



LA BÚSQUEDA DE LA CALIDAD EN LA UVA

X ENCUENTRO TÉCNICO,
MADRID 14 DE ABRIL DE 2015

DOSSIER



Fundación
para la
Cultura del **Vino**



Patronato de la Fundación

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Vinos de los Herederos del Marqués de Riscal

Bodegas La Rioja Alta, S.A.

Bodegas Muga

Bodegas Terras Gauda

Bodegas Vegas Sicilia



EDITA

Fundación para la Cultura de Vino

Atenas, 2 1º
28224 Pozuelo de Alarcón (Madrid)
info@culturadelvino.org
www.culturadelvino.org
91 799 29 80

PRESIDENTE

Luis Miguel Beneyto

VICEPRESIDENTE

Guillermo Aranzabal

GERENTE

Rafael del Rey Salgado

*Todos los derechos reservados:
© Fundación para la Cultura de VIno
Madrid 2015*

COORDINACIÓN

María Gasca y Salvador Manjón

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

Magic Circus, Centro de diseño gráfico

Presentación

La Fundación para la Cultura del Vino, entidad sin ánimo de lucro, compuesta por algunas de las más importantes bodegas de España junto con el Ministerio de Agricultura, tiene como principal objetivo divulgar el vino como parte de nuestro patrimonio cultural, profundizando en el conocimiento de su historia, de las técnicas de cultivo de la vid, de su elaboración y de las formas de degustarlo y disfrutarlo. Bajo esas premisas organiza sus **Encuentros Técnicos, de los que ahora desarrollamos su Xª edición**. Se trata de congresos abiertos, con vocación informativa, pedagógica y de divulgación cuyo objetivo es analizar en profundidad temas de la mayor actualidad e interés para el sector vitivinícola. Para la presente edición se ha elegido el tema de **“La búsqueda de la calidad en la uva”**.

Cualquiera que esté más o menos próximo al sector sabe de la gran competencia existente en los mercados, de los grandes retos que se les presentan a las bodegas en su tarea de comercializar sus producciones y de las escasas diferencias que separan el éxito y la supervivencia de muchos pueblos y comarcas españolas. Factores que acaban traducándose en una gran oportunidad que debemos saber aprovechar.

Desde todos los ámbitos vitivinícolas hemos llevado a cabo grandes cambios en los últimos años, pero si tuviéramos que destacar uno, éste debería ser el de la viticultura. Hemos reestructurado miles y miles de hectáreas de viñedo, reconvirtiéndonos hacia otras variedades, y cabría la posibilidad de preguntarnos ¿todo eso para qué? Aunque la respuesta sería bastante fácil de encontrar: para mejorar nuestra calidad, posicionar mejor nuestros vinos en los mercados (especialmente los internacionales) y conseguir una calidad en la uva que nos permita ser más competitivos.

¿Lo hemos conseguido? Sin duda. Pero nos queda mucho camino por recorrer; y entre los numerosos retos que se nos presentan en el corto plazo está el de hacer más competitivo todavía nuestro viñedo, mejorando las estrategias de manejo del riego adaptadas a las condiciones agroclimáticas y al objetivo de la producción; o profundizando en el conocimiento del papel que desempeñan los factores vitícolas en los compuestos saludables de la uva y el vino.

Pero, lamentablemente, no todo es ir hacia delante. También existen problemas de gran importancia que están afectando al viñedo y a los que hay que hacer frente urgentemente. Las enfermedades de la madera de la vid presentan una problemática compleja que hay que analizar desde su propagación, estudiando factores e hipótesis que pudieran explicarlas.

Conocer las últimas investigaciones en innovación genética en la búsqueda de portainjertos de variedades más resistentes a las enfermedades; o los tratamientos, desde los más tradicionales hasta los más innovadores, que están estudiándose desde las buenas prácticas medioambientales y conocer cómo están desarrollándose las estrategias naturales para el control de las enfermedades, sin duda, nos permitirá avanzar en la búsqueda de la calidad en la uva.

Para ello contaremos con los mejores especialistas, con quienes en una jornada en la que compaginaremos conocimiento científico y académico con experiencias prácticas, intentaremos aproximarnos a la realidad de un sector vitícola español que afronta un futuro con grandes retos por delante.

Pero nada de todo esto hubiera sido posible sin el apoyo de instituciones como el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, que nos dará una precisa información sobre la conversión de los derechos de plantación en concesiones administrativas o las nuevas líneas de apoyo a la innovación con las que poder desarrollar los proyectos. También ha resultado esencial el apoyo de la Universidad Politécnica de Valencia, la Católica del Sacro Cuore de Piacenza (Italia), el Institut National de la Recherche Agronomique de Burdeos (Francia) y Montpellier (Francia); Agromillora, el ITC Calidad, así como la esencial aportación de Sigfito, a todos los cuales nos enorgullece darles las gracias por su inestimable colaboración.

Como a todas aquellas personas que desde las bambalinas han definido y coordinado el programa científico, Salvador Manjón, director de La Semana Vitivinícola; la organización de la jornada y las tareas logísticas, María Gasca; María Mingo desde la secretaría y especialmente a los patronos de la **Fundación para la Cultura del Vino** por su incansable apoyo en hacer del sector vitivinícola español un sector líder y referente mundial.

Índice de contenidos

1	UNA VISIÓN GLOBAL DE LOS RETOS A LOS QUE SE ENFRENTA LA VITICULTURA DE CALIDAD Domingo M. Salazar Hernández	9
2	RIEGO DE PRECISIÓN DE LA VID: MÉTODOS, HERRAMIENTAS Y ESTRATEGIAS PARA MAXIMIZAR CALIDAD Y RENDIMIENTOS EN FUNCIÓN DEL OBJETIVO DEL VIÑEDO Hernán Ojeda	19
3	LAS ENFERMEDADES DE LA MADERA DE LA VID: UNA PROBLEMÁTICA COMPLEJA Josep Armengol Fortí	29
4	LA PROGRESIÓN DE LA YESCA EN FRANCIA: FACTORES E HIPÓTESIS QUE PUEDEN EXPLICARLA Pascal Lecomte	37
5	EL PAPEL DE LOS FACTORES VITICULTURALES EN LOS ATRIBUTOS SALUDABLES DE LA UVA Y EL VINO Luigi Bavaresco	47
6	TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS A LAS ENFERMEDADES DE LA MADERA EN VID Pablo M. Cabrerizo	59
7	BUENAS PRÁCTICAS MEDIOAMBIENTALES EN VITICULTURA Victorino Martínez Puras	69
8	DESARROLLO DE ESTRATEGIAS NATURALES PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE MADERA DE VID Juan José Rubio	75



Una Visión Global de los retos a los que se enfrenta la Viticultura de Calidad

Domingo M. Salazar Hernández

Una Visión Global de los retos a los que se enfrenta la Viticultura de Calidad

Domingo M. Salazar Hernández

Catedrático de Viticultura y Cultivos Leñosos
Universidad Politécnica de Valencia

La calidad de un producto agroalimentario como es la uva que va a ser transformada en vino, ha sido y seguirá siendo durante mucho tiempo un verdadero reto para el productor en este caso para el viticultor:

Ante la actual situación de las producciones agrarias, lo lógico es preguntarse ¿Cómo producir mejor?, pero eso sí con más calidad, consiguiendo más producción y si ello es posible a menor coste, lo que solo puede conseguirse mecanizando al máximo y racionalizando todas las actuaciones y técnicas a emplear en plantación y cultivo.

Nuestro país es capaz de conseguir, en el sector del vino una amplia gama de productos claramente diferenciados, pero es aún más claro que nuestros rendimientos económicos son bajos y no siempre son orientados a las demandas del consumidor.

Esta es la compleja pregunta, global y que pretendemos plantear en este momento, pero solo plantear. Ya que los retos que citamos se irán desarrollando a lo largo de este Encuentro Técnico sobre “La búsqueda de la calidad en la uva”.

La calidad de un producto y especialmente en el vino es y será siempre un reto a mejorar, así la consecución de uva de la máxima calidad a buen coste de producción, es la mejor forma de conseguir un buen vino y que además sea competitivo y por tanto este es el verdadero reto, el objetivo de los viticultores.

Desde luego primero debemos definir y especificar el objetivo de la producción que estemos intentando llevar a cabo, que en nuestro caso es la búsqueda de calidad de la uva que no siempre está suficientemente definida y parametrizada como ya hemos indicado, y que debe intentarse definir más claramente.

Cuando pensamos en retos nos referimos a acciones mejorables, más o menos manifiestamente mejorables, en las actuaciones del viticultor. Acciones que deben ser estudiadas e investigadas técnicamente. Pero también debemos considerar aquellas condiciones que siendo adecuadas en nuestros

entornos vitivinícolas se pueden aprovechar mejor en el camino de la consecución de la máxima calidad de nuestros vinos y estas condiciones son entre otras

- algunos de nuestros peculiares suelos excelentes para la viticultura.
- las variaciones térmicas día-noche que se dan en la mayor parte de nuestras zonas vitícolas.
- el alto número de horas de sol especialmente en las últimas fases de la evolución de las bayas.
- el carácter de uva madurada lentamente en muchas de nuestras diversas ecologías vitícolas.
- el evidentemente necesario estrés hídrico, casi obligado por nuestras condiciones climáticas, que debemos reconducir pero mantener en momentos clave del ciclo de la vid, etc.



Todos estos condicionantes y otros más, son claramente aprovechables por nuestros viñedos, por nuestros viticultores, para conseguir mejores uvas y por tanto mejores vinos, unas veces en color, otras en sensaciones gustativas o en aromas. Pero si hablamos de retos para la viticultura, para el viticultor, debemos considerar diversos orígenes de estos retos como son, la preocupación del consumidor, del productor y del bodeguero.



¿Qué le preocupa al viticultor; a todos los viticultores, pero especialmente al pequeño viticultor? Es claro que casi siempre la primera pregunta que nos hacen a los técnicos es ¿Qué puedo hacer contra el Rayo, la **Yesca**? A lo que deberíamos añadir que pueden, que podemos hacer ante las diversas patologías fúngicas denominadas hoy Complejo de hongos asociados a la yesca y el decaimiento, que hoy afectan de forma creciente al viñedo, especialmente a las cepas, adultas y jóvenes, a su madera y por tanto a su vida productiva y la calidad de sus uvas.



Una segunda preocupación, por lo tanto reto, que habitualmente se plantea, es como mejorar la forma de cultivar la viña en esta pregunta se incluyen en diversas cuestiones, unas relacionadas con el **material vegetal**; otras con las técnicas de cultivo y finalmente otras con el control de plagas y enfermedades, así generalmente se plantean entre otras las siguientes cuestiones:

- qué patrones nos dan o pueden dar problemas con algunas variedades.
- qué nuevos vinos puedo pensar elaborar basándome en variedades antiguas y prácticamente en peligro de desaparición
- cómo manejar la conducción de las cepas
- cómo aplicar el riego y la fertilización de las cepas, eso sí sin perder la tipicidad de los vinos
- cómo y cuándo debo aplicar los productos fitosanitarios autorizados para que sean realmente eficaces.

Todo ello para evitar problemas y producir más pero con calidad. De forma concreta también se nos plantea ¿qué está pasando en el viñedo en estos últimos años en los que están aumentando mucho las **podredumbres ácidas**?, ¿qué hacer para reducir o evitar la **botritis** (*Botritis cinérea Pers*). De qué productos podemos disponer de forma eficaz ante estos dos problemas en la proximidad de la maduración.

Pero también se plantean aunque de forma mucho más puntual ¿pueden llegar **Bretanomices** a la bodega desde el campo? ¿Y los triclороанисoles? Efectivamente hoy hay que prestar mucha más atención a las mal llamadas podredumbres secundarias del racimo como son las distintas especies de *Aspergillus sp*, *Alternaria sp*, *Rhizopus sp*, *Cladosporium sp* *Penicillium sp*, etc. que se acantonan fácilmente en portones de descarga de remolques, en recipientes de vendimia y en general en rincones de difícil limpieza de la maquinaria en contacto con la uva.



Pero además de esto los viticultores preguntan: si tengo posibilidad de agua ¿cuánto y cuándo riego? Y esto claramente depende de las condiciones ecoambientales que requiere la variedad y del destino que desee darse a la uva, ¿es conveniente efectuar modificaciones en las instalaciones para fertirrigar?.

Si tienen clara la arquitectura vitícola que hay que establecer el siguiente reto es como realizar la poda, para primero conseguir y luego mantener esta estructura, en cordones con pulgares más o menos largos y poco numerosos o en “guyots”. Evidentemente también se plantean cuáles son las espalderas más adecuadas y en concreto de qué altura.

Aquí la respuesta es clara lo más altas posibles que permitan los puentes de las vendimiadoras, si la vendimia es mecánica. Algunos especialistas preguntan también, se pueden mejorar los componentes que permitan un vino más saludable y esto se plantea tanto en viñedo como en bodega.

Un reto también claro y a cumplir por legislación por parte del viticultor y exigible para mejorar la calidad de la uva es revisar y si es posible modernizar el parque de maquinaria de tratamientos, cumpliendo los requisitos de seguridad en el trabajo y empleando siempre mecanismos específicos antideriva, evitando siempre aplicar en momentos inadecuados y emplazamientos próximos a núcleos habitados y especialmente parques recreativos y centros educativos.



¿Es realmente útil utilizar fosfitos en preplantación y en crecimiento inicial de la plantas?, ¿los fitofortificantes son eficientes?.

¿El uso del caolín además de para el control de cicadélidos es eficiente para reducir el avance de la botritis?

Muchas preguntas de cosas y situaciones reales son en el fondo un reto para el sector y para la experimentación e investigación en viticultura.

Pero los retos, los verdaderos retos para los técnicos, es decirles a los viticultores qué pueden hacer de forma eficiente en estas y otras preguntas que se plantean y se plantearán a continuación.

Todos estos temas, o casi todos, se han intentado recoger en este encuentro Técnico sobre **“La búsqueda de la calidad en la uva”**.

Siempre se ha dicho, “para hacer un buen vino es imprescindible partir de una uva sana y de calidad”, esta máxima sigue vigente y también aquella de “tráeme buena uva y saldrá buen vino” pero en este caso no se especifica qué tipo de vino y hoy es necesario ajustar y definir el concepto de bueno tanto en la uva como en el vino, lo que requiere en primer lugar estandarizar de la forma que se considere como más adecuada los análisis sensoriales serios con el empleo y la calibración instrumental adecuada, que permita apreciar mejor y diferenciar más claramente los atributos que definen la calidad de un vino. Y no olvidemos que el concepto de calidad no es algo estático e inmutable sino que se está redefiniéndose casi constantemente por las tendencias del consumidor, manteniendo siempre unas bases sencillas, concretas y claras ya ancestrales en la calidad. Esto hay que conocerlo y aplicarlo.

Conocer las relaciones del suelo y las condiciones climáticas con las propiedades sensoriales del vino es esencial, hoy no bastan ya unas muy bien argumentadas catas lúdicas, hay que objetivizar impresiones y apreciaciones.

Asociar vino con historia, paisaje, geografía y variedades es hoy en día esencial. La potenciación en el concepto de calidad, de la alta carga frutal y el perfil tánico dulce típico de nuestras variedades es destacable y debe buscarse y potenciarse no solo en elaboración sino también en el viñedo.

Evidentemente nuestros conceptos de calidad deben orientarse a las demandas del consumidor y por ello debemos difundir y divulgar los atributos de nuestros diversos tipos de vinos, en definitiva sus características que en realidad nos definen la calidad buscada en la producción de la uva.

Hoy la preocupación por el entorno ha hecho que no solo

sea importante tener una “uva sana y de calidad” sino que es necesario buscar una uva que además de esto sea considerada como “saludable” para el consumidor y además procedente de una viña manejada adecuadamente respetando el medio ambiente, teniendo en cuenta los códigos de Buenas Prácticas. Así el viticultor también se plantea no solo cómo equilibrar vigor y producción, sino cómo manejar la sanidad de la uva y el viñedo de las parcelas. Pero, ¿qué Buenas Prácticas? ¿Son siempre factibles en su aplicación?. Evidentemente se deben aplicar para mantener una competitividad en el mercado.

Es necesario contestarle al viticultor si interesa producir bajo técnicas de Producción Integrada, también si es posible y eficiente en grandes vinos la Producción ecológica, adecuadamente regulada. También tenemos que orientar sobre si debemos y podemos avanzar hacia la Producción biodinámica y un largo etcétera de cuestiones sin duda vitales para el viticultor.

Las técnicas de producción empleadas en el viñedo son esenciales para conseguir la uva deseada, siempre buscando “residuo cero” y controlando las cepas siempre que sea posible mediante técnicas físicas y apoyándonos en las nuevas técnicas de teledetección que nos permiten trabajar y detectar las problemáticas de las plantaciones en tiempo real y desde luego volver a plantearnos de forma definitiva buscar la máxima mecanización en el viñedo en todas las técnicas de cultivo, pero exigiendo siempre respeto por la uva, por sus bayas y apostando claramente por la selección en entrada en bodega, trabajando siempre y al menos unos 20-30 días antes de la fecha prevista de vendimia en el control en campo de la sanidad de la uva y en los índices que definen o nos aproximan al momento óptimo de maduración, y desde luego esto debe apoyarse en una mayor investigación y puesta a punto de técnicas de predicción y seguimiento de la evolución de los componentes químicos definidores de la calidad durante el proceso de maduración de la uva, pero también durante la elaboración, crianza y conservación de los vinos.

Más, mejor y más barato no siempre es posible en la producción de uva, que en muchas ocasiones está sujeta a unos factores fijos y predeterminados, el suelo, la variedad, etc. Pero también a otros numerosos factores ambientales, de manejo del cultivo y especialmente en la previsión y control de las plagas y enfermedades que las cepas y las uvas pueden sufrir a lo largo de sus ciclos anuales y plurianuales de su vida productiva.

Y esto conduce a tomar en serio el redimensionado de nuestras plantaciones o establecer una coordinación y colaboración de los viticultores más pequeños acordando manejos y especialmente tareas de control de plagas y enfermedades en común, lo que exige grupos de trabajo y colaboración, que no siempre son fáciles de conseguir. Por ejemplo, hoy es claro



que el adecuado control de *Lobesia botrana* (Den y Schiff) y otros lepidópteros que afectan al racimo es muy eficiente mediante técnicas de confusión sexual, pero esto no es viable si no se aplica a una superficie de influencia mínima, se debe estudiar esta superficie, la topografía zonal, las variedades y finalmente se deben decidir los puntos que hay que considerar de refuerzo para minimizar la incidencia de estas plagas en una zona o comarca concreta. Pero hoy es difícil llegar a acuerdos y compromisos entre vecinos, que sin duda, también ante la diversidad de los posibles modos de producción existentes hoy, pero estos acuerdos y coordinaciones se muestran claramente necesarios en nuestra viticultura.

No siempre los viñedos están ubicados en suelos, topografías, orientaciones, altimetrías y climatologías favorables ni para su desarrollo ni para la obtención de uvas de la máxima calidad, pero siempre se puede hacer algo para mejorar estas situaciones y ello es conseguible si tenemos en cuenta la fisiología de las diferentes variedades que poseemos y que en muchas ocasiones están ancestralmente muy bien adaptadas a condiciones locales o comarcales específicas y evitamos al mismo tiempo la erosión de nuestro rico patrimonio genético evitando la desaparición de variedades y manteniendo la tipicidad de nuestros vinos.

Por otra parte el viñedo, las cepas y las uvas, pueden sufrir numerosas agresiones, unas previsibles o esperadas y que van aumentando su incidencia negativa en la calidad con el tiempo, pero otras ciertamente inesperadas como un fuerte granizo o unas heladas.

Pero allí, en el viñedo, están los viticultores que con su buen hacer, apoyados en nuevas tecnologías y nuevos productos, así como en técnicos agrarios especializados y evidentemente en enólogos formados y despiertos, pretenden, si desde luego se lo proponen y contando con los medios necesarios, conseguir

las mejores uvas posibles, en una añada determinada, para así llegar a los vinos de calidad que hoy todo el sector desea producir:

A modo de recopilación de preguntas, problemas o retos a los que se enfrenta el viticultor en el día a día y por tanto retos de la viticultura en nuestros entornos vitivinícolas podemos mencionar los siguientes:

1. ¿Mi suelo es apto para plantación vitícola? ¿Tengo una buena y amplia descripción del suelo, como para poder establecer una explotación vitícola? ¿Parto de un análisis físicoquímico del mismo? Posee las condiciones óptimas para viñedo o debo corregir y aumentar su contenido en materia orgánica, evidentemente sí, casi siempre sí, pero hasta dónde y cómo. Recordemos que el agotamiento del suelo repercute claramente en la viticultura. ¿Poseo un análisis nematológico?, conozco si hay problemas de hongos en el suelo.
2. ¿Son adecuadas las condiciones climáticas? Existen suficientes diferencias térmicas día-noche, se cumplen las horas de calor; para la adecuada y equilibrada maduración de la uva. Por lo que hay hablar de una maduración polifenólica adecuada, del color esperado y de una uva rica en aromas, y todo ello es cada vez más claro. Actualmente existe una preocupación creciente por los aromas primarios de la uva, con vista a la búsqueda de tipicidades varietales en vinos diferenciados y de calidad.
3. ¿Qué variedad o cultivar voy a elegir para este suelo-clima? Elegiré materiales autóctonos o materiales no autóctonos, siempre buscando unas prestaciones determinadas, unos vinos concretos y con la máxima calidad posible.
4. ¿Sobre qué patrón establecer la plantación? Y técnicamente no me sirve el patrón que pueda conseguir en un momento determinado en unos viveros nacionales o de ámbito internacional, debo pensar muy bien el patrón y no caer “en lo mismo para todo y toda situación”, en este sentido es claro que hoy debemos ampliar la gama de patrones disponibles y trabajar en su mejora y adaptabilidad.

Estos dos apartados sobre materiales vegetales a considerar como más adecuados nos hace ver que no debe ser la medianía lo que defina el material a emplear sino la búsqueda, la selección de los materiales a emplear; tanto en patrones y variedades buscando los mejor adaptados o que se adapten mejor a nuestras condiciones de suelo y medioambientales, reales y capaces en un caso de buenos sistemas de raíces y en otros capaces de uvas equilibradas.

5. Cómo puedo conseguir una uva con tamaño de baya más pequeña, con hollejo más grueso y racimo más suelto. Es decir, cómo consigo más compuestos nobles en mis uvas, y más aromas.

6. Es siempre adecuada la reducción del laboreo, no debe nunca hacerse en invierno, ni en floración, ni próximo a la maduración. Entonces ¿es adecuado el uso de cubiertas?, en principio sí siempre aunque solo sea en invierno.
7. Son aconsejables los abonos equilibrados y de liberación lenta, Si siempre al menos el empleo de nuevos abonos con tecnologías de reducción de la nitrificación y otras. Es otro reto a tener en cuenta.

Sin duda mucho nos falta conocer aún sobre las prestaciones para las exigencias actuales del consumidor sobre algunas variedades realmente hoy en peligro de desaparición, de extinción.

Existen evidentes casos de recuperación de materiales vegetales hace unos años casi olvidados y hoy capaces de grandes vinos y no pretendamos aquí especificar variedades ni tipos de vinos, pero sí defender la necesidad de recuperar la biodiversidad de nuestros materiales vegetales en cultivo o en peligro de desaparición y conocer sus tipicidades y atributos.



Planteémonos una última pregunta ante la búsqueda de calidad en mi explotación vitícola ¿Es recomendable hoy una plantación monoclonal?. Evidentemente no, el material vegetal debe estar libre de afecciones transmisibles por injerto, bacteriosis y enfermedades fúngicas que recoge la legislación. Pero ¿qué legislación? Al menos la de nuestro país, sin olvidar un entorno concreto en el que nos encontramos Europa. Aquí debemos recordar que técnicos, investigadores y el CIP aún no han conseguido crear acuerdos concretos o al menos no suficientes, para que la libre circulación del material vegetal vitícola sea la adecuada, legalmente permitida, sino que

sea prudente, eficiente y que no permita el movimiento de materiales que puedan desembocar en una catástrofe más o menos intensa y amplia.

Muchos sabemos que ciertas variedades no son lo que eran, evidentemente por falta de unas adecuadas selecciones clonales-sanitarias en busca de determinados y concretos objetivos de calidad. Si seleccionamos en poblaciones con baja biodiversidad no servirá para mucho la selección, y esta será siempre esencial desde el punto de vista fitosanitario, pero claramente solo frente a virus, micoplasmas y poco más, pero ni habremos prospectado ni evaluando la diversidad y riqueza en calidad existente dentro de un cultivar concreto, ni habremos encontrado las cepas ya no óptimas, que pueden resultar difíciles de localizar y clonar, sino aquellas de entre las de la variedad, con atributos por encima de lo habitual en ese material. Y esto evidentemente debe ser siempre buscado en la selección de los materiales vegetales, pero esto lo demuestra la experiencia, las selecciones ni privadas ni públicas son suficientemente selectivas. Debe el viticultor establecer esa selección hecha buscando la adaptación a su zona de plantación concreta.

Pero hay otros retos, sobre las actuaciones en el viñedo ¿Es conveniente despuntar los viñedos? Y en este caso no debe considerarse un reto sino simplemente una práctica, adecuada o no, que pretende controlar el crecimiento vegetativo, especialmente en los momentos en que éste compite de forma clara con el proceso de evolución y maduración de las bayas, si pretendemos unas uvas de calidad debemos pensar en sustituir esta práctica por un moderado recogido de vegetación y desde luego buscando mitigar el vigor de los sarmientos más vigorosos y verticales mediante doblados o atados hoy totalmente mecanizables.

Si se procede al despunte indiscriminado es muy posible que el efecto sea el contrario al deseado al conseguir dos o tres brotes en crecimiento y compitiendo con esta delicada fase de evolución de las bayas, en lugar del efecto deseado. Pensemos que estos brotes y hojas nuevas nunca llegan a ser fotosintéticamente eficientes y realmente consumen más nutrientes y energía que producen y exportan a las uvas.

Desde luego retos para el viticultor y para el sector no solo existen los mencionados sino otros muchos, entre ellos conseguir un mayor reconocimiento en nuestros vinos y un mayor consumo, algo que lograremos entre todos recogiendo los retos que realmente se plantea el viticultor en busca de una uva de mayor calidad.

Domingo M. Salazar Hernández
Doctor Ingeniero Agrónomo. Catedrático de Viticultura y Cultivos Leñosos de la ETS Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Valencia

Bibliografía

ÁLVAREZ J.C., VILLARIAS J.L. (2012). DECÁLOGO DEL VITICULTOR. CUIDADOS DE LA VIÑA PARA OBTENER GRANDES VINOS. AGROTÉCNICAS Ed. MADRID. 528 pp.

AVENARD J.C., BERNOS L., GRAND O., SANIE B. (2003). MANUEL DE PRODUCTION INTÉGRÉE. FÉRET Ed. BURDEOS. FRANCIA. 222 pp.

CHENG, G.; HE, Y.N.; YUE, T.X.; WANG, J.; ZHANG, Z.W. (2014). EFFECTS OF CLIMATIC CONDITIONS AND SOIL PROPERTIES ON CABERNET SAUVIGNON BERRY GROWTH AND ANTHOCYANIN PROFILES. MOLECULES., 19: 13683-13703.

COSCOLLÀ R. (2004). INTRODUCCIÓN A LA PRODUCCIÓN INTEGRADA. PHYTOMA Ed. VALENCIA. 356 pp.

CRÉSPY A. (2005). VITICULTURE ET PATHOLOGIE: ELEMENTS POUR UNE VITICULTURE RAISONNABLE. OENOPLURIMEDIA Ed. CHAINTRÉ. FRANCIA. 190 pp.

CRÉSPY A. (2007). MANUEL PRATIQUE DE LA PROTECTION DU VIGNOBLE. MODÈLES POUR UN PILOTAGE RAISONNÉ. OENOPLURIMEDIA CHAINTRÉ. FRANCIA. 183 pp.

FLIPPETTI, I.; ALLEGRO, G.; VALENTINI, G.; PASTORE, C.; COLUCCI, E.; INTRIERI, C. (2013). INFLUENCE OF VIGOUR ON VINE PERFORMANCE AND BERRY COMPOSITION OF cv. SANGIOVESE (VITIS VINIFERA L.). JOURNAL INTERNATIONAL DES SCIENCES DE LA VIGNE ET DU VIN., 47: 21-33.

GAMERO, E.; MORENO, D.; TALAVERANO, I.; PRIETO, M.H.; GUERRA, M.T.; VALDES, M.E. (2014). EFFECTS OF IRRIGATION AND CLUSTER THINNING ON TEMPRANILLO GRAPE AND WINE COMPOSITION. SOUTH AFRICAN JOURNAL OF ENOLOGY AND VITICULTURE, 35: 196-204.

GARCÍA-ESCUDERO E., LUCAS A., SALAZAR D., YÁÑEZ F. (2012). MANUAL PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA CONDICIONALIDAD. VIÑEDO. MAPA-FEAGA Ed. MADRID. 51 pp.

LÓPEZ CORTÉS I., SALAZAR HERNÁNDEZ D.M. (2008). LA PRODUCCIÓN INTEGRADA EN EL VIÑEDO. UPV Ed. VALENCIA. 481 pp.

LLÁCER G., LÓPEZ M.M., TRAPERÓ A., BELLO A. COORD. (1996). PATOLOGÍA VEGETAL. INIA-SEF-UPV. PHYTOMA Eds. VALENCIA. 1163 pp.

MARTÍN A., RAMOS J.L., RODRÍGUEZ M. (2014). GUÍA DE GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS. UVA DE TRANSFORMACIÓN. MAPA Ed. MADRID. 203 pp.

MARTÍNEZ DE TODA F. (2008). CLAVES DE LA VITICULTURA DE CALIDAD. NUEVAS TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD DE LA UVA EN EL VIÑEDO. MUNDI PRENSA Ed. MADRID. 214 pp.

ROUSSEAU J., CHANFREAU S., BONTEMPS RED. ICV. (2012). LES CÉPAGES RÉSISTANTS AUX MALADIES CRYPTOGAMIQUES. PANORAMA EUROPÉEN. ICV Ed. MONTPELLIER. L.R. FRANCIA. 217 pp.

RUÍZ HERNÁNDEZ M. (2001). LAS VARIEDADES DE VID Y LA CALIDAD DE LOS VINOS. AMV-MUNDIPRENSA Eds. MADRID. 274 pp.

RUÍZ HERNÁNDEZ M. (2003). LA CATA Y EL CONOCIMIENTO DE LOS VINOS. AMV-MUNDIPRENSA Eds. MADRID. 356 pp.

SALAZAR D.M. (2001). VITICULTURA. EL MATERIAL VEGETAL Y EL SEU MANEIG. UPV.VALENCIA. 499 pp.

SALAZAR D.M., MELGAREJO P. (2005). VITICULTURA. TÉCNICAS DE CULTIVO DE LA VID, CALIDAD DE LA UVA Y ATRIBUTOS DE LOS VINOS. AMV-MUNDIPRENSA Eds. MADRID. 325 pp.

TAGARAKIS, A.; KOUNDOURAS, S.; PAPAGEORGIOU, E.I.; DIKOPOULOU, Z.; FOINTAS, S.; GEMTOS T.A. (2014). A FUZZY INFERENCE SYSTEM TO MODEL GRAPE QUALITY IN VINEYARDS. PRECISION AGRICULTURE., 15: 555-578.

THUN. M. (2007). EL CONTROL DE LAS PLAGAS. STEINER Ed. MADRID. 86 pp.

VALLI R., CORRADI C. (1999). VITICULTURA, TENICA, QUALITÀ, AMBIENTE. EDAGRICOLE Ed. BOLOGNIA. ITALIA. 240 pp.

WALTER B. COORD. (1997). SANITARY SELECTION OF THE GRAPEVINE. INRA Ed. PARÍS. 225 pp.

WILLIAMS, L.E. (2012). INTERACTION OF APPLIED WATER AMOUNTS AND LEAF REMOVAL IN THE FRUITING ZONE ON GRAPEVINE WATER RELATIONS AND PRODUCTIVITY OF MERLOT. IRRIGATION SCIENCE., 30: 363-375.

WOLLER R., DE LA TORRE M.C. (2004). VINO Y NUTRICIÓN. COMPOSICIÓN, METABOLISMO, SALUD Y CONSUMO. RUBES Ed. BARCELONA. 157 pp.



Riego de precisión
de la vid: métodos,
herramientas y
estrategias para
maximizar calidad y
rendimientos en función
del objetivo del viñedo.

Hernán Ojeda

Riego de precisión de la vid: métodos, herramientas y estrategias para maximizar calidad y rendimientos en función del objetivo del viñedo.

Hernán Ojeda

Unidad Experimental de Pech Rouge, I 1430 Gruissan, Francia
Hernan.Ojeda@supagro.inra.fr

LA VID Y EL AGUA

A nivel mundial, la vid se cultiva en las zonas donde el régimen hídrico es muy variado dependiendo del clima (lluvia y evapotranspiración) y el tipo de suelo (capacidad de retención de agua). En varias regiones vitivinícolas de países como Australia, Argentina, Estados Unidos (California) y Chile, el riego es una técnica de cultivo como cualquier otra, cada vez más utilizada para gestionar el rendimiento y la calidad uvas y vinos. En todos estos países, denominados “del Nuevo Mundo Vitivinícola” la superficie de viñedos con regadío es cercana a las 600.000 hectáreas, o sea aproximadamente el 85% de la superficie total del viñedo. En Argentina, la totalidad de la superficie vitícola es de regadío (205.000 ha).

En el sur de Francia, desde principios de la década de 2000 el riego de la vid es una realidad. Languedoc-Roussillon es la principal región de regadío de la vid en Francia con 26.000 ha (11% de la superficie de viñedo), seguida de la región PACA con

10.000 hectáreas de viñedo bajo riego. Esta superficie está en continuo aumento debido a la necesidad de aumentar la competitividad de los viñedos y a los efectos del cambio climático. De hecho, desde principios de siglo es evidente el aumento de las temperaturas medias, acompañado por un aumento significativo en la evapotranspiración, lo que genera una sequía durante el ciclo de cultivo, que es inducida por un déficit hídrico fuerte y temprano (Figura 1). Los viticultores de la región se enfrentan cada vez más al dilema de aceptar las consecuencias de un grave estrés hídrico o regar para evitar los problemas graves de disminución del rendimiento y de la calidad de la cosecha. Esto llevó a la región de Languedoc-Roussillon (LR) a realizar el proyecto Aqua Domitia, co-financiado principalmente por la Región LR y el Consejo General del departamento del Aude, cuyo objetivo es ampliar la red hidráulica regional conectando las redes alimentadas por el Ródano con aquellas alimentadas por los ríos Orb, Hérault y Aude .

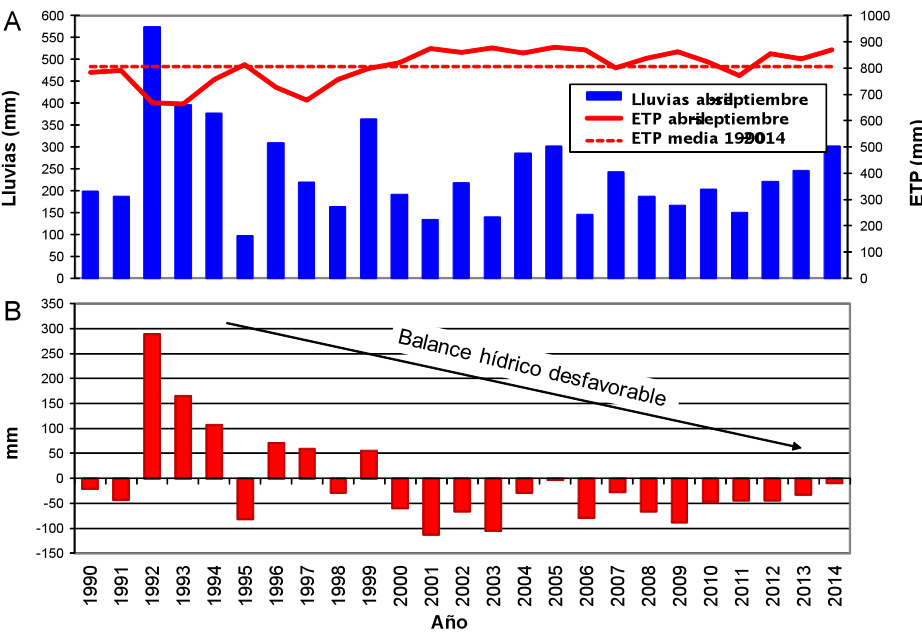


Figura 1: A: Evolución de la evapotranspiración potencial (ETP) y de las precipitaciones; B: Evolución del Índice de Sequía (IS). Período abril-septiembre. Años 1990-2014. INRA, Unidad Experimental de Pech Rouge.

En este contexto, una gestión racional del riego debe basarse en un análisis cuantitativo de las necesidades de agua, teniendo en cuenta el suelo, las características climáticas de las parcelas, las estrategias de riego (demanda) en función de un objetivo de producción dado, y la disponibilidad de los recursos hídricos. A largo plazo, también se debe tener en cuenta la evolución de este equilibrio en un contexto de cambio climático (Figura 2).

La gestión de riego para controlar la producción y la obtención de una vendimia de calidad se convierte en una preocupación constante de la profesión que exige cada vez más herramientas confiables y competitivas para apoyar las decisiones de control del estado hídrico de la vid.

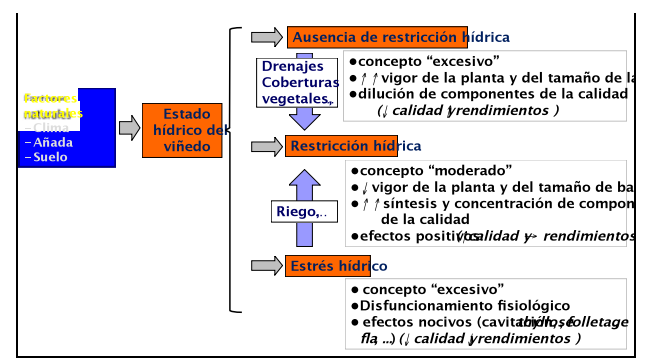


Figura 2 : Diferentes situaciones y posibles consecuencias del estado hídrico del viñedo en función de las características naturales de las regiones vitícolas

LOS MÉTODOS DE RIEGO

A nivel mundial, el método de riego utilizado tradicionalmente para la viticultura era el gravitatorio o por inundación (Figura 3). Esto ha limitado el desarrollo del riego a aquellas zonas con posibilidad de una distribución sistemática de agua, un manejo adecuado del suelo y una disponibilidad significativa de agua, sobre todo debido a las grandes pérdidas por lixiviación (mayores al 50%). La incorporación de sistemas de riegos localizados, principalmente el riego por goteo, se intensificó en la viticultura mundial desde principios de los años 90, principalmente debido a su capacidad para ahorrar agua y por la precisión de su manejo. Actualmente, es el método más común de riego en el mundo.

Bien controlada, la tecnología de riego por goteo permite un mejor control del estado hídrico del viñedo al garantizar la exactitud de la aplicación, la economía y la automatización en la gestión del agua. También es posible practicar la fertirrigación, es decir, la aplicación de nutrientes junto con el agua de riego. Sin embargo, en algunos suelos, la vigilancia de la salinidad en el bulbo de la raíz debe ser una actividad permanente. Así como, en algunos suelos arenosos, una falla mecánica prolongada del sistema puede provocar el secado rápido del bulbo de la raíz, que puede ser desastroso para el viñedo.

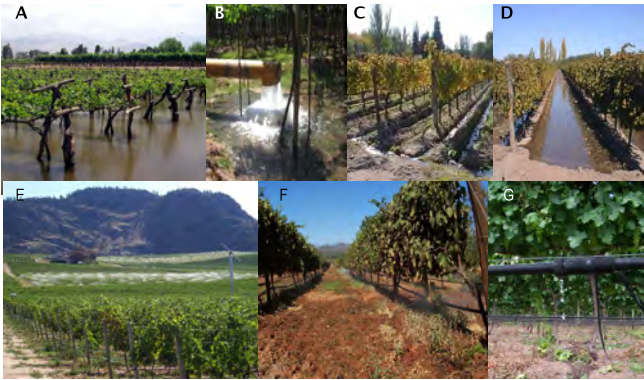


Figura 3: Diferentes tipos de riego utilizados en viticultura a nivel mundial. A : por inmersión o « en pozas » (Ica, Perú) ; B : por inundación o « californiano » (Mendoza, Argentina) ; C : gravitatorio por surcos ; D : gravitatorio por melgas (Mendoza, Argentina) ; E : por aspersión (Osoyoos, Canada) ; F : por microaspersión (Stellembosch, Sudáfrica) ; G : por goteo (Argentina).

