

2007



Ribera del Duero

PONENCIAS DEL VII CURSO DE VERANO VITICULTURA Y ENOLOGÍA EN LA D.O. RIBERA DEL DUERO



DIRIGEN:

Agustín Alonso González
Consejo Regulador de la D.O. Ribera del Duero

Pilar Rodríguez de las Heras
ltre. Ayuntamiento de Aranda de Duero

VITICULTURA Y ENOLOGÍA
EN LA
D.O. RIBERA DEL DUERO

Primera edición: enero, 2010

Edita: Consejo Regulador de la Denominación de Origen Ribera del Duero
C/ Hospital, 6
09300 ROA (Burgos)
Tel. +34 947 54 12 21
Fax +34 947 54 11 16
info@riberadelduero.es
experimentacion@riberadelduero.es
www.riberadelduero.es

Cordinador de textos: Alberto Tobes Velasco
Servicio de Experimentación y Ensayo

Maquetación e Impresión: Gráficas de La Ribera-Aranda de Duero
C/ Carquemada, 14
09400 Aranda de Duero (Burgos)

I.S.B.N.: 978-84-692-9171-9
Depósito Legal: BU-445-2009

Impreso en España - Printed in Spain

ÍNDICE

VITICULTURA

ESTIMACIÓN Y CONTROL DEL RENDIMIENTO EN EL VIÑEDO

JESÚS YUSTE BOMBÍN

Doctor Ingeniero Agrónomo

DEPARTAMENTO DE VITICULTURA ITACYL – VALLADOLID 9

DIRECTRICES PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA TRAZABILIDAD EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA

RUTH MOCHALES CASTILLER, JESÚS P. GERIQUE MOLINA

Licenciados en Ciencias Económicas y Empresariales

UNIDAD DE CONSULTORÍA Y GESTIÓN AGROALIMENTARIA. ACK 15

BIOLOGÍA Y CONTROL DEL TALADRO DE LA VID. (*XYLOTRECHUS ARVICOLA*, OLIVIER 1795)

AUGUSTO GARCIA CALLEJA

Doctor Ingeniero Agrónomo

SERVICIO TERRITORIAL DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DE VALLADOLID 23

INVESTIGACIONES EN TORNO A LA CLOROSIS FÉRRICA DEL VIÑEDO EN LA D.O. “RIBERA DEL DUERO”

PEDRO MARTÍN PEÑA

Doctor Ingeniero Agrónomo

DPTO. DE PRODUCCIÓN VEGETAL Y RECURSOS FORESTALES. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID 41

PORTAINJERTOS: ALTERNATIVAS PARA LA GESTIÓN DEL VIÑEDO

M.^a DEL VALLE ALBURQUERQUE OTERO

Licenciada en Enología

TÉCNICO DEPARTAMENTO DE VITICULTURA. ITACYL 49

GESTIÓN DEL RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE UVA DE CALIDAD

JESÚS YUSTE BOMBÍN

Doctor Ingeniero Agrónomo

DEPARTAMENTO DE VITICULTURA ITACYL – VALLADOLID 61

EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS VIÑEDOS EUROPEOS

JOSÉ HIDALGO TOGORES

Doctor Ingeniero Agrónomo y Enólogo

DIRECTOR TÉCNICO DE BODEGAS BILBAÍNAS 73

ASPECTOS DE VITICULTURA AUSTRALIANA

XAVIER RIUS GARCÍA

Ingeniero Agrónomo

AGROMILLORA AUSTRALIA 79



NUEVAS TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD DE LA UVA EN EL VIÑEDO

FERNANDO MARTÍNEZ DE TODA
Catedrático de Viticultura
 UNIVERSIDAD DE LA RIOJA 87

ANÁLISIS RÁPIDOS DE UVA A SU ENTRADA A BODEGA: CRITERIOS DE CALIDAD

JOSÉ A. FERNÁNDEZ ESCUDERO
Licenciado en Ciencias Químicas
 JEFE DE LABORATORIO DE LA ESTACIÓN ENOLÓGICA DE CASTILLA Y LEÓN. ITACYL 91

ENOLOGÍA

LAS PARADAS DE LA FERMENTACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE VINO: TRATAMIENTOS PREVENTIVOS Y CURATIVOS

ANTONIO TOMÁS PALACIOS GARCÍA
Doctor en Ciencias Biológicas
 PROFESOR ASOCIADO DE LA UNIVERSIDAD DE LA RIOJA 103

ESTRATEGIAS BIOLÓGICAS PARA DISMINUIR EL GRADO ALCOHÓLICO DE LOS VINOS

EVA NAVASCUÉS LÓPEZ-CORDÓN
Doctora en Ciencias Biológicas
 ÁREA BIOTECNOLOGÍA AGROVIN 109

PREOCUPACIONES E INQUIETUDES DE UN ENÓLOGO

BERTA LAGUNA RODRÍGUEZ
Licenciada en Ciencias Químicas
 LEGARIS, S.L. 111

EL OLFATO TRAIADOR

RAMÓN VIADER GUIXÁ
Farmacéutico. Graduado en Enología
 DIRECTOR GERENTE DE LABORATORIOS VIADER ANÁLISIS, S.L. 123

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ELABORACIÓN DE VINOS

FERNANDO ZAMORA MARÍN
Doctor en Ciencias Químicas. Diplôme National d'Oenologue U. Burdeos
 GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍA ENOLÓGICA (TECNENOL).
 DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA Y BIOTECNOLOGÍA. FACULTAD DE ENOLOGÍA DE TARRAGONA. UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI 135

MODOS DE PREVENIR Y CORREGIR LA TURBIDEZ DE MOSTOS Y VINOS

M.^a LUISA GONZÁLEZ SAN JOSÉ
Doctora en Ciencias Químicas
 PROFESORA TITULAR DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS, ÁREA DE TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS. 141



VITICULTURA

ESTIMACIÓN Y CONTROL DEL RENDIMIENTO EN EL VIÑEDO

Jesús Yuste Bombín

Doctor Ingeniero Agrónomo. Dpto. Viticultura. ITACyL, Valladolid

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha observado una tendencia al aumento del rendimiento, debido probablemente a la tecnificación y a la modernización del cultivo de la vid, la mejora de las características agronómicas y sanitarias del material vegetal, y la introducción de nuevas técnicas de cultivo (Rubio y Yuste 2002). Por esta razón, el control del rendimiento se ha convertido en un aspecto prioritario para los viticultores, con el fin de evitar una pérdida de calidad en la cosecha que pueda derivarse del exceso de rendimiento.

Las principales técnicas utilizadas para regular el equilibrio vegetativo y reproductivo de las plantas de vid son la poda en seco y el aclareo de racimos enteros o de partes de ellos (Bertamini *et al.* 1989). El aclareo de racimos es una operación de gran utilidad para el control de la carga de uva que consiste en la eliminación de racimos, pudiéndose ejecutar en distintas épocas y con distintos niveles de intensidad, lo que trae como consecuencia directa la disminución del rendimiento. En cuanto a los efectos en la composición de la uva, el aclareo de racimos tiende a incrementar el nivel de concentración de azúcares en el mosto (Dumartin *et al.* 1990), pero puede reducir la acidez total del mosto en determinadas condiciones medioambientales (Rubio y Yuste 2002). La intensidad del aclareo no se puede generalizar ya que en cada situación es necesario determinar el nivel de aclareo en función del potencial del viñedo y del rendimiento que se pretende obtener. Para determinar el nivel de aclareo es necesario estimar previamente el rendimiento del viñedo y establecer el rendimiento que se pretende obtener en la fecha de vendimia tras la aplicación de dicho aclareo.

1. LA ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO

1.1. Componentes del rendimiento del viñedo

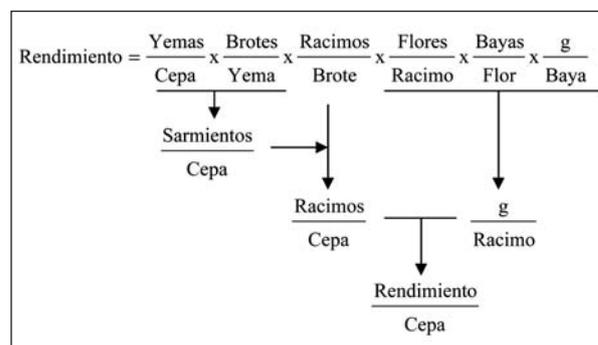


Figura 1: Componentes del rendimiento

Para estimar con precisión la producción de un viñedo es necesario determinar cada uno de los componentes del rendimiento, algunos de los cuales pueden ser medidos fácilmente, como el número de racimos, mientras que otros requieren medidas y muestreos más laboriosos, como el número de flores (López-Miranda 2002). El peso de la baya, por su parte, no puede ser conocido hasta la fecha de vendimia por lo que únicamente puede ser estimado a partir del historial del viñedo (López-Miranda *et al.* 2004).

La estimación del peso del racimo a través de datos históricos de la parcela no suele ser válida debido a la variabilidad interanual que dicho componente puede presentar (López-Miranda *et al.* 2004), como consecuencia, principalmente, de la variabilidad del número de bayas por racimo, siendo el peso de la baya relativamente constante de un año a otro en un mismo viñedo (Dunn y Martin 2000). Por tanto, para estimar el peso final del racimo es necesario determinar el número de bayas por racimo, y, posteriormente, aplicar en el cálculo un peso de baya preferentemente histórico, que resulta más fácilmente predecible debido a que este parámetro suele tener un valor más estable.

1.2. Metodología de estimación del rendimiento

La toma de datos para realizar una estimación temprana del rendimiento, necesaria para el ajuste de la producción, se realiza en los primeros estados

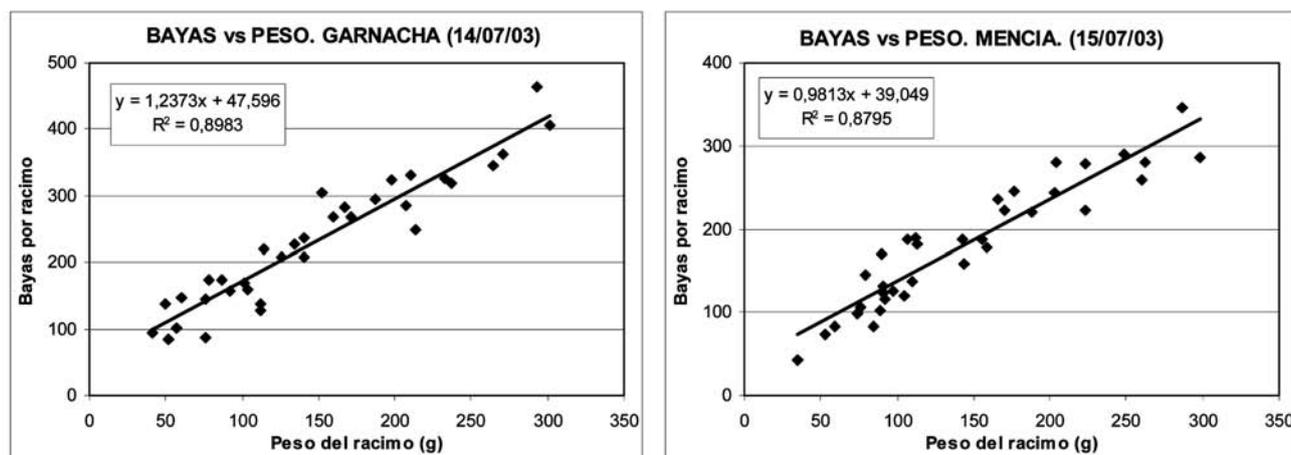


Figura 2: Relación entre el número de bayas por racimo y el peso del racimo de las variedades Garnacha y Mencía en Valladolid. (López-Miranda *et al.* 2004).

