departamento de Biotecnología y Biología de Sistemas, Liubliana, Eslovenia marina.dermastia@nib.si

Nicola Fiore Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile nfiore@uchile.cl

Kerstin Krüger Departamento de Zoología y Entomología, Universidad de Pretoria, Pretoria, Sudáfrica kkruiger@zoology.up.ac.za

Marzo, 2021



Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación de la Unión Europea H2020, bajo el acuerdo de concesión N° 727459

www.tropicsafe.eu

Esta ficha de innovación se ha producido como parte del proyecto TROPICSAFE. Aunque el autor ha trabajado con la mejor información disponible, ni el autor ni la UE serán en ningún caso responsables de cualquier pérdida, daño o perjuicio que se produzca directa o indirectamente en relación con el proyecto.