MÉTODOS DE APOYO PARA LA TOMA DE DECISIONES

Se han propuesto varias técnicas directas e indirectas para la estimación del estado hídrico de las plantas o de los recursos hídricos disponibles para el viñedo. En general, se los puede clasificar en dos grupos principales:

- Métodos basados en mediciones directas sobre la planta: la conductancia estomática con porómetros o analizador de intercambio de gases (Bravdo y Naor, 1996; Flexas et al, 2002; Cifre et al, 2005; Loveys et al. , 2005); el potencial hídrico de la hoja con la cámara de presión (McCutchan y Shackel, 1992; Schultz, 1996; Choné et al., 2001; Carbonneau et al., 2004; Girona et al, 2006; Sibille et al., 2007); determinación de la transpiración con sensores de flujo de savia (Yunusa et al., 2000; Fernández et al., 2001; Escalona et al., 2002; Cifre et al., 2005; Saurín et al 2011.); la medición del potencial de agua de la planta con el uso de higrómetros en los tallos (Tyree y Dixon, 1984; Hessdorfer et al, 2013.); la dendrometría para controlar las fluctuaciones del diámetro del tronco o de los pámpanos (Loveys et al., 2001; Naor y Cohen, 2003; Cifre et al., 2005); la temperatura de la hoja y la canopia (Idso, 1982; Sinclair et al, 1984 ; Jones, 1999; Jones et al., 2002); determinación de la relación isotópica 13 C / 12 C en las uvas (Van Leeuwen et al, 2001;.. Gaudillere et al, 2002).
- Métodos no basados en mediciones directas sobre la planta: la evapotranspiración del cultivo estimada a partir de datos climáticos (Sammis et al, 1988; Allen et al, 1989; Pereira et al, 1999; McCarthy, 1997); la disponibilidad de agua en el suelo (McCarthy, 1997; Lebon et al., 2003; Peregrino et al, 2004, 2006. Loveys et al., 2005); el uso de sensores de humedad del suelo (tensiómetros, resistencia eléctrica, sondas de neutrones, sondas FDR y TDR, ...) (Topp et al 1980; Ortega-Farías y Acevedo, 2004; Loveys et al., 2005); o el cálculo de

índices basados en uno o más métodos (McCarthy, 1997; Colaizzi et al., 2003; Ortega-Farías et al, 2004).

Entre esta disponibilidad de herramientas y métodos para la estimación del estado hídrico de la cepa o de los recursos hídricos disponibles para el viñedo, en la medida de lo posible se deben privilegiar siempre aquellos basados en la interpretación del funcionamiento fisiológico de la planta, ya que ésta integra el efecto de todos los parámetros responsables del estado hídrico del viñedo (ETP, precipitaciones, tipo de suelo, prácticas de cultivo, ...).

La técnica de referencia indiscutible sigue siendo la determinación del potencial hídrico foliar (Carbonneau, 1998; Choné et al., 2001; Ojeda et al., 2001; Williams y Araujo, 2002; Deloire et al., 2004), que ha sido progresivamente adoptado por empresas vitivinícolas como un método de apoyo para la toma de decisión del riego (Figura 4). El potencial hídrico de la hoja, que se determina con una cámara de presión (Scholander et al., 1965) ha permitido la instauración de umbrales de referencia sólidos, válidos en todo el mundo y para diferentes condiciones agro-climáticas, en particular para los valores de potencial hídrico foliar de base.

Otras técnicas más relevantes en un contexto específico, o más económicas y fáciles de aplicar pueden ser útiles siempre y cuando sean validadas con referencias adquiridas con el potencial hídrico foliar:

EL ESTADO HÍDRICO Y LOS EFECTOS SOBRE LA CEPA

El riego es una herramienta agronómica importante para controlar el estado hídrico del viñedo de acuerdo con las características de la parcela y de los objetivos de producción del viñedo. Para su correcta gestión, es necesario conocer las respuestas de la planta al déficit hídrico en función de sus diferentes etapas fenológicas.

Durante el período entre brotación y floración, el crecimiento de los pámpanos es prioritario para la planta. El crecimiento vegetativo disminuye, incluso se detiene, con niveles relativamente bajos de restricciones hídricas, que no afectan parámetros fisiológicos tales como la fotosíntesis y la transpiración (Williams et al., 1994). Por este motivo, durante este período, es necesario que la vid no se vea afectada por un déficit hídrico significativo para que el crecimiento de brotes se produzca normalmente y para que el desarrollo del área foliar se realice gracias a un adecuado suministro de agua a las raíces.

Entre cuaje y envero, el estado hídrico tiene una fuerte influencia en el rendimiento a través del efecto sobre el tamaño de las bayas (Becker y Zimmermann, 1984; McCarthy, 1997; Ojeda et al, 2001). La reducción controlada del tamaño de la baya puede ser un objetivo de calidad teniendo en cuenta que el tamaño de las bayas determina la relación superficie/volumen y, por consiguiente, la dilución de los componentes específicos del



Figura 4: Determinación del estado hídrico del viñedo con la cámara de presión.

hollejo (polifenoles y precursores del aroma) en el volumen de mosto o vino (Singleton, 1972; Cordonnier, 1976; Ojeda et al, 2002). La absorción de nutrientes también puede verse afectada si la sequía es importante durante este período. La absorción se realiza correctamente si los minerales se diluyen en una solución de agua fácilmente explorable por las raíces (Keller, 2005), por un período de consumo máximo de nitrógeno, potasio, fósforo y calcio que se realiza sobre todo en el período entre el cuaje y el envero (Fregoni, 1985).

La ausencia de déficit hídrico durante la etapa de maduración de la uva entre envero y cosecha, favorece altos rendimientos y vigor estival. Los componentes cualitativos como polifenoles y azúcares se diluyen por el efecto del aumento del tamaño de las bayas (Ojeda et al., 2002). Entonces esta situación debe evitarse para la producción de vinos, pero favorecerse en el caso de otros objetivos del viñedo como la producción de uva de mesa, mosto concentrado y zumo de uva.

Un déficit hídrico progresivo durante el período de maduración promueve la reducción del tamaño de las bayas, y por lo tanto del rendimiento, lo que también favorece la concentración de compuestos fenólicos, principalmente las antocianinas (Ojeda et al., 2002). Además produce una estimulación general del metabolismo secundario pero los umbrales óptimos de estrés hídrico son diferentes en función del tipo de metabolito: polifenoles o precursores del aroma. Estos últimos son más susceptibles a los altos déficits hídricos (Peyrot des Gachons et al., 2005; Tejerina et al, 2013) que deben evitarse cuando los aromas son una prioridad específica, especialmente para los vinos blancos.

El estado hídrico del viñedo durante el período de envero a cosecha determina en gran medida el tipo de vino producido (Deloire et al., 2005). En caso de ausencia total de estrés hídrico durante este período, los vinos tienden a ser herbáceos, ácidos y diluidos. En el caso de un déficit hídrico severo, los vinos tintos son demasiado tánicos, astringentes y alcohólicos, mientras que los blancos han perdido gran parte de sus aromas.

Después de cosecha, es importante que la vid recupere un estado hídrico sin restricciones para no alterar el metabolismo activo durante este período. La cepa, ya sin racimos, dirige la fotosíntesis hacia los órganos de reservas (raíces, tronco y sarmientos) (Champagnol, 1984), aumenta la absorción de elementos minerales (Conradie, 2005) y, en algunos casos, el crecimiento de nuevas raíces (Freeman y Smart, 1976; Van Zyl, 1984).

En resumen, durante el período de maduración de la uva entre envero y cosecha, a medida que los niveles de déficit hídrico aumentan, la riqueza en componentes relacionados con la calidad (fenoles, precursores de aromas, azúcares, ...) se refuerza a pesar de una disminución de los rendimientos, especialmente mediante la reducción del tamaño del grano (Figura 5). Sin embargo a partir de un umbral de déficit hídrico, que puede

ser considerado como óptimo, la uva gana en componentes llamados "cualitativos", mientras que los parámetros fisiológicos (fotosíntesis, conductancia estomática, transpiración) y cuantitativos (crecimiento vegetativo, rendimientos, ...) siguen disminuyendo. Este umbral óptimo de déficit hídrico varía de acuerdo con el parámetro de calidad buscado, principalmente los compuestos fenólicos (vinos tintos) o precursores de aromas (vinos blancos). Los niveles de déficit hídricos más severos causan una fuerte reducción de los parámetros cualitativos, cuantitativos y fisiológicos y produce un fuerte debilitamiento de las cepas lo que pueden causar problemas de supervivencia en algunas variedades si esta situación persiste durante varias temporadas sucesivas.

Estos resultados justifican el interés de profundizar la investigación para establecer los niveles óptimos de déficit hídrico para cada situación variedad/sistema de conducción/terruño con la mejor relación calidad/rendimiento en vistas de la gestión de un "riego cualitativo". Paralelamente, es necesario estudiar los aspectos fisiológicos que explican los mecanismos de adaptación de las diferentes variedades a las características hídricas de cada parcela y zona de producción en un contexto de cambio climático. En este sentido, ya están disponibles importantes contribuciones que permiten establecer las curvas de respuesta fisiológicas (fotosíntesis, transpiración, conductancia estomática,...) en relación con los diferentes niveles de déficit hídrico (Prieto et al., 2012).

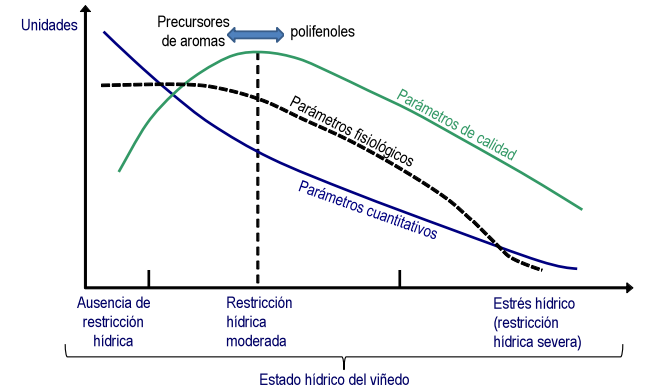


Figura 5: Influencia del nivel del estado hídrico sobre los parámetros cualitativos, cuantitativos y fisiológicos del viñedo

ESTRATEGIAS DE RIEGO

Se han propuesto modelos para el manejo óptimo del riego basados en el estado hídrico del viñedo en relación a su ciclo vegetativo y a la intensidad del déficit hídrico (Ojeda, 2007, 2008). Sobre esta base, se comenzaron a aplicar estrategias de riego en diferentes regiones vitivinícolas del mundo y algunas empresas ya están ofreciendo servicios y herramientas para ayudar y acompañar a los productores para la implementación de estas estrategias (, ,). Se pueden considerar diferentes alternativas de acción para una estrategia de riego basado en

el objetivo del viñedo, el período vegetativo y el nivel de déficit hídrico (Figura 6).

Así, para un viñedo orientado a la producción de zumo de uva con la necesidad de asegurar altos rendimientos por hectárea la estrategia de riego a seguir es evitar el déficit hídrico durante todo el ciclo vegetativo (Figura 6A) para promover un alto rendimiento a través de la mayoría de sus componentes. Esta misma estrategia debe seguirse en general para la producción de vinos de mesa o viñedos jóvenes.

Para un viñedo cuyo objetivo es producir un vino blanco aromático o un vino tinto frutado, el riego debe orientarse a mantener un déficit hídrico leve y gradual hacia el final del período de envero-madurez (Figura 6B) para no afectar significativamente el tamaño de las bayas ni la fotosíntesis, favorecer la acumulación de azúcares y especialmente los precursores de aromas, mientras se controla el crecimiento vegetativo.

Para vinos más concentrados, se debe buscar un déficit hídrico moderado y progresivo durante el período de maduración para favorecer una reducción en el tamaño de las bayas y favorecer la concentración y la síntesis de compuestos fenólicos, incluyendo antocianias (Figura 6C).

Otra opción para vinos tintos es lograr un déficit hídrico más importante (Figura 6D), para garantizar un mayor control sobre el tamaño de las bayas, un aumento significativo en la concentración de fenoles (más color y estructura) a pesar una cierta reducción de la intensidad aromática. Esta estrategia es muy adecuada para los vinos de guarda, pero debe evitarse principalmente para los vinos blancos donde se prefiere privilegiar el aspecto aromático.

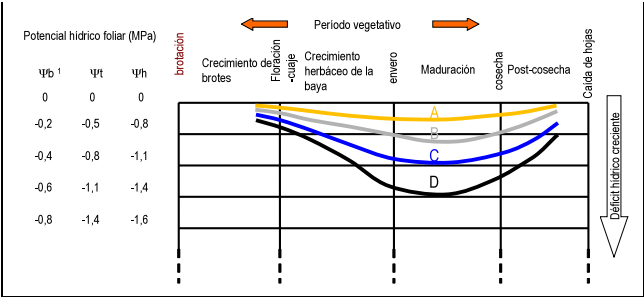


Figura 6 : Diferentes estrategias de riego posibles para controlar el estado hídrico del viñedo en función del período vegetativo y del tipo de producto buscado: (A) mostos concentrados, zumo de uva, vinos de mesa y jóvenes viñedos en formación; (B) vinos blancos, vinos tintos ligeros, afrutados; (C) vinos jóvenes cualitativos, equilibrados pero con predominio de la fruta sobre la estructura, umbral límite por los vinos blancos y (D) vinos cualitativos, concentrados, equilibrados y apto para guarda. 1 Potencial hídrico foliar de base (Ψ_b), potencial de « tallo » al zenit (Ψ_t), potencial de hoja al zenit (Ψ_h)

El control del riego en vistas de un modelo de control del estado hídrico elegido puede ser muy difícil en algunas situaciones extremas. En parcelas con suelos profundos, de textura arcillosa, con alto contenido de nitrógeno y mal drenaje, la estrategia debe estar orientada hacia el control de la retención excesiva de agua en el perfil mediante las labores del suelo, el uso de cultivos de cobertura y la conducción del viñedo. Cuando el suelo es franco-arenoso o arenoso, con muy buen drenaje, el riesgo más frecuente es el déficit hídrico severo, por lo que es necesario controlar periódicamente el estado hídrico del viñedo para evitar este riesgo.

En función de la estrategia elegida, es conveniente mantener el viñedo dentro de los niveles óptimos de déficit hídrico durante todo el período vegetativo para asegurar el máximo beneficio y alejarse de los problemas provocados por el exceso de agua o de déficit hídrico (Figura 7).

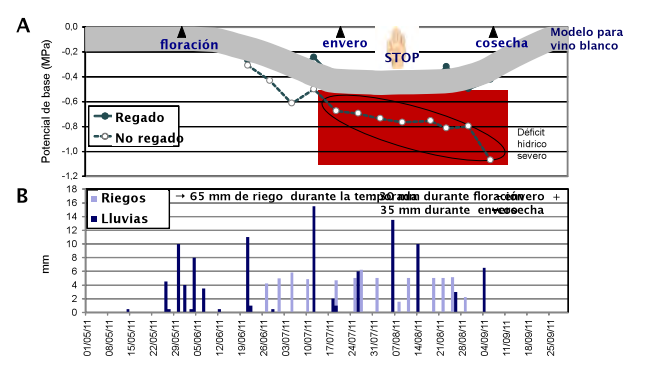


Figura 7 : Ejemplo de plicación de una estrategia de riego en función del objetivo del viñedo (vino blanco). Evolución de los valores de potencial hídrico foliar de base (A), riegos aplicados y lluvias (B) en una parcela de Viognier situada en el sitio experimental de Pech Rouge (Gruissan, Francia) durante la temporada 2011.

Referencias bibliográficas

Allen R.G., Jensen M.E., Wright J.L., Burman R.D., 1989. Operational Estimates of Reference Evapotranspiration. *Agronomy Journal*, 81, 650-662.

Becker N., Zimmermann H., 1984. Influence de divers apports d'eau sur des vignes en pots, sur la maturation des sarments, le développement des baies et la qualité du vin. *Bull. O.I.V.*, 573-583.

Bravdo B., Naor A., 1996. Effects of water regime on productivity and quality of fruit and wine. *Proc. Workshop Strategies to Optimize Wine Grapes Quality. Acta Hort. (ISHS)*, 427, 15-26.

Carbonneau A., Deloire A., Constanza P., 2004. Leaf water potential meaning of different modalities of measurements. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 38, 15-19.

Carbonneau A., 1998. Irrigation, vignoble et produit de la vigne. In : *Traité d'Irrigation*. J.-R. Tiercelin, coord. Paris, Lavoisier Tec & Doc. Chapitre IV: Aspects Qualitatifs, 257-298.

Champagnol F., 1984. *Éléments de Physiologie de la vigne et de viticulture générale*. Montpellier, 315 p. Impr. Déhan.

Choné X., Van Leeuwen C., Dubourdieu D., Gaudillere J.P., 2001. Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status. *Annals of Botany*, 97 (4), 477-483.

Cifre J., Bota J., Escalona J.M., Medrano H., Flexas J., 2005. Physiological tools for irrigations scheduling in grapevines (*Vitis vinifera* L.). An open gate improve water-use efficiency?. *Agriculture, Ecosystems and Environmental*, 106, 159-170.

Colaizzi P.D., Barnes E.M., Clarke T.R., Choi C.Y., Waller P.M., 2003. Estimating soil moisture under low frequency surface irrigation using crop water stress index. *Journal and Irrigation and Drainage Engineering*, 129, 27-35.

Conradie W.J., 2005. Partitioning of mineral nutrients and timing of fertilizer applications for optimum efficiency. In *Proceedings of the Soil Environment and Vine Mineral Nutrition Symposium*. P.Christensen and DR Smart (Eds.), pp. 69-81. American Society for Enology and Viticulture, Davis, CA.

Cordonnier R., 1976. Qualité de la vendange et méthodologie de la sélection viticole. *Le Progrès Agricole et Viticole* 93 (24), 760-762.

Deloire A., Ojeda H., Zebic O., Bernard N., Hunter J.-J., Carbonneau A., 2005. Influence of grapevine water status on the style of wine. *Le Progrès Agricole et Viticole*, 122 (21), 455-462, 2005.

Dixon M.A., Tyree M.T., 1984. A new stem hygrometer, corrected for temperature gradients and calibrated against the pressure bomb. *Plant, Cell and Environment*, 7, 693-697

Escalona J.M., Flexas J., Medrano H., 2002. Drought effects on water flow, photosynthesis and growth of potted grapevines. *Vitis*, 41, 57-62.

Fernandez J.E., Palomo M.J., Diaz-Espejo A., Clothier B.E., Green S.R., Giron I.F., Moreno F., 2001. Heat-pulse measurements of sap flow in olives for automating irrigation: tests, root flow and diagnostics of water stress. *Agricultural Water Management*, 51, 99-123.

Flexas J., Bota J., Escalona J.M., Sampol B., Medrano H., 2002. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions: an evaluation of stomatal and mesophyll limitations. *Funct. Plant Biol*, 29, 461-471.

Freeman B.M., Smart R.E., 1976. A root observation laboratory for studies with grapevines. *Amer. J. Enol. Vitic.* 27 (1), 36-39.

Fregoni M., 1999. *Viticultura di qualità*. Edizioni l'Informatore Agrario S.R.L. Verona, Italia.

Gaudillère J.P., Van Leeuwen C., Ollat N., 2002. Carbon isotope composition of sugars in grapevine, an integrated indicator of vineyard water status. *Journal of Experimental Botany*, 53 (369), 757-763.

Girona J., Mata M., Del Campo J., Arbone A., Bartra E. and Marsal J., 2006. The use of midday leaf water potential for scheduling deficit irrigation in vineyards. *Irrig. Sci*, 24, 115-117.

Hesdörfer, D., Schwab A.B., Gruber B.R., 2013. Continuous measurement of grapevine water status in an irrigated vineyard under changing weather conditions. *Proceedings of the 18th International Symposium Giesco, Porto, Portugal, 7-11 juillet 2013*

Idso S.B., 1982. Non-water-stressed baselines: a key to measuring and interpreting plant water stress. *Agricultural Meteorology*, 27, 59-70.

Jones H.G., 1999. Use of thermography for quantitative studies of spatial and temporal variation of stomatal conductance over leaf surfaces. *Plant, Cell and Environment*, 22, 1043-1055.

Jones H.G., Stoll M., Santos T., De Sousa C., Chavez M., Grant O.M., 2002. Use of infrared thermography for monitoring stomatal closure in the field: application to grapevine. *Journal of Experimental Botany*, 53, 2249-2260.

Keller M., 2005. Déficit irrigation and vine mineral nutrition. *Am. J. Enol. Vitic.* 56 (3), 267-283.

Lebon E., Dumas V., Pieri P., Schultz H.R., 2003. Modelling the seasonal dynamics of the soil water balance of vineyards. *Funct. Plant. Biol*, 30, 699-710.

Loveys B.R., Stoll M. Dry P.R., McCarthy M.G., 2001. Using plant physiology to improve the water use efficiency of horticultural crops. *Acta Hort. (ISHS)*, 537, 187-197.

Loveys B.R., McCarthy M., Jones H.G., Theobald J., Skinner A., 2005. When to water? Assessment of plant-based measurements to indicate irrigation requirements. Final Report to grape and wine research & development corporation. CSIRO Plant Industry, p. 111.

McCarthy M.G., 1997. The effect of transient water deficit on berry development of cv. Shiraz. (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research* 3, 102-108.

McCutchan H., Shackel K., 1992. Stem-Water Potential as a sensitive indicator of water stress in Prune Trees (*Prunus domestica* L. Cv. French). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 117, 607-611.

Naor A., Cohen S., 2003. Sensitive and variability of maximum trunk shrinkage, midday stem water potential, and transpiration rate in response to withholding irrigation from field-grown apple trees. *HortScience*, 38, 547-551.

Ojeda H., Deloire A., Carbonneau A., 2001. Influence of water deficits on grape berry growth. *Vitis*, 40 (3), 141-145.

Ojeda H., Andary C., Kraeva E., Carbonneau A., Deloire A., 2002 - Influence of pre and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* L., cv Shiraz. *Am. J. of Enol. and Vitic.*, 53 (4), 261 – 267.

Ojeda H., 2008. Stratégies d'irrigation en fonction des particularités et les objectifs du vignoble. *Cahier Technique Revue Française d'œnologie*. N°229.

Ojeda H., 2007. Irrigation qualitative de précision de la vigne. *Le Progrès Agricole et Viticole* N°7 : 133-141.

Ortega-Farias S., Acevedo C., 2004. Irrigation Scheduling in Vineyards (VIth Region of Chile) by Using Time Domain Reflectometry. *Acta Hort. (ISHS)*, 646, 115-119.

Ortega-Farias S., Duarte M., Acevedo C., Moreno Y., Cordova F., 2004. Effect of four levels of water application on grape composition and midday stem water potential of *Vitis vinifera* L. Cv. Cabernet Sauvignon. *Acta Hort. (ISHS)*, 664, 491-497.

Pellegrino A., Lebon E., Voltz M., Wery J., 2004. Relationships between plant and soil water status in vine (*Vitis vinifera* L.). *Plant and Soil*, 266, 129-142.

Pellegrino A., Gozé E., Lebon E., Wery J., 2006. A model-based diagnosis tool to evaluate the water stress experienced by grapevine in a network of farmers fields. *European Journal of Agronomy* 25, 49-59.

Pereira L.S., Perrier A., Allen R.G. and Alves I., 1999. Evapotranspiration: review of concepts and future trends. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE*, 125, 45-51.

Peyrot des Gachons C., Tominaga T., Dubourdieu D., 2002b. Sulfur aroma precursor present in S-glutathione conjugate form: Identification of S-3-(hexan-1-ol)-glutathione in must from *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon Blanc. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 4076-4079.

Prieto J., Louarn G., Perez Peña J., Ojeda H., Simonneau T., Lebon E., 2012. A leaf exchange model that account for intra-canopy variability by considering leaf nitrogen content and local acclimation to radiation in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Plant Cell & Environment*, 35 (7), 1313-1328.

Sammis T.W., Rirey W.R., Lugg D.G., 1988. Crop water stress index of pecan. *Applied Engineering in Agriculture*, 4, 39-45.

Saurin N., Ojeda H., Lucero E., Mondjou R., Scholasch T., 2011. New Approach for Grapevine Irrigation Scheduling Using Sap Flow Sensors: Relationship with Predawn Leaf Water Potential. *American Journal of Enology and Viticulture*, 62 (3), 411A.

Schultz H.R., 1996. Water relations and photosynthetic responses of two grapevine cultivars of different geographical origin during water stress. *Acta Hort. (ISHS)*, 427, 251-266.

Sibille I., Ojeda H., Prieto J., Maldonado S., Lacapere J.-N., Carbonneau A., 2007. Relation between the values of three pressure chamber modalities (midday leaf, midday stem and predawn water potential) of 4 grapevine cultivars in drought situation of the southern of France. Applications for the irrigation control. *Proceedings of XV International Symposium of GESCO: 685-695, Porec – Croatia, 20-23 16/07*.

Sinclair T.R., Tanner C.B., Bennett J.M., 1984. Water use-efficiency in cop production. Bioscience, 34, 36-40.

Singleton V.L., 1972. Effects on red wine quality of removing juice before fermentation to simulate variation in berry size. Amer. J. Enol. Vitic. 23 (3), 106-113.

Scholander P.F., Hammel H.T., Brandstreet E.T., Hemmingsen E.A., 1965. Sap pressure in vascular plants. Science 148, 339-346.

Tejerina M., Velado D., Hernandez E., Puxeu M., Ojeda H., 2013. Influence of water deficit on plant physiology, grape aromatic precursors and wine quality of White Grenache. Proceedings of the 18^o International Symposium Giesco, Porto, Portugal, 7-11 juillet 2013: pp 500-504.

Topp G.C., Davis J.L., Annan A.P., 1980. Electromagnetic determination of soil water content: Measurement in coaxial transmission lines. Water Resources Res, 16, 574-582.

Van Leeuwen C, Gaudillere JP, Tregoat O, 2001. The assessment of vine water uptake conditions by C-13/C-12 discrimination in grape sugar. J. Int. Sci. Vigne Vin 35: 195-205.

Van Zyl J.K., 1984. Reponse of colombar grapevines to irrigation as regards quality aspects and growth. S. Afr. Enol. Vitic. 5 (1), 19-28.

Williams L.E., Araujo F.J., 2002. Correlation among predawn leaf, midday leaf, and midday stem water potential and their correlations with other measures of soil and plant water status in Vitis vinifera. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127 (3), 448 – 454.

Williams L. E., Dokoozlian N. K., Wample R., 1994. Grape. In : B. Shaffer and P. Andersen (Eds.), Handbook of Environmental Physiology of fruit crops. Vol. I. Temperature crops. CRC Press, Inc. Florida - USA. pp. 85-133.

Yunusa I.A.M., Walker R.R., Loveys B.R., Blackmore D.H., 2000. Determination of transpiration in irrigated grapevines: comparison of the heat-pulse technique with gravimetric and micrometeorological method. Irrigation Science, 20, 1-8.

Hernán Ojeda.

Doctor Ingeniero Agrónomo, Maestría en Viticultura. Director de la Unidad Experimental INRA, Vicepresidente del GIESCO (Grupo Experimental de Expertos en Sistemas Vitivinícolas para la Cooperación)



Las enfermedades de la madera de la vid: una problemática compleja

Josep Armengol Fortí

Las enfermedades de la madera de la vid: una problemática compleja

Josep Armengol Fortí

I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades fúngicas de la madera de la vid son un problema muy grave de este cultivo que, desde finales de los años 90, ha causado gran preocupación en España y en todos los países vitivinícolas del mundo. Las enfermedades de la madera causan importantes pérdidas de producción y suponen costes económicos adicionales para el cultivo, debido a la necesidad de replantación de las plantas muy afectadas o muertas. En este sentido, diversos autores se han referido a las enfermedades de la madera de la vid como la “Phylloxera del siglo XXI”.

Las enfermedades fúngicas de la madera están causadas por hongos patógenos cuya característica común consiste en una alteración interna de la madera de la planta que puede ser de dos tipos: necrosis o pudrición seca (Figura 1).



Figura 1. Síntomas internos, necrosis y pudrición seca, en una planta de vid afectada por hongos de la madera.

Estos síntomas se corresponden con los síntomas externos, no a, que podemos observar en las plantas afectadas:

- Reducción del desarrollo y menor vigor.
- Ausencia o retraso de la brotación.
- Acortamiento de entrenudos.
- Clorosis en hojas y/o marchitez.
- Decaimiento general y muerte de la planta.

Los síntomas externos ofrecen los primeros indicios de las infecciones causadas por hongos de la madera, pero no son específicos y, en ocasiones, pueden ser debidos a otros motivos (fisiopatías, otros patógenos no fúngicos, etc.). Además, en general, los síntomas se observan cuando las plantas ya están infectadas internamente desde hace mucho tiempo. Por tanto, la confirmación de la presencia de hongos de la madera en una planta sintomática debe hacerse observando también síntomas internos en cortes transversales o longitudinales de la madera.

2. LAS ENFERMEDADES DE LA MADERA DE LA VID: UN PROBLEMA COMPLEJO

Los principales motivos por los que en la actualidad consideramos a las enfermedades de la madera de la vid como un problema complejo son:

- Gran diversidad de enfermedades y hongos patógenos asociados a las mismas.
- Presencia de infecciones conjuntas en las plantas y dificultad de relacionarlas con la expresión de los síntomas externos.
- Epidemiología de las enfermedades poco estudiada. Diversidad en las vías de diseminación de los hongos patógenos y sus condiciones de infección.
- Escasa disponibilidad de medidas de control.

A continuación se comenta cada uno de estos aspectos:

2.1. Enfermedades de la madera y sus agentes causales

Podemos agrupar las enfermedades de la madera en enfermedades que afectan a las plantas jóvenes pocos años después de la plantación y enfermedades de plantas adultas, que suelen aparecer más tarde en el viñedo ya establecido.

a) Enfermedades de plantas jóvenes

Enfermedad de Petri. Causada por hongos pertenecientes al género *Phaeoacremonium*, y las especies *Phaeomoniella chlamydospora* y *Cadophora luteo-olivacea*. Estos hongos afectan principalmente a la parte basal del patrón, colonizando los tejidos xilemáticos, de modo que al realizar cortes transversales y longitudinales de la madera se observan pequeñas punteaduras o estrías necróticas, respectivamente, correspondientes a los vasos dañados, observándose en ocasiones exudaciones gomosas. Los síntomas de la enfermedad incluyen retraso en el desarrollo y escasa vitalidad, brotes con entrenudos cortos, hojas cloróticas y de menor tamaño, y en algunos casos, la muerte de las plantas.

Pie negro. Causado por especies pertenecientes a los géneros *Campylocarpon*, *Cylindrocarpon*, *Cylindrocladiella*, *Dactylonectria*, *Ilyonectria* y *Neonectria*. Se trata de hongos del suelo que afectan al sistema radicular y a la base del patrón, provocando lesiones necróticas y una reducción de la masa radicular. La parte aérea muestra una vegetación débil, con hojas cloróticas y achaparradas. En ocasiones estos síntomas pueden ser similares a los descritos para la enfermedad de Petri.

b) Enfermedades de plantas adultas

Yesca. Causada principalmente por el hongo basidiomiceto *Fomitiporia mediterranea*, que provoca una podredumbre seca y esponjosa de la madera en las zonas centrales del tronco y/o brazos que aparece separada por una línea negra de otra zona más exterior; de consistencia dura, en la que se aprecian puntos o estrías necróticas en los que se pueden encontrar *C. luteo-olivacea*, *Phaeoacremonium spp.* y/o *Phaeomoniella chlamydospora*. Externamente se puede presentar bajo dos formas: lenta y rápida o apopléjica. En la primera, las hojas muestran en las zonas internerviales coloraciones amarillentas en las variedades de uva blanca y rojizas en las tintas, que posteriormente evolucionan a necrosis. Los racimos pueden llegar a pasificarse prematuramente. Estos síntomas pueden manifestarse de forma crónica en algunas plantas y de forma totalmente errática en otras, mostrándolos un año pero no al siguiente. En la forma apopléjica se produce la muerte repentina de la planta, generalmente en los meses de verano. Se suele considerar que la enfermedad de Petri y la yesca están estrechamente relacionadas entre sí, habiéndose postulado una secuencia en el ataque de estos hongos: *C. luteo-olivacea*, *P. chlamydospora* y/o *Phaeoacremonium spp.*, actuarían como pioneros en la degradación de la madera favoreciendo la colonización posterior por *F. mediterranea*.

Eutipiosis. Causada por especies pertenecientes a la familia *Diatrypaceae*, siendo la especie *Eutypa lata* la más frecuente,

aunque también se pueden encontrar otras como *Cryptovalsa ampelina*, etc. La madera atacada por estos hongos presenta, en sección transversal, una necrosis sectorial de color oscuro y de consistencia dura. Las plantas afectadas muestran brotes débiles, con entrenudos cortos, hojas más pequeñas y algo deformadas, cloróticas y con necrosis, generalmente marginales. Los racimos, de aspecto normal hasta la floración, pueden sufrir un fuerte corrimiento.

Botryosphaeria dieback. Esta enfermedad, que también ha recibido el nombre de “brazo negro muerto”, está causada por especies de la familia *Botryosphaeriaceae* como *Diplodia seriata*, *Neofusicoccum parvum*, *Lasiodiplodia theobromae*, etc., que producen unos síntomas similares a los de eutipiosis: las yemas no brotan en primavera o dan lugar a pámpanos muy débiles. Además, se observan necrosis sectoriales y de consistencia dura en la madera que, en sus primeras fases afectan a uno solo de los brazos de la planta, causando su desecación y muerte.

2.2. Infecciones conjuntas en las plantas

Hasta hace 25-30 años, en España únicamente se consideraba a la Yesca y la *Eutipiosis* como enfermedades importantes, mientras que en la actualidad el número de enfermedades y especies fúngicas descritos es mucho más amplio (Figura 2).

Figura 2. Especies fúngicas asociadas a enfermedades de la madera de vid detectadas en España hasta el año 2015		
YESCA fomitiporia mediterranea Stereum hirsutum + hongos de enfermedad de Petri	EUTIPIOSIS Eutypa lata Cryptovalsa ampelina Eutypella spp.	BOTRYOSPHERIA DIEBACK Botryosphaeria dothidea Diplodia mutila D. Seriata Dothiorella iberica Do. sarmentorum Lasiodiplodia theobromae Neofusicoccum australe N. Luteum N. Mediterraneum N. Parvum N. Vitifusiforme Spenceriarmintia viticola
ENFERMEDAD DE PETRI Phaeoacremonium Aleophilum Pm. cinereum Pm. hispanicum Pm. inflatipes Pm. iraniamum Pm. krajdienii Pm. mrtioniae Pm. parasiticum Pm. scolyti Pm. sicilianum Pm. viticola Phaeomoniella chlamydospora Cadophora luteo-olivacea	PIE NEGRO Campylocarpon fasciculare Cylindrocladiella parva Cylindrocladiella peruviana Dactylonectria alcacerensis D. Macrodidyma D. Novozelandica D. Pauciseptata D. Torrensensis Llyonectria liriodentri	

Además, estos patógenos y las enfermedades que causan no aparecen separados en el campo. En los viñedos, e incluso en plantas individuales, es común detectar la presencia de dos, tres o más patógenos diferentes simultáneamente, complicando el diagnóstico del problema y, sobre todo, afectando a la expresión de los síntomas externos en las plantas, que pueden ser muy variables sin encajar de manera clara en los característicos para una enfermedad concreta.

2.3. Epidemiología: dispersión e infección

Los hongos de la madera se dispersan preferentemente de forma aérea, mediante viento o lluvia), penetrando por las heridas de poda, en forma tanto de esporas procedentes de procesos de reproducción asexual como esporas sexuales.

Ésta es la principal vía de dispersión e infección de la mayoría de los hongos de la madera: Recientemente también se ha constatado que las esporas de los hongos de la madera pueden ser transportadas por artrópodos o por herramientas de poda, aunque la contribución de estas vías secundarias de dispersión a la infección de las plantas está poco estudiada y se consideran de importancia menor.

Algunos de los hongos de la madera son hongos del suelo y son capaces de infectar a las plantas a través de las raíces como los hongos asociados al Pié negro o los hongos que causan la Enfermedad de Petri. Estos últimos son capaces de dispersarse tanto de forma aérea (penetrando por las heridas de poda), como también de penetrar por la raíz. También se ha comprobado que las malas hierbas pueden servir de reservorio de algunos de estos hongos del suelo, pero su papel en la infección de las plantas no se conoce.

El material vegetal de plantación infectado producido en viveros y usado para el establecimiento de nuevas plantaciones es otra de las vías de dispersión de los hongos de la madera, favoreciendo la diseminación de los patógenos y comprometiendo el estado fitosanitario de los viñedos desde el momento de la plantación. En España y en todos los principales países productores de vid se ha comprobado que las plantas madre de patrones y variedades, el agua de las balsas de hidratación, las tijeras de poda, las máquinas de injerto y los suelos de los campos de enraizamiento son posibles puntos de infección de las plantas en el proceso viverístico de producción de planta injertada. Por tanto, es necesario que los viveros de vid mejoren la calidad fitosanitaria del material que producen.

Por último, comentar que muchos de los hongos de la madera sobreviven y presentan diferentes formas de producción de esporas en la madera muerta y en los restos de poda abandonados, que pueden constituir una importante fuente de inóculo.

2.4. Medidas de control

El principal problema para la lucha química contra los hongos de la madera de la vid es que no hay un único agente causal, por tanto, habría que encontrar un fungicida con un amplio espectro de acción, que fuera eficaz contra hongos pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos muy diferentes y capaz de ejercer su acción internamente en las plantas afectadas. Desde la prohibición del arsenito sódico no se ha encontrado un producto que tenga una eficacia comparable, por lo que actualmente se recomienda seguir una estrategia de control que integre diferentes recomendaciones.

Para el control de las enfermedades de la madera es muy importante el uso de material vegetal de alta calidad fitosanitaria para el establecimiento de nuevas plantaciones. En

el vivero se deben realizar tratamientos a las plantas mediante termoterapia con agua caliente, fungicidas y/o agentes de biocontrol, ya que durante el proceso de producción de planta injertada se producen muchas heridas que pueden favorecer las infecciones causadas por hongos.

Cuando se compren plantas injertadas hay que comprobar que éstas tienen un buen aspecto, con un grosor adecuado del patrón, el callo basal bien cicatrizado, una distribución uniforme de las raíces en la circunferencia del callo, y la zona del injerto sin roturas y con una cobertura uniforme de cera.

En el momento del establecimiento de un nuevo viñedo se deben realizar labores de plantación cuidadosas sin causar heridas y usando planta certificada. Es muy importante la combinación de dos factores, uso de planta de buena calidad fitosanitaria y buen manejo a partir del momento de la plantación. Es responsabilidad del viticultor realizar buenas prácticas agrícolas, sobre todo evitando condiciones de estrés durante los primeros años tras la plantación, sin forzar la producción, y protegiendo todos los años las heridas de poda a partir del momento de la plantación con fungicidas autorizados y/o agentes de biocontrol, para mantener la sanidad del cultivo. Asimismo, si es posible, hay que recoger y destruir los restos de poda.

Algunas de las recomendaciones de manejo en plantaciones adultas son parecidas a las ya indicadas en plantas jóvenes. La poda es la vía principal de entrada de esporas de dispersión aérea en las plantas. Se recomienda podar con tiempo seco y, sobre todo, evitando las heridas gruesas, dejando transcurrir unos días sin podar después de una lluvia o una nevada. Las heridas deben protegerse con fungicidas autorizados y/o agentes de biocontrol. Además, en el momento de la poda, si se observa necrosis o podredumbre en un brazo, se puede cortar la madera hasta encontrar tejido sano, o rejuvenecer la planta a partir de un brote basal. Los restos de poda deben ser destruidos.

3. PERSPECTIVAS DE FUTURO

La solución de esta problemática compleja pasa por incrementar los recursos para programas de investigación sobre las enfermedades de la madera de la vid. En este sentido los esfuerzos deben concentrarse preferentemente en los siguientes aspectos:

EPIDEMIOLOGÍA: Determinar la influencia de las condiciones ambientales en la infección de las plantas por los patógenos y la expresión de síntomas.

FISIOLOGÍA DE LA PLANTA: Incrementar el conocimiento sobre la interacción entre la planta y los diferentes patógenos.

PRÁCTICAS CULTURALES: Estudiar la influencia de la poda y otras prácticas culturales en los procesos de infección.

MEJORA VEGETAL: Determinar la resistencia o tolerancia de patrones y variedades, e implementar programas de mejora genética.

DESARROLLO DE MEDIDAS DE CONTROL: Desarrollo de nuevos fungicidas, agentes de biocontrol y de la termoterapia con agua caliente.