	Bayas/Racimo	Peso Baya (g)	Peso Racimo (g)
Garnacha	228,9	1,36	311,3
Mencía	176,4	1,58	278,7

Tabla 1: Número de bayas por racimo, peso de la baya y peso del racimo estimados de las variedades Garnacha y Mencía en Valladolid. (López-Miranda *et al.* 2004).

del crecimiento herbáceo de la baya, cuando ésta alcanza un diámetro mínimo de 7 mm (López-Miranda *et al.* 2004).

En primer lugar se cuenta el número de racimos por cepa, en una muestra de cepas representativas del conjunto del viñedo que se quiere estimar. A continuación, se debe estimar el peso medio que alcanzará el racimo en la fecha de vendimia. Para ello, se determina el número medio de bayas por racimo a través de la relación existente entre el peso del racimo y el número total de bayas en la fecha de estimación. Dicha relación se establece de la siguiente manera: cuando las bayas alcanzan el diámetro requerido, se recoge en el campo una muestra de 30-60 racimos, escogiendo, según el tamaño, 10-20 pequeños, 10-20 medianos y 10-20 grandes. Dichos racimos se pesan, y se cuentan las bayas que contienen individualmente, estableciendo así la correspondiente relación de regresión (figura 2).

Una vez determinada esta relación, se pesa en el campo una muestra de racimos más amplia, representativa del conjunto del viñedo en estudio, para poder estimar el número medio de bayas por racimo. Esta muestra de racimos puede variar entre 60 y 120 racimos dependiendo del tamaño del viñedo. Los valores del número medio de bayas por

racimo y del peso de la baya estimado en función de los datos históricos de la parcela permiten estimar el peso del racimo en la vendimia venidera (tabla 1).

A partir del peso medio del racimo estimado para la fecha de vendimia y del número de racimos por cepa, se calcula el rendimiento final por cepa y por hectárea.

2. CONTROL DEL RENDIMIENTO MEDIANTE ACLAREO DE RACIMOS

Una vez estimado el rendimiento que alcanzará el viñedo en la fecha de vendimia, hay que determinar si se ajusta a la cantidad de uva deseada o si, por el contrario, se hace necesario el ajuste de la producción. Los criterios que se pueden emplear para fijar el rendimiento máximo de un viñedo pueden obedecer a una determinada producción máxima en función de la experiencia sobre el viñedo, a establecer un límite máximo fijado por un organismo de control, o responder al potencial productivo y cualitativo determinado por la superficie foliar (Champagnol 1984), como se indica en las figuras anexas (3 a 6).

La intercepción de radiación solar depende fundamentalmente de la cantidad de superficie foliar que

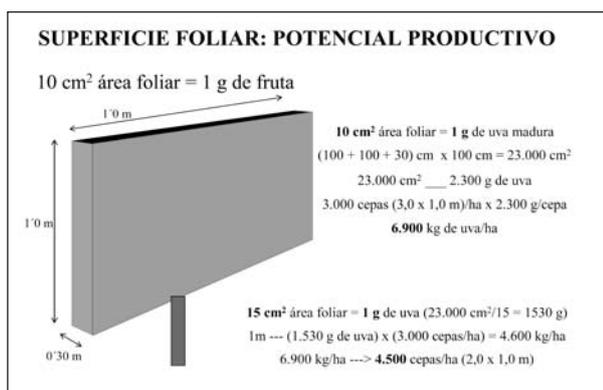


Figura 3: Estimación del potencial productivo basado en la superficie foliar.

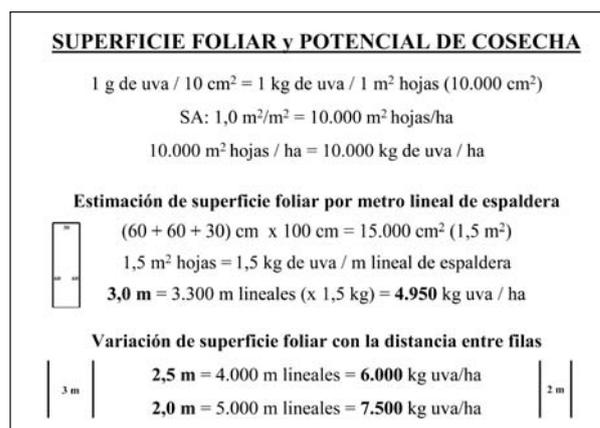


Figura 4: Modificación del potencial productivo a través de la distancia entre filas.



Figura 5: Modificación del potencial productivo a través de la altura de la espaldera.

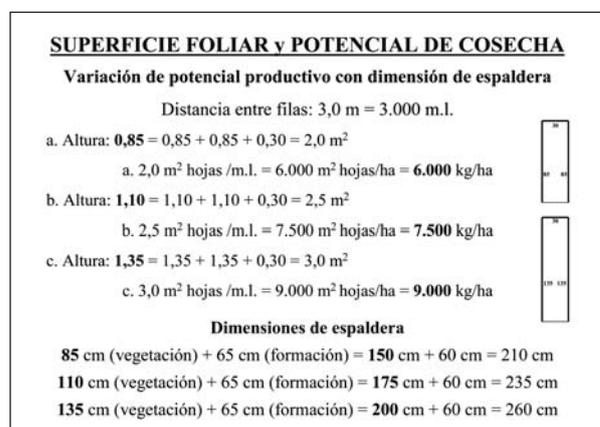


Figura 6: Modificación del potencial productivo y dimensiones de la espaldera.

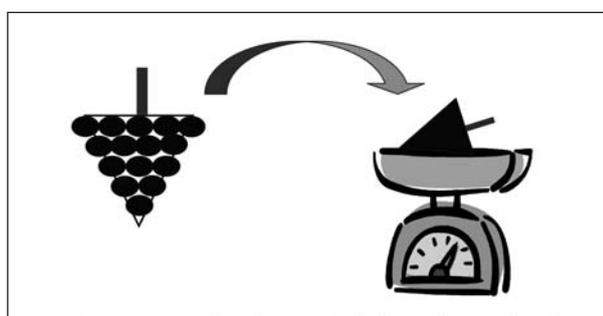


Figura 7: Muestreo de racimos para cálculo de regresión: Peso de racimo – Número de bayas.

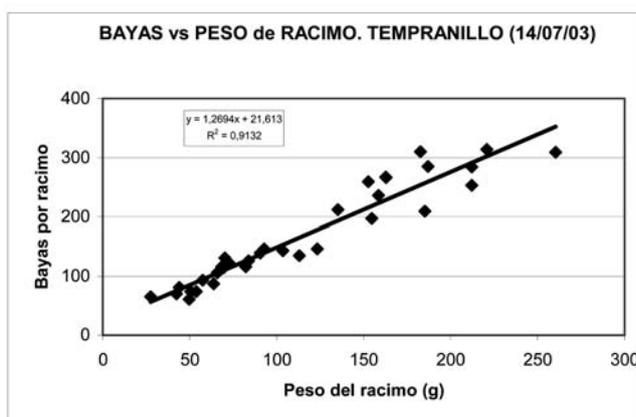


Figura 8: Ecuación de regresión: Peso de racimo – Número de bayas.



Figura 9: Muestreo de racimos en el conjunto del viñedo.



Figura 10: Aclareo de racimos excedentes respecto al potencial productivo.

	Rendimiento Estimado	Rendimiento Deseado	Rendimiento a eliminar	Racimos a eliminar	Racimos a dejar
Garnacha	6,9	3,5	3,4	11-12	10-11
Mencia	5,2	3,5	1,7	6	12-13

Tabla 2: Estrategia de aclareo de racimos en las variedades Garnacha y Mencia en Valladolid. Rendimiento estimado, rendimiento deseado y rendimiento a eliminar (kg/cepa); racimos a eliminar y racimos a dejar (racimos/cepa). (López-Miranda *et al.* 2004).

se encuentra en el exterior del *canopy*. La superficie foliar externa es la responsable mayoritaria de la actividad fotosintética debido a la drástica disminución que experimenta la radiación solar al penetrar progresivamente en el *canopy* (Smart 1985). Por tanto, puede considerarse que la superficie foliar externa del viñedo determinará el potencial productivo del viñedo (Schneider 1992).

Por cada gramo de uva obtenido bajo unas condiciones particulares se necesita una cierta superficie foliar que elabore los productos de síntesis indispensables para la maduración de los frutos, así como para asegurar un crecimiento y una acumulación de reservas adecuados (Casteran 1971, en Baeza 1994). En diferentes estudios se aportan valores que van desde 7 cm² de área foliar por cada gramo de uva (May *et al.* 1969) hasta 48 cm²/g según Chaves (1986). De manera general, los valores adecuados se suelen situar entre 10 cm²/g y 20 cm²/g, para con-

diciones de maduración favorables y poco favorables respectivamente (Champagnol 1984).

En una situación concreta de conducción en espaldera cuyas características permitan un desarrollo de 2 m² de superficie foliar externa por metro lineal de la fila de cepas, considerando que para que madure correctamente 1 kilo de uva sería necesario 1 m² de superficie foliar, el rendimiento de dichas cepas debe ser ajustado a 2,0 kg por metro lineal. La consecución de dicho rendimiento se hará a través del aclareo correspondiente a partir del rendimiento estimado previamente (tabla 2).

Si el rendimiento estimado es menor que el rendimiento deseado, no será necesario ningún tipo de intervención de aclareo de racimos. Por el contrario, si el viñedo muestra una previsión de cantidad de cosecha superior al límite máximo fijado en función del desarrollo del área foliar será necesario practicar un aclareo de racimos (tabla 2).

3. UTILIDAD DEL ACLAREO PARA EL CONTROL DEL RENDIMIENTO

El aclareo de racimos resulta una operación eficaz para controlar el rendimiento del viñedo (Rubio 2002). Sin embargo, su aplicación presenta la necesidad de realizar un análisis previo en el viñedo antes de ser practicado, ya que la variabilidad que puede existir entre variedades, parcelas, años, etc., exige tomar decisiones distintas en cada situación. El aclareo de racimos racional sólo puede basarse en una precisa estimación del rendimiento, lo cual exige el conocimiento del viñedo y la toma de datos en el campo para evaluar y analizar la situación de cada viñedo y poder establecer la intervención adecuada para su control.

BIBLIOGRAFÍA

- Baeza, P. (1994). Caracterización ecofisiológica y evaluación agronómica de diferentes sistemas de conducción del viñedo (*Vitis vinifera* L.) en regadío. *Tesis Doctoral*. Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. 209 p.
- Bertamini, M.; F. Campostrini, M. Falcetti, F. Iacono, D. Porro, M. Stefanni (1989). Controllo della produzione con la potatura ed il diramento dei grappoli cv. Schiava. *Bolletino Istituto Agrario S. Michele a/Adige* 2.
- Champagnol, F. (1984). *Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale*. Ed. F. Champagnol. Saint-Gely-du-Fesc. France. 351p.
- Chaves, M. (1986). Fotosíntese e repartição dos productos de assimilação en *Vitis vinifera* L. *Tesis Doctoral*. Universidad Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomía. 221 p.
- Dumartin, P.; B. Lemoine, S. Marcorelles (1990). Les travaux en vert de la vigne. *Progrès Agricole et Viticole* 107, 143-144.
- Dunn, G.M.; S.R. Martin (2000). Do temperature conditions at burdburst affect flower number in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet sauvignon? *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6, 116-124.
- López-Miranda, S. (2002). Componentes del rendimiento en cv. Verdejo (*Vitis vinifera* L.), sus relaciones y su aplicación al manejo de la poda. *Tesis Doctoral*. Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. 282 p.
- López-Miranda, S.; J. Yuste, H. Martín, R. Yuste (2004). Estimación del rendimiento para adecuar la aplicación del aclareo de racimos al nivel de producción perseguido. *Viticultura y Enología Profesional* 92, 37- 44.
- May, P.; N.J. Shaulis, A. Antcliff (1969). The effect of controlled defoliation in the Sultana vine. *American Journal of Enology and Viticulture* 20, 237-250.
- Rubio, J.A. (2002). Riego y aclareo de racimos: efectos en la actividad fisiológica, en el control del rendimiento y en la calidad de la uva del cv. Tempranillo (*Vitis vinifera* L.). *Tesis Doctoral*. Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. 254 p.
- Rubio, J.A.; J. Yuste (2002). Efectos del aclareo de racimos y el régimen hídrico en la producción, el desarrollo, el mosto y el comportamiento fisiológico del cv. Tempranillo conducido en espaldera. *Viticultura y Enología Profesional (Especial Nutri-Fitos)* 83, 86-92.
- Schneider, C. (1992). Quelles techniques de conduite adopter pour favoriser la qualité et maîtriser la production. *Site-vinitech*. Burdeos, 265-276.