Bibliografía

Agustí-Brisach C. y Armengol J. (2013). Black-foot disease of grapevine: an update on taxonomy, epidemiology and management strategies. *Phytopathologia Mediterranea* 52: 245-261.

Agustí-Brisach C. y Armengol J. (2014). El pie negro de la vid: agentes causales, epidemiología y estrategias de control. *Phytoma-España* 260: 32-35.

Agustí-Brisach C., García-Jiménez, Armengol J. y Gramaje D. (2014). Detección de hongos de la madera en viveros de vid y estrategias para su control. *Phytoma-España* 260: 26-30.

Agustí-Brisach C., Gramaje D., Armengol J. y García-Jiménez J. (2013). Hongos de la madera en planta joven de vid: situación actual y estrategias para su control. *Tierras* 202: 108-113.

Bertsch C., Ramírez-Suero M., Magnin-Robert M., Larignon P., Chong J., Abou-Mansour E., Spagnolo A., Clément C. y Fontaine F. (2012). Grapevine trunk disease: complex and still poorly understood. *Plant Pathology* 62: 243-265.

García-Jiménez J., Raposo R. y Armengol J. (2010). Enfermedades fúngicas de la Madera de la vid: 161-173. En: Jiménez-Díaz R.M. y Montesinos-Seguí E. (Eds.) *Enfermedades de las plantas causadas por hongos y oomicetos. Naturaleza y control integrado*. Phytoma España, Valencia: 335 pp.

Gramaje D. y Armengol J. (2011). Fungal trunk pathogens in the grapevine propagation process: potential inoculum sources, detection, identification, and management strategies. *Plant Disease* 95: 1040-1055.

Luque J., Elena G., Armengol J. y Legorburu J. (2014). Las enfermedades de la madera de la vid: reflexiones sobre un panorama complejo. *Phytoma-España* 260: 18-24.

Ministerio de Agricultura, alimentación y Medio Ambiente. Guía de gestión integrada de plagas. Uva de transformación. Ed. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: 202 pp.

Úrbez-Torres J.R. (2011). The status of Botryosphaeriaceae species infecting grapevines. *Phytopathologia Mediterranea* 50: S5-S45.

Josep Armengol

Doctor ingeniero agrónomo. Catedrático Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Valencia. Investigador del Instituto Agroforestal Mediterráneo.



La progresión de la Yesca en Francia: factores e hipótesis que pueden explicarla

P. Lecomte, G. Darrieutort,
P. Pieri, M. Fermaud, y P. Rey,

La progresión de la Yesca en Francia: factores e hipótesis que pueden explicarla

P. Lecomte^{1,2}, G. Darrieutort^{1,3}, P. Pieri⁴, M. Fermaud^{1,2} Y P. Rey^{2,1}

¹ INRA, ISVV, Universidad de Burdeos, UMR1065 Salud y Agroecología de la Viña (SAVE). 71, ave Edouard Bourleaux - CS 20032, F-33882 - Villenave d'Ornon cedex

² Universidad de Burdeos, ISVV, UMR SAVE, F-33140 Villenave d'Ornon

³ Universidad de Burdeos, ISVV, Vitinnov, F-33170 Gradignan

⁴ INRA ISVV, Universidad de Burdeos, UMR1287 Ecofisiología y Genómica Funcional de la Vid (EGFV). F-33140 Villenave d'Ornon

E-mail: lecomte@bordeaux.inra.fr

INTRODUCCIÓN

La Yesca es hoy la enfermedad de la madera la más preocupante en Francia. Su progreso desde el final del siglo XX, incluso antes de la prohibición de arsenito de sodio, fue tal que algunos la han considerado como una “enfermedad emergente”. Después de recordar los principales datos del Observatorio Nacional para evaluar la situación de las principales “Enfermedades de la Madera de la Vid” durante la última década, este artículo sugiere varias hipótesis que pueden explicar la progresión de este síndrome. Se complementa con una sección sobre los síntomas y la dinámica de su aparición, que no había sido revisado durante casi un siglo. Los resultados de las observaciones finas y regulares en viñedo en Francia o en el extranjero, dan lugar a una redefinición de los síntomas de la yesca y conducen a nuevas preguntas. Este texto está inspirado en gran parte de un artículo publicado en 2012 y presentado en una conferencia del AFPP (Asociación Francesa para la Protección de las Plantas).

PRIMERA PARTE: PROGRESIÓN Y FACTORES QUE PUEDEN EXPLICAR EL AUMENTO DE LA YESCA

Los datos del Observatorio Nacional – Evolución de la yesca durante la última década

Según los datos recogidos por el Observatorio Nacional de las enfermedades de la madera de la vid, la expresión foliar de la Yesca aumentó entre 2003 y 2011, mientras que al mismo tiempo la de la Eutypiosis parecía retroceder (Grosman y Doublet, 2012). El mejor criterio para estimar los daños físicos de las enfermedades de la madera es el porcentaje de viñas afectadas en su potencial de producción. Se les llama “viñas improductivas” porque son las poblaciones de plantas muertas, ausentes, re-formadas, re-injertadas, reemplazadas o con brazos muertos o amputadas. Para establecer una imagen más completa, esas viñas improductivas se pueden agregar con las que han mostrado síntomas foliares graves sabiendo que éstos también suelen afectar a la producción del viñedo.

Construido así, la Figura 1 muestra que el impacto medio de las enfermedades de la madera en los viñedos franceses fue de aproximadamente de un 11% en 2008 (menos del 6% en 2003), y que la contribución de la Eutypiosis (viñas con síntomas foliares, Figura 1) fue mucho menor que la de la Yesca. Esto, por ejemplo, fue confirmado en gran parte en la región de Charentes, donde la expresión de la Eutypiosis fue generalmente alta y donde la Yesca se está convirtiendo en un problema importante (Dumot, 2007, com. pers). Ahora, en 2015, el impacto medio por viñedo de las enfermedades de la madera de la vid es estimado a 13% de viñas improductivas.

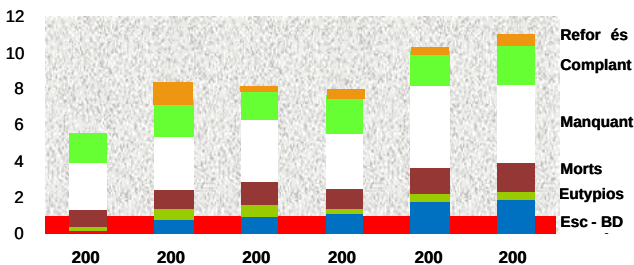


Figura 1: Evolución del impacto económico de las enfermedades de la madera de la vid en Francia en términos de viñas improductivas o alteradas de su potencial de producción (Cortesía de J. Grosman – DGAL, F).

Causas que pueden explicar la progresión de la Yesca.

Aunque es muy difícil separar y evaluar con precisión el efecto de los factores que podían influir en la progresión de la Yesca, varias hipótesis pueden, individualmente o en conjunto, explicar el aumento de la Yesca desde hace cerca de 20 años en Francia.

Factores conocidos: el efecto de la edad de la parcela y de la variedad de uva

Este sistema de datos se analizó estadísticamente por Fussler et al. (2008). De todos los factores estudiados, sólo dos facto-

res bióticos, la edad de la parcela y la variedad de uva, ya bien conocidos (Dubos, 2002) han demostrado un efecto claro en el nivel de expresión de los síntomas de yesca (Grosman y Doublet, 2012). Por contra, la edad media del dispositivo de investigación (todas las parcelas) interviene poco en esta progresión general de los síntomas debido a que las parcelas más viejas fueron arrancadas y sustituidas por más jóvenes (Grosman, com. Pers.). Además, una fuerte disparidad en la expresión de la Yesca entre las parcelas de la misma variedad y de la misma edad se observó dentro de la misma región o entre regiones. Como ejemplo, en Burdeos, los porcentajes de viñas improductivas en el año 2008 fueron de 0 a 41% para el Cabernet Sauvignon y 15 a 54% para el Sauvignon Blanc. Esta variabilidad de expresión, ya señalado por Lecomte et al. (2008 a,b,l y 2011), indica claramente que otros factores, por ejemplo abióticos, pueden ser asociados con la progresión de la Yesca en Francia.

Efecto del arsenito de sodio

La prohibición del arsenito de sodio en noviembre de 2001 (2 años antes de la fecha de retirada prevista inicialmente en Europa) ha sido muy desastroso en las parcelas donde el impacto de la Yesca ya era alto y donde la aplicación de este producto era capital para contener la enfermedad. Es lógico pensar que la retirada de este producto ha influido sin duda en el desarrollo posterior de la Yesca. Pero en este dispositivo de investigación, el número de parcelas protegidas por este tratamiento, sin embargo, era demasiado pequeño para explicar por sí solo la duplicación del porcentaje de las viñas improductivas en el espacio de una década (Grosman, com. Comm). Además, las observaciones se iniciaron en 2003, dos años después de la retirada del producto. Hay que tener en cuenta también que la progresión de la Yesca fue visto en países en los que nunca se ha utilizado el arsenito de sodio, como la Suiza (Viret, 2004) o Alemania.

La evolución de la agresividad o de la presión de los parásitos. Una evolución de la patogenicidad de las plagas asociadas con la Yesca es una hipótesis que se desvía, aunque en la actualidad ningún estudio lo ha confirmado. También debe señalarse que este problema no ha sido realmente explicado en la última década. Por contra, un estudio muestra que la distribución geográfica de los hongos de madera del género Botryosphaeria se correlaciona con la temperatura y, por tanto con los diferentes climas (Úrbez-Torres, 2011). Otra cuestión relacionada con la presión de plagas, también puede deberse (sin encontrar una respuesta segura) a propósito de la evolución de la farmacopea disponible y del abandono de ciertas moléculas, como los productos cupricos (Boubals, 2002; Lecomte et al. 2008b [II]).

El cambio climático

El clima tiene un efecto conocido sobre la distribución y la variabilidad de expresión de los síntomas de las enfermedades

de la madera (Carter, 1991; van Niekerk et al 2011). La Eutypiosis está presente en las zonas vitícolas donde la precipitación anual es superior a 350 mm (la lluvia es necesaria para la liberación de las ascosporas), y severamente expresa después de una tarde de invierno o primavera lluviosa (Dubos, 2002). Años húmedos parecen favorecer la aparición de los síntomas de Yesca (Braccini et al., 2005; Marchi et al, 2006). El impacto económico de los daños asociados con los hongos del género Botryosphaeria parece especialmente grave en todas las regiones vinícolas cálidas y secas donde se cultiva la vid en el mundo.

En Francia, la última década fue marcada por olas de calor severas (2003, 2006) y por sequías prolongadas (2005, 2009, 2010). La Figura 2 muestra que en Burdeos, pero lo más probable también en otras regiones, el cambio climático es una realidad (Pieri, com. personal.). El efecto del aumento de la temperatura sobre los parásitos varía (Ghini et al., 2008) y no es fácil de apreciar in natura. Muchos parásitos cuyo crecimiento puede aumentar con la temperatura (Bensoussam et al., 2007), pero la intensidad de la enfermedad aumenta especialmente en zonas con clima fresco cuando la enfermedad está muy por debajo de su potencial curva de expresión. La Yesca es una enfermedad que encontramos sobre todo en las regiones con un clima más bien templado, esta hipótesis no parece, en el estado actual de nuestros conocimientos, la más adecuada para explicar su progreso. Por contra, la abundante literatura muestra que los largos periodos de sequía son muy perjudiciales para la integridad de las plantas y representan periodos de estrés que favorecen el desarrollo de parásitos, latentes o no, ya presentes en la madera de las plantas perennes, ya sea para la vid o para los árboles forestales (Boyer, 1995; Desprez-Loustau et al, 2006; Ferreira et al, 1999; Stamp, 2001; Waite y Morton, 2007).

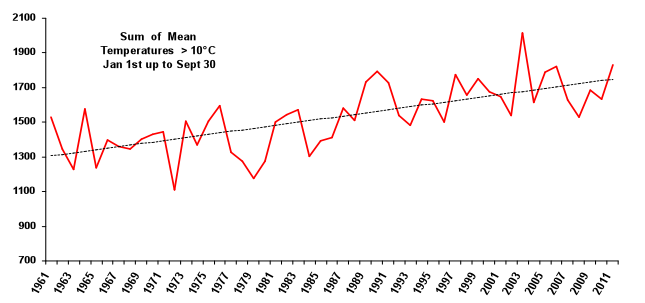


Figura 2: Sumas de temperatura media por encima de 10 °C en Burdeos área (1961-2011).

La calidad del material vegetal

El trabajo en las diferentes etapas en el vivero también tiene un papel capital en la calidad del material vegetal. Sabemos que desde la colección del material hasta la venta, hay muchas etapas (rehidratación, injerto, capas, ...) que pueden predispo-

ner las plantas jóvenes a un desarrollo temprano y rápido de muchos parásitos lignícolas (Ferreira et al., 1999; Gramaje y Armengol, 2011; Gubler, 2006; Lecomte et al, 2008; Stamp 2001; vigués et al, 2009; Waite y Morton, 2007). Este parasitismo, parte inevitable pero controlable (Lecomte et al., 2008b), no anuncia un descenso en la viña o un proceso parasitario rápido. En otras palabras, una planta joven infectada no es desechada automáticamente, no es sometida a cuarentena. Igual que en la fruticultura, la calidad de la cicatrización y el enraizamiento jugarán un papel clave en la vida futura de la planta joven. El paso clave es la selección, que debe ser tan severa como sea posible. Esta decisión no siempre es fácil. En Australia (Waite y Morton, 2007) o Sudáfrica (Halleen y Mostert, 2012), el período de alta demanda de plantas experimentado por la viticultura mundial desde 1995 a 2005, incluyendo la viticultura francesa (Figura 3) se ha traducido probablemente en un ajuste de la oferta a la demanda con una calidad irregular de las plantas. Este problema es ante todo un problema de organización de una industria, más que un problema de una profesión solo.

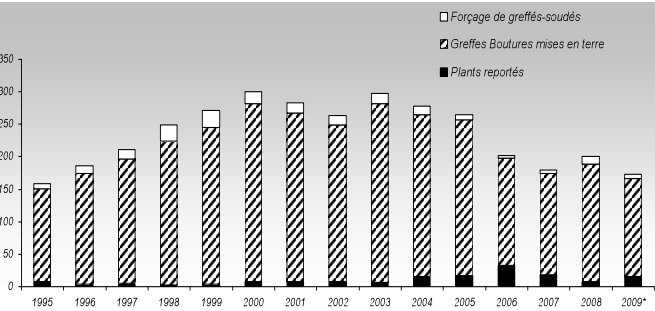


Figura 3: Las implementaciones de viñas jóvenes en Francia desde 1995 (Fuente: France-Agrimer).

La calidad de la plantación

Buenas prácticas en el uso de una planta de buena calidad que viene del vivero son esenciales y, a veces olvidadas. El cuidado al que debe someterse una viña joven antes, durante e inmediatamente después de la plantación es muy importante. Una planta de calidad, mal conservada entre las fechas de recepción y plantación, plantada demasiado tarde o mal regada en un campo agotado o sin buena preparación, puede perder, en parte, el beneficio de toda la atención que ha sido objeto hasta su venta.

Prácticas culturales

Después de plantar, hay también muchas decisiones culturales que pueden promover un rápido desarrollo de parásitos y necrosis asociados con la Yesca. La importancia del modo de conducción o del sistema de poda ya se ha mencionado en repetidas ocasiones en la literatura (Bolay, 1979; Boubals

y Mur, 1990; Dubos, 2002; Geoffrion y Renaudin, 2002; Lafon, 1921 Lecomte et al., 2008b [1] y 2011). Otras prácticas como la mecanización de la cosecha o la producción excesiva de viñas jóvenes, merecen consideración y confirmación. Tenga en cuenta que a veces es posible encontrarlos, tras el paso de la vendimiadora, vides “sacudidas” con el daño foliar similar a la apoplejía o folletage.

La evolución en algunas regiones vitícolas hacia prácticas de poda, en el sentido de una simplificación excesiva es, probablemente, en la actualidad la más perjudicial (Figura 4). Este cambio es decidido a veces en respuesta a corregir criterios anteriores como una mínima densidad/ha. Para aumentar esa densidad, sin cambiar el material vitícola, se mantienen las distancias entre filas, pero se reduce el espacio entre las cepas de vid, Formaciones de dos brazos alargados muy cortos, ‘Guyot doble’, se pasa a un ‘Guyot simple,’ uno de los principales modos probablemente más favorables para las enfermedades de la madera (Cordeau et al, 1984 ; Lecomte et al, 2008a, 2008b y 2011). En este sentido, reconsiderar los modos de poda o de conducción es mejorar la formación de los sastres, evitar las talas facilitadas por el uso de maquinillas eléctricas (que favorece a los conos de secado) se convierten en una acción urgente.



Figura 4: Ejemplo de cepas de vid que presentan heridas de poda importantes cerca de la cabeza y del tronco en una forma simplificada, sin brazos, reducido a un tronco con una rama larga y una corta.

SÍNTOMAS DE LA YESCA: NUEVAS CONSIDERACIONES Y PERSPECTIVAS

Sintomas foliares

En 2001, un nuevo síndrome llamado “Black Dead Arm” (BDA) (Brazo Negro Muerto), fue descrito en Francia con síntomas en las hojas anunciados diferentes de los de la Yesca (Larignon et al., 2001). El nombre de este síndrome se asignó con referencia a una descripción publicada en 1974 por Lehoczy en Hungría sobre la base de lesiones marrones y sectoriales observadas en la madera de la vid. Hoy en día, estas lesiones en la madera son comúnmente llamadas “chancros o Botryosphaeria muerte regresiva” por la comunidad científica internacional (Urbes-Torres, 2011). La combinación de síntomas foliares, incluyendo el color de uva roja con las lesiones sectoriales en la madera se hizo posteriormente en Italia por Cristinzio en 1978 y por Rovesti y Montermini en 1987 y luego se invirtió más tarde (Surico et al., 2006).

En Francia, la incapacidad de distinguir sin ambigüedades los síntomas foliares atribuidas a BDA y a la Yesca surgió rápidamente para muchos observadores, la mayoría asociando los dos síndromes bajo la denominación única “Esca-BDA” (Fussler et al., 2008). Esa situación confusa y más bien desconcertante, fue el origen de una gran encuesta iniciada en Burdeos y extendida a 11 regiones diferentes de Europa y del oeste paleártica (41 viñedos visitados y 688 cepas examinadas individualmente). Los principales resultados publicados recientemente (Lecomte et al., 2012), se presentan brevemente a continuación.

Observaciones regulares de síntomas foliares, realizadas una o dos veces por semana de junio a septiembre, muestran claramente que los síntomas de la Yesca evolucionan durante la temporada e incluyen, al principio de sus desarrollos, síntomas atribuidos a la BDA, lo que confirma estudios anteriores (Surico et al. 2006; Lecomte et al., 2005, 2006, 2012). Por ejemplo, las viñas rojas que muestran decoloraciones de color rojo oscuro, a continuación, muestran las características colores de la Yesca (Figuras 5). Estos últimos síntomas se caracterizan por áreas de necrosis rodeada o ribete claro color rojo o amarillo formando lo que se conoce comúnmente como internerviares digitaciones o síntomas típicos llamado “rayas de tigre” (Lecomte et al., 2012, 2014) »



Figura 5: Ejemplo de desarrollo de síntomas foliares de Yesca desde el principio de junio a mediados de Agosto (Cabernet Sauvignon, Bordeaux, 2012).

Síntomas en las maderas

Aparte de la habitual presencia de necrosis internas significativas en el tronco de las cepas que presentan síntomas de Yesca (Lecomte et al., 2008; Maher et al., 2012), las observaciones realizadas durante la última década también han demostrado una asociación casi sistemática de los síntomas foliares de la Yesca con una anomalía vascular muy singular: Esta es una longitudinal lesión de la madera, que es a menudo muy superficial, localizada en la madera exterior justo debajo de la corteza, y siempre en la continuación del daño foliar (Figura 6). Al principio de su formación, que es de color naranja, a veces discontinuo, a continuación, ligeramente marrón después de varios días, de ahí el nombre de “banda marrón” por ciertos autores. Se produce cuando en las zonas resacas aparecen en la lámina de la hoja llevada por las ramas afectadas. El número y el tamaño (anchura, longitud) de estas lesiones parecen correlacionarse con la gravedad de los síntomas foliares.

Este síntoma muy particular también fue asignado por error al Black Dead Arm en 2001 a pesar de que fue descrito anteriormente como un síntoma de Yesca (Arnaud y Arnaud, 1931; Branas, 1974; Ciferri, 1955). Sin embargo, este síntoma se diferencia de las lesiones negras y sectoriales descritas por Lehoczy (1974). En realidad, este trastorno vascular fue estudiado muy poco o fue ignorado durante décadas.



Figura 6. Raya longitudinal de la madera debajo de la corteza en la continuidad de los daños foliares de Yesca..

El proceso de desarrollo de este síntoma muy particular aún se desconoce (Lecomte et al., 2012, 2014) pero parece estar relacionado con la disfunción de algunos caminos de savia. Este síntoma aparece como consecuencia del desarrollo de las necrosis interna en la madera de la vid, lo que limita el volumen de madera funcional y que lleva en verano al momento donde las temperaturas crecen regularmente y cuando el agua se convierte en un factor limitante.

ETIOLOGÍA DE LA YESCA: NUEVOS NEGOCIOS

Estos resultados plantean nuevas preguntas sobre la etiología de la Yesca.

¿Posible función de las toxinas?

La participación de las principales toxinas de los hongos asociados con la Yesca (*Fomitiporia mediterranea*, *Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeocremonium aleophilum*, *Botryosphaeria* spp,...) en la expresión de los síntomas foliares es sugerido por muchos científicos, pero este proceso no se ha demostrado de manera concluyente hasta la fecha. Por lo tanto, otra cuestión es si estas toxinas son también responsables de la anomalía observada en la madera exterior.

¿Posible papel de los hongos del género *Botryosphaeria*?

Los aislamientos hechos por Larignon et al. (2001) en los tejidos de lesiones marrones naranja revela la presencia de hongos en el género *Botryosphaeria*. Trabajos más recientes (Lecomte et al., 2010, 2014) mostraron que, aunque a menudo se encuentran entre los principales colonizadores de estas lesiones, según sea el caso (i) *Botryosphaeria* no siempre está presente en los tejidos de la cinta naranja o (ii) la frecuencia no es significativamente mayor que la de los tejidos funcionales vecinos que no tienen lesiones. Aún queda mucho trabajo que deben aplicarse para comprender el papel exacto de los hongos del género *Botryosphaeria* en la génesis y / o el desarrollo de este síntoma.

Evolución de las rayas marrones anaranjadas

Si la presencia de hongos del genero *Botryosphaeria* parece desigual en las jóvenes bandas de color naranja encontradas en las viñas sintomáticas, se ha mostrado en contra (Lecomte et al., 2012, 2014) que estas lesiones fueron evolucionando durante los meses siguientes a su formación en las lesiones sectoriales más profundas y más oscuras similares a los chancros asociados con *Botryosphaeria* (Lehoczyk, 1974; Urbes-Torres, 2011). Estas lesiones mayores permiten aislar una mayoría de *Botryosphaeria* (de próxima publicación). Otra pregunta, al menos en los países donde los viñedos muestran regularmente síntomas foliares de la Yesca, es saber cuál puede ser la frecuencia de los chancros en forma de sector que se originan a parte de lesiones vasculares superficiales asociados con la Yesca?

¿Influencia del clima en verano?

Se encontró que los primeros síntomas de la Yesca aparecen con la primera etapa, a finales de mayo principios de junio, dependiendo de la región. El número de viñas sintomáticas aumenta lentamente en junio para acelerar y frenar en julio o al principio de agosto, describiendo una curva sigmoide o logís-

tica (Darrieutort et al., 2007; Lecomte et al., 2012, 2014). Una relación podría establecerse entre la actividad de los parásitos endógenos (presión parasitario) y las temperaturas más altas en verano y la evolución de la restricción hídrico. Una vez más, se requiere un trabajo sustancial.

Conclusiones

Las observaciones de síntomas realizadas durante la última década (Lecomte et al., 2012) según se resumen en este artículo, dan lugar a una redefinición del síndrome de la Yesca. Esta enfermedad degenerativa es la consecuencia del desarrollo de importantes necrosis internas que llevan, en el verano, a la aparición de un trastorno vascular que afecta a uno o más conductos de savia, el trastorno más probable es inmediato, seguido de síntomas foliares. La relación entre estas tres etapas diferentes, sin embargo, queda por determinar con mayor precisión. Más allá de este aspecto fundamental, el aumento de la Yesca en Francia es una realidad que hay que entender para poder lidiar con los medios adecuados. Parece poco realista pensar que un producto milagroso se desarrollará pronto para resolver este problema, por lo que será necesario buscar otros métodos. La etiología de esta enfermedad degenerativa no se entiende completamente, es esencial para continuar con el esfuerzo de investigación desarrollar soluciones alternativas, incluyendo la exploración de los factores ambientales y culturales (Lecomte et al., 2008, b y 2011). Entre ellos, un cuestionamiento de ciertas prácticas culturales, y estudiar las consecuencias de la intensificación de la viticultura. "A largo plazo" los experimentos también son esenciales. Al igual que podrían realizarse programas a largo plazo sobre la resistencia varietal, o seguirse otras líneas de investigación. Como por ejemplo, los estudios de metagenómica recientes en nuestra unidad, que proporcionan no solo nuevos resultados sobre la composición de la microflora de hongos, sino también las bacterias que colonizan la madera enferma o enredaderas aparentemente sanos. La participación de todos estos microorganismos, patógenos o potencialmente protectores y sus relaciones dentro de la vid madera merecen ser estudiados en profundidad. Asociar prácticas culturales y métodos para proteger a las cepas con productos respetuosos con el medioambiente es un concepto que debe ser desarrollado en el futuro para lograr una gestión racional de la Yesca.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Jacques Doublet Grosman y Bruno Doublet por su permiso para usar los datos del Observatorio Nacional "Enfermedades de la madera." Las investigaciones realizadas sobre la Yesca fueron apoyadas por France-Agrimer, Egide (Cooperación Francia-Líbano), la región Aquitania (F) y el País Vasco (E) (Aquitaine-Euskadi).

Gracias especiales a todos los colegas franceses y extranjeros por su hospitalidad durante las visitas a las parcelas, Jean-

Michel Limiñana por su participación y todos los siguientes estudiantes que han contribuido a estos estudios Leyo M., A. Defives, I. Aleksandrova, F. Boiffard, J. Gerbore, T. Novoa y B. Diarra.

Referencias

Arnaud G. et M. Arnaud, 1931. Esca, Polypores et Maladies fongiques diverses du tronc. Pages 428-444 in : *Traité de Pathologie Végétale - Encyclopédie Mycologique III*, Lechevalier et Fils ed., Paris.

Branas, J. 1974. Apoplexie. Pages 796-802 in *Viticulture*, Montpellier.

Boley A., 1979. Accroissement des maladies du bois dues à la transformation des souches de vigne. *Bulletin de l'Organisation Internationale de la Vigne* (52): 991-1000.

Boubals D. et G. Mur, 1990: Influence du mode de taille de la vigne sur l'attaque du tronc des souches par le champignon *Eutypa lata* - Cas du Cabernet-Sauvignon. *Prog. Agric. Vitic.* 107 (22): 499-501.

Boubals D., 2002. Comment sauver les vignes de Cabernet-Sauvignon, de Sauvignon Blanc et des autres cépages attaqués par les champignons parasites du bois. *Progrès Agricole et Viticole* 119 (18): 387-390.

Boyer J. S., 1995: Biochemical and biophysical aspects of water deficits and the predisposition to disease. *Annual Review of Phytopathology* 33: 251-274.

Braccini P., Calzarano F., Dalla Marta A., Di Marco S., Marchi G., Mugnai L., Peduto F., Orlandini S., Osti F. and G. Surico, 2005. Relation of esca foliar symptoms to rainfall and rainfall-related parameters. *Phytopathologia Mediterranea* 44 (1): 107.

Cordeau J.; Dubos B., P. Dumartin, 1984: Tous les viticulteurs sont concernés par l'eutypiose. *Cahier Technique du CIVB* 122: 6-8.

Ciferri, R. 1955. Il mal dell'Esca e l'apoplessia della vite. Pages 982-988 in: *Manuale di Patologia Vegetale*, Società Editrice Dante Alighieri, ed., Roma.

Cristinzio, G. 1978. Gravi attacchi di *Botryosphaeria obtusa* su vite in provincia di Isernia. *Informatore. Fitopatologico* 28:21-23.

Darrieutort G., Limiñana J.-M., Louvet G., et P. Lecomte, 2007. Maladies du Bois - La relation entre l'esca et le Black Dead arm se précise. *Union Girondine des Vins de Bordeaux* 1036: 41-45.

Desprez-Loustau M.-L., Marçais B., Nageleisen L.-M., Piou D., Vannini A., 2006. Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. *Annals of Forest Science* : 597-612.

Dubos, B. 2002. Le syndrome de l'Esca. Pages 127-142 in: *Maladies cryptogamiques de la vigne*. 2nd ed. Féret, Bordeaux.

Dumot, 2007. Nuisibilité des Maladies du bois dans le vignoble charentais. *Compte-rendu de la Journée Technique de la Station Viticole du BNIC du 6 Septembre 2007*, 71-78.

Ferreira J.H.S., van Wyk P.S., Calitz F.J., 1999. Slow dieback of grapevine in South Africa: stress-related predisposition of young vines for infection by *Phaeoacremonium chlamydosporum*. *South African Journal of Enology and Viticulture* 20 (2): 43-46.

Fussler L., Kobes N., Maumy M., Bertrand F., Grosman J. and S. Savary, 2008. A characterization of grapevine trunk diseases in France from data generated by the National Grapevine Wood Disease Survey. *Phytopathology* 98:571-579.

Galet. 1995. Apoplexie. Pages 80-85 in: *Précis de Pathologie Viticole*, JF Impression, St Jean de Védas.

Geoffrion R. et I. Renaudin, 2002. Tailler contre l'Esca de la vigne. *Phytoma-LDV* 554:23-27.

Ghini R., Hamada E., Bettiol W., 2008. Climate change and plant diseases. *Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.)*, 65, special issue: 98-107.

Goutouly J.-P., 2011. Impact du changement climatique sur la vigne et le raisin. *Actes de la 10^e Journée Technique du CIVB* : 61-70

Grosman J. et B. Doublet, 2012. Synthèse des dispositifs d'observation au vignoble, de l'observatoire 2003-2008 au réseau d'épidémi surveillance actuel. *Phytoma-LDV* 651 : -35.

Gramaje D. and J. Armengol, 2011. Fungal trunk pathogens in the grapevine propagation process: potential inoculum sources, detection, identification, and management strategies. *Plant Disease*, 95 (9): 1040-1055.

Gubler W.D., Rolshausen P.E., Trouillas F.P., Úrbez-Torres J.R., Voegel T.M., Leavitt G.M., Weber E.A., 2005: Grapevine trunk diseases in California. *Practical Winery and Vineyard*. Jan./Feb.:6-26.

Halleen F. and L. Mostert, 2012. Current situation of fungal grapevine trunk diseases pathogens in South African grapevine nurseries. *Book of abstracts, 8th International workshop on grapevine trunk diseases*, Valencia Spain, 18-21 June, 49-50.

Lafon R., 1921: L'apoplexie, traitement préventif (Méthode Poussard), traitement curatif. In «Modifications à apporter à la taille de la vigne dans les Charentes - Taille Guyot-Poussard mixte et double». Imprimerie Roumégous et Déhan, Montpellier.

Larignon P. et B. Dubos, 2001. Le Black Dead Arm - Maladie nouvelle à ne pas confondre avec l'Esca. *Phytoma-LDV* 538:26-29.

Larignon P., Fulchic R., Céré L. and B. Dubos, 2001. Observation on black dead arm in French vineyards. *Phytopathologia Mediterranea* 40:336-342.

Lecomte P., Bruez E., Gerbore J., Pieri P., Guerin-Dubrana L., Barka D., Meziane Y., Benetreau C., M. Fermaud and P. Rey, 2014. Studying and modelling the summer development of esca foliar symptoms. *Phytopathologia Mediterranea* 53 (3): 571-572.

Lecomte P., Darrieutort G., Laveau C., Blancard D., Louvet G., Goutouly J.-P., P. Rey, L. Guerin-Dubrana, 2011. Impact of biotic and abiotic factors on the development of Esca decline disease. *Integrated Protection and Production in Viticulture*, IOBC/wprs Bulletin, 67, 171-180.

Lecomte P., 2013. Evolución de las enfermedades de la madera de la vid en Francia. *Tierras* 210, 104-107.

Lecomte P., Darrieutort G., Defives A., Louvet G., Limiñana J.-M. and D. Blancard, 2006. Observations of Black Dead Arm symptoms in Bordeaux vineyards: evolution of foliar symptoms, localisation of longitudinal necroses, questions, hypotheses. "Integrated Protection in Viticulture" *IOBC/wprs Bull.* 29:93-94.

Lecomte P., Darrieutort G., Laveau C., Blancard D., Louvet G., Goutouly J.-P., Rey P. and L. Guérin-Dubrana, 2011. Impact of biotic and abiotic factors on the development of Esca decline disease. "Integrated Protection and Production in Viticulture" *IOBC/wprs Bull.* 67: 171-180.

Lecomte P., Darrieutort G., Limiñana J.-M., Comont G., Muruamendiaraz A., Legorburu F.J., Choueiri E., Jreijiri F., El Amil R. and M. Fermaud, 2012. New insights into Esca of grapevine: the development of foliar symptoms and their association with xylem discoloration. *Plant Disease* 96 (7): 924-934.

Lecomte P., Darrieutort G., Limiñana J.-M., Comont G., Muruamendiaraz A., Legorburu F.J., Choueiri E., Jreijiri F., El Amil R. and M. Fermaud, 2014. Esca de la vigne. Ce que révèlent les symptômes si on les suit dans le temps. *Phytoma* 674 (Supplément): 24 p.

Lecomte P., Darrieutort G., Limiñana J.M., Gaudillère J.-P., 2008a. Esca : éléments de caractérisation. *Journées Techniques « Maladies du Bois »*, Toulouse, 27 et 28 Février 2008.

Lecomte P., Darrieutort G., Limiñana J. M., Louvet G., Tandonnet J.-P., Guerin-Dubrana L., Goutouly J.-P., Gaudillère J.-P. et D. Blancard, 2008b. Eutypiose et Esca. I - Eléments de réflexion pour mieux appréhender ces phénomènes de dépérissement. *Phytoma-LDV* 615:42-48. II - Vers une gestion raisonnée des maladies de dépérissement. *Phytoma-LDV* 616:37-41.

Lecomte P., Darrieutort G., Pieri P., Rey P. and M. Fermaud, 2012. Esca development in France over the last decade: evolution, symptoms and questions. *Phytopathologia Mediterranea* 51 (2), 430.

Lecomte P, Darrieutort G., Pieri P, Rey P. and M. Fermaud, 2012. L'Esca en France: progression, causes probables et symptômes. AFPP, 10th International Conference on Plant Diseases, December 3-5 2012, Tours, France. ISBN 978-2-905550-30-9: 391-402.

Lecomte P, Leyo M., Louvet G., Corio-Costet M. F., Gaudillère J.-P. et D. Blancard, 2005. Le Black dead arm, genèse des symptômes - Observations au vignoble en Bordelais et réflexions en lien avec l'Esca. *Phytoma-LDV* 587:29-37.

Lecomte P, Mayet V., Darrieutort G., Blancard D., Boiffard F., Liminana J.M. and P. Rey, 2010. Characterization of the fungal communities colonizing the internal and external wood of symptomatic and asymptomatic vines affected by esca. *Phytopathologia Mediterranea* 49: 118.

Lehoczy J., 1974. Black dead-arm disease of grapevine caused by *Botryosphaeria stevensii* infection. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 9:319-327.

Maier N., Piot J., Bastien S., Vallance J., Rey P. and L. Guérin-Dubrana, 2012. Wood necrosis in Esca-affected vines: types, relationships and possible links with foliar symptom expression. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 46 (1) :15-27.

Marchi G., Peduto F., Mugnai L., Di Marco S., Calzarano F., and G. Surico, 2006. Some observations on the relationship on manifest and hidden Esca to rainfall. *Phytopathologia Mediterranea* 45:517-5126.

Mugnai L., Graniti A. and G. Surico, 1999. Esca (Black Measles) and brown wood-streaking: two old and elusive diseases of grapevines. *Plant Disease* 83:404-418. Pieri, 2010. Changement climatique et vigne: l'essentiel des impacts. In «Le Livre vert du Projet Climator. Ed. Ademe, 123-124.

Ravaz, L. 1909. Sur l'Apoplexie de la Vigne. *Progrès Agricole et Viticole*. 52:574-579.

Rovesti L. and A. Montermini, 1987. Un deperimento della vite causato da *Sphaeropsis malorum* diffuso in provincia di Reggio Emilia. *Informatore Fitopatologico*. 37:59-61.

Surico G., Mugnai L. and G. Marchi, 2006. Older and more recent observations on Esca: a critical overview. *Phytopathologia. Mediterranea*. 45:68-86.

Stamp J.A., 2001: The contribution of imperfections in nursery stock to the decline of young vines in California. *Phytopathologia Mediterranea*. 40 (Supplement): S369-S375.

Úrbez-Torres J.R., 2011. The status of *Botryosphaeriaceae* species infecting grapevines. *Phytopathologia Mediterranea* 50: S5-S45.

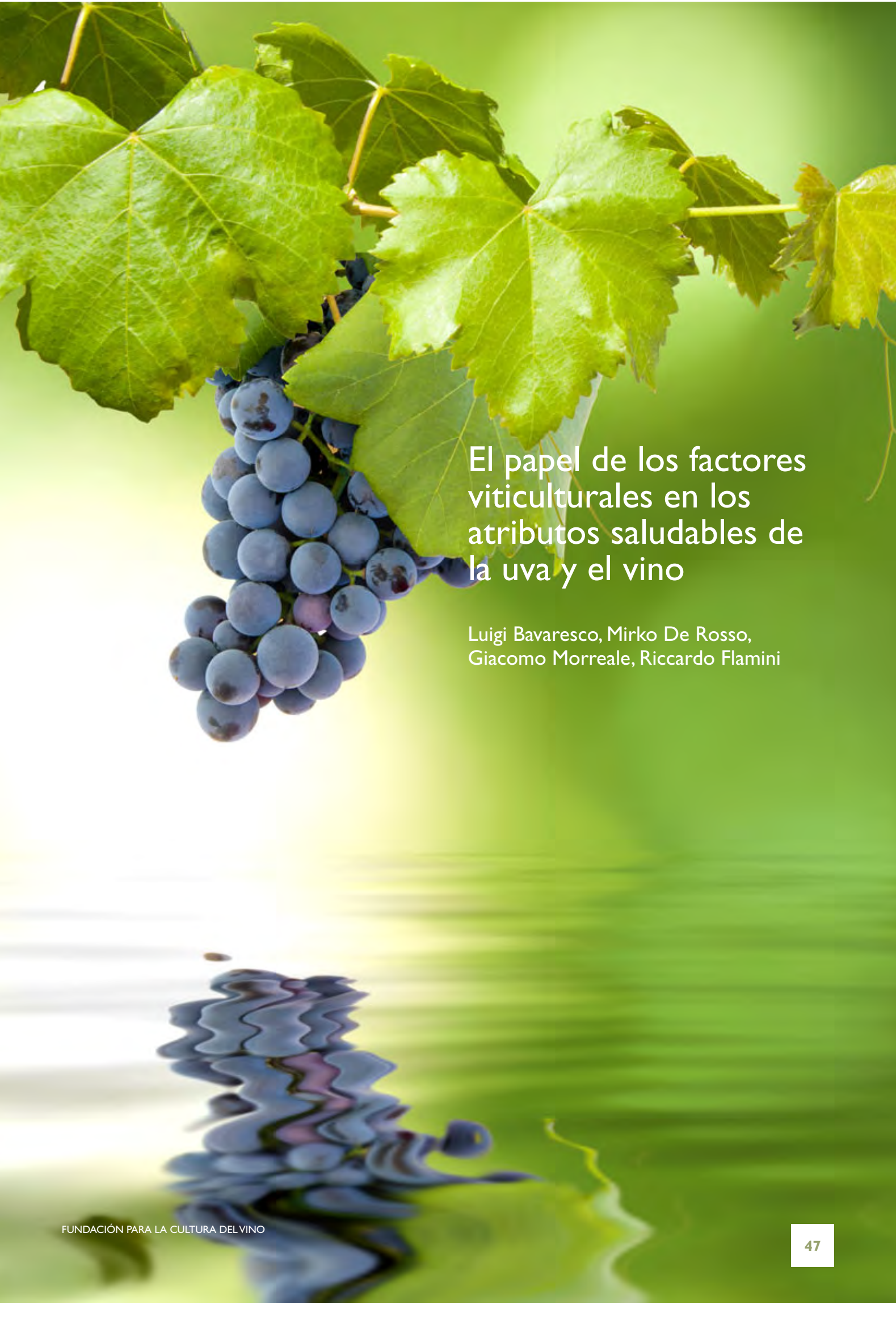
Viala, P. 1926. Recherches sur les maladies de la vigne: Esca. *Annales des Epiphyties* 12:1-108.

Vignes V., Yobregat O., Barthelemy B., Dias, F., Coarer and P. Larignon, 2009. Fungi associated with wood decay diseases: identification of the steps involving risk in a French nursery. *Phytopathologia Mediterranea* 48 (1):177-178.

Viret O., 2004. L'esca en Suisse: situation en 2001 et évolution en 2004. *Rencontre Technique. Les maladies du bois en Midi-Pyrénées- Esca et BDA*. Toulouse, 9 Décembre. 2004, 43-46.

Waite H. and L. Morton, 2007. Hot water treatment, trunk diseases and other critical factors in the production of high-quality grapevine planting material. *Phytopathologia Mediterranea* 46 (1): 5-17.

Pascal Lecomte
Ingeniero. Centro de Investigación INRA. Burdeos



El papel de los factores viticulturales en los atributos saludables de la uva y el vino

Luigi Bavaresco, Mirko De Rosso,
Giacomo Morreale, Riccardo Flamini

El papel de los factores viticulturales en los atributos saludables de la uva y el vino

Luigi Bavaresco ¹, Mirko De Rosso ², Giacomo Morreale ², Riccardo Flamini ²

¹. Departamento de Producción Sostenible de los Cultivos, Sección de Pomología y Viticultura, Università Cattolica S. Cuore, Via Emilia Parmense, 84, 29122 PIACENZA, Italia

². Consejo de Investigación en Agricultura y Análisis de Economía Agraria – Centro de investigación en viticultura (Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria – Centro di ricerca per la viticoltura), Viale XXVIII Aprile, 26 – 31015, Conegliano (TV), Italia

INTRODUCCIÓN

Los efectos beneficiosos sobre la salud tanto del vino como de la propia uva se han estudiado en gran número de análisis, y han sido objeto de comentarios y especulación desde hace miles de años. De hecho, existen papiros egipcios y tablillas sumerias anteriores al año 2000 A.C. que versan sobre el uso medicinal del vino. Los griegos y romanos antiguos conocían las propiedades saludables del vino; tanto es así que éste se consideraba un “fármaco” común. En pocas palabras, históricamente el vino ha sido objeto de interés médico, que disminuyó como resultado de la demonización de los efectos del alcohol por los medios de comunicación y la opinión pública, en especial a principios del siglo 20. Sin embargo, la predisposición de la opinión pública en referencia al alcohol y al vino empezó a cambiar después de la entrevista al Doctor Serge Renaud en 1991 en el programa de televisión de la cadena CBS “60 Minutes”. Dicha entrevista se centraba en el porqué del bajo nivel de cardiopatía coronaria (CHD) en Francia en comparación con los niveles de esta dolencia en Estados Unidos, a pesar de la dieta alta en grasas en ambos países. El Dr. Renaud proponía que el consumo moderado de vino por la población francesa, que lo incluye como parte habitual de su dieta, explicaba los niveles inferiores de CHD. La famosa “paradoja francesa”, que se asociaba con las afirmaciones formuladas en dicha entrevista, en realidad se mencionó por primera vez en Richard et al. (i.e., “paradoxe française”), pero se popularizó a partir de la emisión del programa de la CBS.

Si bien es cierto que varios estudios epidemiológicos demuestran que el consumo habitual y moderado de vino, en especial de vino tinto, se asocia con resultados beneficiosos para la salud (Guilford y Pezzuto, 2011), han surgido críticas a las publicaciones científicas que apoyan dicho principio (Evans, 2011), acusando a sus autores de publicar “falacias” científicas. Se ha dicho que la uva y el vino tienen efectos beneficiosos sobre la salud humana, en particular debido a su alto contenido de polifenoles. Los polifenoles incluyen varias clases de compuestos que se consideran antioxidantes eficaces para el ser humano cuando son consumidos como parte de la dieta; entre ellos están los ácidos hidroxixánicos, los flavonoles, las

antocianinas, los taninos (proantocianidinos) y los estilbenos. Estos últimos merecen especial atención debido a la función crucial que desempeñan en la planta: las fitoalexinas de estilbeno se acumulan en los tejidos blandos de la viña y se producen en la vía de fenilpropanoides; el resveratrol es el monómero básico que puede glicosilarse (polidatina), hidroxilarse (piceatannol), metilarse (pterostilbeno) o convertirse en compuestos de mayor complejidad (dímeros, trímeros, tetrámeros, en general denominados viniferinos); el piceatannol puede glicosilarse para producir astringina (Imagen 1). Las mayores concentraciones en vino de resveratrol total, astringina total y polidatina totales son respectivamente 36 mg/L, 38 mg/L y 51 mg/L (Pawlus et al., 2012). Resulta más difícil informar sobre los datos obtenidos de la uva debido a la diferencia en los métodos de extracción y unidades de medición.

Esta atención prestada a la uva y al vino ha resultado beneficiosa en la obtención de fondos para programas de investigación y para generar abundantes datos inicialmente sobre la genómica de la *Vitis vinífera* y, posteriormente, datos sobre las transcriptomas y metabolomas (Velasco et al., 2007; Jaillon et al., 2007; Deluc et al., 2007; Landolino et al., 2008; Figueiredo et al., 2008; Hren et al., 2009; He et al., 2010; Pastore et al., 2011; Lijavetzky et al., 2012; Venturini et al., 2013; Dai et al., 2013; Xin et al., 2013; Flamini et al., 2013a; Flamini et al., 2013b). Es más, las respuestas bióticas y abióticas son responsables de la producción de metabolitos que parecen ser los responsables a su vez de los efectos beneficiosos obtenidos. La vid, en especial, tiene la capacidad de activar los mecanismos de defensa contra ciertos patógenos, capacidad que se relaciona con la síntesis de los estilbenos, los cuales se han considerado compuestos activos de importancia en las propiedades saludables del vino. Al someterse a las mismas presiones de estrés biótico o abiótico, el contenido de estilbeno en la uva puede verse afectado por factores viticulturales (variedad y clon, portainjertos, condiciones meteorológicas, suelo, prácticas de cultivo), mientras que las concentraciones de estilbenos en el vino podrían verse afectadas por factores enológicos (aparición y/o duración de contacto con la piel, fermentación

maloláctica, agentes de clarificación) (Bavaresco et al., 2012). El resveratrol es la molécula más estudiada en el grupo de estilbenos. Cuando hablamos de los estilbenos en la uva en realidad nos referimos a una clase de moléculas; recientemente han aparecido descubrimientos metabólicos que resultan de la preparación de una matriz adecuada y del uso de espectrometría de masas LC/QTOF (e.g., el descubrimiento de la presencia de metiléteres de resveratrol en uva y vino) (Flamini et al., 2013a; Flamini et al., 2013b; Moss et al., 2013).

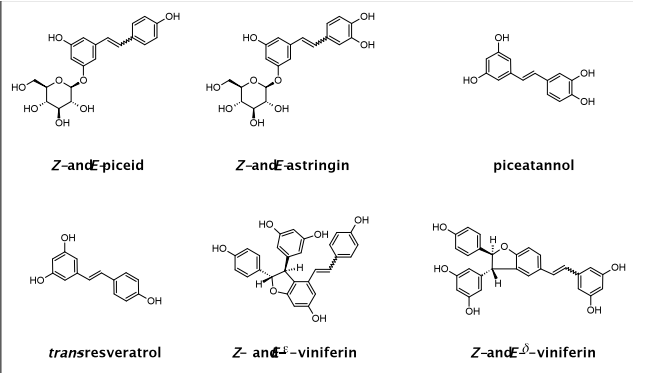


Imagen 1. Fórmulas estructurales de los principales compuestos del estilbeno.

ESTILBENOS

Los estilbenos son compuestos del fenol de bajo peso molecular presentes en los tejidos leñosos o carnosos de ciertas familias de plantas, tales como *Pinaceae*, *Mirtaceae*, *Fagaceae*, *Liliaceae*, *Moraceae*, *Papilionaceae*, y *Vitaceae*. Desempeñan un papel estructural en los tejidos leñosos, y en los carnosos tienen funciones defensivas específicas. Se clasifican dentro de una familia de sustancias fungitóxicas denominadas fitoalexinas producidas por los tejidos blandos de la planta, principalmente como respuesta al ataque de patógenos. Se sintetizan y acumulan en vesículas lípidos presentes en el cuerpo celular; y como resultado migran a ubicaciones infectadas con el fin de limitar la proliferación patogénica (Hart, 1981). El resultado es que, aunque las fitoalexinas desempeñan un papel directo en los mecanismos de resistencia y tolerancia de las plantas ante las enfermedades, no son necesarias para la vida normal de la planta.

El proceso mediante el cual la planta se estimula para producir metabolitos secundarios se denomina “estimulación” o “elicitación”, e indica la presencia de un estímulo de estrés externo aplicado al cultivo (Bavaresco and Fregoni, 2001).

En la parra la síntesis de los estilbenos se induce como respuesta a los estrés bióticos y abióticos, y puede darse en varios tejidos blandos de la planta: bayas, hojas, brotes y rapas o pedúnculos de racimo. Puede inducirse mediante elicitores tales como *Botrytis cinerea*, *Plasmopara viticola*, *Trichoderma viride*, *Erysiphe necator*, *Rhizopus stolonifer*, *Bacillus spp.*,

Aspergillus carbonarius, *Aspergillus japonicus* y *Laminarina spp.*, o por abióticos, como radiación UV, o presencia de cloruro de aluminio, de fosetil-Al, de ozono, de sucrosa, de dimetil-e-ciclodextrina, de metiljasmonato, de benzotiadiazol, de oligómeros de quitosano, de ácido salicílico, de tratamientos anóxico, de ABA, BABA, y de emodina, (Jeandet et al., 2002).

La actividad fungitóxica de las fitoalexinas tiene lugar al desestabilizar la estructura celular del patógeno, deslocalizando los electrones de proteína de las membranas. En plantas susceptibles las fitoalexinas pueden detoxificarse y metabolizarse en presencia de patógenos.

La existencia de estilbenos en *Vitaceae* se conoce desde 1976. En las fases posteriores a la infección por *Botrytis cinérea*, las hojas de varias especies de parra irradiadas a 366 nm muestran un color azul brillante en la zona marginal de la infección, fluorescencia que se atribuye al trans-resveratrol. Se han hallado también estructuras oligoméricas del resveratrol denominadas viniferinas (Langcake y Pryce, 1976; Pryce y Langcake, 1977).

El estudio de los contenidos de estilbeno en hojas de plantas de distintas edades muestra que el resveratrol se produce en menor cantidad que otros estilbenos y su producción aumenta con la infección, debido a que aunque el estilbeno no genera una acción fungitóxica elevada, es precursor de las viniferinas (Imagen 2) (Bavaresco et al., 2012; Langcake, 1981). (Es por ello que el resveratrol se considera uno de los estilbenos más importantes de la uva y progenitor de esta clase de compuestos. Sin embargo, otros estilbenos tales como el piceatannol, una fitoalexina con propiedades antifúngicas, también se dan en la uva. Esto fue detectado por primera vez en uvas Cabernet Sauvignon por Bavaresco et al., 2002.)

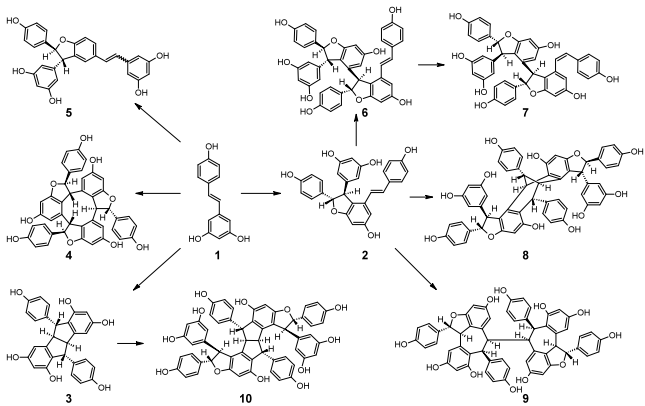


Imagen 2. Varias viniferinas del resveratrol: trans-resveratrol (1), E-e-viniferina (2), palidol (3), e-viniferina (4), e-viniferina (5), E-miyabenol C (6), Z-miyabenol C (7), vaticanol C isomer (8), isohopeafenol (9), ampelopsina H (10).

El papel de los factores de la viticultura en los estilbenos de la uva

Aún estando sometidos a la misma presión de estrés biótico y abiótico, existen otros factores que pueden también afectar

al contenido de estilbenos en la parra. Estos factores pueden ser la variedad, el portainjertos (Bavaresco et al., 2007a; Gatto et al., 2008), las condiciones meteorológicas (Bavaresco et al., 2007; Goldberg et al., 1995), el suelo (Bavaresco et al., 2005) y las prácticas de cultivo (Bavaresco et al., 2001; Bavaresco et al., 2008; Mattivi et al., 1995; Gebbia et al., 2003).

Las variedades de uva

La variedad es importante en los niveles de concentración de estilbeno en la uva, como indica claramente la Imagen 3 (niveles de trans-resveratrol, cis-polidatina y trans-polidatina en 78 variedades de uva tinta y blanca). Las variedades Pinot Noir y Marsanne muestran los mayores niveles de estilbeno total en bayas maduras en los tipos blanco y tinto respectivamente

de la baya de uva. Se indica igualmente la desviación típica. Las letras indican grupos de medianas en los cuales no aparecen diferencias estadísticamente significativas (valor $p \leq 0.05$), según el procedimiento HSD (Honestly Significant Difference) de Tukey (HSD – distancia mínima entre 2 medianas de grupo previa a la diferencia obtenida entre los dos grupos) aplicado a datos normalizados en cada año. Los valores corresponden a las denominaciones de las siguientes variedades: Pinot Noir (1), Pinot Tete de Negre (2), Tarrango (3), Franconia (4), Alicante Bouquette (5), Carmenere (6), Schioppettino (7), Ancellotta (8), Gaglioppo (9), Nero (10), Bovale Sardo (11), Lambrusco Salamino (12), Schiava Lombarda (13), Merlot (14), Pinotage (15), Dolcetto (16), Lambrusco Oliva (17), Negro Amaro (18), Tempranillo (19), Primitivo (20), Frappato (21), Zweigelt (22), Montepulciano (23), Cesanese (24), Uva di Troia (25),

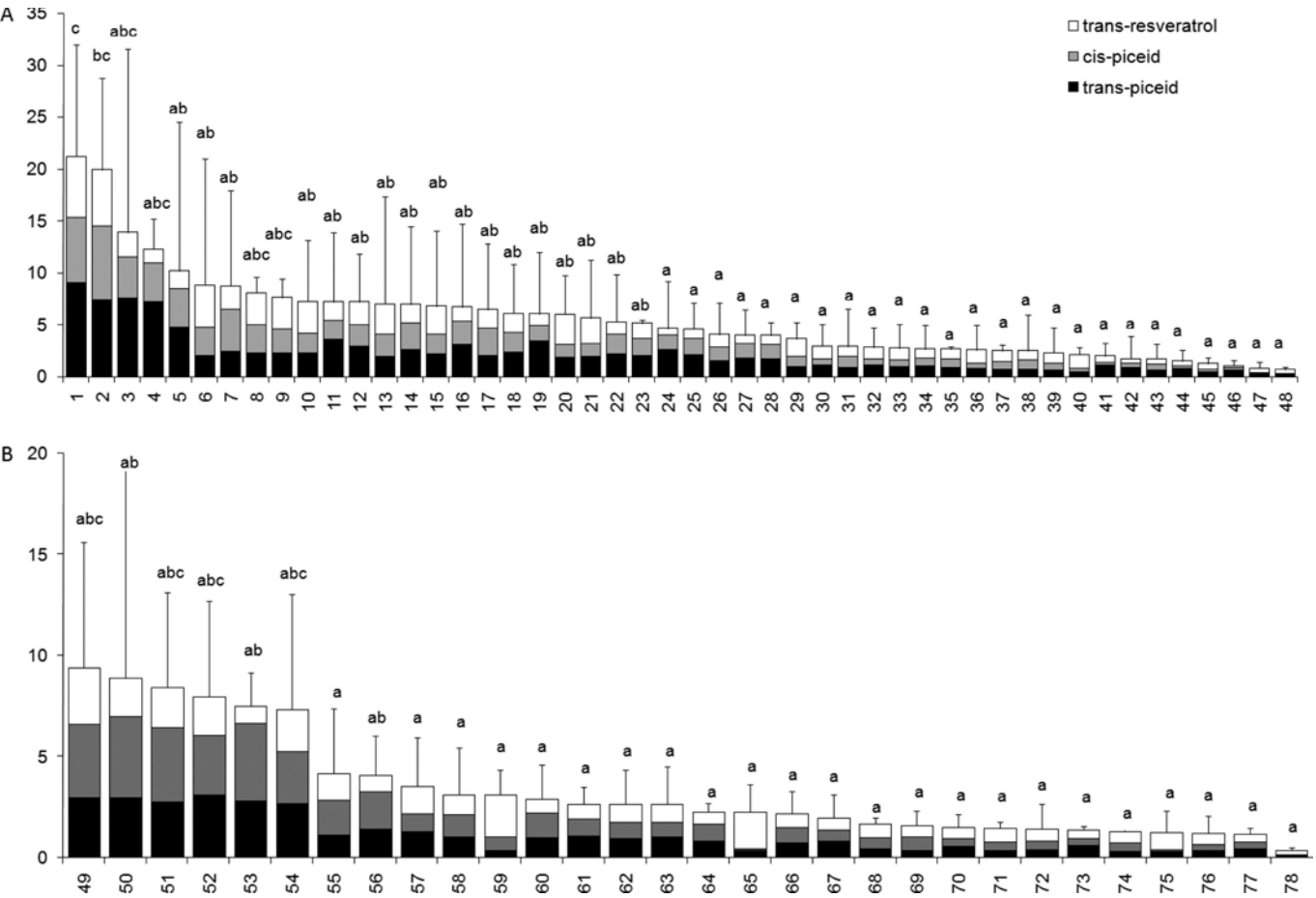


Imagen 3. Influencia de la variedad en los niveles de concentración de estilbeno en la uva (Gatto et al., 2008).

El contenido de estilbeno en uvas *V. vinifera* tinta (A) y blanca o rosada (B) cosechadas durante las vendimias de los años 2000, 2001 y 2004. La altura de las columnas indica el nivel promedio del contenido total de resveratrol como suma de los niveles de trans- y cis-polidatina, y de trans-resveratrol a los 3 años, expresados como mg/kg de peso fresco de la totalidad

Cigligiolo (26), Sangiovese (27), Pavana (28), Sagrantino (29), Primitivo di Gioia (30), Enantio (31), Cannonau (32), Croatina (33), Raboso del Piave (34), Casetta (35), Moscato Rosa (36), Grignolino (37), Marzemino (38), Tannat (39), Aleatico (40), Cabernet Sauvignon (41), Nera dei Baisi (42), Aglianico (43), Cabernet Franc (44), Schiava Grossa (45), Nebbiolo (46), Teroldego (47), Rebo (48), Marsanne (49), Pinot Gris (50), Rousanne (51), Italia (52), Malvasia Puntinata (53), Inzolia (54), Xinomavro (55), Garganega (56), Muscat Rouge de

Madere (57), Madeleine Angevine (58), Sauvignon Blanc (59), Peverella (60), Malvasia di Candia Aromatica (61), Verdicchio (62), Viogner (63), Grechetto (64), Riesling (65), Verduzzo Friuliano (66), Kozma Palne Muskotali (67), Prosecco (68), Petit Manseng (69), Fiano (70), Chardonnay (71), Ribolla Gialla (72), Nosiola (73), Verduzzo Trevigiano (74), Gewuerztraminer (75), Pignoletto (76), Ortrugo (77), and Greco di Tufo (78). (Con permiso de la American Chemical Society)

El clon puede también jugar un papel importante en los niveles de estilbeno en la uva, tal y como se ha verificado en un ensayo en maceta con 10 clones de Cabernet Sauvignon (Gatti et al., 2014)

El suelo y la elevación del viñedo

El tipo de suelo puede también jugar un papel importante en la concentración de los estilbenos en uva (Imagen 4) (Bavaresco et al., 2005). La Imagen 4 indica los resultados en uva en parra en suelos calcáreos, que muestran mayores niveles de concentración de estilbenos que los obtenidos en parras plantadas en suelos neutros.

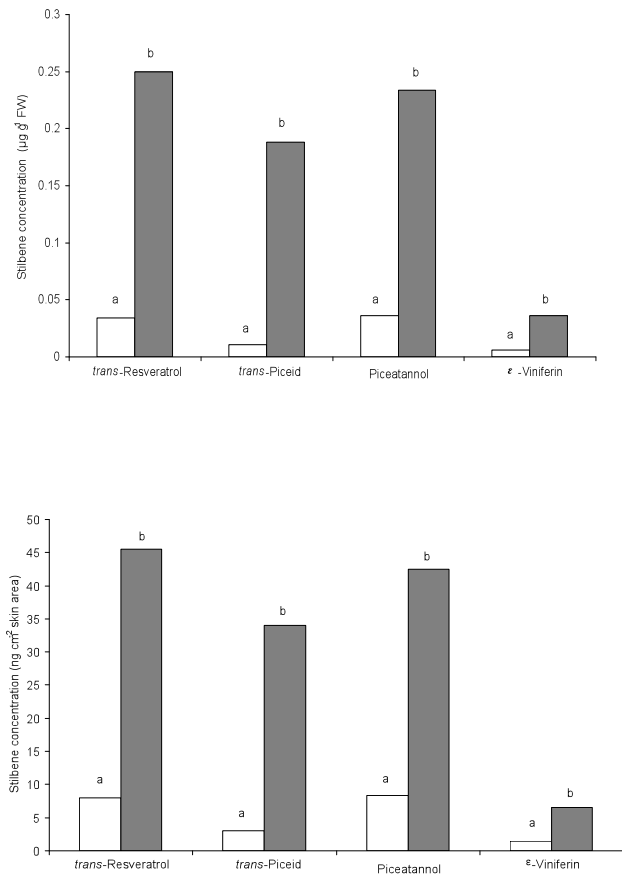


Imagen 4. Efecto del suelo en niveles de concentración de bayas de uva tipo Marlot. Columnas: blancas, suelo no calcáreo; gris, suelo calcáreo (Bavaresco et al., 2005).

La Tabla 2 indica la influencia de la elevación del viñedo sobre los niveles de concentración de trans-resveratrol y de trans-polidatinas en uva en el momento de la cosecha. Las altitudes de hasta 320 metros sobre el nivel del mar muestran mayores concentraciones de estilbeno, aunque se observó una disminución en los niveles más elevados (Bavaresco et al., 2007a).

Tabla 2. Efectos de la elevación del viñedo sobre el nivel del mar en niveles de concentración de estilbenos en uva (medianas de uva aromática madura de tipos Barbera, Croatina, y Malvasia di Candia cosechadas en 2000-2002) (Bavaresco et al., 2007a).

elevation	transresveratrol (mg/kg FW)	transpiceid (mg/kg FW)
150 m a.s.l	0.012 a	0.065 a
240 m a.s.l	0.059 b	0.086 a
320 m a.s.l	0.087 b	0.186 b
420 m a.s.l	0.070 b	0.074 a

Prácticas de cultivo

Los estilbenos presentes en los tejidos de parra pueden también verse afectados por las prácticas de cultivo. Las Imágenes 5 y 6 indican los efectos de la aportación de nitrógeno (N) en la acumulación de resveratrol en la hoja de parra y uva. En general se da un efecto negativo del aumento de tasas de N en las concentraciones de resveratrol (Bavaresco and Eibach, 1987; Bavaresco et al., 2001; Bavaresco et al., 2007b), lo cual explica que las parras fertilizadas con altas dosis de N sean más susceptibles a las enfermedades.

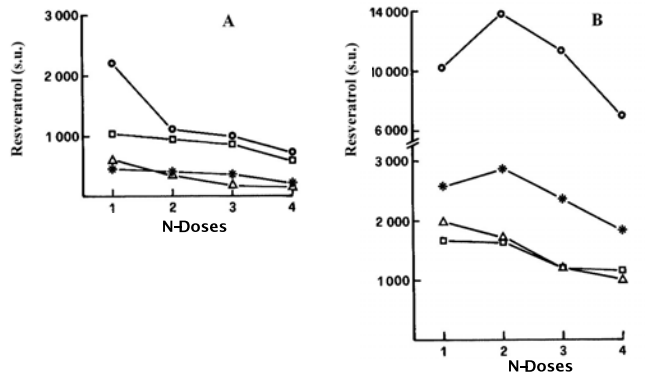


Imagen 5. Efectos de la aportación de nitrógeno al viñedo en el contenido de resveratrol en hoja en cuatro variedades de viña (Bavaresco and Eibach, 1987). (A) primera fecha de toma de muestras; (B) tercera fecha de toma de muestras; s.u. - unidades de escaneo; Δ Riesling; * Kerner (Trollinger × Riesling); □ Merzling (French Hybrid Seyve-Villard 5-276 × [Riesling × Ruländer]); □ Orion (Optima × Seyve-Villard 12-375).

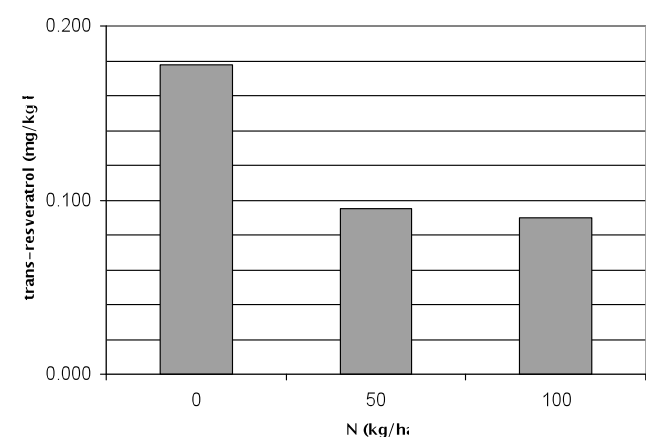


Imagen 6. Contenido de trans-resveratrol en bayas maduras (cv. Barbera) durante la cosecha según el nivel de aportación de nitrógeno (datos de las medianas 2000-2002) (Bavaresco et al., 2007b).

Se investigó el efecto de la eliminación de las hojas durante el envero en una serie de variedades de parra durante una prueba de campo (Bavaresco et al., 2008). Este método arrojó distintos resultados (por lo que se refiere a los niveles de concentración de estilbeno en la uva durante la cosecha) de acuerdo con los genotipos y condiciones meteorológicas en los cuatro años de duración del estudio. El adelgazamiento de los racimos puede también tener efectos positivos sobre los niveles de concentración de resveratrol, según informan Gatti et al. (2011) en una prueba de campo con cv. Barbera.

Los niveles de concentración de estilbenos en vino pueden también responder a la influencia de la carga de cultivo y del riego. La Imagen 7 indica que los altos volúmenes de producción de uva y de riego causan una menor síntesis de los estilbenos en el vino.

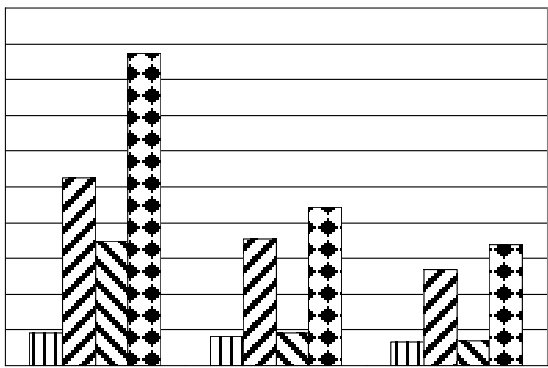


Imagen 7. Niveles de concentración de estilbeno en vinos tintos sicilianos según el volumen de producción (q/ha) (izquierda) y el riego (derecha) (Gebbia et al., 2003).

RESULTADOS RECIENTES DEL RESVERATROL SOBRE LA SALUD

Enfermedades cardiovasculares

Según los resultados obtenidos en modelo porcino desarrollados por Sellke (2012), el resveratrol disminuyó la tensión

arterial, el índice de masa corporal, el colesterol en suero y los niveles de proteínas Creativas, mejoró la tolerancia a la glucosa y la función endotelial, y tuvo efectos favorables sobre las señales asociadas con el metabolismo del miocardio. Por tanto, el resveratrol puede reducir la carga de la enfermedad metabólica crónica y mejorar la perfusión del miocardio y la salud cardiovascular al influir favorablemente sobre los factores de riesgo.

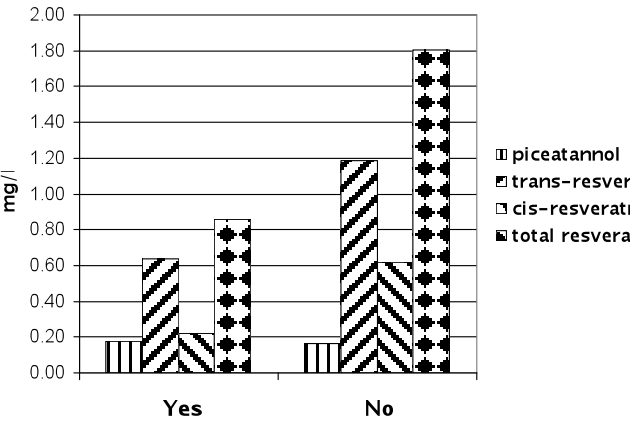
El cáncer y los derivados del resveratrol

Debido a la baja biodisponibilidad del resveratrol, es un candidato no óptimo al grupo de fármacos anticancerígenos. Según Pezzuto (2012), los derivados del resveratrol son prometedores en el desarrollo de formulaciones de fármacos químicopreventivos anticancerígenos.

Efectos neuroprotectores

A pesar de que gran cantidad de estudios han demostrado tanto in vitro como in vivo los efectos neuroprotectores del resveratrol y sus derivados, los mecanismos intracelulares que intervienen en estos efectos aún no se entienden en su totalidad (Quiron, 2012). Foti Cuzzola et al. (2011) revisaron una serie de estudios sobre la capacidad del resveratrol en la mediación de la regulación a la baja de varios biomarcadores neuroinflamatorios, tales como el factor de necrosis tumoral, la ciclooxigenasa 2, la sintasa inducible de óxido nítrico, y las interleuquinas.

Longevidad y efectos “anti-envejecimiento”



A pesar de la actividad antioxidante del resveratrol, se piensa que actúa como regulador secundario del sistema de sirtuina. Esta familia de genes denominada genes silenciosos de regulación de la información (SIR) está compuesta de siete genes de sirtuina en los mamíferos, SIRT-1 hasta SIRT-7, que se expresan ampliamente en una variedad de tejidos. Estos genes codifican para enzimas específicas (SIRT) NAD+

desacetilantes dependientes, y se consideran proteínas reguladoras. Se ha descubierto que esta molécula activa las sirtuinas en la levadura incipiente o en maduración, en *Caenorhabditis elegans*, en *Drosophila melanogaster* y en peces, al imitar el efecto de la restricción de las calorías y aumentar la longevidad (Howitz et al., 2003; Wood et al., 2004; Knutson et al., 2008). Igualmente se han identificado propiedades protectoras beneficiosas para los tejidos en mamíferos (Knutson et al., 2008). Es así que los equipos de investigación aumentan sus esfuerzos por producir alimentos con mayor contenido de resveratrol. La capacidad de sirtuinas en hongos y animales de activarse en presencia de resveratrol está relacionada con la hipótesis (*xenohormesis*) que postula que esta molécula aporta un aviso temprano de gran utilidad, advirtiéndolo acerca de entornos en deterioro y/o del suministro de alimentos, permitiendo así que los organismos inicien la conservación de recursos y aumenten las defensas celulares (Howitz et al. 2003). Otra serie de estudios en ratón han obtenido resultados contradictorios en lo tocante a los efectos sobre la longevidad, pero aparentemente sí existe un efecto de protección de la salud en organismos inferiores y ratones cuya ingesta incluía alimentos con altos niveles de grasa (Fernández et al., 2011; Agarwal et al., 2011; Marchal et al., 2013).

Resulta interesante saber que aparentemente la actividad reguladora secundaria antes mencionada no está presente en las células de la uva. Dos estudios informan que dos genes de sirtuina se expresan en uva (Busconi et al., 2009; Cucurachi et al., 2012). Sorprendentemente, las proteínas de sirtuina que producen dichos genes parecen no verse afectadas por el resveratrol (Cucurachi et al., 2014). Esta última observación postula una interrogante de gran interés acerca de la evolución en lo tocante a la ausencia de la antes mencionada actividad reguladora secundaria que aparece en otros reinos.

Recientemente, al hacer un seguimiento de la TyrRS (tRNA sintetasa), Sajish y Schimmel (2014) establecieron que atrapa y activa la proteína PARP-1, respuesta fundamental al estrés y factor de reparación del ADN que se considera influye de manera importante sobre la longevidad.

Conclusiones

Las concentraciones de estilbeno en vino y uva son resultado de la interacción entre el genotipo y el medio ambiente, como es el caso de cualquier otro atributo. Para que los programas de crianza mejoren sus niveles es importante que desarrollen en paralelo las actividades relacionadas con las selecciones de cultivo de la parra y las de las técnicas de elaboración del vino. El papel positivo del consumo de vino en la salud humana es un efecto secundario interesante, pero en primera instancia la costumbre de consumir vino es parte de una forma de vida y una realidad cultural.

Referencias

Agarwal, B.; Baur, J.A. Resveratrol and life extension. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2011, 1215(1), 138-143.

Bavaresco L.; Eibach, R. Investigations on the influence of N fertilizer on resistance to powdery mildew (*Oidium tuckeri*) downy mildew (*Plasmopara viticola*) and on phytoalexin synthesis in different grapevine varieties. *Vitis*, 1987, 26, 192-200.

Bavaresco, L.; Civardi, S.; Pezzutto, S.; Vezzulli, S.; Ferrari, F. Grape production, technological parameters, and stilbenic compounds as affected by lime induced chlorosis. *Vitis*, 2005, 44(2), 63-65.

Bavaresco, L.; Fregoni, C. In: *Molecular biology & biotechnology of the grapevine*; Roubelakis-Angelakis, Ed.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, 2001, pp. 153-182.

Bavaresco, L.; Fregoni, M.; Trevisan, M.; Mattivi, F.; Vrhovsek, U.; Falchetti, R. The occurrence of the stilbene piceatannol in grapes. *Vitis*, 2002, 41(3), 133-136.

Bavaresco, L.; Gatti, M.; Pezzutto, S.; Fregoni, M.; Mattivi, F. Effect of leaf removal on grape yield, berry composition, and stilbene concentration. *Am. J. Enol. Viticult.*, 2008, 59(3), 292-298.

Bavaresco, L.; Mattivi, F.; De Rosso, M.; Flamini, R. Effects of elicitors, viticultural factors, and enological practices on resveratrol and stilbenes in grapevine and wine. *Mini Rev. Med. Chem.*, 2012, 12(13), 1366-1381.

Bavaresco, L.; Pezzutto, S.; Ferrari, F. Role of environmental and cultural factors on resveratrol content in grapes and wine. *Italus Hortus*, 2007b, 14(3), 191-194.

Bavaresco, L.; Pezzutto, S.; Gatti, M.; Mattivi, F. Role of the variety and some environmental factors on grape stilbenes. *Vitis*, 2007a, 46(2), 57-61.

Bavaresco, L.; Pezzutto, S.; Ragga, A.; Ferrari, F.; Trevisan, M. Effect of nitrogen supply on trans-resveratrol concentration in berries of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *Vitis*, 2001, 40(4), 229-230.

Busconi, M.; Reggi, S.; Fogher, C.; Bavaresco, L. Evidence of a sirtuin gene family in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Plant Physiol. Biochem.*, 2009, 47(7), 650-652.

Cucurachi, M.; Busconi, M.; Fogher, C.; Hubbard, B.; Sinclair, D.A.; Kovacs, L.G.; Olah, R.; Winterhagen, P.; Perl, A.; Bavaresco, L. Preliminary observations on the role of sirtuin genes in grapevine (*Vitis vinifera* L.) physiology. *Acta Horticulturae*, 2014, 1046, 363-369.

Cucurachi, M.; Busconi, M.; Morreale, G.; Zanetti, A.; Bavaresco, L.; Fogher, C. Characterization and differential expression analysis of complete coding sequences of *Vitis vinifera* L. sirtuin genes. *Plant Physiol. Biochem.*, 2012, 54, 123-132.