DIRECTRICES PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA TRAZABILIDAD EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA

Ruth Mochales Castiller, Jesús P. Gerique Molina

Licenciados en Ciencias Económicas y Empresariales. Unidad de Consultoría y Gestión Agroalimentaria. ACK

Comprimida entre la superioridad tecnológica americana y el dinamismo asiático Europa ha declarado la innovación como una prioridad absoluta.

Gary Hamel en su último trabajo sostiene que innovar en gestión produce más rendimiento rentable y sostenible que innovar en estrategia, operaciones o producto.

La innovación en gestión puede contribuir decididamente a mejorar la competitividad haciendo las cosas de forma más eficaz y eficiente, esto es revisando, definiendo, estandarizando y optimizando sus procesos.

La adopción de las medidas necesarias para la adaptación a la nueva normativa sobre trazabilidad que entro en vigor en 1 de enero de 2005 debe interpretarse como una oportunidad para la revisión de los procesos de cada bodega y un avance más que significativo en la gestión de los mismos. Si exclusivamente incorporamos unos registros adicionales para cumplir la normativa estaremos perdiendo una gran oportunidad que seguramente no dejarán pasar nuestros competidores.

A continuación desarrollaremos algunos conceptos claves para entender el concepto de trazabilidad y algunas consideraciones para una adecuada implantación.

1. GÉNESIS DEL CONCEPTO TRAZABILIDAD

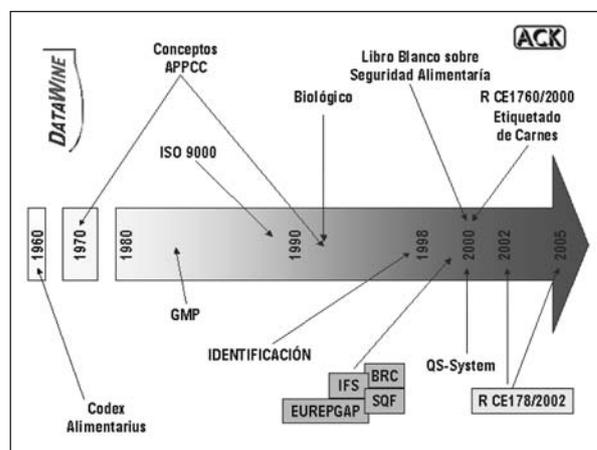
En el año 1962 se crea la comisión del Codex Alimentarius. La Comisión del Codex Alimentarius es el órgano ejecutivo del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, creada para responder al creciente interés de los países miembros de Naciones Unidas en que se adoptaran medidas para proteger la salud de los consumidores y resolver los problemas que se planteaban en el comercio de los alimentos.

El Codex Alimentarius es, en el presente contexto, una compilación de normas, códigos de prácticas, directrices y recomendaciones para todos los países, para que sirvan de orientación a la industria alimentaria y protejan la salud de los consumidores. Estableciéndose como sus objetivos los indicados a continuación:

- Proteger la salud y los intereses económicos de los consumidores.
- Garantizar las prácticas justas en el comercio mundial de alimentos, mediante la reducción de barreras no arancelarias.
- Armonizar conceptos y normas, que tengan una efectiva repercusión sobre la calidad e inocuidad en el suministro de alimentos.

Podemos afirmar sin lugar a dudas que este es el primer antecedente, de ámbito internacional de la normativa que nos ocupa.

Siguiendo por el camino de la historia, debemos hacer una breve parada para hacer referencia al sistema APPCC (también conocido como HACCP), hoy en aplicación en la mayoría de nuestras bodegas, desarrollado de manera conjunta entre la Administración para la Aeronáutica y el Espacio (NASA), laboratorios del ejercito de los Estados Unidos y la compañía de alimentos Pillsbury, quienes hacia finales de los años 60 y comienzos de los 70,



iniciaron su aplicación en la producción de alimentos con requerimientos de "cero defectos" destinados a programas espaciales de la NASA, y luego la presentaron oficialmente en 1971 para deliberación durante la Primera Conferencia Nacional de Protección de Alimentos en Estados Unidos.

Sin embargo la creación del Codex Alimentarius, o el diseño del sistema APPCC, no ha podido evitar crisis alimentarias como el triste envenenamiento por aceite de colza, que supuso 300 muertes y más de 15.000 afectados, o el más reciente síndrome de las vacas locas, dos extremos de un periodo en el que han sido noticia la contaminación de Coca-Cola por exceso de CO₂ y presencia de funguicidas en los palets, la aparición del benceno en el agua Perrier, la utilización OGM no aprobados para el consumo humano en los Tako Bell de Kraft o las dioxinas de los pollos. Hoy la gripe aviaria es portada en los medios de comunicación.

No es de extrañar por lo tanto que en el estudio CIAA 2002 European Food Survey se llegue a la conclusión de que los consumidores perciben a la alimentación como una mayor fuente de riesgos que los propios accidentes de tráfico.

Como respuesta a esta compleja problemática surgen a finales de los 90 varias iniciativas encaminadas a salvaguardar la seguridad alimentaria: BRC, Global Food Standard, EUREPGAP, SQF, IFS, ..., todas ellas en el ámbito privado, lideradas en su mayoría por las cadenas de distribución y convertidas en un pliego de condiciones particulares de obligado cumplimiento para poder suministrar producto de marca blanca.

La UE por su parte publica, el 12 de enero de 2000, el Libro Blanco sobre la Seguridad Alimentaria, que se justifica en los fallos en la concepción y la aplicación de la normativa alimentaria en la Unión Europea puestos de relieve por una serie de crisis relativas a la alimentación humana y animal (EBB, dioxinas, etc.).

La Comisión por medio de esta publicación propone un conjunto de medidas entre las que destacan las siguientes:

- la creación de un organismo alimentario europeo independiente, encargado de la formulación de dictámenes científicos independientes sobre todos los aspectos relacionados con la seguridad alimentaria, la gestión de los sistemas de alerta rápida y la comunicación de los riesgos;

- un marco jurídico mejorado que cubra todos los aspectos vinculados a los productos alimentarios, "del campo a la mesa";
- sistemas de control más armonizados a nivel nacional;
- un diálogo con los consumidores y otras partes interesadas.

Se acababa de poner la primera piedra de la actual legislación alimentaria. El 17 de julio de ese mismo año se publicaba el Reglamento (CE) N° 1760/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo, que establece un sistema de identificación y registro de los animales de la especie bovina y relativo al etiquetado de la carne de vacuno y de los productos a base de carne de vacuno. El 25 de agosto aparece el Reglamento (CE) N° 1825/2000 de la Comisión por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento anterior.

Finalmente el 28 de enero de 2002 se publica el Reglamento (CE) N° 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen los principios y requisitos generales de la Legislación Alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan los procedimientos relativos a la Seguridad Alimentaria.

El artículo 18 de este Reglamento, que entró en vigor el 1 de enero de 2005, establece en su párrafo primero que "en todas las etapas de la producción, la transformación y la distribución deberá asegurarse la trazabilidad de los alimentos, los piensos, los animales destinados a la producción de alimentos y de cualquier otra sustancia destinada a ser incorporada en un alimento o un pienso, o con probabilidad de serlo", para pasar a desarrollar este concepto en los párrafos siguientes.

Pero, ¿qué es la trazabilidad?, ya hemos mencionado como según un estudio de la OCU el 54% de los encuestados lo desconoce. Nuestra primera sorpresa será que al acudir al diccionario de la Real Academia Española < esta palabra no existe, a pesar de que su uso se ha generalizado en los últimos años.

Siguiendo en nuestra labor investigadora acudimos a la Norma ISO 9812 que define la trazabilidad como la capacidad de rastrear la historia, aplicación o ubicación de una entidad por medio de identificadores y registros.



La OCU en esa misma línea indica que es "poder rastrear un alimento desde su origen a las manos del consumidor", y apostilla que "el objetivo es poder disponer rápidamente de la información del alimento a lo largo de toda la cadena alimentaria".

Finalmente es el propio Reglamento (CE) 178/2002 el que podemos considerar como fuente de la definición legal de trazabilidad, estableciendo en su artículo 3, apartado 15, que "Trazabilidad" es "la posibilidad de encontrar y seguir el rastro a través de todas las etapas de la producción, transformación y distribución de un alimento, un pienso, un animal destinado a la producción de alimentos o una sustancia destinados a ser incorporados en alimentos o con probabilidad de serlo".

Definición que nos da las claves para determinar el ámbito en que la Trazabilidad se concreta en la gestión de una bodega, y que se materializa en las etapas indicadas:

■ Producción

Afectará a todos los aspectos de la producción de la uva, desde las características de las parcelas, hasta el control de las actuaciones realizadas (tratamientos, riegos, fertilizaciones, cosecha, ..).

■ Transformación

La trazabilidad en la transformación comenzará en el mismo momento de la entrada de la uva en la bodega, debiendo garantizarse la vinculación de la información con las parcelas de origen y el mantenimiento de la misma a lo largo de todo el proceso de elaboración hasta que el vino este dispuesto para su comercialización.

■ Distribución

Independientemente del canal de distribución utilizado por la bodega, deberá garantizarse la continuidad de

la traza, conservando los registros oportunos e incorporando sistemas estándar de identificación EAN, que faciliten la conexión de la información a lo largo de toda la cadena.

2. LA TRAZABILIDAD EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA

Sentadas las bases del origen del concepto Trazabilidad y analizadas algunas de sus definiciones pasaremos a estudiar las implicaciones de su implantación en un sector con ciclo de producción y transformación tan complejo como el que nos ocupa.

En el desarrollo de nuestro trabajo entenderemos la trazabilidad como un método verificable para la identificación de todos los elementos que intervienen en la producción, transformación y distribución de los productos vitivinícolas.

Para ello estableceremos dos objetivos básicos: disminuir la posibilidad de un problema alimentario (aspecto íntimamente ligado a los conceptos de APPCC y Eurepgap) y, en caso de que éste se produzca, minimizar su impacto tanto sanitario como económico, faceta en la que la trazabilidad, tanto en su vertiente de rastreabilidad como de localización, es un elemento básico e insustituible.

La implantación de la trazabilidad nos debe permitir el seguimiento de todas las unidades a través de la cadena de suministro, de modo que en caso de



producirse un problema, puedan identificarse rápidamente todos los lotes defectuosos, ponerse en cuarentena las existencias en los almacenes, retirar del mercado todas las unidades defectuosas, determinar la causa exacta del problema y su posible afección a otros productos, colaborando de este modo con los servicios de salud pública a adoptar las medidas oportunas y, en definitiva, reduciendo los riesgos para los consumidores, aliviando sus preocupaciones y minimizando el gasto innecesario de recursos públicos y privados.