Dai, Z.W.; Léon, C.; Feil, R.; Lunn, J.E.; Delrot, S.; Gornès, E. Metabolic profiling reveals coordinated switches in primary carbohydrate metabolism in grape berry (*Vitis*

- vinifera* L.), a non-climacteric fleshy fruit. *J. Exp. Bot.*, 2013, 64(5), 1345-1355.
- Deluc, L.G.; Grimplet, J.; Wheatley, M.D.; Tillett, R.L.; Quilici, D.R.; Osborne, C.; Schooley, D.A.; Schlauch, K.A.; Cushman, J.C.; Cramer, G.R. Transcriptomic and metabolite analyses of Cabernet Sauvignon grape berry development. *BMC Genomics*, 2007, 8(1), 429.
- Evans, A. The French paradox and other ecological fallacies. *Int. J. Epidemiol.*, 2011, 40(6), 1486-1489.
- Fernández, A.F.; Fraga, M.F. The effects of the dietary polyphenol resveratrol on human healthy aging and lifespan. *Epigenetics*, 2011, 6(7), 870-874.
- Figueiredo, A.; Fortes, A.M.; Ferreira, S.; Sebastiana, M.; Choi, Y.H.; Sousa, L.; Acioli-Santos, B.; Pessoa, F.; Verpoorte, R.; Pais, M.S. Transcriptional and metabolic profiling of grape (*Vitis vinifera* L.) leaves unravel possible innate resistance against pathogenic fungi. *J. Exp. Bot.*, 2008, 59(12), 3371-3381.
- Flamini, R.; De Rosso, M.; De Marchi, F.; Dalla Vedova, A.; Panighel, A.; Gardiman, M.; Maoz, I.; Bavaresco, L. An innovative approach to grape metabolomics: Stilbene profiling by suspect screening analysis. *Metabolomics*, 2013b, 9(6), 1243-1253.
- Flamini, R.; Mattivi, F.; De Rosso, M.; Arapitsas, P.; Bavaresco, L. Advanced knowledge of three important classes of grape phenolics: anthocyanins, stilbenes and flavonols. *Int. J. Mol. Sci.*, 2013a, 14(10), 19651-19669.
- Foti Cuzzola V.; Ciurleo, R.; Giacoppo, S.; Marino, S.; Bramanti, P. Role of resveratrol and its analogues in the treatment of neurodegenerative diseases: focus on recent discoveries. *CNS Neurol. Disord. Drug Targets*, 2011, 10(7), 849-862.
- Gatti, M.; Civardi, S.; Ferrari, F.; Fernandes, N.; van Zeller de Macedo Basto Goncaves, M. I.; Bavaresco, L. Viticultural performances of different 'Cabernet Sauvignon' clones. *Acta Horticulturae*, 2014, 1046, 659-664.
- Gatti, M.; Civardi, S.; Zamboni, M.; Ferrari, F.; Elothmani, D.; Bavaresco, L. Preliminary results on the effect of cluster thinning on stilbene concentration and antioxidant capacity of *Vitis vinifera* L. 'Barbera' wine. *Vitis*, 2011, 50(1), 43-44.
- Gatto, P.; Vrhovsek, U.; Muth, J.; Segala, C.; Romualdi, C.; Fontana, P.; Pruefer, D.; Stefanini, M.; Moser, C.; Mattivi, F.; Velasco, R. Ripening and genotype control stilbene accumulation in healthy grapes. *J. Agric. Food Chem.*, 2008, 56(24), 11773-11785.
- Gebbia, N.; Bavaresco, L.; Fregoni, M.; Civardi, S.; Crosta, L.; Ferrari, F.; Grippi, F.; Tolomeo, M.; Trevisan, M. The occurrence of the stilbene piceatannol in some wines from Sicily. *Vignevini*, 2003, 30(5), 87-94.
- Goldberg, D.M.; Yan, J.; Ng, E.; Diamandis, E.P.; Karumanchiri, A.; Soleas, G.; Waterhouse, A.L. A global survey of trans-resveratrol concentrations in commercial wines. *Am. J. Enol. Viticult.*, 1995, 46(2), 159-165.
- Guilford, J.M.; Pezzuto, J.M. Wine and health: a review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 2011, 62(4), 471-486.
- Hart, J.H. Role of phytostilbenes in decay and disease resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 1981, 19(1), 437-458.
- He, F.; Mu, L.; Yan, G.L.; Liang, N.N.; Pan, Q.H.; Wang, J.; Reeves, M.J.; Duan, C.Q. Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. *Molecules*, 2010, 15(12), 9057-9091.
- Howitz, K.T.; Bitterman, K.J.; Cohen, H.Y.; Lamming, D.W.; Lavu, S.; Wood, J.G.; Zipkin, R.E.; Chung, P.; Kisielewski, A.; Zhang, L.L.; Scherer, B.; Sinclair, D.A. Small molecule activators of sirtuins extend *Saccharomyces cerevisiae* lifespan. *Nature*, 2003, 425(6954), 191-196.
- Hren, M.; Nikolić, P.; Rotter, A.; Blejec, A.; Terrier, N.; Ravnikar, M.; Dermastia, M.; Gruden, K. 'Bois noir' phytoplasma induces significant reprogramming of the leaf transcriptome in the field grown grapevine. *BMC Genomics*, 2009, 10(1), 460.
- Iandolino, A.; Nobuta, K.; da Silva, F.G.; Cook, D.R.; Meyers, B.C. Comparative expression profiling in grape (*Vitis vinifera*) berries derived from frequency analysis of ESTs and MPSS signatures. *BMC Plant Biol.*, 2008, 8(1), 53.
- Jaillon, O.; Aury, J.-M.; Noel, B.; Policriti, A.; Clepet, C.; Casagrande, A.; Choisne, N.; Aubourg, S.; Vitulo, N.; Jubin, C.; Vezzi, A.; Legeai, F.; Huguency, P.; Dasilva, C.; Horner, D.; Mica, E.; Jublot, D.; Poulain, J.; Bruyère, C.; Billault, A.; Segurens, B.; Gouyvenoux, M.; Ugarte, E.; Cattonaro, F.; Anthouard, V.; Vico, V.; Del Fabbro, C.; Alaux, M.; Di Gasparo, G.; Dumas, V.; Felice, N.; Paillard, S.; Juman, I.; Moroldo, M.; Scalabrin, S.; Canaguier, A.; Le, Clainche, I.; Malacrida, G.; Durand, E.; Pesole, G.; Laucou, V.; Chatelet, P.; Merdinoglu, D.; Delledonne, M.; Pezzotti, M.; Lecharny, A.; Scarpelli, C.; Artiguenave, F.; Pè, M.E.; Valle, G.; Morgante, M.; Caboche, M.; Adam-Blondon, A.-F.; Weissenbach, J.; Quétier, F.; Wincker, P. The grapevine genome sequence suggests ancestral hexaploidization in major angiosperm phyla. *Nature*, 2007, 449(7161), 463-468.
- Jeandet, P.; Douillet-Breuil, A.C.; Bessis, R.; Debord, S.; Sbaghi, M.; Adrian, M. Phytoalexins from the Vitaceae: biosynthesis, phytoalexin gene expression in transgenic plants, antifungal activity, and metabolism. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, 50(10), 2731-2741.
- Knutson, M.D.; Leeuwenburgh, C. Resveratrol and novel potent activators of SIRT1: effects on aging and age-related diseases. *Nutr. Rev.*, 2008, 66(10), 591-596.
- Langcake, P. Disease resistance of *Vitis* spp. and the production of the stress metabolites resveratrol, α -viniferin, β -viniferin and pterostilbene. *Physiol. Plant Pathol.*, 1981, 18(2), 213-226.
- Langcake, P.; Pryce, R.J. Production of resveratrol by *V. vinifera* and other member of the Vitaceae as a response to infection of enjourey. *Physiol. Plant Pathol.*, 1976, 9(1), 77-86.
- Lijavetzky, D.; Carbonell-Bejerano, P.; Grimplet, J.; Bravo, G.; Flores, P.; Fenoll, J.; Hellín, P.; Oliveros, J.C.; Martínez-Zapater, J.M. Berry flesh and skin ripening features in *Vitis vinifera* as assessed by transcriptional profiling. *PLoS One*, 2012, 7(6), e39547.
- Marchal, J.; Pifferi, F.; Aujard, F. Resveratrol in mammals: effects on aging biomarkers, age-related diseases, and life span. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2013, 1290(1), 67-73.

Mattivi, F.; Reniero, F.; Korhammer, S. Isolation, characterization, and evolution in red wine vinification of resveratrol monomers. *J. Agric. Food Chem.*, 1995, 43(7), 1820-1823.

Moss, R.; Mao, Q.; Taylor, D.; Saucier, C. Investigation of monomeric and oligomeric wine stilbenoids in red wines by ultra-high-performance liquid chromatography/ electrospray ionization quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, 2013, 27(16), 1815-1827.

Pastore, C.; Zenoni, S.; Tornielli, G.B.; Allegro, G.; Dal Santo, S.; Valentini, G.; Intrieri, C.; Pezzotti, M.; Filippetti, I. Increasing the source/sink ratio in *Vitis vinifera* (cv Sangiovese) induces extensive transcriptome reprogramming and modifies berry ripening. *BMC Genomics*, 2011, 12(1), 631.

Pawlus, A.D.; Waffo-Teguo, P.; Shaver, J.; Mérellon, J.M. Stilbenoid chemistry from wine and genus *Vitis*, a review. *J. Int. Sci. Vigne Vin.*, 2012, 46 (2), 57-111.

Pezzuto, J.M. Biological evaluation of resveratrol and derivatives. *Resveratrol 2012, 2nd international conference of resveratrol and health*, University of Leicester, UK, 5-7 December, 19.

Pryce, R.J.; Langcake, P. ÷ Viniferin: an antifungal resveratrol trimer from grapevines. *Phytochemistry*, 1977, 16(9), 1452-1454.

Quiron, R. Possible intracellular mechanisms of action of resveratrol in nervous tissues. *Resveratrol 2012, 2nd international conference of resveratrol and health*, University of Leicester, UK, 5-7 December, 21.

Richard, J.L.; Cambien, F.; Ducimetière, P. Particularités épidémiologiques de la maladie coronaire en France. *Nouv. Presse Med.*, 1981, 10(14), 1111-1114.

Sajish, M.; Schimmel, P. A human tRNA synthetase is a potent PARP1-activating effector target for resveratrol. *Nature*, 2014, doi:10.1038/nature14028.

Sellke, F.W. Pig as a valuable in vivo model for testing the effect of resveratrol to prevent cardiovascular diseases. *Resveratrol 2012, 2nd international conference of resveratrol and health*, University of Leicester, UK, 5-7 December, 23.

Velasco, R.; Zharkikh, A.; Troggio, M.; Cartwright, D.A.; Cestaro, A.; Pruss, D.; Pindo, M.; Fitzgerald, L.M.; Vezzulli, S.; Reid, J.; Malacarne, G.; Iliev, D.; Coppola, G.; Wardell, B.; Micheletti, D.; Macalma, T.; Facci, M.; Mitchell, J.T.; Perazzolli, M.; Eldredge, G.; Gatto, P.; Oyzerski, R.; Moretto, M.; Gutin, N.; Stefanini, M.; Chen, Y.; Segala, C.; Davenport, C.; Demattè, L.; Mraz, A.; Battilana, J.; Stormo, K.; Costa, F.; Tao, Q.; Siammour, A.; Harkins, T.; Lackey, A.; Perbost, C.; Taillon, B.; Stella, A.; Solovyev, V.; Fawcett, J.A.; Sterck, L.; Grando, M.S.; Toppo, S.; Moser, C.; Lanchbury, J.; Bogden, R.; Skolnick, M.; Sgaramella, V.; Bhatnagar, S.K.; Fontana, P.; Gutin, A.; Van De Peer, Y.; Salamini, F.; Viola, R. A high quality draft consensus sequence of the genome of a heterozygous grapevine variety. *PLoS ONE.*, 2007, 2(12), e1326.

Venturini, L.; Ferrarini, A.; Zenoni, S.; Tornielli, G.B.; Fasoli, M.; Dal Santo, S.; Minia, A.; Buson, G.; Tononi, P.; Zago, E.D.; Zamperin, G.; Bellin, D.; Pezzotti, M.; Delledonne, M. De novo transcriptome characterization of *Vitis vinifera* cv. Corvina unveils varietal diversity. *BMC Genomics*, 2013, 14(1), 41.

Wood, J.G.; Rogina, B.; Lavu, S.; Howitz, K.; Helfand, S.L.; Tatar, M.; Sinclair, D. Sirtuin activators mimic caloric restriction and delay ageing in metazoans. *Nature*, 2004, 430(7000), 686-689.

Xin, H.; Zhu, W.; Wang, L.; Xiang, Y.; Fang, L.; Li, J.; Sun, X.; Wang, N.; Londo, J.P.; Li, S. Genome wide transcriptional profile analysis of *Vitis amurensis* and *Vitis vinifera* in response to cold stress. *PLoS One*, 2013, 8(3), e58740.

Luigi Bavaresco
Titulación universitaria (“Laurea”) en Ciencias Agrarias. Doctor en Ciencias Agrarias con especialidad en Viticultura. Profesor Asociado de Viticultura, Università Cattolica S.C., Piacenza, Italia.



Tratamientos alternativos a las enfermedades de la madera en vid

Pablo M. Cabrerizo

Tratamientos alternativos a las enfermedades de la madera en vid

Pablo M. Cabrerizo

ITC Calidad y Medio Ambiente, Camino de San Pedro 3, 09370 Gumiel de Hizán. Ribera del Duero. info@itccalidad.com

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades de la madera engloban a un conjunto de enfermedades o patologías fúngicas y bacterianas provocadas por diversos endófitos patógenos. En el caso de la vid y de manera concreta en el caso que nos concierne para este evento, nos centraremos en las patologías provocadas por especies fúngicas de la yesca, Petri y BDA.

Estas patologías fúngicas están presentando una expansión notable en las últimas décadas, tanto por la prohibición del arsenito, producto típico para su tratamiento, como por diversos cambios que la Agricultura en general y la Viticultura en particular, han ido atravesando: desde hace 30 - 75 años, según país y zona. En estas últimas décadas se han cambiado muchos métodos de trabajo, además de diversas prácticas culturales, que pueden dar indicios que justifiquen, al menos parcialmente, el incremento en la virulencia de estas enfermedades de la madera. El incremento en el uso de fertilizantes no sólo ha mejorado las producciones vegetales, sino que simultáneamente han permitido acelerar el ritmo de crecimiento fúngico. La búsqueda y selección de patrones y variedades de rápido desarrollo, que han permitido conseguir producciones precoces, ha implicado una mayor vigorosidad. La mecanización que ha simplificado muchas labores, pero que a su vez conlleva daños y heridas facilitando así la penetración de estos patógenos...

Existen multitud de trabajos relativos al uso de productos alternativos al arsenito sódico para el control de las enfermedades de la madera en vid: flusilazol, carbendazima, cubiet, benomilo,...que hasta la fecha han demostrado una eficacia relativa. Es por ello por lo que se ha planteado el uso de compuestos alternativos a este tipo de fungicidas fitosanitarios.

Material y métodos

Los trabajos se han realizado desde 2005 hasta la actualidad en las D.O. Arabako Txakolina, Arlanza, Bizkaiko Txakolina, Getariako Txakolina, Mondéjar, Pla de Bagés, Prosecco (Italy),

Rias Baixas, Ribera de Duero, D.O.C. Rioja, Uclés, Utiel-Requena y D.O.P.Valtiendas (cultivo biodinámico), en fincas de todo tipo, con suelos de diversas profundidades, régimen hídrico desde 250mm a 2000mm, densidad de plantación desde 500 a 3300 plantas/ha, sistema de conducción en vaso, emparrado, guyot simple y espaldera tanto abierta como vertical (Yuste 2001), y con patrones y variedades que conformaron infinidad de combinaciones representativas de todos los viñedos cultivados en Europa.

Los productos ensayados provienen de distintas casas comerciales. Para sintetizar esta descripción se han englobado en 4 que representan el conjunto de los productos utilizados, con la composición mínima que se indica a continuación:

Fortificante con acción fungicida tipo 1 (F1): Cobre (Cu); 4,1 % p/p Manganeseo (Mn); 1,0 % p/p Zinc (Zn); 0,4 % p/p (Agente complejante lignosulfonato).

Fortificante con acción fungicida y bactericida tipo 2 (F2): Cobre (Cu); 3,8 % p/p, Zinc (Zn); 3,8 % p/p, Manganeseo (Mn); 0,4 % p/p (Agente complejante lignosulfonato).

Fortificante activador meristemático (F3): Manganeseo (Mn); 2,4 % p/p, Zinc (Zn); 1,8 % p/p, Molibdeno (Mo); 0,12 % p/p, Boro (B); 0,02 % p/p

Activador de compuestos (F4): Zinc (Zn); 0,54 % p/p, Manganeseo (Mn); 0,44 % p/p

Estos productos contienen concentraciones variadas, procedentes de cultivos de *Bacillus subtilis*, *Clonostachys rosea* f. sp. *Catenulata* y *Trichoderma harzianum* principalmente, sobre los que se ha procedido a su estabilizado en el fortificante con acción fungicida y bactericida tipo 2 mediante los propios metales de su composición.

Las aplicaciones se realizan aprovechando el sentido del movimiento de la sabia, acropétalo o basipétalo, además de

servirse tanto de la homeostasis de la planta como de sus desequilibrios, como es el caso de los momentos en los que la planta degrada proteínas capturadoras de metales.

El desarrollo del tratamiento tiene como base los siguientes momentos y aplicaciones:

Aplicación 1 se inicia en el estadio B2, mediante aplicación al suelo del producto F1 a través de diversos sistemas de riego (goteo, inyección, aspersión...).

Aplicación 2 se realiza en estadio F, mediante aplicaciones foliares de los productos F2, F3 y F4 a través de sistemas convencionales de tratamiento con volumen de agua que oscila entre 150 y 300 L/ha.

Aplicación 3 se usa en estadio cercano a H, mediante aplicaciones foliares de los productos F2, F3 y F4 con volumen de agua que oscila entre 200 y 400 L/ha.

Aplicación 4 se trata en el estadio II, mediante aplicación al suelo del producto F1.

Aplicación 5 se realiza en estadio J, mediante aplicaciones foliares de los productos F2, F3 y F4 con volumen de agua que oscila entre 300 y 600 L/ha.

Aplicación 6 se realiza en estadio K, mediante aplicaciones foliares de los productos F2, F3 y F4 con volumen de agua que oscila entre 300 y 1000 L/ha.

Aplicación 7 se usa en estadio L, mediante aplicaciones foliar de los productos F2, F3 y F4 con volumen de agua que oscila entre 300 y 1000 L/ha.

Aplicación 8 se realiza en estadio inmediatamente posterior a N, mediante aplicaciones foliares de los productos F1 y F4 con volumen de agua que oscila entre 300 y 2000 L/ha.

A lo largo del proceso expuesto se realizan visitas técnicas para valorar la respuesta, y con ello actuar sobre posibles modificaciones de dosis y frecuencias. Estas visitas están dirigidas a diferenciar el concepto de “planta sana” y “planta sin síntomas de enfermedad”, o lo que es lo mismo, “valoración indirecta del daño interno provocado por la enfermedad”. Tal y como exponen Beltrán et al. (2004), esta diferenciación resulta clave desde un punto de vista práctico, cuando se trata de evaluar la sanidad de una parcela o la efectividad de un tratamiento antifúngico.

Resultados y discusión

La aplicación de este tipo de programas de trabajo ha supuesto una respuesta positiva en todas las parcelas con las que trabajamos.

El primer resultado a destacar es que a lo largo de 10 años, ninguna planta ha sufrido retroceso o decaimiento, si bien, se ha observado que con el tratamiento base, hay presencia de individuos que sufren de yesca rápida o apoplejía. La apoplejía está causada por: aspectos bioquímicos, provocados por toxinas de origen fúngico (Sparapano et al. 2000, Letousey et al. 2010) que implican, a su vez, la producción y acumulación de metabolitos secundarios vegetales (Troccoli et al. 2001); y por aspectos biofísicos, provocados tanto por el daño biológico del hongo (por su simple presencia o por simultanearse con sus toxinas), por la respuesta vegetal (Sparapano et al. 2001, Santos et al. 2006), así como por el daño físico provocado por la obstrucción de las hifas y por la defensa vegetal mediante la producción de tilosis y gomas (Zimmermann, 1983) en el interior del sistema vascular, que conlleva cavitaciones cuando la demanda de flujo de savia es notable. Las cavitaciones se controlan con estos tratamientos cuando se produce una recuperación vascular destacable, con vasos nuevos y limpios de hifas, tilosis y toxinas, momento en el cual las cavitaciones dejan de producirse.

A nivel interno, la activación de la movilidad y la generación de tejidos que se consigue con este tratamiento, provoca diferentes respuestas en el tiempo:

Desde el corto plazo la oportunidad que tienen F1 y F2 para alcanzar aquellos lugares donde el patógeno está desarrollándose, estancando la degradación biológica que los hongos provocan (Figura 1).

Desde el medio plazo, la formación de vasos nuevos que sustituyen a aquellos dañados por el hongo, solventando los daños físicos presentes. Esta respuesta presenta un valor añadido pues conlleva una mayor movilidad de todos los productos y el aislamiento del patógeno, debido a que la planta dispone de otros vasos sanos y exentos de tilosis, toxinas fúngicas y/o vegetales..., para su desarrollo.

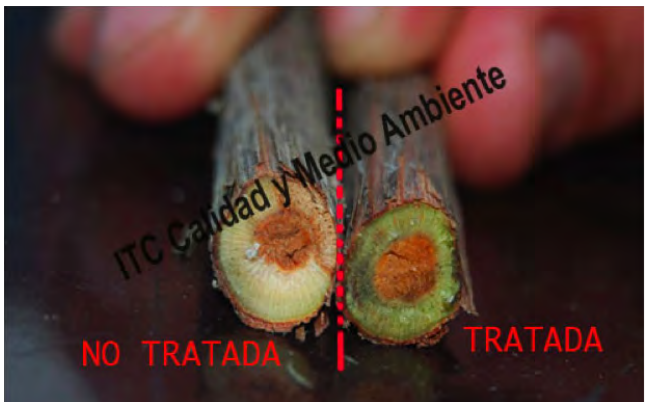


Figura 1: Movilidad de los compuestos aplicados. Comparativa realizada tras la Aplicación 8 de la primera campaña de tratamientos, entre pámpanos afectados por enfermedades de la madera, no tratado (izquierda) y tratado (derecha). D.O. Ribera de Duero, variedad Tempranillo.

La generación de estos vasos permite reparar la consecuencia más importante de las enfermedades de la madera: la presencia de madera necrosada.

A nivel externo, tras estas aplicaciones se observan nuevas brotaciones procedentes de yemas latentes (Figura 2 y Figura 3), que a lo largo de la campaña van permitiendo la reforma de las plantas afectadas por estas enfermedades. A la vez se observa un elevado desarrollo de raíces terciarias (Figura 4). Estas respuestas están causadas por el incremento en el aporte de fotoasimilados y con ello, la alteración en la concentración y regulación de citoquininas y giberelinas activas, consecuencia tanto de la mejora de la movilidad como del estado fisiológico de la planta.



Figura 2: Activación de yemas latentes y engrosamiento del brazo en parcelas tratadas durante la Aplicación 7 de la primera campaña. y: yema en estado B2 cuando la planta se encuentra en estado previo al envero, L; p: peridermis liberándose del tronco por engrosamiento del mismo. D.O. Ribera de Duero, variedad Tempranillo. 12/8/2005

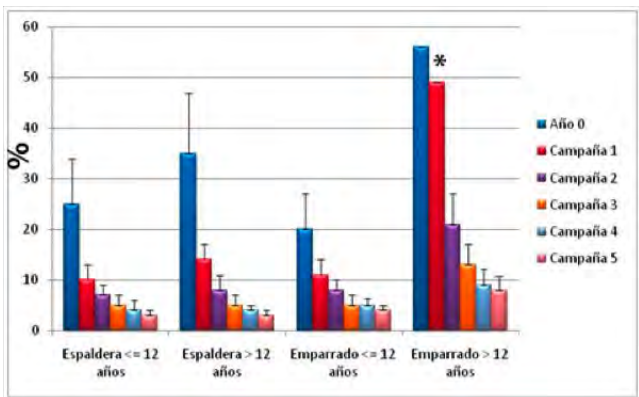


Figura 3: Control del porcentaje de pulgares muertos (sin brotación) en parcelas de uva para vinificación con enfermedades de la madera tratadas. Las aplicaciones han sido realizadas con tratamientos adaptados a los controles preliminares. (n≥300, excepto Emparrado > 12 años en Año 0 y Campaña 1 donde n=1, en el resto de campañas para este caso n=12). * La baja respuesta obtenida en la aplicación adaptada en Emparrado > 12 años implicó realizar modificación en los ciclos de tratamientos. Esta alteración conllevó la optimización en la respuesta. Estudio realizado en D.O. Ribera de Duero, D.O.P. Valtiendas (cultivo biodinámico), D.O. Arlanza, D.O. Rias Baixas, variedad Tempranillo, Tinta aragonesa, Cabernet sauvignon, Merlot y Albariño.

Resultados relativos a nuevas brotaciones:

- 1.- La recuperación de pulgares es rápida; se observan recuperaciones transcurridos tan sólo 2 ó 3 meses desde el comienzo de las aplicaciones.
- 2.- La recuperación de pulgares es muy marcada durante el primer año de aplicaciones. En los siguientes años la recuperación es continua pero más lenta.
- 3.-Trascurrida la primera campaña, se observa la homogeneidad de la brotación en el conjunto de la parcela. Sobre el estadio vegetativo no se observan diferencias significativas respecto a las no tratadas.
- 4.- En este apartado se observa la necesidad de realizar ajustes a partir de la primera campaña en cuanto a dosis y momentos de aplicación para de esta forma regular la recuperación.
- 5.- Las nuevas brotaciones conllevan valores añadidos: Mayor masa foliar para mejorar la asimilación de los compuestos aplicados.

Incremento de la transpiración, aumento de la movilidad de sabia y mayor absorción radicular para optimizar la absorción de FI.

- 6.- Para incrementar aún más la recuperación, se debe formar al equipo de campo para que durante los trabajos culturales de poda (sobre todo en verde) sean consecuentes de la intención de reforma en la parcela de trabajo. La no comunicación de este aspecto provoca la imposibilidad, en muchos casos, de reforma por eliminación de tallos y yemas que servirán como futuros pulgares o brazos.



Figura 4: Desarrollo de raíces terciarias en parcelas tratadas durante la Aplicación tres campañas consecutivas. D.O. Ribera de Duero, variedad Tinta aragonesa.

Simultáneamente se produce un engrosamiento del tronco (Figura 6 y Figura 7) provocado por la generación de tejidos descrita.



Figura 5: Método para la determinación del engrosamiento en plantas de vid. D.O. Rias Baixas, variedad Albariño y D.O. Ribera de Duero, variedad Tempranillo.

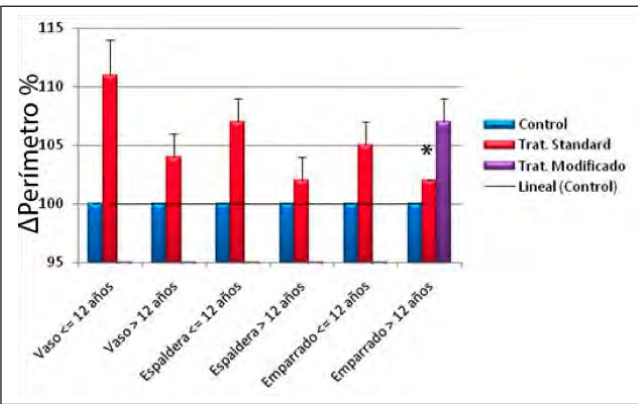


Figura 6: Engrosamiento durante la campaña en individuos de parcelas con enfermedades de la madera tratadas. Los tratamientos han sido realizados con aplicaciones adaptadas a los controles preliminares. Las mediciones se realizaron con una diferencia en fechas entre 90 y 100 días. (SE<5%, n≥50, a excepción de Emparrado >12 años en Tratamiento estándar que fue n=1). * La baja respuesta obtenida en la aplicación adaptada en Emparrado >12 años implicó realizar modificación en los ciclos de aplicación. Estudio realizado en D.O. Ribera de Duero, D.O.P. Valtiendas (cultivo biodinámico), D.O. Arlanza, D.O. Rias Baixas, variedad Tempranillo, Tinta aragonesa, Cabernet sauvignon, Merlot y Albariño.

Resultados relativos a engrosamiento del tronco:

- 1.- Tanto el engrosamiento de las plantas como el ritmo de engrosamiento es muy variable inter- e intraparcelsa.
- 2.- Las parcelas con sistema de conducción en vaso de edad igual o inferior a 12 años son las que mayor ritmo de engrosamiento presentan, seguidas por las parcelas en espaldera.
- 3.- Las de menor incremento de engrosamiento fueron las dispuestas en emparrado de edad superior a 24 años. Esta respuesta fue debida a que el tratamiento aquí descrito tuvo que ser modificado tras los primeros controles.



Figura 7: Imagen de engrosamiento del floema y generación de brotes en una planta proveniente de una parcela tratada contra enfermedades de la madera en la segunda campaña de tratamientos. D.O. Ribera de Duero, variedad Tempranillo.

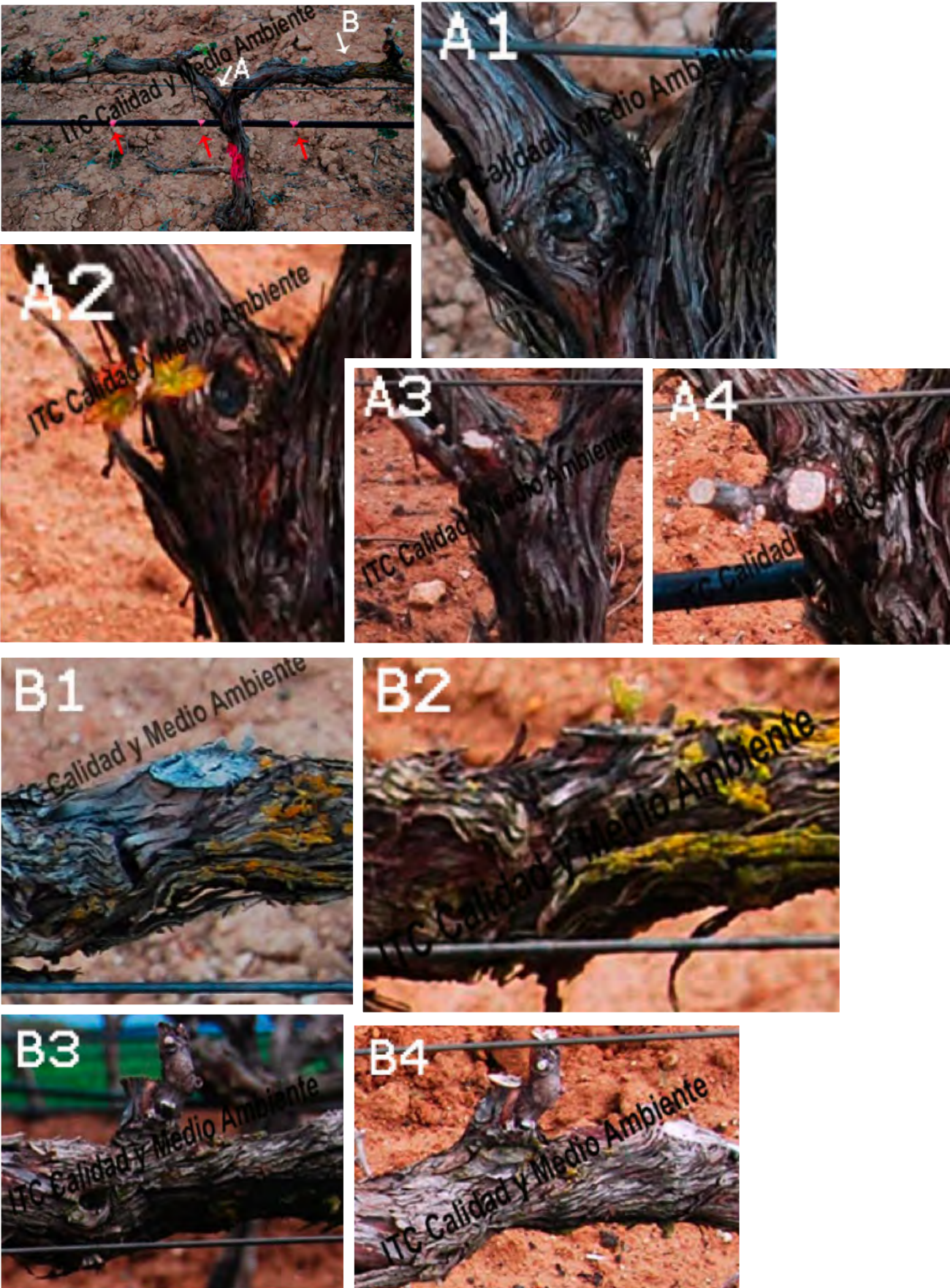


Figura 8: Imágenes de seguimiento de la evolución de dos áreas del tallo necróticas en una planta proveniente de una parcela tratada contra enfermedades de la madera a lo largo de 7 campañas consecutivas (Campaña 2006 a 2012) en D.O. Ribera de Duero, variedad Tempranillo. Flechas rojas indican pulgares sin brotes al inicio de los tratamientos. Flechas blancas indican áreas de los brazos en los que se ha realizado el seguimiento temporal.

A nivel de parcela, las consecuencias de estos tratamientos contra enfermedades de la madera son la uniformidad tanto del diámetro como de la longitud de los pámpanos, inducida por la eliminación en el desajuste de movimiento de sabia que estas enfermedades provoca sobre las plantas afectadas. También destaca la homogeneidad de la parcela (Figura 9 y Figura 10), el equilibrio en el ciclo vegetativo de la parcela en su conjunto y el incremento de la actividad fotosintética.



Figura 9: Equilibrio en el diámetro de los pámpanos en plantas de vid tras la aplicación de esta metodología durante 3 campañas consecutivas en D.O. Ribera de Duero, variedad Tempranillo.



Figura 10: Equilibrio en la brotación de plantas de vid tras la aplicación de esta metodología durante 4 campañas consecutivas. D.O. Ribera de Duero, variedad Tempranillo

En las parcelas tratadas se presenta un mayor desarrollo de la masa foliar, con hojas bien formadas y mayor concentración de clorofilas, principalmente Clorofila B y en menor medida Clorofila A (datos no mostrados; imágenes comparativas en Figura 11, Figura 12, Figura 13 y Figura 14), resultado que concuerda con el control fúngico obtenido, al diferir respecto a las observaciones de otros autores en plantas afectadas por yesca (Valtaud et al. 2011). La mejora en el estado fisiológico provoca ritmos acompasados desde la brotación hasta el envero que reducen los desajustes en la evolución final del racimo.



Figura 11: Comparativa entre subparcelas afectadas por enfermedades de la madera, no tratada (izquierda) y tratada (derecha) en el inicio de la segunda campaña de tratamientos. D.O. Ribera de Duero, variedad Tempranillo.



Figura 12: Comparativa entre subparcelas afectadas por enfermedades de la madera, tratada (izquierda) y no tratada (derecha) durante la primera campaña de tratamientos. D.O. Arlanza, variedad Tempranillo



Figura 13: Comparativa entre subparcelas afectadas por enfermedades de la madera, tratadas (izquierda) y no tratadas (derecha) tras 2 campañas de tratamientos. D.O. Bizkaiko Txakolina, variedad Ondarrabi zuri, Petit courbu y Folle blanche principalmente.



Figura 14: Comparativa entre subparcelas afectadas por enfermedades de la madera, tratada (izquierda) y no tratada (derecha) durante la segunda campaña de tratamientos. D.O. Rias Baixas, variedad Albariño.

Una respuesta con valor añadido en el momento de completar parcelas afectadas por enfermedades de la madera, sin necesidad de utilizar patrones vigorosos, es la viabilidad de reponer marras, del mismo patrón que las del resto de la parcela (Figura 15). Para conseguir esta respuesta, la metodología de aplicación difiere de la presentada en los materiales y métodos

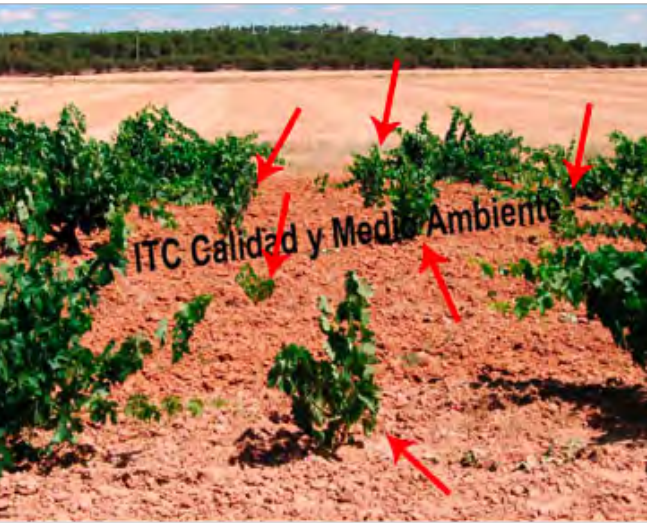


Figura 15: Plantas repuestas entre las presentes en la parcela. La reposición comenzó en la tercera campaña de aplicaciones, continuando en las siguientes 2 campañas hasta conseguir cubrir la totalidad de marras. D.O. Ribera de Duero, variedad Tempranillo.

Conclusiones

El tratamiento descrito contra las enfermedades de la madera en vid provoca la mejora del estado sanitario y fisiológico de las plantas. Esta recuperación proviene de la doble respuesta generada con este tipo de aplicaciones: el bloqueo en el desarrollo del patógeno y la formación de tejido vascular nuevo.

La respuesta de las plantas es dependiente de dos aspectos: la intensidad del daño existente previo al inicio de los tratamientos y el sistema de conducción del viñedo; en los vasos la respuesta final es más lenta que en el resto de formaciones.

La experiencia obtenida durante estos diez años nos permite, desde la primera visita, realizar pronósticos bastante acertados sobre la evolución de la enfermedad, las respuestas que van a presentarse tras las aplicaciones y el ritmo de recuperación. Este conocimiento conlleva tener capacidad para realizar cuantas modificaciones sean necesarias para solucionar el problema que generan las enfermedades de la madera, además de la adaptación del programa a las necesidades y objetivos del cliente.

Esta experiencia también sirve para definir la viabilidad o no de la recuperación: existen casos en los que las aplicaciones se dirigen a descartar aquellas plantas cuyo estado sanitario,

y por tanto su respuesta, van a obligar su arranque y sustitución por plantas nuevas. En este aspecto esta metodología es útil para favorecer la evolución de aquellos individuos que se utilizaron en las marras provocadas por las enfermedades de la madera.

El desarrollo de este tipo de aplicaciones y su uso en Viticultura permite que las plantas se encuentren en un estado sanitario y fisiológico destacable en la viticultura de calidad, pudiéndose incrementar la producción, a la vez que mantener la calidad. Las respuestas que generan en las plantas abren un abanico de posibilidades, con nuevas herramientas como la capacidad de interacción sobre el metabolismo vegetal, la mejora de la defensa vegetal, la regulación del estrés, la asimilación de determinados minerales y su acumulación en dianas (incremento del área-volumen disponible para la acumulación de polifenoles),... innovadoras y de gran interés para la industria vitivinícola de calidad actual.

Agradecimientos

Agradecimiento a todas las personas intervinientes en este trabajo, muy especialmente a viticultores y destacando al técnico de campo encargado en España de este tipo de patologías D. Jesús Linaje Álvarez por su plena disposición y trabajo que han permitido recopilar y desarrollar esta metodología.

Bibliografía

Beltrán R, Ledó C., Vicent A., Armengol J., García-Jiménez J., (2004) Discontinuity in symptom expression in an esca-affected vineyard. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas (España)*. 30: 77-84.

Letousey P, Baillieul F, Perrot G., Rabenoelina F., Boulay M., Vaillant-Gaveau N., Clément C., Fontaine F., (2010) Early events prior to visual symptoms in the apoplectic form of grapevine esca disease. *Phytopathology* 100: 424-431.

Santos C., Fragoeiro S., Valentim H., Phillips A., (2006) Phenotypic characterization of *Phaeoacremonium* and *Phaeoaniella* strains isolated from grapevines: enzyme production and virulence of extra-cellular filtrate on grapevine calluses. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, 107: 123-130

Sparapano L, Bruno G., Graniti A., (2000) Effects on plants of metabolite produced in culture by *Phaeoacremonium chlamydosporum*, *P. aleophilum* and *Fomitiporia punctata*. *Phytopathologia Mediterranea* 39: 169-177

Sparapano L, Bruno G., Graniti A., (2001) Three-year observation of grapevines cross-inoculated with esca-associated fungi. *Phytopathologia Mediterranea* 40: 376-386

Troccoli L., Calamassi R., Mori B., Mugnai L., Surico G., (2001) *Phaeoaniella chlamydospora* grapevine interaction: histochemical reactions to fungal infection. *Phytopathologia Mediterranea*. 40: 400-406

Valtaud C., Thibault F., Larignon P, Bertsch C., Fleurat-Lessard P, Bourbouloux A., (2011) Systemic damage in leaf metabolism caused by esca infection in grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 17(1): 101-110.

Yuste J., (2001) Sistema de conducción: técnica de cultivo en viticultura. *Vida rural*, 121: 26-32.

Zimmermann H.M., (1983) *Xylem Structure and the Ascent of Sap*. Springer Series in Wood Science. Springer-Verlag, Berlín.

Pablo Cabrerizo

Licenciado en biología y Doctor en Ciencias. Director Técnico del Área de Agrobiología y Calidad Agroalimentaria. ITC Calidad y Medio Ambiente.



Buenas Prácticas Medioambientales en Viticultura

Victorino Martínez Puras

Buenas Prácticas Medioambientales en Viticultura

Victorino Martínez Puras
Director de Desarrollo y Comunicación de Sigfito.

I DATOS RESPECTO AL VINO

La viña en Europa

La Unión Europea es la zona líder en el mercado global del vino. Con una producción anual de 175 millones de hectolitros, los países que forman el viejo continente representan el 45% del área cultivada en el mundo, el 65% de la producción de vino, el 57% del consumo y el 70% de las exportaciones (European Commission, 2008).

Prácticamente desde los años ochenta, los mercados han realizado un lento viraje consistente en reducir el consumo para centrarse en producir un vino de alta calidad. Ahora, en los últimos años, se busca un **equilibrio** entre el suministro y la demanda, dando a los productores la oportunidad de adaptar la producción a un mercado más exigente con la calidad dentro del contexto de una creciente competencia internacional.

Precisamente para conseguir que los productores de la Unión Europea sean aún más competitivos, fortaleciendo la imagen de calidad de los vinos europeos, y recuperando cuota de mercado en Europa y en el resto del mundo, la UE reformó el Reglamento (CE) nº 479/2008 del Consejo del 29 de abril de 2008 en las que se simplificó las reglas de manejo del mercado en este sector; profundizando en la función social y medioambiental del sector en las zonas rurales.

El sector vitivinícola representa una actividad laboral y económica muy importante que juega un papel socioeconómico clave para muchos de los países y regiones de Europa, y para la economía global de la Unión Europea en su conjunto.

En 2004, la producción de vino suponía el 5,4% del valor total de la producción agrícola de la UE; en particular, en algunos países (Francia, Italia, Austria, Portugal, Luxemburgo y España) suponía aproximadamente el 10% según datos publicados en 2014 por el Comité Europeo de Empresas Vinícolas. Y es que el sector del vino en la CE evoluciona en

un contexto extremadamente competitivo a todos los niveles (nacional, europeo e internacional), pero está compuesto fundamentalmente por pequeños productores, y por lo tanto está muy atomizado en comparación con otros sectores agroalimentarios:

- 1,3 millones de explotaciones con viñedos para la producción de vino en la CE-25 en 2005.
- Representando más del 20% del empleo agrícola total de la Comunidad Europea.
- Proporcionando empleo a más de 3 millones de personas, prevaleciendo el empleo familiar.
- Ocupando más de 3 millones de hectáreas de terreno.
- Con una media de tamaño de 2,6 ha en 2005.

Según las cifras de la OIV (International Organization of Vine and Wine), en 2011 la superficie mundial de cultivo de la vid se redujo en 94.000 hectáreas comparada con 2010, alcanzándose la cifra de 7.495.000 hectáreas. El total en la UE también disminuyó, cayendo desde 3.742.000 hectáreas en 2008 hasta 3.530.000 hectáreas en 2011. Este proceso es la combinación de una serie de factores, como la reestructuración de los viñedos y la crisis del sector del vino en ese período, afectando en general a todos los tipos de vino. Esta reducción en la UE se ha compensado con las variaciones en otras partes del mundo: reducciones en Argentina y Turquía, e incrementos en China y Australia, con una situación estable en USA y Sudáfrica (ICEX, 2012).

Según el informe estadístico anual de la OIV, la producción global en 2011 (sin incluir mosto o zumo de uva) estuvo en torno a los 267,4 millones de hectolitros, 3 millones más que en 2010. El mayor productor es Francia, con 50,7 millones de hl (18,7% del total), seguido por Italia, con 42,8 millones de hl (15,6%) y España, con 33,4 millones de hl (12,9%). Portugal está en la duodécima posición con 5,6 millones de hl.

Fuera de la UE, la producción de vino en 2011 fue ligeramente superior a la de 2010 (91 millones de hl en 2011 frente a 89,6

millones de hl en 2010). EE.UU es el país no europeo con la mayor producción de vino – 19,2 millones de hl en 2011 – aunque su producción fue inferior a la de 2010. Argentina mantiene la segunda plaza, con 15,5 millones de hl, aunque su producción también fue inferior a la de 2010. China es el tercer productor fuera de la UE, con 13,2 millones de hl, seguido de Australia con 11,2 millones de hl y de Chile con 10,5 millones, en este caso con un incremento respecto a 2010.

El sistema de recogida de envases agrarios

Según la Organización Internacional de la Viña y el Vino, algo más de 7,5 millones de hectáreas en el mundo están destinadas a la plantación de vid. Con esta cifra más o menos orientativa, podemos imaginarnos la gran cantidad de residuos que origina el mantenimiento de este cultivo, que se deben gestionar correctamente para que la producción de vino sea de calidad y sostenible a largo plazo.

Para cumplir con las buenas prácticas medioambientales, el agricultor debe hacer frente a una gestión de una gran de residuos de lo más variopinta, en donde los envases agrarios suponen una parte muy pequeña en comparación con el resto.

El sistema SIGFITO está implantando en los puntos de recogida (Distribuidores, Cooperativas y Grandes explotaciones vitícolas/bodegas) un sistema de calidad que permitirá optimizar el reciclaje de envases agrarios en los centros de acopio. Para ello, es imprescindible que estos centros cumplan una serie de requisitos entre los que se encuentra aceptar sólo los envases vacíos adheridos al sistema, que son todos aquellos que tienen el símbolo de SIGFITO impreso en la etiqueta. El sistema no está autorizado para la recogida de otros envases sin logotipo, ni otros residuos que tengan en su etiqueta otros símbolos que no sea el de SIGFITO.

Para que el responsable del punto de recogida y el agricultor sepan cómo gestionar todos los envases que se generan en el ámbito agrícola, estamos repartiendo unos folletos en los que se les explica claramente dónde tienen que depositar estos residuos en función del símbolo que tengan en la etiqueta.

Además, el punto de recogida debe rechazar todos aquellos envases que contengan producto, independientemente de si está caducado o no. Sólo debe aceptar envases vacíos que estén debidamente enjuagados.

La importancia de los envases limpios

El Real Decreto 1311/2012, aprobado el pasado 14 de septiembre supuso un gran avance en la conservación del medio ambiente. El texto potencia la labor de concienciación de nuestro sistema de recogida, porque algunas de las recomendaciones de buenas prácticas para el agricultor se convierten ahora en una obligación.

Dentro de los rituales que debe seguir un aplicador para la correcta gestión de los envases se encuentra el triple enjuague, una práctica que debe incluir en sus hábitos cotidianos. Tras consumir el producto el agricultor debe enjuagar tres veces los envases y verter el agua en la cuba de aplicación para aprovechar el producto, provocando de esta manera que el envase llegue cada vez más limpio a la planta de reciclaje.

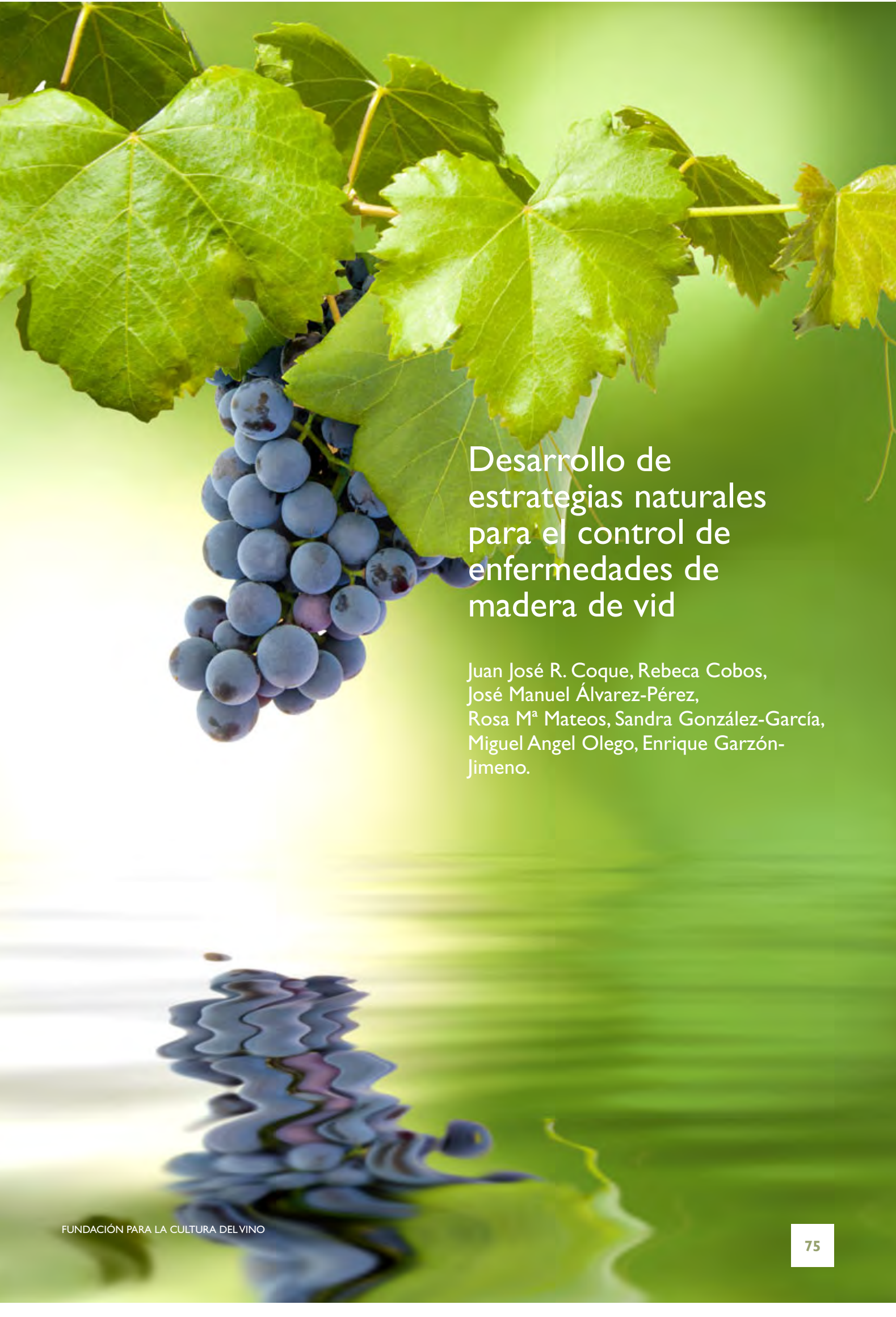
A tenor de esto, el punto de recogida debe almacenar dos flujos diferenciados de residuos en los que deberá tener separado, por una parte, los envases enjuagados, (plástico rígido, incluido sus tapones), y por otra todos los envases que no se enjuagan, (cajas y sacos de papel cartón y las bolsas de plástico). Es muy importante que esta separación en origen se efectúe correctamente para obtener un mayor ahorro en costes en la gestión de los residuos, ya que si no fuera así, los operarios tendrían que separarlo en la planta de tratamiento, lo que implica un sobre coste que finalmente terminaría abonando el agricultor. La separación difiere según la comunidad en donde se depositen los residuos.

Requisitos físicos del punto de recogida

Una norma de calidad que deben cumplir los puntos de recogida que almacenen nuestros residuos es disponer de una zona perfectamente acondicionada. Se trataría de un recinto vallado de al menos 10 -12 metros cuadrados que disponga de suelo para recogida de posibles derrames y dispositivos de limpieza, un techo y acceso restringido. Todos estos requisitos se encuentran contemplados en los convenios de colaboración que están previamente aprobados por las Comunidades Autónomas

Fuentes:
Fuente: Datos OIV, elaboración OeMv y citados por ICEX, 2012. Manual de Eficiencia Energética en Bodegas. Transferring Energy Save Laido n Agroindustry. (TESLA)

Victorino Martínez
Ingeniero Agrícola y Máster en Dirección y Gestión de Empresas Agrarias. Director de Desarrollo y Comunicación. Sigfito



Desarrollo de estrategias naturales para el control de enfermedades de madera de vid

Juan José R. Coque, Rebeca Cobos, José Manuel Álvarez-Pérez, Rosa M^a Mateos, Sandra González-García, Miguel Angel Olego, Enrique Garzón-Jimeno.

Desarrollo de estrategias naturales para el control de enfermedades de madera de vid

Juan José R. Coquel^{1,2}, Rebeca Cobos¹, José Manuel Álvarez-Pérez¹, Rosa M^a Mateos¹, Sandra González-García¹, Miguel Angel Olego^{1,2}, Enrique Garzón-Jimeno^{1,2}.

(1) Instituto de Investigación de la Viña y el Vino (IIVV). Escuela de Ingeniería Agraria. Universidad de León. Avda. de Portugal, 41. 24071. León.

(2) RGA Bio-Investigación S.L. Instituto de Recursos Naturales. Laboratorio 29. Universidad de León. Avda. de Portugal, 41. 24071. León.

I).- INTRODUCCIÓN.

Las enfermedades de **madera de vid** (Grapevine Trunk Diseases o GTD) están actualmente consideradas como la mayor amenaza del sector vitivinícola a nivel mundial, de forma que cada vez es más frecuente escuchar la expresión “**filoxera del siglo XXI**” para referirse a ellas.

El término enfermedades de madera de vid (o decaimientos de la vid) engloba un conjunto de **patologías de naturaleza fúngica** que provocan una alteración de las partes leñosas de la planta (raíces, tronco y ramas) y producen una pérdida de vigor de la planta, con la consecuente disminución en los rendimientos de producción de uva y una merma considerable de su calidad. En un porcentaje elevado de los casos la infección se traduce en una muerte prematura de la planta, con lo que su ciclo productivo se acorta de forma considerable.

Son muchas las patologías englobadas bajo esta denominación, aunque las más representativas son la **enfermedad de Petri, eutipiosis, pie negro, síndrome del brazo negro muerto y yesca**.

I.1.- Importancia de las enfermedades de madera de vid para el sector vitivinícola.

Como ya hemos mencionado anteriormente las enfermedades de madera de vid están consideradas actualmente como una de las mayores amenazas del sector vitivinícola a nivel mundial. En el caso de España su importancia va en relación directa con el enorme peso económico y social del sector vitivinícola para España, además de por otros motivos que se exponen a continuación:

I).- Importancia económica del sector vitivinícola para España

- El sector vitivinícola es de enorme importancia para la Unión Europea, que representa el 47% de la superficie vitícola y el 60% de la producción mundial de vino. Los principales productores a nivel mundial son España, Francia e Italia, abarcando entre los tres más del 50% de la producción mundial y acaparando el 53.8% de las exportaciones

mundiales. La vid representa el cultivo con mayor superficie cultivada por detrás de los cereales y el olivar, en torno al millón de hectáreas (957.573 Has) en nuestro país. El valor de la producción del sector del vino y mosto, ascendió en 2013 a 2.142,8 millones de euros, aportando el 8,02% de la Producción Vegetal y casi el 4,8% de la Producción de la Rama Agraria y además generó casi 18 millones de jornales de mano de obra (MAGRAMA 2015). Por tanto, **el sector vitivinícola español es de gran importancia por el valor económico que genera, por la extensión que ocupa, por el papel que desempeña en la conservación medioambiental, así como por el asentamiento de población en zonas agrícolas y rurales y la buena imagen que aporta de España a nivel internacional**. España dedica 1.2 millones de hectáreas al cultivo de la uva (de la que el 97.4 % se destina a vinificación, el 2% a uva de mesa, el 0.3 % a la elaboración de pasas y el 0.3 % restante a viveros). Se trata del país con mayor extensión de viñedo del mundo.

II).- La ausencia total de métodos de control (antifúngicos) efectivos. De hecho, actualmente no existe en el mercado ningún tratamiento efectivo para controlar estas patologías.

III).- La ausencia de tratamientos implica que la incidencia del problema sea elevada y además que se venga observando (desde la prohibición del uso del arsenito sódico en 2003 para su tratamiento) un lento pero continuado aumento del número de plantas afectadas. Así en un estudio realizado en viñedos de Castilla y León correspondientes a las denominaciones de origen Cigales, Toro, Ribera de Duero, y Tierra de León se ha pasado de un grado de afectación del 1.8% en el año 2001 a un grado de afectación del 10.5% en el año 2007 (Martín y Cobos, 2007, Cobos, 2008). Este efecto tiene un carácter global detectándose en otros países (Michelon et al., 2006).

En un estudio reciente se ha estimado que en Francia el 11% de los viñedos son improductivos debido a estas enfermedades (Grosman, 2008; Grosman & Doublet, 2012), mientras que en

España se estima que actualmente este valor se situaría entre el 10-20% (Martín & Martín, 2013).

IV).- Las enfermedades de madera de vid generan graves pérdidas económicas debido a disminución de los rendimientos de la planta, pérdida de calidad de la uva, muerte de plantas, gastos de arrancamiento y replantación, etc. Aunque cuantificar dichas pérdidas es muy difícil algunos análisis indican que sólo en el estado de California (USA) la enfermedad de madera conocida como eutipiosis suponía en el año 2001 unas pérdidas económicas estimadas en 260 millones de dólares (Siebert, 2001). Más recientemente y sólo en el caso de la yesca las pérdidas para los viticultores se han estimado entre 213-788 dólares por acre, o lo que es lo mismo unos 532-1970 dólares por hectárea (Vasquez et al., 2007). En Australia se han registrado pérdidas productivas de hasta 1500 kg/ha (Wicks & Davies, 1999), mientras que en un estudio reciente se ha estimado que en Francia el 11% de los viñedos son improductivos con un coste anual de 14 millones de euros (COST ACTION 017/13).

V).- Las enfermedades de madera de vid no sólo afectan a los viticultores de todo el mundo sino que son también un grave problema para los viveros de planta de vid. Varios estudios indican que en una elevada proporción las plantas se infectan en el vivero y cuando llegan al viticultor para ser cultivadas en campo ya están afectadas, desarrollando la patología en momentos diferentes dependiendo de variados factores como características del suelo, condiciones climáticas, situaciones de estrés, variedad de vid, etc (Giménez-Jaime et al., 2006; Aroca y Raposo, 2005).

1.2.- Biología y epidemiología de las enfermedades de madera de vid.

Los microorganismos causantes del decaimiento de la vid tienen en común que son habitantes comunes del suelo, siendo éste su principal reservorio, aunque dependiendo del microorganismo analizado se han identificado otros. Por ejemplo las especies fitopatógenas de la familia Botryosphaeriaceae como las del género Diplodia pueden también infectar una amplia variedad de plantas vasculares donde el microorganismo puede pervivir incluso como un microorganismo endofítico (Slippers y Wingfield, 2007).

La infección de las plantas y la dispersión de los patógenos parece tener lugar preferentemente a través de 3 vías diferentes:

I).- El principal mecanismo de dispersión de la mayor parte de estos patógenos es la vía aérea, como ha sido sugerido para *P. chlamydospora* y *P. aleophilum* (Van Niekerk et al., 2011; Luque et al., 2014) y las especies de Botryosphaeriaceae (como *D. seriata*) (Úrbez-Torres y Gubler, 2011; Luque et al., 2014), así como para *E. lata*, especialmente durante

periodos lluviosos (Munkvold y Marois, 1995).

II).- Debido a la dispersión aérea el principal mecanismo de entrada en la planta serían las heridas y lesiones, fundamentalmente las heridas de poda producidas anualmente (Larignon y Dubos, 2000; Larignon et al., 2001b; Eskalen et al., 2007), aunque también puede producirse durante otros tratamientos mecánicos de la planta que originan lesiones, como el despunte.

III).- Infección en suelo por penetración del hongo a través del sistema radicular. Este parece ser el método preferido por especies del género *Ilyonectria* (*Cylindrocarpon*) para infectar plantas de vid, pudiendo la infección ocurrir durante el enraizamiento de las estacas en los viveros o tras la plantación de la planta en el terreno definitivo (Aroca et al., 2006). También se ha demostrado la capacidad de *Phaeoacremonium* spp. para infectar raíces no dañadas (Feliciano y Gubler, 2001).

En los últimos años la comunidad científica ha trabajado intensamente en la detección y caracterización de los hongos patógenos de la madera de la vid. Así, actualmente nos enfrentamos a entre 60-80 especies de hongos descritas.

1.3.- Influencia de las características del suelo en el desarrollo de hongos de madera de vid. Los efectos que los nutrientes minerales presentan sobre el desarrollo de las plantas son habitualmente explicados en términos de las funciones que estos elementos ejercen sobre el metabolismo vegetal. Sin embargo, la nutrición puede también ejercer influencias secundarias en el crecimiento y desarrollo de los cultivos: efectuando cambios en el patrón de crecimiento, morfología y anatomía vegetal, y particularmente en la composición química, así como incrementando o disminuyendo la resistencia o tolerancia de las plantas a patógenos y plagas.

En un contexto más particular, los niveles nutricionales disponibles en el medio para los hongos fitopatógenos, pueden ejercer una influencia decisiva sobre el desarrollo de los mismos. En este contexto, Deacon (2006) indica que de entre todos los nutrientes minerales requeridos por los hongos para su desarrollo, tres de ellos (nitrógeno, fósforo y hierro), merecen una especial mención a causa de la significación que presentan para las interacciones de los hongos en el medio natural de desarrollo. Entre los nutrientes minerales, el nitrógeno es el requerido en mayores cantidades, y en no pocas ocasiones puede erigirse como factor limitante en el desarrollo hábitats naturales. En el caso del fósforo, Jennings (1989) indica que para la adsorción de fósforo los hongos disponen de diversos mecanismos. En cuanto al hierro, es requerido en bajas concentraciones por los hongos aunque tiene un papel clave como donante y aceptor de electrones en diversos procesos celulares.

La nutrición mineral y el desarrollo de hongos fitopatógenos en el medio edáfico, no solo debe de ser estudiada desde un punto exclusivo de niveles nutricionales, sino que la práctica cultural de la fertilización de las plantas de cultivo, puede ejercer una influencia manifiesta sobre el desarrollo de los citados hongos desde el punto de vista de la naturaleza de los fertilizantes empleados. Así, Menge y Nemec (1997), indican que en cultivos de cítricos con infecciones de su sistema radicular por hongos fitopatógenos, resulta más adecuado suministrar el nutriente nitrógeno en forma nítrica que en amoniacal, pues esta última forma es rápidamente metabolizada a asparagina y glutamina, constituyendo estos aminoácidos un alimento adecuado para el desarrollo de *Phytophthora nicotianae*. En el caso concreto del cultivo de la vid no existen estudios que correlacionen aspectos de la fertilidad del medio en el cual se desarrolla *Vitis vinífera*, con los niveles de hongos fitopatógenos existentes en suelo. Sin duda, una correcta gestión de la fertilidad del suelo podría contribuir a controlar las poblaciones de estos hongos fitopatógenos en el medio de cultivo de las plantas de vid.

Todos estos datos confirman que el problema de las enfermedades de madera de vid es un problema multifactorial y que para su control se hace necesario abordar una estrategia integral y conjunta que incluya el establecimiento de medidas preventivas para controlar la tasa de infección, el desarrollo de métodos curativos, el correcto manejo del suelo de viñedo para controlar bajo mínimos el nivel de las poblaciones de hongos fitopatógenos o el establecimiento de unas adecuadas normas y tecnologías de producción de plantas de vid en viveros para producir un material vegetal con un óptimo estado fitosanitario, entre otras medidas.

En el Instituto de Investigación de la Viña y el Vino (IIVV) de la Universidad de León venimos desarrollando diferentes líneas de I+D con el objetivo de desarrollar medidas preventivas y curativas para el control de estas patologías. A continuación repasaremos dos de las líneas de trabajo desarrolladas.

2).- DESARROLLO DE PROTECTORES DE HERIDAS DE PODA: EL EJEMPLO DE BODEGAS VEGA SICILIA S.A.

Los hongos causantes de enfermedades de madera de vid pueden penetrar en la planta a través de varias vías siendo las heridas de poda una de las principales rutas de infección. Hongos como *Eutypa lata*, *D. seriata*, *P. chlamydospora* o *P. aleophilum* infectan preferentemente la planta a través de las heridas de poda (Luque et al., 2014). La ausencia de medidas preventivas en el momento de la poda aumenta la incidencia de las enfermedades de la madera en parcelas afectadas. Este efecto puede multiplicarse por infecciones cruzadas a través de las herramientas de poda desde plantas infectadas, pero asintomáticas, a plantas sanas. Esta es la vía de infección más importante en los viñedos en plena producción.

Son numerosos los estudios llevados a cabo para proteger heridas de poda con fungicidas de síntesis química. Así Sosnowski y colaboradores (Sosnowski et al. 2008 y 2013) evaluaron varios antifúngicos químicos diferentes y encontraron que la carbendazima era el más eficaz en la infección de heridas de poda por *E. lata*. Las pruebas de campo realizadas por Halleen et al. (2010) indicaron que el benomilo y el flusilazol eran los fungicidas sintéticos más eficaces. Del mismo modo, cuando Rolhausen y colaboradores (2010) evaluaron la eficacia de diferentes fungicidas en el control de la enfermedad de Petri y varias especies de la familia *Botryosphaeraceae*, encontraron que el tiofanato-metilo era el compuesto más eficaz. Más recientemente, Amponsah et al. (2012) informaron que 9 de los 16 fungicidas probados fueron eficaces en la inhibición del crecimiento de varias especies *Botryosphaeraceae*, la reducción del crecimiento del micelio y / o la germinación de conidias. Ensayos en maceta y campo mostraron diversos grados de protección; siendo el flusilazol y la carbendazima los compuestos más efectivos. Cuando Díaz y Latorre (2013) analizaron la capacidad de diferentes fungicidas químicos para proteger las heridas de poda infectadas por *D. seriata*, *P. chlamydospora* e *Inocutis sp.*, encontraron que el bencimidazol era la sustancia que mostró un mejor comportamiento.

Desafortunadamente, la mayoría de los fungicidas químicos presentan numerosos inconvenientes en términos de toxicidad, eficacia y coste, y su uso frecuente ha conducido a la aparición de cepas resistentes. Además, en los últimos años, la presión pública para reducir el uso de fungicidas sintéticos en la agricultura ha aumentado. Así, se han expresado inquietudes asociadas con su uso acerca tanto de su impacto ambiental como del riesgo potencial para la salud (Castillo et al. 2012). Como resultado, en la actualidad en Europa, no existe ningún fungicida químico aprobado para su uso en viñedos para luchar contra las enfermedades de madera de vid, como consecuencia de las políticas medioambientales europeas.

En este contexto, el uso de antifúngicos naturales (ANs) está emergiendo como una posible herramienta alternativa para controlar las infecciones fúngicas de cultivos (Yanar et al., 2011; Lang & Buchbauer, 2012). Además, existe una tendencia creciente entre muchos productores de uva para evitar tratamientos con plaguicidas químicos a fin de producir vinos más ecológicos y respetuosos con el medio ambiente. En consecuencia, en los últimos años las preocupaciones políticas y sociales han llevado a muchos países a promover la sustitución de plaguicidas químicos en la protección de cultivos (incluyendo el manejo del viñedo) con otros sistemas de control que sean menos tóxicos y tengan un menor impacto ambiental. En este contexto, el posible uso de ANs se ha convertido en una alternativa interesante. Hay muchos informes que describen las propiedades antifúngicas de numerosos ANs, incluyendo extractos de plantas, aceites esenciales, o sustancias de diferentes fuentes tales como el

quitosán o propóleos (Yanar et al., 2011; Castillo et al., 2012; Lang & Buchbauer, 2012). Estos datos sugieren que muchos otros ANs podrían ser eficaces en el control de patógenos de madera de vid.

En este contexto surge en el año 2007 una iniciativa de Bodegas Vega Sicilia S.A. para el desarrollo de un proyecto de investigación cuyo objetivo fundamental era la búsqueda de soluciones preventivas y/o curativas de las enfermedades de madera de vid. El proyecto titulado “Análisis de la incidencia de enfermedades de madera en Finca Vega Sicilia y viñedos de Bodegas Pintia y búsqueda de estrategias de defensa respetuosas con el medio ambiente” se desarrolla inicialmente entre septiembre de 2007 y agosto de 2010 y es financiado por CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial). Este estudio se desarrolla entre septiembre de 2010 y agosto de 2013 en una segunda fase (Proyecto “Enfermedades de Madera de Vid en Fase 2: Análisis de la eficacia de agentes antifúngicos naturales y agentes de biocontrol en viñedo experimental. Búsqueda de péptidos antifúngicos frente a hongos de enfermedades de madera de vid”), en este caso financiado por la Agencia de Desarrollo Económico (ADE) de la Junta de Castilla y León.

Uno de los objetivos fundamentales de este proyecto es el desarrollo de un protector de heridas de poda basado en antifúngicos naturales, de acuerdo con la filosofía de Bodegas Vega Sicilia S.A. de elaborar vinos con unas prácticas vitícolas y enológicas lo más naturales posibles, respetuosas con el medio ambiente y evitando al máximo el empleo de productos de síntesis química.

2.1).- Rastreo de antifúngicos naturales capaces de inhibir in vitro el crecimiento de hongos causantes de enfermedades de madera de vid.

Un total de 26 antifúngicos naturales fueron ensayados in vitro para inhibir el crecimiento de los patógenos Botryosphaeria dothidea, D. seriata, E. lata, Ilyonectria macrodidyma (Cylindrocarpon macrodidymum), P. chlamydospora, P. aleophilum y Phomopsis viticola. Los ensayos se realizaron mediante la técnica de inhibición de crecimiento radial por el cual se compara el crecimiento del patógeno en placas de medio de cultivo con y sin el antifúngico ensayado a distintas concentraciones (Figura 1).

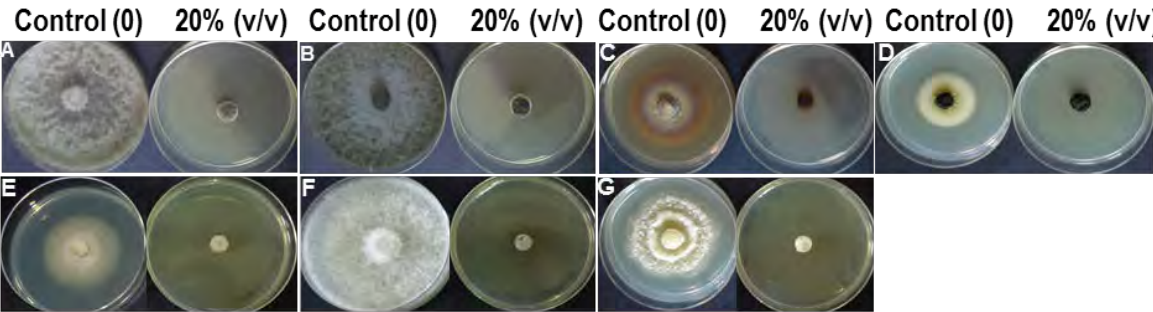
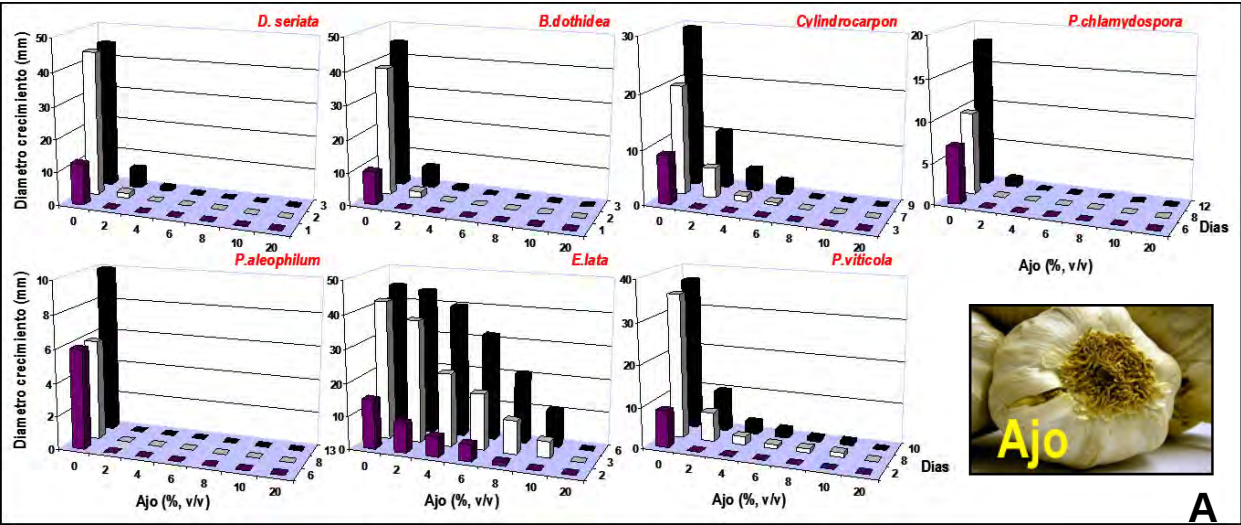


Figura 1).- Ensayo in vitro del antifúngico natural extracto de ajo para inhibir el crecimiento de hongos causantes de enfermedades de madera de vid. Grado de inhibición de una solución de extracto de ajo a distintas concentraciones (A); efecto inhibitorio en placa del extracto de ajo al 20% sobre el crecimiento de varios hongos fitopatógenos. Obsérvese como a esa concentración la inhibición del crecimiento en placa es total (B).

Los análisis realizados nos permitieron seleccionar los antifúngicos naturales quitosán, extracto de ajo y vainillina por su capacidad para inhibir el crecimiento de todos los hongos fitopatógenos utilizados en los ensayos in vitro.

2.2).- Ensayos en material vegetal muerto (trozos de sarmientos de vid esterilizados) de la capacidad antifúngica de los antifúngicos naturales seleccionados.

Tras comprobar la eficacia in vitro de los 3 antifúngicos naturales seleccionados y antes de comenzar con los ensayos en campo se realizó un ensayo previo sobre sarmientos de vid esterilizados, para valorar la eficacia de estos antifúngicos para frenar el avance del patógeno *D. seriata* a través del sarmiento de vid. Se eligió este patógeno por su elevada capacidad de crecimiento y proliferación en madera de vid. El ensayo se realizó como se muestra en la Figura 2 y básicamente consiste en realizar un pequeño orificio en un sarmiento de vid en el que se coloca una determinada cantidad del antifúngico a valorar. Seguidamente se coloca un fragmento de micelio del hongo y tras sellado de la lesión el sarmiento se incuba en unas condiciones de temperatura y humedad ideales para la proliferación del hongo. Tras esa incubación se aíslan astillas del extremo opuesto del sarmiento que se inoculan en placas Petri conteniendo un medio de cultivo adecuado. La eficacia se calcula en función de la relación del número de astillas contaminadas en sarmientos de vid a los que se aplicó el antifúngico frente al número de astillas contaminadas en sarmientos control no tratados con el antifúngico.

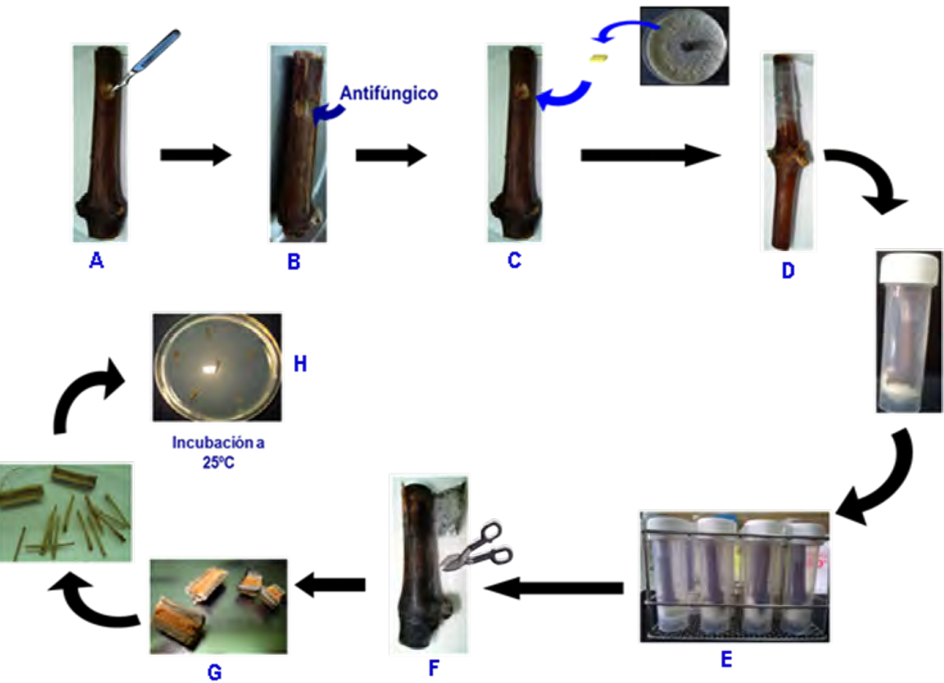


Figura 2.- Ensayos sobre sarmientos de vid esterilizados para comprobar la eficacia del antifúngico natural de evitar la proliferación de *D. seriata* a través del interior del sarmiento

En este tipo de ensayos el grado de inhibición del crecimiento del patógeno fue del 94% en el caso del quitosán (10 mg/ml), del 96% en el caso del ajo (10%), mientras que la vainillina (4 mg/ml) ejercía una inhibición del 75%. Cuando en este ensayo se empleó una mezcla QAV (Quitosán 10 mg/ml-Ajo 10%-Vainillina 4 mg/ml) el grado de protección observado en este tipo de ensayos fue del 100%.

2.3).- Ensayos en campo sobre viñedos experimentales.

Los ensayos en campo se realizaron sobre plantas injertadas de la variedad tempranillo de 1 año, suministradas por un vivero de plantas de vid que se plantaron en sustrato vegetal especial para vid en grandes macetas de 800 L de capacidad. Los ensayos se realizaron por duplicado en 2 viñedos experimentales (VE), denominados VE1 y VE2 que se plantaron en la primavera de 2009 y 2011. Cada viñedo experimental constaba de 250 plantas organizadas en 10 líneas de 25 plantas cada uno de acuerdo al esquema que se muestra en la Figura 3A.

El protocolo de trabajo realizado en ambos viñedos experimentales fue idéntico y consistió brevemente en (ver Figura 3B):

- Una vez plantadas en el mes de abril las plantas fueron mantenidas en óptimas condiciones por personal de campo de Bodegas Vega Sicilia S.A.
- Las plantas se podaron en el mes de diciembre e inmediatamente las heridas de poda se trataron con los antifúngicos correspondientes (líneos 2-9) mediante brocha.
- Venticuatro horas más tarde las plantas fueron infectadas (líneos 1 y 6-9) en dos heridas de poda mediante la aplicación de 1.000 esporas de *D. seriata* y 10.000 esporas de *P. chlamydospora* aplicadas utilizando una micropipeta en forma de 50 µl de una suspensión acuosa.
- En el mes de junio siguiente se tomaron datos de crecimiento y de cada planta se recolectaron 3 hojas (parte inferior, media y superior) a partir de las que se obtuvieron extractos proteicos que se utilizaron para medir diferentes marcadores moleculares y valorar el grado de estrés o la inducción

de determinados mecanismos de defensa. Los parámetros analizados fueron: niveles de proteínas totales en hoja, actividad guayacol peroxidasa, actividad glutatión-S-transferasa (GST), niveles de peroxidación lipídica, actividad catalasa y actividad superóxido dismutasa (SOD).

- Las plantas fueron mantenidos en óptimas condiciones por personal de campo de Bodegas Vega Sicilia S.A., hasta el invierno siguiente, repitiéndose en el mes de diciembre el protocolo de poda y aplicación de tratamientos e infección del invierno anterior.
- De nuevo en el mes de junio siguiente se tomaron datos de crecimiento de las plantas y se recogieron hojas para su análisis.
- A lo largo de los meses de julio y agosto del 2º año tras la plantación las plantas fueron sometidas a un estrés hídrico para acelerar la aparición de síntomas de enfermedades de madera.
- Finalmente las plantas se arrancaron en el mes de septiembre (29 meses después de su plantación) para analizar los niveles de hongos patógenos en su interior.

2.4).- Resultados de los estudios en campo.

Los resultados más significativos de este estudio fueron:

2.4.1.- Análisis de marcadores moleculares.

Entre todos los marcadores moleculares el nivel de peroxidación lipídica observado fue el más interesante. El nivel de peroxidación de los lípidos de la membrana es un marcador que ha sido ampliamente utilizado como un indicador de daños producidos por especies reactivas del oxígeno (ROS) en células sometidas a condiciones de estrés (Sharma et al., 2012).

El análisis de los niveles de peroxidación de lípidos (Figura 4) mostró claramente que las plantas infectadas a través de heridas de poda (líneo 1) tenían grandes daños en las membranas celulares, como una probable consecuencia de altos niveles intracelulares de ROS. Curiosamente, el alto nivel de peroxidación de lípidos detectado en el líneo 1 fue contrarrestado cuando se aplicaron los ANs en las heridas de poda de plantas infectadas (comparar los valores del líneo 1 con los de los líneas 6-9 en la Fig. 4).

Estos datos eran una clara indicación de que la aplicación de los ANs en las heridas de poda tenía un efecto beneficioso. También es importante destacar que casi no se observaron diferencias significativas en los niveles de peroxidación de lípidos cuando se compararon las plantas del líneo control (líneo 10) con los de las plantas de los líneas en los que se habían aplicado la ANs (líneos 2-5). Estos datos indicaban que la aplicación de los ANs no estaba produciendo una situación de estrés en las plantas tratadas..

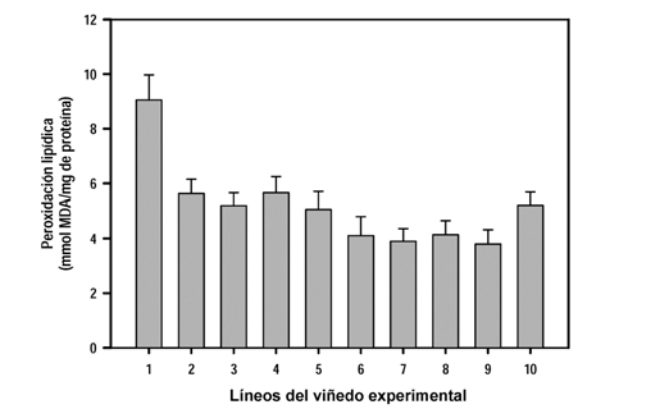


Figura 4.- Niveles de peroxidación lipídica detectados en plantas de los diferentes líneas de los viñedos experimentales donde se probaron los antifúngicos naturales sobre heridas de poda

2.4.2.- Análisis de mortalidad.