Alcanzar estos objetivos obliga a establecer un método global de registro, que garantice una identificación única y exacta en cada punto del proceso, pero a la vez interrelacionada con el resto, para lo cual no solo deben producirse una total integración dentro de la empresa, sino que también es necesaria una adecuada comunicación con sus socios comerciales, tanto clientes como proveedores.

Desde el punto de vista del Sistema de Información de la bodega es imprescindible establecer una asociación sistemática entre el flujo de productos y el de información, de modo que puedan obtenerse en cualquier momento los reportes previamente definidos.

Sin embargo, aplicar estas directrices a nuestro sector no es sencillo. En primer lugar, debemos dejar claro que las indicaciones que deseamos aportar con este trabajo deben tomarse como tales indicaciones. Si por algo se caracteriza el sector vitivinícola en nuestro país es por su heterogeneidad, por lo que cada responsable deberá analizar su realidad y en base a la misma adoptar las propuestas que considere más apropiadas. Aunque el sector agroalimentario tiene muchos aspectos en común hay algunas especificidades del vitivinícola que debemos tener en cuenta:

■ Estacionalidad

La cosecha marca en gran medida la actividad de la bodega, en unas pocas semanas se produce la entrada de la uva y su vinificación, absorbiendo masivamente los recursos de la empresa, siendo a su vez, como veremos más adelante, uno de los puntos más críticos para garantizar la trazabilidad.

■ Ciclo de elaboración extenso

Si bien la estacionalidad es un elemento común con todas las industrias con base agrícola, no se da un

caso similar con el ciclo de producción, que puede llevar desde unos pocos meses para los vinos jóvenes hasta varios años para las mejores crianzas, lo que acentúa la complejidad de la trazabilidad.

■ Ciclo de consumo indeterminado

Lo mismo ocurre con el hecho de que algunos vinos puedan ser consumidos bastante años después de su comercialización, la legislación determina que los registros de trazabilidad deben mantenerse mientras un producto sea susceptible de consumo, lo que en algunos casos puede ser prácticamente imposible de determinar.

■ Proceso de elaboración complejo

Debemos tener en cuenta la complejidad del proceso de elaboración del vino, en cuanto a sus implicaciones de trazabilidad supone: múltiples fases, frecuentes trasiegos, contacto con diferentes superficies, mezclas habituales, tratamientos poco predecibles o la importancia de la aplicación de las más absolutas medidas de limpieza para garantizar un producto de calidad, pero que sin embargo puede ser una fuente de contaminación altamente peligrosa en el caso de una aplicación inadecuada.

■ Asimetría en los interlocutores comerciales

Si heterogéneo es el sector, también lo son sus socios comerciales, que pueden ir desde viticultores de edad avanzada con dificultades para asumir estos nuevos requerimientos, hasta grandes superficies deseosas de aplicar las más avanzadas tecnologías para establecer los intercambios de información con la bodega.

■ Sujeto a una estricta, amplia y heterogénea regulación

Finalmente hacer referencia a la estricta regulación del sector que implica que determinadas prácticas habituales en otros estén proscritas en éste, haciendo compleja la labor de establecer registros fidedignos de trazabilidad.

3. LA IMPLANTACIÓN DE LA TRAZABILIDAD EN LA BODEGA

Aunque no podemos hablar de un manual de trazabilidad cómo tal, sí debemos definir y documentar cómo va a gestionarse la trazabilidad en nuestra

bodega, de forma que podamos planificar adecuadamente su implantación, mantenimiento y actuación en caso de crisis.

El "plan de trazabilidad" de cada bodega debe ser coherente con su realidad, adaptado a sus características específicas, el de una bodega con total seguridad no será totalmente válido para ninguna otra. Debe ser transparente, adecuándose a la normativa vigente y facilitando plena información de cómo va a desarrollarse; deberá estar disponible para ser auditado por organismos públicos y privados. Y por último debe ser útil, no olvidemos que el fin último de la normativa de trazabilidad es salvaguardar la salud de los ciudadanos.

Seguramente la primera pregunta que nos venga a la mente es por donde empezar. La normativa sobre trazabilidad es sencilla y hoy existen multitud de guías tanto de ámbito general como sectorial a disposición de los interesados, como paso previo a la implantación no está de menos documentarnos al respecto y tener claros algunos conceptos básicos.

Sin embargo bajo nuestro punto de vista, y considerando la implantación de la trazabilidad como una inigualable oportunidad para innovar en la gestión de cada bodega, el primer paso debe ser la definición y revisión de los procesos de negocio de la bodega, documentándolos mediante flujogramas e incorporando los indicadores necesarios medir su ejecución.

3.1.1. Definición y cumplimentación de los registros de trazabilidad

Diseñados los diagramas de flujo de nuestros procesos, podremos agrupar aquellos que afectan a la trazabilidad en tres grandes categorías funcionales:

■ Aprovisionamiento

Incluye todos aquellos procesos vinculados a la recepción de la uva, aditivos, materias auxiliares, envases y embalajes y cualquier otro elemento que vaya a estar o exista probabilidad de estar en contacto con el vino. La normativa de trazabilidad requiere identificar y registrar todos los datos de la uva y el resto de materias primas hasta el eslabón inmediatamente anterior.

■ Proceso

Incluye todas aquellas operaciones realizadas en el seno de la bodega y forman parte de la elaboración

del producto, desde el despalillado hasta el paletizado y almacenado o trasiego al camión cisterna, en su caso. Desde el punto de vista de la trazabilidad deben registrarse todas las operaciones realizadas sobre el vino con especial atención en los trasiegos, mezclas, divisiones, prácticas enológicas, personal que interviene, maquinaria utilizada.

■ Expedición

Incluye todos aquellos procesos que ponen nuestro producto a disposición de terceros. El respeto a la normativa de trazabilidad nos obligará a registrar todos aquellos datos que nos permitan establecer la relación con el siguiente eslabón de la cadena de suministro: producto entregado, características, cantidad, destino, fecha, ... siempre y cuando el destino no sea un consumidor final.

Deberemos por lo tanto definir los registros que van a garantizar la trazabilidad de nuestros productos, delimitando claramente los mecanismos y responsabilidades de cumplimentación, así como el momento y lugar en que debe realizarse.

Los registros de trazabilidad son a los movimientos y transformaciones físicas de los productos como la contabilidad a las movimientos económicos y financieros de una empresa. Sus registros deben regirse por principios similares (imagen fiel y uniformidad), con la diferencia de que mientras una contabilidad es fácilmente reproducible a posteriori, en el caso de la trazabilidad puede llegar a ser realmente complejo, por lo que es sumamente recomendable su registro en el momento y lugar en el que la transacción física que refleja se ha producido, facilitando en gran medida esta labor la incorporación de sistemas de identificación, lectura y registro automatizados.

Especialmente relevante es el establecimiento de los mecanismos adecuados para garantizar el vínculo entre los diferentes registros. No es suficiente con registrar la información de la recepción, procesado o expedición de nuestros productos, debe establecerse y conservarse la relación entre los diferentes eslabones, definiendo los mecanismos adecuados para recorrer fácilmente el árbol de trazabilidad en cualquiera de sus sentidos, permitiendo llegar a su origen o a su destino final, siendo esto realmente complejo sin un soporte informático adecuado.

3.1.2. Establecimiento de los criterios de asignación de lotes

Quizás la duda que nos ha sido planteada de forma más generalizada es ¿como debo asignar los lotes?, cuestión no exenta de sentido cuando en muchas de nuestras bodegas el lote era asignado automáticamente usando la fecha juliana, de modo que el mismo lote era asignado a toda la producción realizada el mismo día, por muy heterogénea que ésta fuera. Asimismo podemos observar en los lineales de las grandes superficies la existencia de productos con dos números de lote, el que podemos llamar número de lote tradicional y un nuevo número de lote de trazabilidad, lo que sin duda responde a una situación de carácter transitorio durante el periodo de implantación e institucionalización en la organización de este concepto.

La determinación del número de lote debe responder a la naturaleza propia del producto, entendiéndose por tal el conjunto de unidades que se han producido y envasado en condiciones y plazos homogéneos.

La gestión de la trazabilidad supone un incremento notable en los costes logísticos de la empresa si no se dispone de los medios adecuados. Esto, en algunos casos, puede invitar a agrupar varias partidas del mismo producto bajo una única identificación, pero debe tenerse en cuenta que en caso de crisis los costes para la empresa pueden ser muy superiores e incrementarse las dificultades para identificar el origen del problema.

Debe tenerse en cuenta que la problemática de la asignación de los lotes no solo afecta al producto final siendo necesario definir también su asignación interna en cada uno de los trasiegos, mezclas y divisiones que se producen en el seno de la bodega, y que en muchas ocasiones un lote desde un punto de vista estricto de trazabilidad no responderá al concepto partida de vino de características similares ubicada en varios depósitos.

3.1.3. Toma de muestras

La toma y conservación de muestras en un proceso de elaboración tan complejo como el del vino es considerada una buena práctica para poder determinar la causa de cualquier incidencia y la responsables de la misma en su caso.

"The European Federation of Wine & Spirit Importers and Distributors" ofrece algunas recomendaciones

al respecto. En concreto indica que deben realizarse tomas de muestras:

- Inmediatamente después de la fermentación.
- Cada vez que el vino es trasegado o sulfitado.
- Siempre que se realiza una mezcla (de cada componente y de la mezcla homogeneizada).
- Antes y después de cada tratamiento o serie de tratamientos.
- Siempre que se traslada de una bodega a otra.

Indicando a su vez que cada muestra debe etiquetarse, registrarse y conservarse adecuadamente utilizando procedimientos de estabilización, realizando su lacrado y almacenándola de forma localizable y fácilmente accesible.

Convendremos que en muchos casos esta práctica puede ser difícil de practicar en todos sus extremos, pero adecuándola a las características de cada bodega y limitándola a los casos necesarios puede ser muy recomendable. Probablemente todos conozcamos casos de problemas con clientes por residuos de fitosanitarios cuyo origen nunca pudo ser determinado.

3.1.4. Sistema de archivo

En nuestro plan de trazabilidad debemos definir como vamos a organizar y archivar la información de trazabilidad, que en el caso de bodegas de cierto tamaño puede llegar a ser muy voluminosa. Afortunadamente hoy los sistemas informáticos proveen de una gran capacidad de almacenamiento a costes muy reducidos y ocupando muy poco espacio físico.

La información debe ser organizada para garantizar su recuperación efectiva y en un plazo reducido, por no decir inmediato, en caso de una crisis.

La información de trazabilidad deberá estar actualizada y disponible, ser legible (por quién la elaboró y por terceros), archivada y conservada de forma segura y que pueda encontrarse fácilmente.

Además deberá estar a disposición de nuestros clientes, su representante o de la autoridad competente.

Los registros de trazabilidad deben de conservarse hasta la fecha en la que el producto deje de ser susceptible de consumo.

El Real Decreto 1801/2003 indica que hasta tres años después de haber agotado las existencias de los productos. Sin embargo dadas las características de algunos de los vinos y atendiendo a un principio de prudencia puede ser aconsejable una conservación indefinida en el caso de los reservas y grandes reservas.

3.1.5. Plan de contingencia en caso de crisis

Finalmente el plan de trazabilidad debe establecer el procedimiento de actuación en caso de crisis alimentaria, con la finalidad de solucionarse o evitar consecuencias mayores.

Para diseñar este plan es francamente recomendable consultar el "Procedimiento General de Actuación en Situaciones de Crisis Alimentarias" editado por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria.

Cada empresa deberá constituir un gabinete de alerta y crisis que deberá iniciar su actuación en el momento que la empresa detecte un problema que pudiese ser una posible crisis o riesgo alimentario.