Veintisiete meses después de ser plantadas, las plantas de vid fueron sometidas a estrés hídrico, reduciendo drásticamente

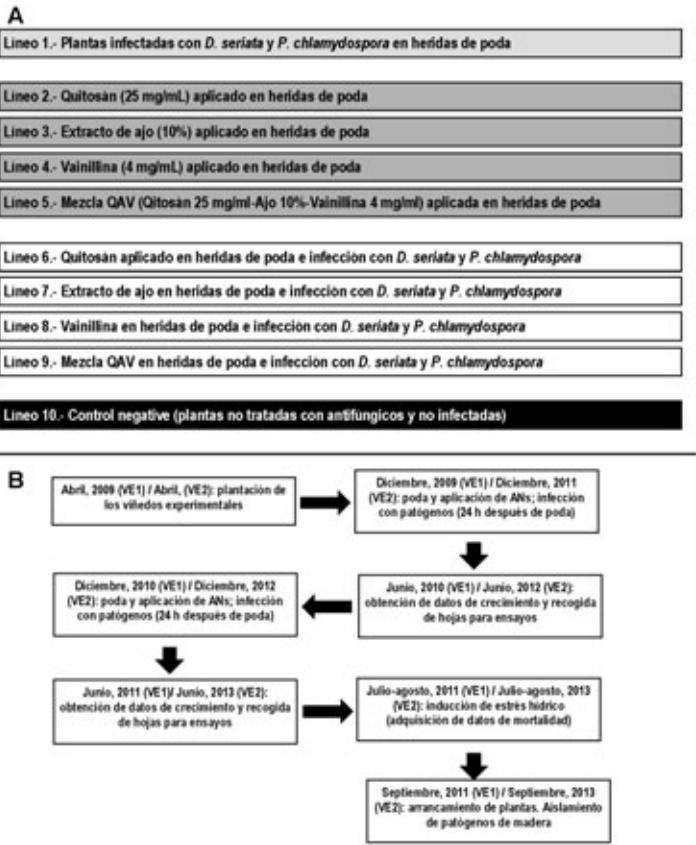


Figura 3.- Esquema indicativo de la organización general de los viñedos experimentales VE1 y VE2 utilizados en el estudio. Los VEs se organizaron en 10 líneas de 25 plantas cada una, con indicación de los tratamientos aplicados a cada líneo (A), y esquema general que indica el momento de las distintas tareas y tratamientos realizados en los viñedos experimentales (B).

el riego. El propósito de este tratamiento era acelerar la aparición de los síntomas de enfermedades de madera, ya que uno de los mayores inconvenientes en el análisis de este tipo de enfermedades es que la detección de los síntomas en condiciones reales de campo es errática y puede variar significativamente de un año a otro dependiendo de las condiciones ambientales y otros factores (Martín & Cobos, 2007). Sorprendentemente, se observaron diferencias significativas en la tasa de mortalidad en los diferentes líneas de la viña experimental (Figura 5). La tasa de mortalidad de las plantas control (líneo 10) fue del 14,0%. Se observó un aumento notorio en la tasa de mortalidad en el líneo 1 (56,0%), donde las plantas se habían infectado a través de las heridas de poda. Sin embargo, la tasa de mortalidad se redujo significativamente cuando las plantas infectadas habían sido previamente protegidas mediante aplicación de ANs en las heridas de poda. Así el grado de mortalidad observado en plantas infectadas y tratadas con quitosán disminuyó al 16,0%, mientras que el extracto de ajo redujo la mortalidad al 12,0% y la vainillina al 20,0%. Los mejores datos se obtuvieron en el caso del líneo 9, plantas infectadas y tratadas con la mezcla QAV, en las que la mortalidad se redujo al 4%. Estos datos indican un efecto protector de los ANs para evitar la infección a través de heridas de poda.

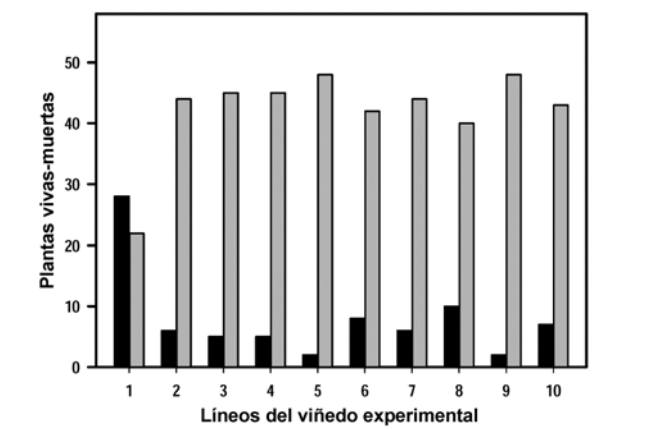


Figura 5.- Niveles de mortalidad observados en los viñedos experimentales donde se ensayaron los antifúngicos naturales sobre heridas de poda

2.4.3.- Análisis del nivel de infección de las plantas de los viñedos experimentales.

Finalmente las plantas de los viñedos experimentales se arrancaron y se analizaron para determinar el nivel de infección por hongos causantes de enfermedades de madera de vid.

Los resultados se resumen en la Tabla 1. Brevemente podemos comentar:

- Los mayores niveles de infección se detectaron en el líneo 1, en consonancia con la alta tasa de mortalidad observada. De hecho, hasta siete diferentes patógenos pudieron ser aislados de esas plantas y su frecuencia de aislamiento también fue superior a la detectada en las plantas control (líneo 10).
- La tasa de infección se redujo significativamente cuando las heridas de poda fueron tratados con los diferentes ANs ensayados (comparar el líneo 1 con los líneas 6-9). Así, mientras que la tasa de aislamiento de D. seriata en las plantas infectadas (líneo 1) fue del 46,0%, este patógeno no pudo ser aislado de plantas tratadas con extracto de ajo y la mezcla QAV (líneos 7 y 9, respectivamente). La tasa de aislamiento fue de tan sólo el 8,0% en las plantas tratadas con quitosán y vainillina (líneos 6 y 8 respectivamente).
- De forma similar se observó una reducción muy significativa en el aislamiento de P. chlamydospora en las plantas tratadas con ANs: las tasas de infección detectadas en los líneas 6 (6,0%), 7 (6,0%) y 8 (10,0%) fueron claramente inferiores a la tasa de infección del 74,0%, observada en el líneo 1. Este patógeno no fue aislado a partir de las plantas tratadas con la mezcla QAV (líneo 9).
- Particularmente sorprendente fue el caso de las plantas tratadas con la combinación QAV (líneo 9), ya que el único patógeno reaislado fue Cadophora luteo-olivacea, mientras que ni D. seriata ni P. chlamydospora fueron reaislados después de su inoculación en las heridas de poda. Tengase en cuenta que esta cepa fúngica se había detectado en una tasa baja en las vides analizadas antes de su plantación (Tabla 1), lo que parecía sugerir que esta especie en particular estaba infectando el material vegetal de partida.

2.5).- Conclusiones del estudio sobre protectores de poda.

Las conclusiones de este estudio fueron:

- El quitosán, extracto de ajo y vainillina mostraron una alta capacidad para inhibir el crecimiento in vitro de varios hongos causantes de enfermedades de madera.
- El quitosán, extracto de ajo y vainillina, usados como protectores de heridas de poda fueron capaces de reducir significativamente la mortalidad de plantas infectadas en heridas de poda.
- El quitosán, extracto de ajo y vainillina, usados como protectores de heridas de poda, fueron capaces de reducir significativamente la tasa de infección de los hongos D. seriata y P. chlamydospora cuando estos se usaron para infectar dichas heridas.

- La aplicación conjunta de quitosán, extracto de ajo y vainillina (mezcla QAV) mostró una potencialidad muy superior como protector de heridas de poda a la de sus componentes por separado.

veros de la Comunidad Valenciana comprobaron la presencia de hongos causantes de enfermedades de madera en todos los viveros analizados. De forma más concreta *Cylindrocarpon* spp., *Botryosphaeria* spp. y *B. obtusa* (*D. seriata*) se aislaron prefe-

Tabla1.- Hongos causantes de enfermedades de madera de vid (%) aislados de plantas de los viñedos experimentales

	Estado sanitario previo a plantación ^a	Hongos fitopatógenos aislados del tronco (%) ^b (muestras tomadas 10-30 mm por debajo del punto de inoculación)									
		Líneo 1	Líneo 2	Líneo 3	Líneo 4	Líneo 5	Líneo 6	Líneo 7	Líneo 8	Líneo 9	Líneo 10 Control
<i>Botryosphaeria dothidea</i>	0	14.0	2.0	0	0	0	0	0	0	0	2.0
<i>Cadophora luteo-olivacea</i>	14.0	12.0	0	4.0	4.0	0	4.0	0	0	4.0	6.0
<i>Cylindrocarpon olidum</i>	0	0	0	0	2.0	2.0	0	0	0	0	0
<i>Cryptovalsa ampelina</i>	4.0	2.0	0	0	0	0	0	2.0	0	0	0
<i>D. seriata</i>	2.0	46.0	0	0	0	0	8.0	0	8.0	0	0
<i>I. macrodyma</i>	0	0	0	0	0	0	0	4.0	0	0	0
<i>P. aleophilum</i>	0	6.0	0	0	0	0	0	0	4.0	0	0
<i>P. chlamydospora</i>	4.0	74.0	4.0	0	0	2.0	6.0	6.0	10.0	0	4.0
<i>Phomopsis</i> sp.	0	8.0	0	2.0	0	2.0	0	0	0	0	0

^a Número total de muestras de madera analizadas: 2 muestras por planta y 25 plantas analizadas por líneo y viñedo experimental. Los resultados se expresan como el porcentaje de muestras infectadas con respecto al número total de fragmentos analizados.

^b Los datos corresponden a la media de dos lotes de 25 plantas analizados antes de la plantación de los viñedos experimentales.

^c Aplicación de la mezcla QAV

3).- AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO PARA CONTROLAR LA INFECCIÓN DE INJERTOS DE VID A TRAVÉS DEL SISTEMA RADICULAR: EL EJEMPLO DE VIVEROS VILLANUEVA VIDES S.L.

Diferentes estudios realizados en España y otros países en los últimos años han detectado graves problemas de decaimiento de la vid en plantaciones jóvenes de distintas regiones productoras españolas (Armengol et al., 2001; 2002; Gramaje & Armengol, 2011). Estos datos sugieren la posibilidad de una posible contaminación de las plantas de vid producidas en viveros que luego se distribuyen a viticultores y bodegas. Por otro lado, diferentes estudios confirman la gran influencia de los hongos productores de enfermedades de madera de vid en el decaimiento de plantaciones jóvenes, especialmente de *P. chlamydospora* y varias especies de *Phaeoacremonium* (Rego et al., 2000; Gatica et al., 2001; Giménez-Jaime et al., 2006), aunque *Cylindrocarpon* spp. (Hallen et al., 2004; Petit y Gubler, 2005) y *Botryosphaeria* spp. (Van Niekerk et al., 2004) han sido también asociados con el decaimiento de viñedos jóvenes.

El papel de los viveros de vid como origen de la contaminación de un número elevado de plantas ha quedado demostrado por Aroca et al. (2006) que en un rastreo realizado en plantas injertadas y patrones de variedades americanas comprobaron que el 45.2% de las plantas estaban infectadas con algún hongo asociado al decaimiento de la vid, especialmente las especies responsables de la enfermedad de Petri.

En otro estudio (Giménez-Jaime et al., 2006) realizado en 6 vi-

rentemente en material vegetal correspondiente a fases tempranas del proceso de producción (patrones de la variedad americana y zona del injerto en plantas injertadas antes de ser plantadas en suelo) en porcentajes que oscilaban del 0.48-2.38% de las plantas analizadas. Por el contrario *P. chlamydospora* y *P. aleophilum* no se detectaron hasta que las estaquillas fueron plantadas en el campo para desarrollar raíces y brotes (parte aérea), con porcentajes de infección oscilando entre 0-7.62% de las plantas analizadas.

El problema no es exclusivo de viveros en España. De hecho *Cylindrocarpon* spp. ha sido aislado en Sudáfrica de las plantas madre de los portainjertos y en este país y California este género es considerado el patógeno más importante en viveros (Hallen et al., 2003; Fourie y Hallen, 2004; Dubrovsky y Fabritius, 2007).

En definitiva, todos estos datos confirman que las plantas de vid procedentes de viveros son una importante fuente de contaminación de patógenos asociado con enfermedades de madera de vid y que por tanto la producción en viveros de plantas sanas es un objetivo de la mayor importancia para evitar la propagación de estas patologías.

En este contexto surge en el año 2012 una iniciativa de Viveros Villanueva Vides S.L. para el desarrollo de un proyecto de investigación cuyo objetivo fundamental es producir injertos de vid con un óptimo estado sanitario mediante diferentes actuaciones en distintas etapas del proceso productivo. El proyecto titulado “Aislamiento y caracterización de agentes de

biocontrol específicos para combatir la infección de plantas de vid en vivero por el hongo fitopatógeno *Cylindrocarpon* sp., diseño de estrategias de control de hongos de madera en puntos críticos del proceso e influencia de la fertilidad del suelo en la supervivencia de hongos patógenos” se desarrolla entre mayo de 2012 y abril de 2015 y es financiado por CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) y el Gobierno Foral de Navarra.

Particularmente interesante nos pareció es el estudio realizado por Hallen y colaboradores (2003). En este estudio se comprobó que *Cylindrocarpon* infectaba el 1% de los injertos antes de ser llevados a campo. Sorprendentemente el nivel de plantas infectadas se elevaba hasta el 47.5% una vez arrancadas del vivero (fin de temporada). Este dato sugiere que el establecimiento del vivero en tierra puede ser un punto crítico en el que los injertos se infectan a través del incipientes sistema radicular en desarrollo.

Por ello, Viveros Villanueva Vides S.L. decidió, como uno de los objetivos del proyecto anteriormente mencionado, centrarse en la búsqueda de posibles soluciones a la infección en esta etapa del proceso productivo.

El planteamiento era aislar agentes de control biológico (BCAs) que aplicados a los portainjertos pudiesen limitar la infección de los injertos a través del aparato radicular durante la fase de establecimiento del vivero en tierra. Para ello decidimos centrar nuestra atención como potenciales BCAs en el grupo de las actinobacterias (bacterias Gram+ que muestran una elevada tendencia al crecimiento filamentosos). Entre las propiedades de estos microorganismos podemos destacar:

- Las actinobacterias, en particular las especies del género *Streptomyces*, muestran una elevada capacidad antagonista frente a numerosos hongos, incluidos fitopatógenos, debido a su gran capacidad de producción de antibióticos y enzimas extracelulares (Berdi, 2005; Inbar et al., 2005).
- Son una de las poblaciones de microorganismos más abundantes en suelo llegando a representar hasta el 10% de la microbiota total.
- Las especies del género *Streptomyces* incluyen muchas especies que se pueden aislar de la rizosfera de plantas, incluyendo la vid (Loqman et al., 2009) y también especies endofíticas establecidas en el interior de raíces de numerosas plantas (Schrey y Tarkka, 2008).
- Los estreptomicetos pueden proteger a las plantas frente a infecciones fúngicas (Cao et al., 2005).
- Las especies del género *Streptomyces* juegan diversos roles en su asociación con plantas: algunos actúan como BCAs, otros promueven la formación de simbiosis con otros mi-

croorganismos e incluso actúan como moduladores de las defensas de la planta, siendo capaces de estimular mecanismos de resistencia local y sistémica (Schrey y Tarkka, 2008).

3.1.- Aislamiento de actinobacterias a partir de rizosfera y actinobacterias endofíticas del aparato radicular de vid.

El aislamiento se llevó a cabo a partir de injertos de vid de 1 año cultivados en fincas de Viveros Villanueva Vides S.L.

El aislamiento se realizó por técnicas microbiológicas clásicas en diferentes medios de cultivo específicos para actinobacterias a fin de obtener la mayor diversidad biológica. Este estudio permitió el aislamiento de un total de un total de 85 cepas de actinobacterias rizosféricas y 66 cepas de actinobacterias endofíticas endofíticas, en base a caracteres morfológicos y fenotípicos propios de este grupo (capacidad de esporular, coloración y forma de la colonia, producción de micelio aéreo, producción de pigmentos difusibles, etc).

Las distintas cepas aisladas se identificaron hasta el nivel de género o especie mediante la secuenciación del ADN ribosomal 16S. La mayor parte de las cepas aisladas pertenecían al género *Streptomyces*, aunque también se aislaron cepas de los géneros *Corynebacterium*, *Kribella*, *Micromonospora*, *Nonomuraea*, *Rathayibacter* y *Saccharopolyspora*.

3.2.- Selección in vitro de cepas de actinobacterias con capacidad para inhibir el crecimiento de hongos causantes de enfermedades de madera de vid.

Una vez aisladas numerosas cepas de actinobacterias se trataba de realizar una selección inicial de aquellas que mostrasen in vitro la capacidad de inhibir el crecimiento de los hongos fitopatógenos *Ilyonectria macrodidyma* y *Diplodia seriata* (seleccionado éste por su crecimiento agresivo). Para ello se utilizó la técnica del bioensayo. Todas las cepas se crecieron a 28°C en placas de medio agar extracto de malta (MEA) durante 5 días. Seguidamente en el centro de la placa se colocó un taco de agar conteniendo micelio de los hongos fitopatógenos anteriormente mencionados a una distancia de 2 cm del borde de la colonia de la actinobacteria ensayada. Las placas se incubaron a continuación a 25°C durante 5-10 días para determinar el posible efecto inhibitorio de la cepa de actinobacterias frente a los hongos fitopatógenos. Un total de 5 actinobacterias endofíticas (VV/E1-E5) y 5 cepas rizosféricas (VV/R1-R5) se seleccionaron por su capacidad para inhibir in vitro de forma efectiva el crecimiento de ambos patógenos (Figura 6). Las cepas preseleccionadas mostraron una alta capacidad también para inhibir in vitro el crecimiento de otros hongos fitopatógenos como *Eutypa lata*, *Phaeomoniella chlamydospora* y *Phaeoacremonium aleophilum*.

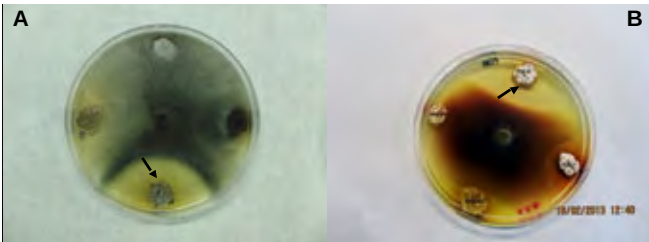


Figura 6).- Antagonismo de cepas de actinobacterias endofíticas y rizosféricas frente a los hongos fitopatógeno *D.seriata* (A) e *Llyonectria macrodidyma* (*Cylindrocarpon macrodidymum*) (B) determinado por la técnica del bioensayo (o inhibición de crecimiento radial). Obsérvese en los clones señalados por una flecha la inhibición del crecimiento sobre los hongos fitopatógenos.

3.3.- Ensayos en campo: aplicación de las cepas *Streptomyces* sp.VV/R1-R5 y VV/E1-E5 a injertos de vid para el control de hongos que infectan a través del aparato radicular.

Las 5 cepas de actinobacterias rizosféricas (cepas VV/R1 a VV/R5) y las 5 cepas endofíticas (VV/E1 a VV/E5) más prometedoras en los ensayos in vitro se seleccionaron para la realización de ensayos en campo sobre injertos de vid.

Los ensayos se realizaron durante dos años consecutivos (2013 y 2014) sobre lotes de 100 injertos por cepa seleccionada, más un lote control de 100 injertos a los que no se aplicó ninguna actinobacteria. Los viveros se establecieron en suelo en el mes de mayo.

Las cepas se crecieron en el laboratorio y se aplicaron en suspensión en la solución de enraizamiento durante 24 horas. De esta manera las bacterias penetraban en el portainjertos colonizándolo.

Seguidamente los injertos se llevaron a campo, para el establecimiento del vivero en tierra. Este momento es particularmente delicado en el proceso de multiplicación de la planta, ya que el injerto tiene que desarrollar un aparato radicular incipiente, a través del cual los patógenos presentes en el suelo y que pueden utilizar esta vía de entrada en la planta (fundamentalmente *Llyonectria* sp., *P. chlamydospora* y *P. aleophilum*), podrán llegar a infectar la planta.

Una vez establecidos los injertos en el vivero experimental fueron sometidos a los cuidados rutinarios por personal de Viveros Villanueva Vides S.L.

En el mes de agosto se analizó el índice de mortalidad de plantas, a fin de determinar un posible efecto positivo o negativo, que la aplicación de las actinobacterias hubiera podido provocar.

Completado el ciclo biológico de la planta, estas se arrancaron y se procedió a su traslado al laboratorio para el análisis de

hongos causantes de enfermedades de madera de vid en el aparato radicular y el punto de inserción de las raíces.

Este estudio nos permitió seleccionar una cepa de actinobacteria endofítica (*Streptomyces* sp.VV/E1) y dos cepas de actinobacterias rizosféricas (*Streptomyces* sp.VV/R1 y *Streptomyces* sp.VV/R4) por sus potenciales beneficios para los injertos. Los ensayos en campo pusieron de manifiesto que:

A).- Los injertos control establecidos en vivero en campo mostraron un nivel medio de mortalidad del 31.7%. La aplicación de las actinobacterias a los injertos produjo un descenso de la mortalidad al 26.3% -cepa VV/E1- (descenso en mortalidad respecto al control del 17.0%); un descenso en la mortalidad al 19.3% -cepa VV/R1- (descenso en mortalidad respecto al control del 39.1%) y un descenso en la mortalidad al 21.0% -cepa VV/R4- (descenso en mortalidad respecto al control del 33.8%), como podemos apreciar en la Figura 7.

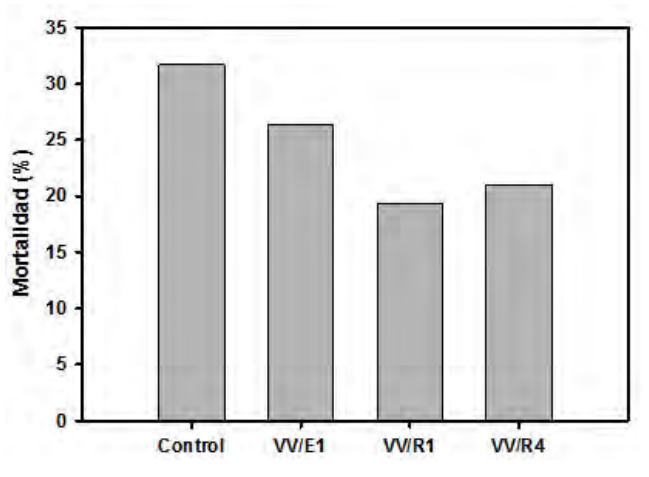


Figura 7.- Descenso en el nivel medio de mortalidad observado en injertos de vid establecidos en vivero en campo tras la aplicación de las actinobacterias seleccionadas VV/E1, VV/R1 y VV/R4 por comparación con el nivel medio de mortalidad observado en plantas control no tratadas.

B).- El grado de infección de los injertos establecidos en vivero en campo disminuyó de forma significativa tras la aplicación de las actinobacterias seleccionadas (Figura 8). En efecto, si asignamos un valor relativo de 100 al nivel de infección al acabar la temporada de cultivo por los hongos patógenos *Llyonectria* sp., *P. chlamydospora* y *P. aleophilum* en plantas control injertadas (no tratadas con actinobacterias) y establecidas en vivero en campo, observamos como el nivel de infección disminuyó al 26.9% (descenso del 73.1%) en el caso de plantas tratadas con las cepas VV/R1 y VV/R4, mientras que el nivel de infección disminuyó al 23.1% (descenso del 76.9%) en el caso de plantas tratadas con la actinobacteria VV/E1.

3.4).- Conclusiones del estudio sobre BCAs para controlar el grado de infección en injertos a través del aparato radicular.

Las conclusiones de este estudio fueron:

- Las actinobacterias son un grupo bacteriano interesante para el aislamiento de potenciales BCAs frente a hongos causantes de enfermedades de madera de vid.
- Las actinobacterias rizosféricas *Streptomyces* sp.VV/R1 y VV/R4 y la actinobacteria endofítica *Streptomyces* sp.VV/E1 fueron capaces de mejorar ligeramente los índices de mortalidad observados en los injertos establecidos en vivero en campo.
- Las actinobacterias rizosféricas *Streptomyces* sp. VV/R1 y VV/R4 y la actinobacteria endofítica *Streptomyces* sp. VV/E1 fueron capaces de controlar significativamente la infección de injertos de vid a través del aparato radicular cuando fueron inoculadas a los injertos previamente al establecimiento del vivero en campo.

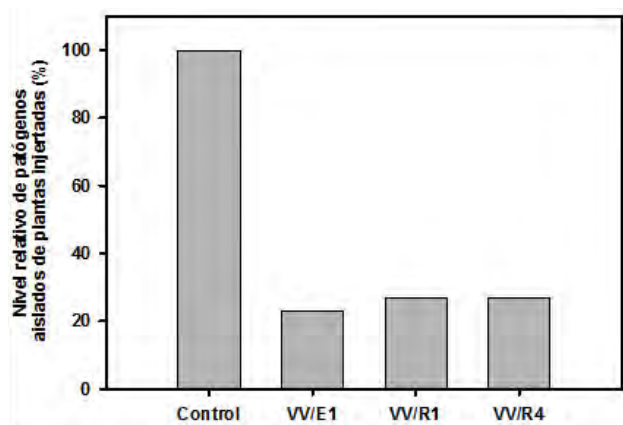


Figura 8.- Descenso relativo (%) de los hongos patógenos *Ilyonectria* sp., *P. chlamydospora* y *P. aleophilum* aislados del aparato radicular de injertos de vid establecidos en vivero en campo tras la aplicación de las actinobacterias seleccionadas VV/E1, VV/R1 y VV/R4 por comparación con el nivel medio de infección observado en plantas control no tratadas.

4).- CONCLUSIONES GENERALES.

Las conclusiones generales que podemos extraer de ambos estudios son:

- La aplicación de estrategias naturales para el control de hongos causantes de enfermedades de madera de vid es una alternativa muy prometedora al empleo de pesticidas de síntesis química.
- Los antifúngicos naturales quitosán, extracto de ajo y vainillina mostraron una alta eficacia en el control de la infección de heridas de poda por hongos causantes de enfermedades de madera de vid, especialmente llamativa cuando los tres ANs se aplicaron conjuntamente.
- Las actinobacterias son un grupo bacteriano interesante para el aislamiento de potenciales BCAs frente a hongos causantes de enfermedades de madera de vid

- La aplicación de actinobacterias seleccionadas a injertos de vid, en un paso previo al establecimiento del vivero en campo, fue capaz de reducir significativamente la infección de plantas de vid por los hongos *Ilyonectria* sp., *Phaeoemoniella chlamydospora* y *Phaeoacremonium aleophilum* a través del aparato radicular.

Bibliografía.

- Amponsah, N. T., Jones, E., Ridgway, H. J., and Jaspers, M. V. (2012). Evaluation of fungicides for the management of Botryosphaeria dieback diseases of grapevines. Pest Manage Sci 68: 676-683.
- Aroca, A. and Raposo, R. (2005). "Hongos patógenos detectados en plantas de vivero de vid". Phytoma 167: 56-59.
- Aroca, A., García-Figueres, F., Bracamonte, L., Luque, J., and Raposo, R. (2006). "A survey of trunk diseases within rootstocks of grapevines in Spain". Eur. J. Plant Pathol. 115: 195-202.
- Armengol, J., Vicent, A., Torné, L., García-Figueres, F. and García-Jiménez, J. (2001). "Fungi associated with esca and grapevine declines in Spain: a three-year survey". Phytopathol. Mediterr. 40: 325-329
- Armengol, J., Vicent, A. and García-Jiménez, J. (2002). "El decaimiento y muerte de vides jóvenes en España". Phytoma España 138: 91-93.
- Berdy, J. (2005). "Bioactive microbial metabolites, a personal view". J Antibiot. 58: 1-26.
- Cao, L., Qiu, Z., You, J., Tan, H. and Zhou, S. (2005). "Isolation and characterization of endophytic streptomycete antagonists of Fusarium wilt pathogen from surface-sterilized banana roots". FEMS Microbiol. Lett. 247: 147-152.
- Castillo F, Hernández D, Gallegos G, Rodríguez R, Aguilar C N. (2012). "Antifungal Properties of Bioactive Compounds from Plants", p 81-106. In Dhanasekaran D (ed), Fungicides for Plant and Animal Diseases. InTech Europe, Rijeka, Croatia
- Cobos, R. (2008). "Los decaimientos de la vid en Castilla y León: aislamiento, caracterización y métodos de control de las enfermedades de madera de vid (Vitis vinifera)". Tesis Doctoral. Departamento de Microbiología y Genética. Universidad de Salamanca.
- Deacon, J. W. (2006). "Fungal Biology, 4th Edition". Blackwell Publishing, Oxford.
- Díaz GA and Latorre BA. (2013). "Efficacy of paste and liquid fungicide formulation to protect pruning wounds against pathogens associated with grapevine trunk diseases in Chile". Crop Prot 46: 106-112.
- Dubrovsky, S. and Fabritius, A.L. (2007). "Occurrence of Cylindrocarpum spp. in nursery grapevine in California". Phytopathol. Mediterr. 46: 46-86.
- Eskalen, A., Feliciano, J. and Gubler, W.D. (2007). "Susceptibility of Grapevine Pruning Wounds and Symptom Development in Response to Infection by Phaeoacremonium aleophilum and Phaeoemoniella chlamydospora". Plant Dis. 91: 1100-1104.
- Feliciano, A.J. and Gubler, W.D. (2001). "Histological investigations of infection of grape roots and shoots by Phaeoacremonium spp". Phytopathol. Mediterr. 40: Supplement, S-387-S393.
- Fourie, P.H. and Halleen, F. (2004). "Occurrence of grapevine trunk disease pathogens in rootstock mother plants in South Africa". Australasian Plant Pathol. 33: 313-315.
- Gatica, M., Cesari, C., Magnin, S. and Dupont, J. (2001). "Phaeoacremonium species and Phaeoemoniella chlamydospora in vines showing "hoja de malvón" and young vine decline symptoms in Argentina". Phytopathol. Mediterr. 40: S317-S324.
- Giménez-Jaime, A., Aroca, A., Raposo, R., García-Jiménez, J., and Armengol, J. (2006). "Occurrence of fungal pathogens associated with grapevine nurseries and the decline of young vines in Spain". J. Phytopathol. 154: 598-602.

- Gramaje D, Armengol J. (2011). "Fungal trunk pathogens in the grapevine propagation process: potential inoculum sources, detection, identification and management strategies". *Plant Dis* 95:1040-1055.
- Grosman J. (2008). *Observatoire National des Maladies du Bois: Bilan de 4 Années d'Observations*. Angers, France: Euroviti.
- Grosman J, Doublet B. (2012). *Maladies du bois de la vigne. Synthèse des dispositifs d'observation au vignoble, de l'observatoire 2003-2008 au réseau d'epidémio-surveillance actuel*. *Phytoma* 651, 31-5.
- Halleen, F., Crous, P.W. and Petrini, O. (2003). "Fungi associated with healthy grapevines cutting in nurseries with special reference to pathogens involved in the decline of young vines". *Australas. Plant Pathol.* 32: 47-52.
- Halleen, F., Schroers, H.J., Groenewald, J.Z., and Crous, P.W. (2004). "Novel species of *Cylindrocarpon* (Neonectria) and *Campylocarpon* gen. nov. associated with black foot disease of grapevines (*Vitis* spp.). *Stud. Mycol.* 50: 431-455.
- Halleen F, Fourie PH, Lombard PJ. (2010). Protection of grapevine pruning wounds against *Eutypa lata* by biological and chemical methods. *S Afr J Enol Vitic* 31:125-132.
- Inbar, E., Green, S.J., Hadar, Y. and Minz, D. (2005). "Competing factors of compost concentration and proximity to root affect the distribution of *Streptomyces*". *Microb. Ecol.* 50: 73-81.
- Jennings, D.H. (1989) "Some perspectives on nitrogen and phosphorus metabolism in fungi". En: *Nitrogen, Phosphorus and Sulphur Utilization by Fungi* (eds. Boddy, L., Marchant, R. & Read, D.J.). Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1-31.
- Lang G, Buchbauer G. (2012). A review on recent research results (2008-2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. *Flavour Frag J.* 27:13-39.
- Larignon, P. and Dubos, B. (2000). "Preliminary studies on the biology of *Phaeoacremonium*". *Phytopathol. Mediterr.* 39: 184-189.
- Larignon, P, Fulchich, R, and Dubos, B. (2001). "Un nouveau dépérissement de la vigne en France: le black dead arm causé par *Botryosphaeria* spp". *IOBC/WPRS Bulletin* 24: 51-55.
- Loqman, S., Bouizgarne, B., Ait Barka, E., Clément, C., von Jan, M., Spröer, C., Klenk, H.-P. y Ouhdouch, Y. (2009). "*Streptomyces thuringiensis* sp. nov., isolated from rhizosphere soil of *Vitis vinifera*". *Int. J. System. Evol. Microbiol.* 59: 3063-3067.
- Luque J, Elena G, García-Figueres F, Reyes J, Barrios G, Legorburu FJ. (2014). Natural infections of pruning wounds by fungal trunk pathogens in mature grapevines in Catalonia (Northeast Spain). *Aust. J. Grape Wine R.* 20:134-143.
- Martin, M.T. and Cobos, R. (2007). "Identification of fungal species associated with grapevine decline in Castilla y León (Spain)". *Phytopathol. Mediterr.* 46: 18-25.
- Martín, L. and Martín, M.T. (2013). "Characterization of fungicide resistant isolates of *Phaeoacremonium aleophilum* infecting grapevines in Spain". *Crop Protection.* 52, pp. 141 - 150. 2013.
- Menge, J. A. and Nemec, S. (1997). "Citrus". En: *Soilborne diseases of tropical crops*. Hillocks, R. J. y Waller, J. M., eds. CAB International, Wallingford, pp. 185-227.
- Michelon, L., Pellegrini, C. and Pertot, I. (2006). "First observations of esca disease in the Trentino region, Northern Italy: monitoring os spores, evolution os symptoms and evaluation of incidence". *Phytopathol. Mediterr.* 46: 105.
- Mostert, L., Groenewald, J.Z., Summerbell, R.C., Gams, W. and Crous, P.W. (2006). "Taxonomy and Pathology of *Togninia* (Diaporthales) and its *Phaeoacremonium* anamorphs". *Stud. Mycol.* 54: 1-115.
- Munkvold G P, Marois JJ. 1995. Factors associated with variation in susceptibility of grapevine pruning wounds to infection by *Eutypa lata*. *Phytopathol* 85:249-256.
- Petit, E. y Gubler, W.D. (2005). Characterization of *Cylindrocarpon* species, the cause of black foot disease of grapevine in California. *Plant Dis.* 89: 1.051-1.059.
- Rego, C., Oliveira, H., Carvalho, A. and Phillips, A. (2000). "Involvement of *Phaeoacremonium* spp. and *Cylindrocarpon destructans* with grapevine decline in Portugal". *Phytopathol. Mediterr.* 39: 76-79.
- Rolshausen PE, Úrbez-Torres JR, Rooney-Latham S, Eskalen A, Smith RJ, Gubler WD. (2010). Evaluation of pruning wounds susceptibility and protection against fungi associated with grapevine trunk diseases. *Am J Enol Vitic* 61:113-119.
- Schrey, S.D. and Tarkka, M.T. (2008). "Friends and foes: streptomycetes as modulators of plant disease and symbiosis". *Ant. Van Leeuw.* 94: 11-19.
- Sharma P, Jha AB, Dubey RS, Pessarakli M. (2012). "Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions". *J. Botany* doi: 10.1155/2012/217037.
- Siebert, J.B. (2001). "Eutypa: the economic toll on vineyards". *Wines & Vines* (April): 50-56.
- Slippers, B. and Wingfield, M.J. (2007). "Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact". *Fung. Biol. Rev.* 21: 90-106.
- Sosnowski MR, Creaser ML, Wicks TJ, Lardner R, Scott ES. (2008). Protection of grapevine pruning wounds from infection by *Eutypa lata*. *Aust J Grape Wine Res* 14:134-142.
- Sosnowski MR, Loschiavo AP, Wicks, TJ, Scott ES. (2013). Evaluating treatments and spray application for the protection of grapevine pruning wounds from infection by *Eutypa lata*. *Plant Dis* 97: 1599-1604.
- Úrbez-Torres JR, Gubler WD. (2011). Susceptibility of grapevine pruning wounds to infection by *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum parvum*. *Plant Pathol* 60:261-270.
- Van Niekerk JM, Crous, P.W., Groenewald, J.Z. Fourie, P.H., and Halleen, F. (2004). "DNA phylogeny, morphology and pathogenicity of *Botryosphaeria* species on grapevines". *Mycologia* 96: 781-798.
- Van Niekerk JM, Halleen F, Fourie PH. (2011). Temporal susceptibility of grapevine pruning wounds to trunk pathogen infections in South African grapevines. *Phytopathol Mediterr* 50:139-150.
- Vasquez S.J., Gubler, W.D., and Leavitt, G.M. (2007). "Economic loss in California's table grape vineyards due to meale". *Phytopathol. Mediterr.* 46: 118.
- Wicks T and Davies K (1999) The effect of *Eutypa* on grapevine yield. *Australian Grapegrower and Winemaker* 426a, 15-16.
- Yanar Y, Kadioglu I, Gökçe A, Demirtas B, Gören N, Çam H, Whalon M. (2011). "In vitro antifungal activities of 26 plant extracts on mycelial growth on *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary". *Afr J Biotech* 10:2625-2629.

Juan José Rubio

Doctor en Ciencias Biológicas. Catedrático Microbiología, Dpto. de Biología Molecular. Universidad de León. Subdirector del Instituto de Investigación de la Viña y el Vino de la Universidad de León.



LA BÚSQUEDA DE LA CALIDAD EN LA UVA

X ENCUENTRO TÉCNICO,
MADRID 14 DE ABRIL DE 2015

C.V. PONENTES



Fundación
para la
Cultura del **Vino**



DOMINGO M. SALAZAR HERNÁNDEZ

Doctor Ingeniero Agrónomo. Catedrático de Viticultura y Cultivos Leñosos de la ETS Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Valencia.

TÍTULOS ACADÉMICOS

Licenciado en Tecnología de Alimentos, en Farmacia y en Biología MSD en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos.

Diplomado en Agricultura Ecológica

Con más de 15 libros de carácter docente y 9 de carácter científico-técnico

Con publicación en el área vitícola de 30 artículos científicos internacionales con SCI y 73 artículos científicos nacionales en los últimos 10 años

Dirección de 5 tesis doctorales y más de 60 trabajos fin de máster, grado o curso en el área de los cultivos leñosos, principalmente viticultura.

PRINCIPALES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Líneas de investigación más significativas en el sector vitícola

1. Selecciones clonales-sanitarias
2. Caracterización ampelográfica de materiales vegetales de vid y caracterización pomológica y fenológica de especies frutales
3. Uso de cubiertas vegetales e inertes para la mejora y uso más eficiente de los recursos hídricos
4. Manejo de bionutrientes en la mejora de la calidad de plantas
5. Técnicas de aclareo de racimos como práctica de cultivo para mejorar la calidad en las uvas
6. Enraizamiento y desarrollo de sistemas de raíz en patrones vitícolas.
7. Manejos alternativos del cultivo para la mejora de la calidad, especialmente en cultivares mediterráneos (Bobal, Monastrell) y cultivares para cava
8. Estudio de la biomasa de poda vitícola y su valoración energética

HERNAN OJEDA

TÍTULOS ACADÉMICOS

Doctorado en Ciencias Agronómicas. Especialidad: Bases de la Producción Vegetal. Agro Montpellier, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, France. Título de la tesis. « Influencia del déficit hídrico sobre el crecimiento de la baya y la evolución de compuestos fenólicos de la baya de uva cv. Syrah" (1996-1999).

Maestría en Viticultura. Agro Montpellier, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Francia (1997-1998).

Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo (UNC), Mendoza, Argentina. Abril 1985 (1979-1985).

EXPERIENCIA PROFESIONAL

Director de la Unidad Experimental INRA de Pech Rouge (Gruissan, Francia) desde enero 2012.

Director de la Unidad Experimental INRA de Vassal (Marseillan, Francia) desde abril 2015.

Director Adjunto de la Unidad Experimental INRA de Pech Rouge (Gruissan, Francia) (2007-2011).

Ingeniero de Investigación INRA (Viticultura-Ecofisiología-Calidad de la uva), Unidad Experimental INRA de Pech Rouge (Gruissan, Francia) desde mayo de 2003.

Director de la Maestría de Viticultura y Enología organizada por la Universidad Nacional de Cuyo / INTA y SupAGRO Montpellier en Mendoza, Argentina (2001-2003).

Ingeniero de Investigación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Mendoza, Argentine (1993-2003).

Becario de investigación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) en el Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA), Mendoza, Argentina (1985-1989).

VALORIZACIÓN

Autor de más de 30 publicaciones en revistas científicas referenciadas y otras tantas en revistas especializadas del sector vitivinícola. Más de 70 intervenciones en congresos o en reuniones científicas y técnicas.

MEMBRESIAS

Vicepresidente del GIESCO, Grupo internacional de Expertos en Sistemas vitivinícolas para la Cooperación. Desde 2010.

PREMO RECIBIDO

Premio Francisco Oreglia a la Vitivinicultura Argentina. Mención Innovación en Viticultura.. Mendoza, Argentina 2005.