El gabinete de alerta deberá recopilar toda la información referente al riesgo y realizar su evaluación (grado, extensión y presencia en la opinión pública). Deberá adoptar las medidas necesarias (inmovilización y retirada del producto, comunicación a las autoridades y/o a la opinión pública, reprocesado, destrucción, ...), analizar las causas de la crisis, declarar el final de la crisis o adoptar las acciones correctivas entre otras acciones.

Finalmente se establece que las empresas deben de respetar un código ético en de actuación en situaciones del alerta o crisis alimentaria que se rige por los siguientes principios: cooperación y actuación, adecuación y proporcionalidad de los recursos a lo largo de la cadena alimentaria, no utilización de las situaciones de crisis como apoyo para las acciones de marketing que afecten de forma negativa a dicha situación de alerta o crisis y comunicación y uso responsable de la información de la crisis.

3.1.6. Auditoria del Sistema de Trazabilidad

El sistema de trazabilidad de una bodega puede ser auditado por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria, los Departamentos de Sanidad y Consumo, Consejos Reguladores, auditores Independientes u otros participantes de la cadena alimentaria.

Entre otros, la auditoría tendrá como objetivo verificar la idoneidad del plan de trazabilidad definido por la bodega, comprobar que el plan se ajusta sus características y procesos y es efectivamente ejecutado, verificar que la información de los registros se corresponde con la realidad, y del mismo modo el sistema de asignación de los lotes y la información de la etiquetas, finalmente se verificará la capacidad y plazo de respuesta ante un problema y de determinación del origen del mismo.

Algunas de las no conformidades que pueden darse en la auditoría son las siguientes: no elaboración del plan de trazabilidad, no aplicación de lo establecido en el plan, aplicación de un plan ineficaz, no colaborar con las autoridades competentes o no colaborar con otros participantes de la cadena alimentaria, ocasionando la pérdida de la trazabilidad.

Con el objetivo de verificar la eficacia del sistema de trazabilidad de la empresa y detectar posibles mejoras es necesario establecer una sistemática de comprobación periódica de funcionamiento del sistema mediante auditorias internas. En estas auditorias comprobaremos la capacidad y tiempo empleado para recuperar toda la información relacionada con un lote, siendo muy recomendable simular una crisis alimentaria a partir de diferentes supuestos de origen de la misma.

4. CONCLUSIONES

La trazabilidad es un concepto transversal que afecta a todos los procesos logísticos y productivos de la empresa.

El establecimiento de un sistema de trazabilidad va más allá de la cumplimentación de una serie de registros, como tal sistema usa elementos que deben estar interrelacionados y deben interactuar entre sí.

Ninguna organización es ajena a la posibilidad de sufrir una crisis alimentaria, por lo que debe estar preparada para esa contingencia estableciendo los mecanismos de respuesta adecuados.

Las implicaciones de la implantación un sistema de gestión de la trazabilidad eficaz hacen especialmente oportuno aprovechar este nuevo requerimiento legal para optimizar los procesos de gestión de la bodega, invirtiendo en uno de los factores de innovación que mayores beneficios le va a aportar.

BIBLIOGRAFÍA

AESA. Guía para la aplicación del sistema de Trazabilidad en la empresa agroalimentaria.
www.aesa.msc.es

AESA. Procedimiento General de Actuación en Situaciones de Crisis de Alimentarias.
www.aesa.msc.es

CONSEBRO. “Guía básica de trazabilidad en el sector alimentario de Navarra. Subsector de industrias de elaboración de bebidas.”
www.plantecnologico.com/pdf/Guia_Trazabilidad_Bebidas.pdf

FAO/OMS. “Codex Alimentarius”.
http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp

Gary Hamel y Bill Breen. “The future of Management”. Harvard Business School Press
<http://www.garyhamel.com>

UE. “Reglamento CE 1760/2000. Sistema de identificación y registro de animales de la especie ovina”.
www.europa.eu/scadplus/leg/es/lvb/l12064.htm

UE “Reglamento CE 178/2002. Principios y requisitos generales de la legislación alimentaria.”
www.europa.eu/scadplus/leg/es/lvb/l80501.htm

The European Federation of Wine & Spirit Importers And Distributors. “A Voluntary Code of Practice for Traceability in the Wine Sector”.

UE. Comisión Europea. Libro blanco sobre la Seguridad Alimentaria.
www.ec.europa.eu/dgs/health_consumer/library/pub/pub06_es.pdf

BIOLOGÍA Y CONTROL DEL TALADRO DE LA VID (*XYLOTRECHUS ARVICOLA*, OLIVIER 1795)

Augusto García Calleja

Doctor Ingeniero Agrónomo. Serv. Terr. Agric. y Gan. Valladolid

INTRODUCCIÓN

En los últimos años existe una preocupación creciente por los daños ocasionados por el coleóptero fam. Cerambícido, tribu Clytine, *Xylotrechus arvicola* Ol., en las distintas zonas vitícolas de Castilla y León. La intensificación del cultivo; los cambios culturales, especialmente las técnicas de poda; y las restricciones a la utilización del arsenito sódico; parecen haber sido favorecedores de la progresión de este parásito (GARCÍA CALLEJA A 2003).

Las dificultades para su seguimiento y control por vivir dentro de la madera toda su vida larvaria, y debido a que puede existir solapamiento de generaciones y costumbres desconocidas, planteaban la necesidad de establecer métodos de seguimiento y control y valorar los resultados de las técnicas de lucha que se plantean, al tiempo que se desarrollan conocimientos más precisos de su biología.

Los xilófagos suelen ser considerados parásitos de debilidad, incluso *Xylotrechus arvicola* Ol. es citado en la bibliografía como ampliamente distribuido y cuyas larvas se alimentan en la madera muerta de sus huéspedes y cuyos adultos se localizan principalmente correteando sobre los troncos secos donde realizan las puestas (VIVES E. 1984), pero en el viñedo, los daños que se observan, comprometen la vida del cultivo, que es lo peor que puede ocurrir.

Una especie vecina, *Clytus* ha sido citada en viña por primera vez en 1964, causa decaimientos de cepas, en las que produce galerías perforadas en la madera muerta o debilitadas de 3 a 4 mm de diámetro (BAGGIOLINI M. et EPARD S. 1968).

La dificultad de estudio por la inaccesibilidad en la madera hospedante, ha dado lugar a pocas medidas de control y pérdidas considerables, por la misma razón las publicaciones científicas son muy limitadas especialmente las realizadas en condiciones de campo, siendo frecuente valorar únicamente porcentajes de cepas atacadas. (GOODWIN, S. et al 1994).

El *Xylotrechus*, o gusano tornillo como lo denominan algunos viticultores, tiene también una consideración variable a lo largo del año; durante la época de la poda, cuando al realizarla se observan: orugas de tamaño considerable; galerías profundas y numerosas, y destrucción interna de madera. Ha causado cierta alarma social en algunas zonas en la época de la poda cuando se detectan las larvas en el interior de la madera.

Una vez que se produce la brotación y las vides se visten de hojas y racimos, la plaga se va olvidando, y desaparece la alarma salvo para los que la sufren con más intensidad, que aprecian como brotaciones que debían ser vigorosas, no se producen o lo hacen con dificultades, y a los costos de las medidas en muchos casos drásticas y caras intentadas para su control, deben añadirse pérdidas inesperadas de cosecha, en explotaciones vitícolas donde se busca la máxima calidad.

La familia Cerambycidae, comprende un grupo de coleópteros fitófagos (que se alimentan de plantas), cuyos imagos son conocidos por tener largas antenas (Longicornios) y cuyas larvas se conocen como gusanos cabezudos (tienen ensanchados los primeros anillos del tórax); unas 20.000 especies han sido descritas.

Los Cerambícidos tienen gran importancia económica en el mundo; en los bosques son responsables de la eliminación de árboles muertos, poda de ramas, y muchos son descomponedores de maderas muertas.

RUIZ CASTRO A. 1947 cita dentro de los coleópteros ampelófagos (que se alimentan en la vid) en la familia *Cerambycidae* registrados hasta entonces en nuestra nación, a los géneros, *Vesperus* al que dedica páginas de gran interés y *Clytus*; y no cita al género *Xylotrechus*.

Distribución geográfica y hábitat

La especie *Xylotrechus arvicola* Ol está ampliamente distribuida en Europa y las regiones circunmedi-

terráneas, se encuentra en el Caucaso, Transcaucasia, Norte de África, Próximo Oriente, y Norte de Irán siendo bastante común en Europa Central. (VILLIERS A. 1978).

Las larvas viven preferentemente sobre ramas muertas de quercíneas (VIVES, 2000), aunque pueden causar daños a tilos, higueras, olmos, chopos, castaños, y diversos frutales de hueso y pepita (VILLIERS, 1978), siendo citado como ampliamente polífago, y específicamente sobre los géneros: (*Quercus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Malus*, *Ulmus*, *Crataegus*, *Juglans*, *Populus*, *Tilia*, *Morus*, *Sorbus*, *Prunus* etc.).

En los años 88 a 92 en el Servicio Provincial de Plagas de la provincia de Valladolid, tuvimos consultas de la zona de Cigales, en las que recibimos larvas en la época de la poda, y algunos adultos en primavera, siendo una curiosidad entomológica, como lo es en la mayoría de las zonas vitícolas de secano en la actualidad. En La Rioja Alta y Alavesa, la presencia del insecto fue señalada por Ocete y Del Tío (1996).

A partir de 1996 ha sido citada causando daños de consideración en zonas de mayor humedad o con riego como en la Ribera del Duero (Burgos y Valladolid) Cigales (Valladolid) Valdepeñas y La Mancha (Ciudad Real y Toledo) (OCETE Y LOPEZ 1999).

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

IMAGOS

Aunque existen buenas descripciones de los imagos de Villiers A. 1978 y de Vives E. 2000, quizá la más detallada sea la de Bahillo, 1996, como se indica a continuación.

Longitud de 8-20 mm. Cabeza y tórax de color negro, élitros con la base de color castaño claro y el resto de color castaño oscuro casi negro con líneas y manchas de pubescencia amarilla. Antenas castaño claras.

Cabeza: con un surco en forma de "V" en la frente con el vértice dirigido hacia abajo. A ambos lados de la cara, se observan sendas bandas de pelosidad amarilla. Los ojos son acastañados. Las antenas son cortas, de color castaño claro y cubiertas de pubescencia acaramelada.

Tórax: Es globoso, de lados redondeados, tan largo como ancho y con un ligero estrechamiento. La base está rebordeada y toda su superficie está cubierta de una puntuación densa. En los cuatro ángulos se aprecian cuatro manchas de pubescencia amarillas. El escutelo es triangular, cubierto de pubescencia amarilla y con los lados redondeados.

Los élitros son más largos que anchos casi paralelos y se estrechan progresivamente hacia la zona apical. El ápice es redondeado o ligeramente truncado con un denticulo en el ángulo externo.

La superficie de cada élitro está densamente puntuada, cubierta de pilosidad oscura con bandas y manchas de pubescencia amarilla.

Abdomen: castaño oscuro, apreciándose en cada anillo abdominal bandas de color castaño de pubescencia tumbada de color castaño, pubescencia tupida de color amarillo y por último en el borde una banda estrecha, desnuda y lisa.

HUEVOS

Son de un intenso color blanco, forma alargada cilíndrica con los extremos aovados y de poco más de 1,75 mm de largo y 0,6 mm de ancho. En el campo es muy difícil encontrarlos, ya que aunque los ponen normalmente en grupos de dos a cuatro, preferentemente en las proximidades de grandes heridas, están escondidos debajo de las capas muertas de las cortezas de las cepas.

LARVAS

Son de cuerpo alargado, grueso, carnoso y blando, blanquecinas o ligeramente amarillentas a lo largo de todo su desarrollo; recubiertas por vellosidad muy fina; quitinización reducida a la cabeza y pronoto. Se observan fácilmente al cortar madera vieja durante la poda de las cepas afectadas.

En su mayor tamaño pueden alcanzar más de 3 cms de longitud. Presentan una cabeza de color castaño oscuro, tres segmentos torácicos anchos, nueve abdominales que se estrechan hacia el extremo, por lo que tienen la apariencia de tornillos cortos y gruesos.

Cabeza: Las mandíbulas son cortas y robustas con el borde interno dentado y cortante introducida en el primer segmento torácico.

Abdomen: es alargado y sus segmentos pueden retraerse fácilmente unos en otros. Los siete primeros tienen ampollas que dilatándolas o contrayéndolas, sirven para el desplazamiento de la larva. En la extremidad del segmento anal se abre el ano en línea transversa, situado entre tres pliegues convergentes.

PUPA O CRISÁLIDA

Presentan forma y tamaño parecido a los imagos a los que darán lugar; se encuentran en las galerías donde se han desarrollado como larvas, siempre muy cerca del exterior de la madera a 2 ó 3 mm y preparadas para que el imago haga fácilmente el orificio de salida al exterior.

Son del tipo exarata (patas, alas etc. no están pegadas al cuerpo excepto en la zona de su inserción) de 8-20mm, de color blanco intenso recién salidas de la muda prepupal, van tomando coloraciones amarillentas y acaramelada a medida que se acercan la salida del imago.

DAÑOS QUE OCASIONA A LA VID

Las cepas afectadas se detectan con facilidad por la presencia de agujeros circulares de unos 4 mm de diámetro, al inspeccionar cortando por estas zonas se observa madera oscura y galerías taponadas de serrín; en las más recientes donde el serrín es más claro, suele encontrarse una larva. Como consecuencia de las galerías perforadas, las cepas se debilitan, al interrumpirse la circulación de la savia, disminuyendo la resistencia de los brazos y cepas, por lo que a veces se produce la rotura por la base de los sarmientos, o de los brazos (GARCÍA CALLEJA A.2002.a).

Aún cuando hay autores que indican daños en la cosecha (en maduración las brazas dañadas portan pámpanos que aún no se han secado de escaso vigor). Sus bayas son de tamaño pequeño e irregular y muchas de ellas no llegan a madurar para la época de la vendimia (OCETE R.; LÓPEZ M^a A. 1999). A lo largo de los trabajos que hemos desarrollado no hemos incidido en el estudio de este factor, que por otra parte no es muy llamativo y teniendo en cuenta que las producciones suelen exceder a las autorizadas en especial en viñedos en riego.

Sin embargo se ha hecho un estudio de daños que se expondrá más adelante.

MÉTODOS DE CONTROL DE *Xylotrechus arvicola* (OL. 1795)

Es importante antes de proyectar medidas de lucha conocer la extensión de esta nueva plaga, precisando su importancia económica ya que si los ataques son esporádicos, sería inoportuno alarmar a los cultivadores. La frecuencia desacostumbrada de este insecto en el viñedo, podría también disminuir naturalmente si las causas que le han favorecido desaparecieran.

Para determinar la magnitud de la plaga es por lo que se ha hecho una prospección en las principales zonas vitícolas de Castilla y León, cuyos resultados se presentan más adelante.

Una vez que he seguido la biología del insecto, y estudiado las eficacias de los distintos medios de control, en el transcurso de la realización de la Tesis, se pueden recomendar estrategias razonables de control.

El empleo de pastas selladora con insecticidas y fungicidas pese a su coste puede ser una interesante medida preventiva; para estudiar su efectividad se han seguido los resultados de este tipo de aplicaciones en las dos fincas estudiadas durante los años 2001; 2002 y 2003.

Los tratamientos de arsenito eran eficaces en larvas poco introducidas; al objeto de valorar este tipo de aplicaciones, que ya están prohibidas en la mayoría de los países de nuestro entorno, se han seguido algunos viñedos en los que se habían realizado, en observaciones puntuales.

Los huevos aunque están protegidos al depositarlos en escondrijos y en las anfractuosidades de la corteza, son junto con el estado de imagos, los únicos momentos en que la plaga está fuera de la protección de la madera. Por lo que se ha realizado un ensayo para estudiar la eficacia de distintos insecticidas contra larvas y huevos en esta época

Los momentos más adecuados para romper el ciclo biológico de la plaga son los tratamientos dirigidos contra los adultos antes de que estos realicen la puesta, es por lo que se realizaron ensayos al objeto de estudiar los momentos y las eficacias de los distintos productos ensayados.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ESTUDIOS REALIZADOS

1. PROSPECCIÓN EN CASTILLA Y LEÓN

En el siguiente cuadro se presentan los resultados correspondientes a la prospección del año 2002 en

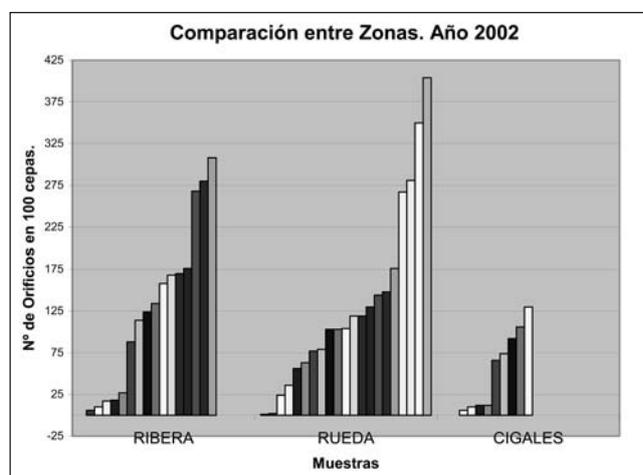
74 viñedos (18 en la Denominación de Origen Ribera de Duero; 21 de la Denominación de Origen Rueda, de los que 12 corresponden a una misma finca donde se está realizando un seguimiento en profundidad; 11 de la Denominación de Origen Cigales y 12 de de la Denominación de Origen Toro y otras zonas de Zamora).

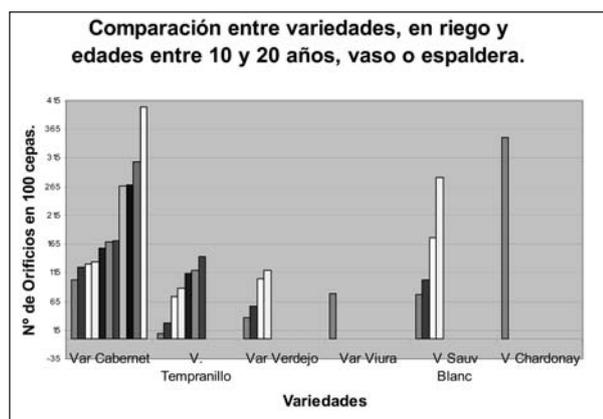
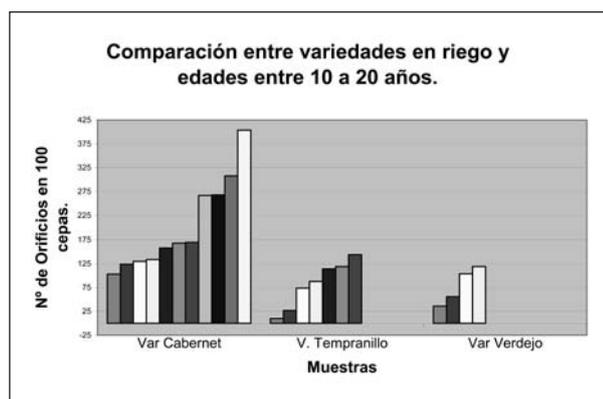
PROSPECCIÓN XYLOTRECHUS AÑO 2002

ZONA	TERM. MPAL.	VARIEDAD	FECHA	FORMA	S. o R.	EDA	Nº orif
RIBERA DEL DUERO	Peñañiel	Cabernet	3-IV	Espald.	Riego	10	308
	Peñañiel	Cabernet	3-IV	Espald.	Riego	10	268
	Peñañiel	Cabernet	3-IV	Espald.	Riego	10	124
	Peñañiel	Cabernet	15-IV	Espald.	Riego	14	134
	Peñañiel	Cabernet	15-IV	Espald.	Riego	14	158
	Peñañiel	Cabernet	15-IV	Espald.	Riego	20	168
	Peñañiel	Tempran	15-IV	Espald.	Riego	16	114
	La Cueva	Tempran	15-IV	Vaso	Secano	80	280
	Gumiel	Cabernet	24-IV	Espald.	Riego	12	170
	Gumiel	Tempran	24-IV	Espald.	Riego	13	10
	Gumiel	Tempran	24-IV	Espald.	Riego	13	88
	Gumiel	Merlot	24-IV	Espald.	Riego	10	6
	Peñañiel	Tempran	30_IV	Espald.	Secano	12	0
	Piñel de abajo	Tempran	30_IV	Vaso	Secano	40	176
	Canalejas	Tempran	30_IV	Vaso	Riego	11	27
	Piñel de abajo	Tempran	30_IV	Vaso	Secano	15	8
	Anguix	Tempran	7-V	Espald.	Secano	13	17
	Anguix	Cabernet	7-V	Espald.	Secano	12	18
	RUEDA	Rueda	Sauvi. Blanc	8-III	Espald.	Riego	20
Rueda		Sauvi. Blanc	8-III	Espald.	Riego	21	77
Rueda		Cabernet	2-IV	Espald.	Riego	17	404
Rueda		Chardonay	2-IV	Espald.	Riego	17	350
Rueda		Cabernet	2-IV	Espald.	Riego	18	103
Rueda		Sauvi. Blanc	2-IV	Espald.	Riego	18	103
Rueda		Verdejo	26-IV	Espald.	Riego	14	119
Rueda		Verdejo	26-IV	Espald.	Riego	14	56
Rueda		Verdejo	26-IV	Espald.	Riego	15	104
Rueda		Verdejo	2-IV	Espald.	Riego	15	36
Rueda		Viura	2-IV	Espald.	Riego	5	79
Rueda		Sauvi. Blanc	4-IV	Espald.	Riego	14	281
Rueda		Tempran	4-IV	Espald.	Riego	14	144
Rueda		Tempran	4-IV	Espald.	Riego	15	119
Rueda		Cabernet	4-IV	Espald.	Riego	15	130
Rueda		Cabernet	9-IV	Espald.	Riego	14	267
Rueda		Merlot	9-IV	Espald.	Riego	15	63
La Seca		Verdejo	18-IV	Espald.	Secano	8	2
La Seca		Viura	9-IV	Vaso	Secano	25	24
La Seca		Sauvi. Blanc	9-IV	Espald.	Secano	12	148

ZONA	TERM. MPAL.	VARIEDAD	FECHA	FORMA	S. o R.	EDA	Nº orif
	Villaver. de Med.	Verdejo	2-V	Espald.	Riego	11	1
CIGALES	Trigueros del V.	mezcla	16-IV	Vaso	Secano	60	92
	Cigales	Tempran	16-IV	Espald.	Secano	13	6
	Cubillas	Tempran	16-IV	Espald.	Secano	11	10
	Cubillas	Tempran	16-IV	Vaso	Secano	80	66
	Corcos	Tempran	16-IV	Vaso	Secano	8	12
	Cigales	Tempran	16-IV	Espald.	Riego	7	0
	Cigales	Tempran	16-IV	Vaso	Secano	5	0
	Cigales	Garnacha	16-IV	Vaso	Secano	55	106
	Fuensaldaña	Tempran	16-IV	Vaso	Secano	60	130
	Fuensaldaña	Tempran	16-IV	Espald.	Riego	14	74
	Mucientes	Tempran	16-IV	Vaso	Secano	9	12
TORO	Toro	Tinta de Toro	6-III	Vaso	Secano	8	0
	Toro	Tinta de Toro	6-III	Vaso	Secano	40	30
	Toro	Tinta de Toro	6-III	Espald.	Riego	4	0
	Toro	Tinta de Toro	6-III	Vaso	Secano	40	8
	Toro	Tinta de Toro	21-III	Vaso	Secano	40	3
	Morales de Toro	Tinta de Toro	21-III	Vaso	Secano	45	25
	Toro	Tinta de Toro	13-III	Espald.	Secano	7	0
	Morales de Toro	Tinta de Toro	21-III	Espald.	Secano	8	0
	Toro	Tinta de Toro	21-III	Espald.	Secano	18	0
	Toro	Tinta de Toro	17-III	Vaso	Secano	6	0
	Toro	Tinta de Toro	21-III	Vaso	Secano	50	16
ZAMORA	El maderal	Tinto del país	4-IV	Vaso	Secano	55	0
	Fuentesauco	mezcla	11-III	Vaso	Secano	40	0
	Brime de orz	Tinta de Toro	17_III	Vaso	Secano	40	2
	Brime de orz	Tempranillo	17_III	espaldera	Secano	4	0
	Casaseca Chanas	Tinto del país	11-III	espaldera	Riego	20	79
	Cabañas Sayago	Tinto país Malvasia	20-III	Vaso	Secano	10	

Las variables que considero que influyen en el número de orificios de 100 cepas son las cuatro siguientes: 1º Riego o secano; 2º Edad de la vid (se establecen 4 intervalos: hasta 7 años; de 7 a 20 años; de 20 a 40 años y más de 40 años); 3º Zona del cultivo y 4º Variedad de vid.