JOSEP ARMENGOL FORTÍ

Fecha y lugar de nacimiento: 1 de agosto de 1963. Mataró (Barcelona).
Correo electrónico: jarmengo@eaf.upv.es

TÍTULOS ACADÉMICOS

Ingeniero Agrónomo, Universidad Politécnica de Valencia, 1991.
Doctor Ingeniero Agrónomo, Universidad Politécnica de Valencia, 1997. Tesis doctoral “Aspectos patológicos, epidemiológicos y culturales de *Acremonium cucurbitacearum* Alfaro-García, W. Gams et J. García-Jiménez”

EXPERIENCIA PROFESIONAL

Catedrático de Universidad, desde 2009, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Valencia.
Investigador del Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universidad Politécnica de Valencia.

PRINCIPALES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Biología, epidemiología y control de las enfermedades de la madera de la vid.
Diagnóstico de hongos fitopatógenos en cultivos hortícolas, frutales, y plantas ornamentales y forestales.

PUBLICACIONES SOBRE HONGOS DE LA MADERA DE LA VID EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS

- Alaniz S., Abad-Campos P., García-Jiménez J. and Armengol J. 2011. Evaluation of fungicides to control *Cylindrocarpon liriodendri* and *Cylindrocarpon macrodidymum* in vitro and their effect during the rooting phase in the grapevine propagation process. *Crop Protection* 30: 489-494.
- Martos S., Torres E., El Bakali M.A., Raposo R., Gramaje D., Armengol J. and Luque J. 2011. Co-operational PCR coupled with dot blot hybridization for the detection of *Phaeomoniella chlamydospora* on infected grapevine wood. *Journal of Phytopathology* 159: 247-254.
- Agustí-Brisach C., Gramaje D., León M., García-Jiménez J. and Armengol J. 2011. Evaluation of vineyard weeds as potential hosts of black-foot and Petri disease pathogens. *Plant Disease* 95: 803-810.
- Gramaje D. and Armengol J. 2011. Fungal trunk pathogens in the grapevine propagation process: potential inoculum sources, detection, identification, and management strategies. *Plant Disease* 95: 1040-1055.
- Gramaje D., Mostert L. and Armengol J. 2011. Characterization of *Cadophora luteo-olivacea* and *C. melinii* isolates obtained from grapevines and environmental samples from grapevine nurseries in Spain. *Phytopathologia Mediterranea* 50: S112-S126.
- Agustí-Brisach C. and Armengol J. 2012. Effects of temperature, pH and water potential on mycelial growth, sporulation and chlamydospore production

in culture of *Cylindrocarpon* spp. associated with black foot of grapevines. *Phytopathologia Mediterranea* 51: 37-50.

- Gramaje D. and Armengol J. 2012. Effects of hot-water treatment, post-hot-water-treatment cooling and cold storage on the viability of dormant grafted grapevines under field conditions. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 18: 158-163.

- Luque J., García-Figueres F., Legorburu f.J., Muruamendiaraz A., Armengol J. and Trouillas F.P. 2012. Species of *Diatrypaceae* associated with grapevine trunk diseases in eastern Spain. *Phytopathologia Mediterranea* 51: 528-540.

- Agustí-Brisach C., Gramaje D., García-Jiménez J. and Armengol J. 2013. Detection of black-foot and Petri disease pathogens in soils of grapevine nurseries and vineyards using bait plants. *Plant and Soil* 364: 5-13.

- Gramaje D., Armengol J. and Ridgway H.J. 2013. Genetic and virulence diversity, and mating type distribution of *Togninia minima* causing grapevine trunk diseases in Spain. *European Journal of Plant Pathology* 135: 727-743.

- Mohammadi H., Gramaje D., Banihashemi Z and Armengol J. 2013. Characterization of *Diplodia seriata* and *Neofusicoccum parvum* associated with grapevine decline in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology* 15: 603-616.

- Agustí-Brisach C., Gramaje D., García-Jiménez J. and Armengol J. 2013. Detection of black-foot disease pathogens in the grapevine nursery propagation process in Spain. *European Journal of Plant Pathology* 137: 103-112.

- Agustí-Brisach C. and Armengol J. 2013. Black-foot disease of grapevine: an update on taxonomy, epidemiology and management strategies. *Phytopathologia Mediterranea* 52: 245-261.

- Correia K.C., Câmara M.P.S, Barbosa M.A.G., Sales Jr. R., Agustí-Brisach C., Gramaje D., León M., García-Jiménez J., Abad-Campos P., Armengol J. and Michereff S.J. 2013. Fungal trunk pathogens associated with table grape decline in north-eastern Brazil. *Phytopathologia Mediterranea* 52: 380-387.

- Gramaje D., Mañas F., Lerma M.L., Muñoz R.M., García-Jiménez J. and Armengol J. 2014. Effect of hot-water treatment on grapevine viability, yield components and composition of must. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 20: 144-148.

- Agustí-Brisach C., Moster L. and Armengol J. 2014. Detection and quantification of *Ilyonectria* spp. associated with black-foot disease of grapevine in nursery soils using multiplex nested PCR and quantitative PCR. *Plant Pathology* 63: 316-322.

- Gramaje D., León M., Santana M., Crous P.W. and Armengol J. 2014 Multilocus ISSR markers reveal two major genetic groups in Spanish and South African populations of the grapevine fungal pathogen *Cadophora luteo-olivacea*. *Plos One* 9, e110417: 1-13.

PASCAL LECOMTE

TÍTULOS ACADÉMICOS

Ingeniero, ENITA, Burdeos, Francia

EXPERIENCIA PROFESIONAL

- 1979-1995: Centro de Investigación INRA de Angers: Epidemiología del fuego bacteriano en las rosáceas frutales u ornamentales, la selección varietal y cómo combatirla.
- 1996-2011: Centro de Investigación INRA de Burdeos: Patología vegetal)

Competencias

- Arboricultura frutal, fitopatología, bacteriología, micología, diagnóstico.
- Especialista en el diagnóstico del suelo y de la etiología de las enfermedades emergentes en explotaciones frutales.

PRINCIPALES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ACTUALES

- Enfermedades de madera de la vid (la yesca, la Botriosfera o falsa yesca, la Eutipiosis, el pie negro)

Representación del INRA

- Miembro del grupo internacional de estudios de enfermedades de madera de la vid (ICGTD°)
- Perito judicial, experto ante comités directivos
- Miembro de la CEB, Comisión de Ensayos Biológicos (Commission des Essais Biologiques)

Enseñanza

- Curso de Máster en Biología y Biotecnología de las plantas, DNO (Diploma Nacional de Enólogo), Universidad de Burdeos

PUBLICACIONES

(principales a partir de 1990)

Fuego bacteriano: 49 publicaciones entre 1990 y 2001

Estudio de Enfermedades de madera de la vid (60 publicaciones entre 1999 y 2014)

LUIGI BAVARESCO

Nacido en Paderno del Grappa (Treviso, Italia) el 4 de junio de 1957.

Cargo: Profesor Asociado de Viticultura, Università Cattolica S.C., Piacenza, Italia.

TÍTULOS ACADÉMICOS

Formación: Titulación Universitaria (“Laurea”) en Ciencias Agrarias, por la “Università Cattolica S. Cuore, Piacenza (Italia), en 1980; Título de Doctorado en Ciencias Agrarias con especialidad en Viticultura por la Ecole National Supérieure Agronomique (E.N.S.A.), Montpellier (Francia), en 1991.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

Carrera profesional en la Università Cattolica Sacro Cuore (Piacenza, Italia):
1983 - Titular de Beca.

1988 – Investigador.

1993 - Profesor Adjunto .

1998 - Profesor Asociado de Viticultura.

Otros cargos profesionales: Director, Centro de Investigaciones de Viticultura – CRA (Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura), en Conegliano (Italia) entre julio de 2010 y junio de 2014.

Experiencia Internacional: Actividades de investigación en el Instituto Federal de Viticultura - Geilweilerhof de Alemania durante 6 meses en 1985, y en el Departamento de Viticultura y Enología, en la Universidad de California-Davis, durante 8 meses en 1992, con becas del National Research Council. Profesor Invitado, durante 6 meses (entre marzo y agosto de 2000), por la Universidad de Borgoña en Dijon, Francia, en el Institut Universitaire de la Vigne et du Vin Jules Guyot, con responsabilidades que abarcaban actividades tanto docentes como de investigación. Profesor Invitado en la Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, durante 3 semanas, noviembre-diciembre de 2009.

Ha impartido conferencias en numerosos simposios nacionales e internacionales, y ha sido orador principal en simposios internacionales celebrados en el Reino Unido (1990); España (1999, 2009); EEUU (2001, 2013); Argentina (2008); Perú (2008); Chile (2009), India (2010), Bolivia (2011, 2013), Eslovenia (2012), China (2012, 2014), y Serbia (2012).

Ha sido Vicepresidente de COST Action 858 (2003-2009) sobre “Biotic and abiotic stresses of grapevine”.

Ha sido Miembro del Comité Científico de las 9ª, 10ª y 11ª Conferencia Internacional sobre Genética y Cultivo de la Uva (2006, 2010, 2014); Macrowine

2008, Montpellier (Francia); WAC 2014, Beaune (Francia); 10th Terroir Congress, Tokaj (Hungría); UMT (Unité Mixte Technologique) VINITERA, Angers (Francia) y AGER (asociación de fundaciones de la banca italiana) para la financiación de investigación científica.

Afiliaciones: Es miembro de la Academia Italiana de la Vid y del Vino (Accademia Italiana della Vite e del Vino, AIVV); de la Sociedad Hortícola Italiana (Società Orticola Italiana, SOI); de la Sociedad Internacional de las Ciencias de Horticultura (International Society for Horticultural Science, ISHS); de la Asociación Americana para el Avance de las Ciencias (American Association for the Advancement of Sciences, AAAS); de la Sociedad Americana de Química (American Chemical Society, ACS); del Enlace de la Viña (Lien de la Vigne, París); de la Red internacional de la Cátedra de la UNESCO “Cultura y Tradiciones del Vino” (Réseau international de la Chaire UNESCO “Culture et Traditions du Vin”, Dijon, Francia). Ha sido Presidente de la OIV (Organización Internacional de la Viña y del Vino, Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, París), miembro del grupo de expertos “Entorno viticultural y evolución climática” (Viticultural environment and climatic evolution), y miembro del Comité Científico y Técnico.

Miembro de la Junta de Revisión Editorial de la publicación científica “Vitis” (Siebeldingen, Alemania), revista electrónica Science and Technology (Atenas, Grecia), “Wine Studies”. Editor Asociado de Acta Physiologiae Plantarum.

Director de la revista científica “Rivista di Viticoltura e di Enologia”, Conegliano (Italia) desde 2010 hasta 2012.

“Árbitro” en una gran variedad de publicaciones científicas internacionales.

Revisor inter pares de la ESF (European Science Foundation), MIUR (Ministerio Italiano de Educación, Universidad e Investigación), BARD (United States-Israel Binational Agricultural Research & Development Fund), ANR (Agence Nationale de la Recherche, Francia).

PRINCIPALES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Actividades científicas: ha participado en gran número de programas de investigación nacionales e internacionales. Sus principales áreas de investigación cubren los siguientes aspectos de la viticultura: caracterización de germoplasma, resistencia a las enfermedades, estilbenos de uva, metabolómica, cultivo, nutrición mineral, prácticas de cultivo cambio climático.

Ha publicado 149 artículos científicos en revistas nacionales e internacionales (58 en revistas de repercusión internacional con Factor de Impacto); 9 capítulos en libros internacionales; 1 capítulo en un libro italiano; 86 artículos técnicos publicados en revistas italianas, y es co-editor de un libro científico.

h-index (<http://apps.webofknowledge.com>) : 20.
Idiomas: Inglés, francés.

MAURO PIZZUTO

Tiene 45 años y vive en Fiume Veneto (Pordenone), Italia.

TÍTULOS ACADÉMICOS

Estudió Agricultura en la Universidad de Udine de la que se licenció con Matrícula de Honor, versando su tesis doctoral sobre el chancro del castaño.

EXPERIENCIA PROFESIONAL Y PRINCIPALES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Trabajó durante dos años en un laboratorio de biología molecular y obtuvo un certificado de asistencia a un curso especializado. Antes de completar sus estudios universitarios participó en un programa de formación en una empresa de cultivo de la vid y de elaboración de vino, y colaboró en la creación de una explotación ganadera.

Posteriormente cooperó en programas de investigación en el campo de la mecanización de la viticultura en la Universidad de Udine, obteniendo asimismo el certificado para practicar la agronomía.

Trabajó durante dos años en un importante vivero italiano de horticultura (la explotación era de 10 hectáreas) como Director de Producción, y completó su experiencia con una beca de la Comunidad Europea en el Institut für Zierpflanzenbau, en Geisenheim, Alemania.

Desde 1988 ha desempeñado labores en la “Vivai Cooperativi Rauscedo”, empresa líder a nivel mundial en la producción y marketing de sobreinjertos de viñas, en la que ha ocupado los siguientes cargos: en primera instancia, el de Director de Exportación para América del Sur y Europa del Este; luego, el de Jefe de Ventas y Logística en la sede de la empresa, y finalmente, desde 2011, el de Director para la Península Ibérica y Friuli Venezia Giulia (Italia). Está inscrito en el Registro de Doctores en Agronomía de la Provincia de Pordenone.

PABLO M CABRERIZO GEIJO

TÍTULOS ACADÉMICOS

- 1994 Licenciado en Biología UPV/EHU
- 1994 Licenciado de grado en Biología UPV/EHU
- 1999 Doctor en Ciencias, PhD. UPNa
- 2000 Auditor interno de Calidad
- 2000 Auditor interno de Medio Ambiente
- 2001 Evaluador de Impacto Ambiental COB-USEK

EXPERIENCIA PROFESIONAL Y PRINCIPALES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- 1993-1994: Becario (Consejería de Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco.- proyectos relacionados con las Ciencias Agrarias y afines). Universidad del País Vasco. Dpto. Biología Vegetal y Ecología..
- 1995-1999: Becario (M.E.C. - FPI) Universidad Pública de Navarra.
- 1997-1998: Colaboración docente en la Universidad Pública de Navarra
- 1994 –1999 Formador de alumnos de la Titulación de Técnicos Especialistas Sanitarios y Técnicos especialistas de Medioambiente de I.E.S. Sanitaria de Pamplona en la Universidad Pública de Navarra
- 1999-2000: Asesor sobre técnicas para la optimización de la productividad Cooperativa de Explotación Comunitaria de la Tierra “Santo Cristo de Reveche”.
- 2000-2002: Postdoctorado Universidad Pública de Navarra.
- 2002-2005: Autónomo.
- 2005-actualidad: Director Técnico del Área de Agrobiología y Calidad Agroalimentaria. ITC Calidad y Medio Ambiente.

LÍNEA Calidad de uva

2002 – actualidad Dirección Técnica de la Selección y el Control de Calidad de la Uva en bodegas de D.O. Ribera de Duero, D.O.C. Rioja, Rias Baixas, Bizkaiko Txakolina y Arabako Txakolina entre otras.

LÍNEA Fitofortificantes

2005 – actualidad Director de I+D+i en trabajos de adaptación para la aplicación de productos “fitofortificantes” en diversos cultivos de Europa y América del Sur para el incremento de la producción, la Mejora de la calidad, el Control de enfermedades bacterianas (*Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* – PSA, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* – PSS, *Agrobacterium* sp.,...) y el Control de enfermedades fúngicas (*Mycosphaerella fijiensis* en banano, Enfermedades de la madera como *Botryosphaeria obtusa*, *Fomitiporia* sp., *Phaemoniella chlamidospora*, *Phaeoacremonium aleophilum*, *Cylindrocarpon* sp, *Eutypa lata*, *Phytophthora* sp., ...) en viveros y cultivos de vid, banano, peral, melocotón, manzano, kiwi...

2010 – actualidad Responsable Asesor de Cultivos Frutales y Viñedos en diversas empresas de España, Portugal, Francia e Italia.

LÍNEA Automatización de tratamientos en vid

2008 – actualidad Dirección Técnica en el Área Vegetal del Proyecto de

Instalación y Gestión en la nube de Equipos Hidráulicos Anti-heladas Automatizados compatibles para su uso en el Tratamiento Fitosanitario de parcelas de vid en D.O. Ribera de Duero.

LÍNEA Metabolismo secundario

2011 – actualidad Director Técnico para la Optimización Fisiológica y Bioquímica del cultivo de Cannabis sativa en su uso farmacológico terapéutico a través de empresa autorizada (no permitida su divulgación).

C) ESTANCIAS EN CENTROS EXTRANJEROS

- 2013-2014: Universidad Técnica de Ambato (Ecuador) - SENESCYT. PhD investigador – docente.

- 2014 – actualidad: Estancias cortas y Dirección de proyectos de investigación en Ecuador.

PUBLICACIONES, CONGRESOS Y PROYECTOS

- 11 artículos científicos en revistas y libros de relevancia internacional
- 2 proceedings de relevancia internacional
- 5 participaciones relevantes en congresos
- 8 comunicaciones a congresos internacionales
- 6 comunicaciones a congresos nacionales
- 5 Proyectos de Investigación nacionales.

CONFERENCIAS Y CURSOS IMPARTIDOS

- Problemática y consecuencias del exceso de potasio derivado de una sobremineralización (2003).

- Consecuencias del exceso de potasio en viñedos de la “Ribera del Duero” (2004)

- Proceso de control y mejora de la calidad en viticultura D.O. “Ribera del Duero” (2005).

- Viticultura actual: Problemática y consecuencias de la proliferación de “enfermedades de la madera” en la D.O. Ribera del Duero (2009).

- Viticultura actual: Equilibrios y desequilibrios en Vitis vinifera en D.O. Arabako Txakolina. Mejora de la calidad vitícola (2009).

- Viticultura actual: Equilibrios y desequilibrios en Vitis vinífera en D.O. Rias Baixas. Mejora de la calidad vitícola (2010)

- Current viticulture: Wood diseases in Vitis vinifera / Maladies du bois (2012) (France).

LUIS VICTORINO MARTÍNEZ PURAS

TÍTULOS ACADÉMICOS

- Ingeniero Agrícola (I.N.E.A.).
Univ. De Valladolid.
- Máster en Dirección y Gestión Empresas Agrarias.1975-1978.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

- 1978: A.C.O.R, Cooperativa Azucarera.
Técnico de cultivos.
- 1979-2000: CYANAMID IBERICA,
Director Comercial España y Portugal.
- 2000-2005: BASF ESPAÑOLA,
Director Comercial España y Portugal.
- 2005-2010: IQV AGRO,
Director General España y Portugal.
- 2011-Actual: SIGFITO
Director de Desarrollo y Comunicación a nivel Nacional

JUAN JOSÉ RUBIO COQUE

SITUACIÓN ACTUAL.

- Catedrático de Microbiología. Departamento de Biología Molecular. Universidad de León
- Subdirector del Instituto de Investigación de la Viña y el Vino (IIVV) de la Universidad de León
- Socio fundador de la spin-off RGA Bio-Investigación S.L.

TÍTULOS ACADÉMICOS

- Licenciado en Ciencias Biológicas por la Universidad de León. 1988.
- Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad de León. 1992.

ESTANCIAS EN CENTROS EXTRANJEROS.

- Predoctoral fellow. Department of Microbiology. Biologisch Centrum. University of Groningen, Haren (Holanda). Julio-Septiembre, 1991.
- Postdoctoral fellow (Becado por la Fundación Ramón Areces). Laboratory of Cellular and Molecular Biology. National Institutes of Health (NIH). National Cancer Institute. Bethesda, Maryland (USA). Septiembre-1993 a Octubre-1994.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

- Profesor Ayudante Doctor. Área de Microbiología. Dpto. de Ecología, Genética y Microbiología. Universidad de León. Abril, 1993 a marzo, 1998.
- Profesor Asociado a Tiempo Completo. Área de Microbiología. Dpto. de Ecología, Genética y Microbiología. Universidad de León. Abril, 1998 a Mayo, 1998.
- Profesor Titular de Universidad. Dpto. de Microbiología. Universidad de Extremadura. Mayo, 1998 a septiembre, 2003.
- Profesor Titular de Universidad. Área de Microbiología. Dpto. de Biología Molecular. Universidad de León. Octubre, 2003 a julio, 2013.
- Catedrático de Universidad. Área de Microbiología. Dpto. de Biología Molecular. Universidad de León. Desde julio, 2013.

PUBLICACIONES, CONGRESOS Y PATENTES.

- Autor de 45 publicaciones en revistas científicas internacionales.
- Autor de 15 publicaciones en libros (libros o capítulos).
- Autor de 28 comunicaciones a congresos científicos nacionales y 37 comunicaciones a congresos científicos internacionales
- Autor de 3 patentes internacionales y 4 patentes nacionales.

DIRECCIÓN DE TESINAS, TESIS DOCTORALES Y OTROS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN.

- Dirección de 4 Tesinas de Licenciatura
- Dirección de 4 Tesis Doctorales

-
- Dirección de 4 Trabajos Fin de Máster
 - Dirección de 1 Trabajo Fin de Carrera

ISABEL BOMBAL

TÍTULOS ACADÉMICOS

Ingeniero Agrónomo por la ETSIA de Madrid, especializada en industrias agrarias, y máster de Calidad Industrial por la UNED.

Pertenece al Cuerpo de Ingenieros Agrónomos del Estado desde el año 2000.

En la actualidad, Vocal Asesora de la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Hasta el año 2012, desempeña su labor profesional siempre vinculada al ámbito de la industria alimentaria.

Directora general de Industrias y Mercados Alimentarios del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, desde 2009 hasta el 31 de diciembre de 2011.

Hasta el momento de ser Directora general, desempeñó el cargo de Subdirectora general de Planificación y Control Alimentarios, durante seis años, en la misma Dirección general. Previamente, en 2002, desempeña su labor profesional en Bruselas, en la Representación Permanente de España ante la UE, en temas relacionados con alimentación y desarrollo rural.

PRINCIPALES LINEAS DE INVESTIGACIÓN

En su trabajo actual, es la responsable de la innovación en el sector agroalimentario y forestal en el ámbito de las competencias del Ministerio, así como de la programación de desarrollo rural 2014-2020 en los ámbitos de la iniciativa Leader y de la EIP de agricultura productiva y sostenible. Y, entre otras cosas, está al frente de planes estratégicos de la Dirección general, como el Plan de activación socioeconómica del sector forestal y el Plan de diversificación económica del medio rural.



LA BÚSQUEDA DE LA CALIDAD EN LA UVA

X ENCUENTRO TÉCNICO,
MADRID 14 DE ABRIL DE 2015

ABSTRACTS



Fundación
para la
Cultura del **Vino**



Una Visión Global de los retos a los que se enfrenta la Viticultura de Calidad

Domingo M. Salazar Hernández

Catedrático de Viticultura y Cultivos Leñosos

Universidad Politécnica de Valencia

Es claro que una actividad agraria, como la viticultura buscando la calidad de sus producciones, en este caso la calidad de la uva, es un reto continuo que siempre está asociado al aumento de la rentabilidad y si es posible de la producción pero al menos manteniendo y mejorando un estándar prefijado de calidad reconocida y evaluada. Aún si es necesario cambiando prácticas de plantación, cultivo o control fitosanitario, desde luego mecanizando al máximo y si se considera, incluso limitando la producción al menos para determinados tipos de vinos.

De esta forma buscar y mantener la tipicidad de nuestros diversos vinos, debe ligarse claramente a las Buenas Prácticas Agrarias y al tipo de Producción, buscando siempre el adecuado manejo de riego y la fertirrigación así como el control de carencias, plagas y enfermedades, cuyas evoluciones deben estar cada vez más modelizadas y estudiadas desde el punto de vista de sus ciclos y umbrales, pero evidentemente siempre con el mínimo impacto negativo posible en el entorno y en la salud del consumidor.

Un primer e importante reto general es mantener la viticultura dentro de los conceptos de sostenibilidad, tanto ética como medioambiental sin olvidar la salud del consumidor y de los productores. Todo ello es importante, pero también lo es la investigación y ayuda al viticultor, intentando entre todos solucionar las múltiples cuestiones que se le presentan para conseguir la calidad deseada. Estas cuestiones, son al menos algunas de ellas, son las que se pretenden desarrollar en este Encuentro Técnico sobre la búsqueda de la calidad de la uva.

Riego de precisión de la vid: métodos, herramientas y estrategias para maximizar calidad y rendimientos en función del objetivo del viñedo.

Hernán Ojeda

Unidad Experimental INRA, Montpellier

El riego de la vid se ha utilizado desde hace mucho tiempo en los viñedos del “nuevo mundo vitivinícola” donde se practica ampliamente. En las regiones mediterráneas de Europa su adopción es mucho más reciente y constituye una de las primeras armas de adaptación de los viticultores a las consecuencias del cambio climático. Se trata de una herramienta que es necesario controlar para asegurar la calidad y la cantidad de la vendimia. La gestión precisa del riego está basada por una parte en la buena caracterización del estado hídrico del viñedo y por otro lado en el conocimiento de las respuestas de la cepa al déficit hídrico en función de su estado fenológico. Este conocimiento ayudará a definir una estrategia de riego adaptada al objetivo del viñedo, por diferente que este sea (uva de mesa, jugo de uva, mosto concentrado, vinos blancos, vinos tintos, vinos de guarda,...).

Palabras clave: vid, déficit hídrico, fertirrigación, calidad, rendimientos

La progresión de la Yesca en Francia: factores e hipótesis que pueden explicarla

Pascal Lecomte

Centro de Investigación INRA. Burdeos

Durante la última década, la enfermedad de la Yesca se ha convertido en una gran preocupación por los viticultores en Francia. De acuerdo a los datos del "Observatorio Nacional de las Enfermedades de la madera en viñas", su progresión fue lenta pero constante entre 2003 y 2008, mientras que la Eutypiosis tendía a retroceder. Si nunca es fácil de determinar y separar con precisión todos los factores que pueden ser responsables del aumento de la Yesca (Lecomte et al., 2011), todavía podemos enumerar diferentes hipótesis que sólo o conjuntamente pueden explicar su progresión:

(i) la prohibición del uso de arsenito de sodio en el año 2001. Es obvio que en los viñedos donde era necesario este producto para contener la enfermedad, la Yesca ha progresado después de la interrupción del producto, pero el progreso de la Yesca también se encontró en los viñedos no tratados, especialmente en Alemania y Suiza donde el arsenito de sodio nunca fue autorizado, por lo tanto su prohibición no puede explicar por sí sola el aumento global de Escal

(ii) el clima a través el calentamiento global pero también las grandes olas de calor del verano o largas períodos de sequía (s) durante la última década,

(iii) algunos cambios en las prácticas de cultivo, por ejemplo, un material vegetal que no siempre ha sido de buena calidad, las plantaciones en julio, el aumento de la densidad por hectárea, el abandono de una poda de calidad, la siembra tardía, los excesos de producción, ...

Adicionalmente, las investigaciones realizadas en nuestro instituto han demostrado resultados originales y probablemente esencial para comprender esta enfermedad. Por ejemplo, observaciones realizadas en la región de Burdeos, y en varios países europeos y mediterráneos, ilustraron de manera convincente la del que la Yesca incluye los síntomas foliares erróneamente atribuidos al BDA (Lecomte et al., 2012). Además, esas observaciones revelaron que las foliares síntomas de la Yesca son, en su mayoría, asociados a un trastorno vascular que se parece a una decoloración longitudinal de la madera en el xilema exterior justo debajo de la corteza (aspecto de banda o rasguños). El proceso de desarrollo de este síntoma muy particular aún se desconoce (Lecomte et al., 2012) pero parece estar relacionado con la disfunción de algunos caminos de savia. Este síntoma aparece como la consecuencia del desarrollo de las

necrosis internas en la madera de la vid, lo que limita el volumen de madera funcional y que lleva en verano al momento donde las temperaturas crecen regularmente y cuando el agua se convierte en un factor limitante.

Lecomte P., Darrieutort G., Laveau C., Blancard D., Louvet G., Goutouly J.-P., P. Rey, L. Guérin-Dubrana, 2011. Impact of biotic and abiotic factors on the development of Esca decline disease. Integrated Protection and Production in Viticulture, IOBC/wprs Bulletin, 67, 171-180.

Lecomte P., Darrieutort, Limiñana J.-M., Comont G., Muruamendiaraz A., Legorburu F.J., Choueiri E., Jreijiri F., El Amil R., and M. Fermaud, 2012. New insights into Esca of grapevine: the development of foliar symptoms and their association with xylem discoloration. Plant Disease 96 (7): 924-934.

Lecomte P., 2013. Evolución de las enfermedades de la madera de la vid en Francia. Tierras 210 :104-107.

El papel de los factores viticulturales en los atributos saludables de la uva y el vino

Luigi Bavaresco

Università Cattolica Santo.Cuore., Piacenza, Italia.

Se afirma que las uvas y el vino tienen efectos beneficiosos sobre la salud humana, debido principalmente a su alto contenido polifenólico. Los polifenoles contienen varias clases de compuestos, que se consideran en general antioxidantes eficaces para el ser humano cuando son ingeridos en la dieta, tales como los ácidos hidrocinámicos, los flavonoles, las antocianinas, los taninos (proantocianidinos) y los estilbenos. Estos últimos merecen atención especial por su función crucial en la planta: las fitoalexinas de estilbeno se acumulan en los tejidos blandos de la vid y se producen en la vía de los fenilpropanoides. A nivel de la baya (fruta) los estilbenos son producto de la piel tras haber sufrido estrés biótico o abiótico, y de la semilla, de la cual son compuestos constitutivos. La piel de la baya es la fuente principal de estilbenos consumidos durante la ingesta de uvas y vino. Resulta por tanto fundamental comprender en profundidad los mecanismos de los elicitores bióticos y abióticos de las fitoalexinas del estilbeno con el fin de incrementar sus niveles de producción. El estudio de la metabolómica permite identificar una gran variedad de estilbenos presentes en uva y vino, con posibles repercusiones importantes en la salud. Al someterse a la misma presión de elicitación, la concentración final de estilbenos en uva y vino se ve afectada por las decisiones que se toman en la práctica de la viticultura y, en el caso del vino, en su producción (i.e., factores enológicos). Se analizan las afirmaciones más recientes con relación al papel del resveratrol, incluyendo las tocantes a sus efectos en la prolongación de la vida de los organismos (incluyendo al ser humano) al activar los genes Sir-SIRT.

Palabras clave: resveratrol; estilbenos; salud; uvas; vino.

Innovación genética en los portainjertos. Variedades más resistentes a las enfermedades.

Mauro Pizzuto
Agromillora

El momento de la plantación del viñedo es crucial para el viticultor debido a las decisiones que éste debe tomar: la elección del suelo más apropiado según el tiempo de reposo, y en función también de los tiempos necesarios para su preparación óptima, la selección de la variedad de uva, la selección de los clones y la selección del portainjerto, según los objetivos de producción y la adaptabilidad del medio ambiente. Lamentablemente, cada vez es menos frecuente que se hagan las cosas ateniéndose solamente a estas decisiones. Ahora, la viticultura debe resolver y superar los cuatro retos principales: el cambio climático a nivel mundial, la sostenibilidad del medio ambiente, la gama en reducción constante – a nivel de la UE – de los principios activos que actúan contra los principales patógenos, y la contención de los costes de producción.

¿Cual estrategia será la adecuada?

NUEVOS PORTAINJERTOS – En tiempos pasados los resultados de la investigación resultaron en varios tipos de portainjerto, pero algunos fueron en última instancia poco sostenibles, tanto en lo tocante a la agronomía como a nivel de vivero (41B, Fercal, 140Ru y, parcialmente, 110R). Por estas razones, muchos equipos de investigación han centrado su atención en la creación de nuevos portainjertos. Aquí presento cuatro nuevos portainjertos nuevos, denominados M1, M2, M3 y M4, seleccionados por la Universidad de Milán y elegidos para pruebas por la Vivai Cooperativi Rauscedo con exclusiva mundial.

NUEVAS VARIEDADES– Desde un punto de vista estrictamente evolutivo y biológico, la limitación del uso de las nuevas variedades dentro de un territorio dado (véanse los protocolos excesivamente rígidos de DOP y IGP que tienden a mantener idénticos los materiales genéticos, mientras que simultáneamente el medio ambiente y los patógenos cambian de manera continua y adquieren un carácter más agresivo para las plantas).

Para alcanzar estas metas, es necesario seguir dos caminos:

- a) El de la mejora de las antiguas variedades mediante técnicas de transferencia de resistencia vid a vid (cis-génicas). De esta

manera se podrán retener los niveles presentes de DOP e IGP, puesto que estas variedades se mantendrían iguales.

b) El de crear, mediante cruces, nuevas variedades resistentes a la enfermedad. Sin embargo, ello implica la necesidad de cambiar los DOPs y los IGPs por medio de un proceso de obtención de certificados, permisos y licencias lento y laborioso.

El Instituto de Genómica Aplicada (Applied Genomic Institute) de Udine, con aportación de la Vivai Cooperativi Rauscedo, ha optado por esta alternativa, y a fecha de hoy se encuentra a la espera de la licencia que emite el Ministerio de Agricultura italiano para operar con 10 nuevas variedades resistentes al mildiú polvoroso y al mildiú lanoso de la uva, variedades idóneas para las condiciones medioambientales en la zona mediterránea. Dichas variedades son las denominadas Petit Merlot, Royal Merlot, Petit Cabernet, Royal Cabernet, Julius, Petit Sauvignon, Early Sauvignon, Sauvignon Doré, Fleurtaí, y Soreli. Una serie de programas de cruce actualmente en curso tiene como objetivo la obtención de nuevas variedades aptas para climas secos y calurosos.

Es claro que una actividad agraria, como la viticultura buscando la calidad de sus producciones, en este caso la calidad de la uva, es un reto continuo que siempre está asociado al aumento de la rentabilidad y si es posible de la producción pero al menos manteniendo y mejorando un estándar prefijado de calidad reconocida y evaluada. Aún si es necesario cambiando prácticas de plantación, cultivo o control fitosanitario, desde luego mecanizando al máximo y si se considera, incluso limitando la producción al menos para determinados tipos de vinos.

De esta forma buscar y mantener la tipicidad de nuestros diversos vinos, debe ligarse claramente a las Buenas Prácticas Agrarias y al tipo de Producción, buscando siempre el adecuado manejo de riego y la fertirrigación así como el control de carencias, plagas y enfermedades, cuyas evoluciones deben estar cada vez más modelizadas y estudiadas desde el punto de vista de sus ciclos y umbrales, pero evidentemente siempre con el mínimo impacto negativo posible en el entorno y en la salud del consumidor.

Un primer e importante reto general es mantener la viticultura dentro de los conceptos de sostenibilidad, tanto ética como medioambiental sin olvidar la salud del consumidor y de los productores. Todo ello es importante, pero también lo es la investigación y ayuda al viticultor, intentando entre todos solucionar las múltiples cuestiones que se le presentan para conseguir la calidad deseada. Estas cuestiones, son al menos algunas de ellas, son las que se pretenden desarrollar en este Encuentro Técnico sobre la búsqueda de la calidad de la uva.

Tratamientos alternativos a las enfermedades de la madera en vid

Pablo M. Cabrerizo

ITC Calidad y Medio Ambiente

Las enfermedades de la madera o enfermedades vasculares son omnipresentes. Desde bacterias a hongos, existen multitud de especies que generan daños en el Sistema Vascular de las plantas: yesca, eutipiosis, *Armillaria mellea*, *Cylindrocarpon* sp., *Xylella fastidiosa*, *Mycosphaerella fijiensis*, *Pseudomonas syringae*... todas ellas generan daños en los vasos de las plantas y todas ellas se están expandiendo de manera considerable en las últimas décadas.

Estas enfermedades implican la destrucción y/o inutilización del tejido vascular en aquellas áreas donde se produce el crecimiento de los patógenos. A su vez, estos patógenos provocan diversas respuestas: destrucción de estructuras de transporte, pérdida de volumen radicular, reducción en el flujo de sabia, modificación de las características fisicoquímicas de los fluidos, alteración de determinados ciclos, inhibición del crecimiento, disminución en la disponibilidad de microelementos... que a su vez implican, en muchos casos, respuestas en la planta que conllevan, más que el control de la enfermedad, el empeoramiento sintomatológico de la misma.

El entorno que generan y sobre el que actúan estos patógenos hace difícil su tratamiento mediante moléculas de síntesis: tanto por su localización, como por sus consecuencias. La movilidad de estas moléculas, de tamaño considerable y no reconocidas bioquímicamente por el hospedador, hacen complicado su uso, de manera racional y eficiente, frente a este tipo de enfermedades.

Bajo esta serie de premisas, el planteamiento que se presenta es el de utilizar diversas técnicas englobadas en un conjunto dirigido al control fúngico unido a la activación de diversas funciones vegetales encaminadas a incrementar el desarrollo meristemático, conseguir mayor división celular del cámbium y por tanto disponer de más volumen de xilema y de floema.

Se utilizan extractos biológicos procedentes de cultivos de microorganismos sobre los que se actúa bioquímicamente para estabilizar

toxinas y proteínas útiles. También se realizan otros tantos cultivos para extracción de biomoléculas con actividad vegetal que sirven de herramientas para modificar la movilidad de sabia, mejorar la absorción y adsorción de los productos aplicados, optimizar la disponibilidad de las toxinas tanto fúngicas como bacterianas, así como por disponer de actividad exoelicitadora.

Las aplicaciones de estos compuestos biológicos se realizan en estadios vegetales muy concretos y específicos según cultivo. Para optimizar su eficacia se realizan en momentos en los que la planta, per se, presenta peculiaridades que son aprovechadas: elevada movilidad acropétala, incremento de movilidad basipétala, crecimiento radicular, movilización de reservas, degradación de metaloproteínas,...

El tratamiento utilizado contra las enfermedades de la madera en vid provoca la mejora del estado sanitario y fisiológico de las plantas. Esta recuperación proviene de la doble respuesta generada con este tipo de aplicaciones: el bloqueo en el desarrollo del patógeno y la formación de tejido vascular nuevo.

Palabras clave: Enfermedad de la madera, Yescá, BDA, Petri, tratamiento, recuperación.

Desarrollo de estrategias naturales para el control de enfermedades de madera de vid

Juan José Rubio
Universidad de León.

Las enfermedades de madera de vid están actualmente consideradas como la mayor amenaza del sector vitivinícola a nivel mundial, de forma que cada vez es más frecuente escuchar la expresión “filoxera del siglo XXI” para referirse a ellas.

Se trata de un problema de difícil solución dado su carácter multifactorial: este término engloba numerosas patologías como yesca, enfermedad de Petri, pie negro o eutipiosis, por citar sólo las más representativas y el número de hongos fitopatógenos implicados se acerca a las 70 especies documentadas. Estos hongos pueden además infectar las plantas utilizando diferentes vías: lesiones mecánicas, como las heridas de poda o infección a través del aparato radicular.

Por ello se hace absolutamente necesario un abordaje integral y conjunto que incluya el establecimiento de medidas preventivas para controlar la tasa de infección, el desarrollo de métodos curativos, el correcto manejo del suelo de viñedo para controlar bajo mínimos el nivel de las poblaciones de hongos fitopatógenos o el establecimiento de unas adecuadas normas y tecnologías de producción de plantas de vid en viveros para producir un material vegetal con un óptimo estado fitosanitario, entre otras medidas.

El problema se agrava por la total ausencia de métodos de control efectivos y la estrategia de la Unión Europea de limitar al máximo el empleo de pesticidas de síntesis química en la industria agroalimentaria. Todo ello, unido a una cada vez mayor demanda de los consumidores de la producción de alimentos con un mínimo empleo de productos químicos, hace que el uso de productos y estrategias naturales para controlar éstas y otras patologías merezca especial atención.

En nuestra ponencia relataremos dos experiencias para la protección de heridas de poda de vid mediante el empleo de antifúngicos naturales y la reducción a través del aparato radicular de la infección de plantas injertadas de vid producidas en viveros mediante el empleo de novedosos agentes de control biológico.

Se trata de dos claros ejemplos de cómo el empleo de métodos de

control naturales puede ser una estrategia alternativa al uso de pesticidas de síntesis química.

"Nuevas líneas de apoyo a la innovación en agricultura"

Isabel Bombal

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente tiene, entre sus objetivos, impulsar la innovación en los sectores agroalimentario y forestal y facilitar el acceso a las nuevas oportunidades y fuentes de financiación para proyectos innovadores, especialmente las incluidas en las políticas de desarrollo rural en la programación 2014-2020.

El objetivo de la ponencia es el de difundir a los actores y entidades del sector vitivinícola qué son las ayudas a la innovación de los Programas de Desarrollo Rural y cómo acceder a ellas, qué es la Asociación europea por la Innovación de agricultura productible y sostenible y qué proyectos financia, y qué otras posibilidades de financiación de innovación específicas para el sector existen y dónde encontrarlas..