Se ha realizado el estudio de los resultados al objeto de determinar, que factores son los más influyentes en la mayor intensidad de la plaga; el índice propuesto (número de orificios por 100 cepas) es comparativamente mas elevado cuando:

- Mayor es la edad de las cepas
- Las plantaciones en riego en relación al secano
- Las formaciones en espaldera
- La variedad Cabernet en relación a otras, aunque esta haya sido la más muestreada.

Los orificios permanecen cuando se encuentran en zonas de madera muerta, en algunos muestreos sobre cepas viejas, los orificios y las numerosas galerías internas en la madera, son responsables de la destrucción de cepas.

2. ESTUDIO DEL CICLO BIOLÓGICO

La biología de este insecto era prácticamente desconocida, al menos los periodos de: pupación, época precisa del vuelo, acoplamiento, puesta, eclosión de huevos y vida de los imagos de forma que los datos existentes eran escasos y muchas veces incorrectos.

La temperatura es uno de los factores físicos más importantes en la vida de los Cerambícidos, y podría utilizarse para prevenir la época anual de vuelo del *Xylotrechus arvicola* Ol. mediante el cálculo de integrales térmicas adaptadas a la especie

2.1. Larvas

La morfología externa de los estadios larvales es muy similar, la observación de las distintas estructuras, se ha realizado a la lupa, y se ha recogido abundante información fotográfica digital, algunas larvas alcanzan tamaños superiores a los 30 mm.

2.1.1. Estadios

En pocas ocasiones he observado mudar a las larvas, aunque he trabajado en numerosos ensayos con ellas, he fotografiado este proceso, pero es muy difícil determinarlo en las poblaciones naturales por muestreo en distintos momentos, de una parte por la dificultad del muestreo en sí, como por la enorme diversidad de tamaños que se encuentran.

Las medidas tomadas tanto de la longitud total como de la anchura de estas, por su variación continua, (más de 500 larvas observadas en distintos momentos) ofrecen resultados inconsistentes, mas si tenemos en cuenta que en algunas mudas observadas el tamaño de la cápsula cefálica de la larva resultante era igual que la que había abandonado, y las grandes variaciones del tamaño de los imagos.

2.1.2. Estudio de la etología de las larvas

Tras la eclosión de los huevos cualesquiera que fuese el lugar donde fueron puestos, las larvas neonatas que alcanzan un tamaño de poco más de 1 mm, se ponen en seguida a horadar la madera de la especie vegetal hospedante; se colocan perpendicularmente al sustrato y con sus potentes mandíbulas y movimientos oscilantes van royendo rápidamente la madera.

Una vez introducida la cabeza el resto de la larva queda al exterior oscilando a uno y otro lado, saca el serrín fuera, de forma que a las pocas horas se aprecia solamente un montoncito de serrín que indica el lugar en el que penetró una larva.

Aunque no se ha hecho un estudio preferencial de los lugares de puesta, ya que el trabajo sería muy difícil de realizar, porque en condiciones naturales

el tronco y brazos de la vid ofrece innumerables escondrijos accesibles al oviscapto de la hembra.

Las larvas penetran en lugares muy próximos al de ubicación de la puesta del huevo, tanto en madera muerta como en madera viva, no las he observado en actitud de búsqueda de ningún lugar más idóneo, incluso lo hacen al lado de sus hermanas sin que se aprecie ninguna molestia de unas con las otras.

Las galerías de penetración en madera viva suelen ser perpendiculares a la madera, mientras que en madera muerta, una vez que las larvas se han introducido a escasa profundidad (2 o 3 mm) suelen tomar la dirección de los vasos, por lo que es frecuente que las galerías se sitúen de forma paralela y subcortical.

Por la acción de distintas larvas sobre el mismo nudo, la circulación de la savia se ve dificultada, aparecen necrosis de la madera al tiempo que las larvas van llenando las galerías con sus deyecciones, las cuales son muy abundantes y en forma de pequeños gránulos que se apelmazan en las galerías rellenándolas y se van oscureciendo; al cortar por estas zonas parece como si la madera se hubiera rellenado de tierra.

La bibliografía consultada de mayor autoridad coincide en señalar que el desarrollo larvario dura dos años, aunque otras referencias indican que una parte de la población podría evolucionar en tan solo un año o por el contrario hacerlo en tres, según lo que he observado la mayoría de las larvas completa su ciclo en dos años y la última alternativa es poco probable.

Una vez que la larva ha alcanzado el tamaño correspondiente a su desarrollo, y en función de los requerimientos climáticos específicos, las larvas se preparan para su crisalidación, para lo cual realizan una galería hacia el exterior de la madera y en zona de madera muerta, bien por condiciones naturales, bien por la propia acción de las larvas, y sin romper la última capa exterior, permanecen inmóviles y estiradas con la cabeza dirigida hacia el exterior, en estado de larvipupa, prepupa o preninfa.

2.1.3. Estudio de la etología de las pupas

Al cabo de unos veinte días y una vez la preninfa ha cumplido el periodo de inmovilidad y de transformaciones internas emerge la ninfa por movimientos reptantes dentro de la última epidermis

de la preninfa y en rozamiento con las paredes de su galería se desprende de la última epidermis larval quedando la ninfa libre.

La pupa reciente es de color blanco traslúcido y presenta ya todos sus órganos; en el transcurso de horas el color blanco pasa al crema claro; la quitinización se va produciendo lenta y progresivamente, comienza en los extremo de las mandíbulas y del final de las patas posteriores; va adquiriendo progresivamente color caramelo, se alargan las antenas podotecas y pterotecas y se van configurando los órganos bucales externos (mandíbulas, maxilas y sus respectivos palpos).

Mención especial merece la quitinización de los ojos que se observa a través de la cutícula, que van pasando sucesivamente desde el color blanco general de la crisálida recién salida de la funda prepupal a colores gris claro, pardo, marrón y negro.

El imago, para desprenderse del exuvio, se apoya en las paredes de la galería con las espículas y el cremaster realizando movimientos reptantes y circulares con el abdomen, y la epidermis queda recogida y arrugada al extremo final del abdomen.

La aparición de las prepupas resulta difícil de determinar porque no hay un cambio externo de las larvas, sino un cambio de comportamiento; las larvas dejan de comer, reducen sus movimientos, adoptan formas estiradas y su cabeza en vez de curvarse hacia abajo, como cuando se alimenta, se sitúa en la misma dirección que el resto del cuerpo.

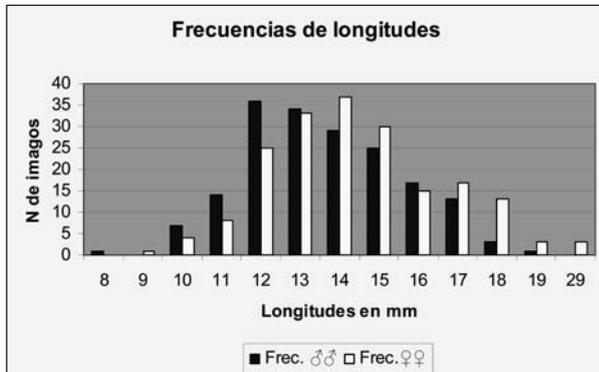
Las condiciones climáticas tienen gran influencia en la salida de los imagos de la madera, ya que aunque estén perfectamente conformados pueden retrasar su emergencia durante tres o más días, eligen con preferencia los más calurosos.

2.1.4. Estudio de la etología de los imagos

En 2003 las medidas efectuadas sobre 369 ejemplares oscilan entre 8 y 20 mm de longitud, y de 3 a 6 mm de anchura. En los siguientes cuadros se indican las mediciones realizadas.

Frecuencias de las medidas de longitudes de los imagos de *Xylotrechus arvicola* Ol. separadas por sexos, donde además se aprecia que la razón sexual es 1:1.

Long mm	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	totales
Frec.♂♂	1	0	7	14	36	34	29	25	17	13	3	1	0	180
Frec.♀♀	0	1	4	8	25	33	37	30	15	17	13	3	3	189



Los imagos comienzan a aparecer en mayo, para ello cortan con las mandíbulas la fina capa de madera que les separa del exterior, si las condiciones ambientales son adecuadas, prefieren tiempo seco y soleado y temperaturas altas en caso contrario pueden permanecer varios días asomados a su ventana sin decidirse a salir.

En el momento de máxima aparición de los adultos, estos corretean por los brazos y cabeza de las cepas, más que sobre la vegetación, en lugares próximos a donde han emergido, y continúan naciendo machos y hembras; los machos esperan la salida de las hembras incluso varios días sin moverse de las proximidades de los orificios donde están asomando.

La presencia de los imagos en la parte superior de la vegetación tiene lugar en las primeras horas de la mañana donde buscan el sol permaneciendo inmóviles, posteriormente se localizan más dentro de la vegetación, o bajo la sombra de las hojas; incluso en el momento de máximo vuelo son muy pocos insectos los que pueden ser detectados de visu.

La vida de los adultos ofrece grandes dificultades de seguimiento, son muy agresivos entre si, excepto en el caso de que se trate de dos individuos de distinto sexo, se originan luchas en las que con sus poderosas mandíbulas se arrancan patas, a veces todas, hasta producirse la muerte.

Realizan dos tipos de vuelo: Vuelos cortos de hasta unos 10 metros, en la colonización de cepas próximas; y otros vuelos muchos más largos que tienen lugar en las horas centrales del día, cuando es frecuente sentir volar a cierta altura y con velocidad a

estos insectos de forma que puede alcanzar con rapidez otras parcelas más alejadas.

En el caso de sacudir las cepas en algunos casos salen volando, pero la mayoría de las veces tratan de esconderse en el suelo.

2.2. Etología y fisiología de la adaptación de los imagos

a) Emergencia y distribución estacional

Uno de los aspectos más importantes en el estudio del ciclo biológico del insecto es la determinación de las curvas de vuelo, al objeto de determinar los momentos más oportunos para aplicar distintas estrategias de control.

X. arvicola Ol. tiene un solo vuelo anual de los imagos a finales de la primavera y comienzos del verano, con colas de las curvas de emergencias que se pueden prolongar durante bastantes semanas.

Es una especie bianual, pero las poblaciones, se distribuyen por igual entre los dos años sucesivos de este estudio, de forma que durante la mayor parte del año (a excepción de la época del vuelo) existen en las cepas hospedantes larvas del año, y larvas del año anterior.

Los momentos más adecuados para su tratamiento, son aquellos en que la plaga es más vulnerable; probablemente sean los tratamientos contra los adultos, o de las larvas neonatas antes de que se introduzcan en la madera. Es necesario determinar con precisión la época en la que los adultos están fuera de las cepas, para su acoplamiento y colonización de otras nuevas.

Los trabajos de campo se han desarrollado mediante conteos "in situ" de la plaga y sus síntomas de acuerdo con los protocolos de seguimiento que desarrollamos:

1. Muestreo por golpeo de la vegetación y recogida de imagos.
2. Muestreo por captura con manga entomológica

3. Observación en la de flora de la zona y en la asociada al propio cultivo.
4. Observación directa del cultivo en el campo.
5. Taponamiento de orificios para ver si hay re-aperturas.
6. Marcado de orificios con tiza blanca, y estudio de alteraciones.
7. Captura de adultos con pegamento entomológico (Tangle foot).
8. Captura de adultos con pegamento a la salida de los orificios.
9. Captura mediante trampas con hembras vírgenes.

Otros medios de seguimiento trampas alimenticias y de ventana se han desdeñado; en el primer caso por tener una eficacia inconsistente (comunicación personal Rodríguez Pérez M.), o por haber encontrado los métodos siguientes más fiables.

Además de los métodos anteriores los que hemos encontrado más eficaces para el seguimiento del vuelo, han sido los siguientes:

- 1.º Serrado mediante sierra de calar para la extracción de los distintos estados del interior de cientos de brazos y cepas a lo largo del tiempo.
- 2.º Colocación de evolucionarios en las fincas de seguimiento.
- 3.º Inspección periódica de las mismas cepas al objeto de registrar las salidas de los imagos mientras el vuelo se estaba produciendo.

1.º Serrado

En el muestreo por serrado y otras observaciones realizadas en el transcurso de los años 2002 y 2003 se ha determinado que la mortalidad natural si consideramos las 11 parasitadas con micelio por *Beauveria*, resultan que la incidencia de este hongo auxiliar es del 2,44%.

La clasificación de los dos tipos de larvas como grandes y pequeñas está realizada en función de los dos tamaños bastante diferenciados que en todas las inspecciones han aparecido. Téngase en cuenta que existe una gran variabilidad en el tamaño de los adultos, que como hemos observado oscila desde 8 mm de longitud hasta 20 mm y consiguientemente, el tamaño de las larvas esta en proporción.

Como norma general en el muestreo se han tomado como larvas grandes aquellas cuya longitud era superior a 15mm, y larvas pequeñas las inferiores, aunque la separación de tamaños no es muy precisa, ya que los tamaños van aumentando con el tiempo. Otro aspecto a tener en cuenta es que muchas larvas son destruidas en el momento de su extracción mediante el serrado.

La existencia de estos dos grupos de tamaños induce a considerar a esta especie como de ciclo bianual; las mencionadas larvas grandes dan lugar a los adultos del año, mientras que las pequeñas lo harán al año siguiente.

Hasta el 11 de abril de 2002 se recogieron 37 larvas pequeñas, y 30 larvas grandes y ninfas, por lo que se han mantenido las poblaciones de un año a otro, a pesar de las medidas de control que habían tomado en las explotaciones (podas y tratamientos), ya que se encuentran más larvas pequeñas a pesar de ser más difíciles de detectar, y que tendrán factores limitantes que aún no conocemos bien.

Comparando los datos de abril de Rueda se aprecia un retraso de Peñafiel respecto de Rueda de algo más de una semana, lo que se ha ratificado en el seguimiento del vuelo, y por otra parte era de esperar por su situación geográfica que da lugar a retrasos del mismo orden en el ciclo de otros aspectos biológicos influidos por la climatología.

En los conteos de julio, no se encuentran larvas pequeñas, aunque debe haber ya larvas neonatas de las puestas de junio; las cuales son muy difíciles de ver.

El serrado aunque lento y trabajoso ha permitido disponer de los individuos necesarios para la realización de distintos trabajos a lo largo del año, al tiempo que conocer lo que estaba sucediendo en el interior de la madera.

2.º Curvas de emergencia de imagos en evolucionarios en el campo

Los evolucionarios se construyeron en las dos fincas de seguimiento en Rueda y Peñafiel (2); constan de un cajón paralelepípedo, en el que se hace una pequeña rejilla de ventilación, y en su parte lateral superior, se realiza un orificio para colocar un macarrón de plástico de unos 2 cms de diámetro, que se conecta a una botella llena de agua hasta su mitad.

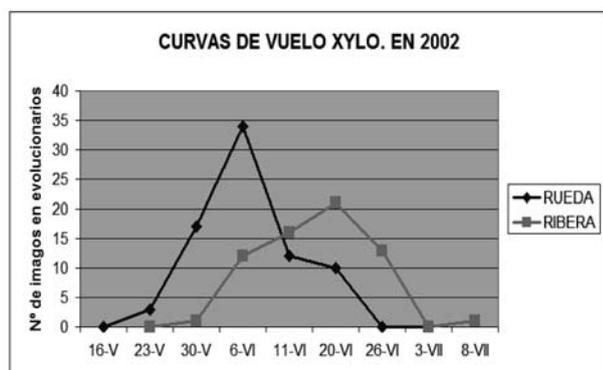
fechas	16-V	23-V	30-V	6-VI	11-VI	20-VI	26-VI	3-VII	8-VII
RUEDA	0	3	17	34	12	10	0	0	
RIBERA		0	1	12	16	21	13	0	1

Los evolucionarios se llenan con brazos y cepas afectados; su fundamento es que una vez que los imagos aparecen han de buscar la luz, por lo que se dirigirán a la que penetra por la parte superior, y buscarán la salida del macarrón, para caer en la botella, y sin necesidad de revisar la madera se podría teóricamente hacer los conteos de emergencia.

En Rueda se colocó uno construido en chapa metálica, mientras que en Peñafiel se pusieron dos construidos en madera. Levantando las tapas se han podido contar y recoger en las inspecciones periódicas gran cantidad de imagos, que han permitido conocer, la razón sexual, y fundamentalmente determinar las curvas de vuelo por este procedimiento.

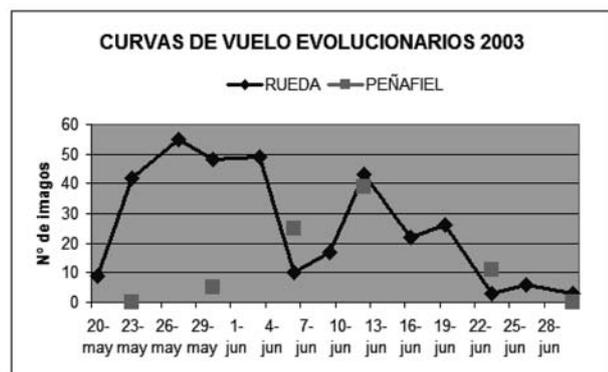
En la gráfica siguiente se presenta las curvas de vuelo de 2002 a partir de los imagos extraídos de los evolucionarios en las dos zonas. (Ver tabla superior).

CURVAS DE VUELO DE XYLOTRECHUS DE LOS EVOLUCIONARIOS EN 2002



Según las curvas anteriores los máximos de salida se produjeron este año en Rueda hacia el 6 de junio; y en Peñafiel hacia el 17 de junio.

CURVAS DE VUELO DE XYLOTRECHUS DE LOS EVOLUCIONARIOS EN 2003



Según las curvas anteriores los máximos de salida se producen en Rueda hacia el 4 de junio; y en Peñafiel hacia el 13 de junio.

3.º Curvas de vuelo según los conteos de los orificios de salida

Este método es el que me parece más adecuado, ya que no se interfiere en absoluto en la población que se muestrea, que permanece en sus condiciones naturales y por lo tanto, es el más exacto; tiene el inconveniente de que es laborioso de realizar, al precisar de la inspección minuciosa de las cepas, pero sus resultados son extrapolables a grandes zonas, por lo que resulta de mucha utilidad.

1.º Los máximos del vuelo en 2002 se produjeron en Rueda hacia el 31 de mayo, y en Peñafiel, hacia el 8 de junio, es decir con un retraso de una semana; en 2003 los máximos se han producido respectivamente los días 3 de junio y 10 de junio, también con una semana de diferencia.

2.º Las colas de las curvas pueden extenderse durante más de un mes, lo que no debe desorientar a la hora de establecer una estrategia de protección eficaz.

b) Longevidad

No se sabe la longevidad natural de *X. arvicola* Ol, la limitada actividad trófica sugiere que los imagos tienen una corta vida. En las condiciones de laboratorio solo sobreviven dos semanas, en las que se producen los acoplamientos y la ovoposición.

Alimentación de los imagos

Nunca hemos observado en actitud trófica imagos de *X. arvicola* Ol. en el campo.

Vuelo

Los cerambícidos suelen volar al crepúsculo, durante la noche o en la madrugada, siendo generalmente el vuelo lento directo y silencioso. En el caso de los imagos de *X. arvicola* Ol. los vuelos espontáneos los he observado en las horas centrales del día, con las mismas características anteriormente descritas, si bien se observan vuelos cortos del orden de varios metros de longitud, a vuelos a cierta altura del orden

de los cinco metros, con los que pueden alcanzar distancias considerables.

Los distintos muestreos realizados de la distribución de los ataques, aún a falta de elaboración de los resultados, indican que la colonización próxima se produce en los cultivos en espaldera según las líneas del cultivo de vid, por lo que el traslado más común debe ser andando. En los cultivos tradicionales con cepas aisladas la colonización puede ser a través del primer tipo de vuelo descrito, y en ambos casos la extensión a zonas más alejadas a través de los vuelos largos.

Reunión y acoplamiento

Los machos desde la emergencia son buscadores activos y están listos para copular, nacen unos tres días antes que las hembras que necesita unos dos días para madurar sexualmente. La hembra comienza la puesta después de la cópula en un periodo adicional de 2 a 4 días.

La copulación tiene lugar en la planta huésped, en la localización de los dos sexos intervienen las sensillas de las antenas, con las que las reconocen previamente; después de una persecución, el macho se sube en el dorso de la hembra, y los órganos copuladores se estiran notablemente, ya que la cópula se produce a distancia entre el resto de los cuerpos.

Producción de sonidos

La mayoría de los imagos de los cerambícidos pueden estridular, esta se produce por la fricción entre el borde interior del margen posterior del protórax y un área especializada estriada de una prolongación mediana del mesonotum, según he podido comprobar los dos sexos poseen esta capacidad cuando se sujetan, por lo que es probable que tenga funciones defensivas, también pudiera jugar un papel en la localización de los sexos.

Oviposición

La oviposición la realiza la hembra gracias al muy largo ovipositor que dispone para su tamaño, el ovipositor en su extremo, esta formado por un par de pequeños apéndices provistos de papilas, las cuales tienen terminaciones nerviosas que permiten a la hembra el reconocimiento del sustrato donde depositar la puesta; el ovopositor puede alcanzar más de 10 mm en un insecto que raramente llega a los 20 mm.

Este órgano permite la ubicación de las puestas en las anfractuosidades del ritidoma de la vid en troncos y brazos, para ello la hembra lo va arrastrando tanteando todas las grietas y estirándolo en toda su extensión, en las zonas más escondidas para depositar allí los huevos, dificultando enormemente la búsqueda de los mismos.

La detección de las puestas en el campo es enormemente dificultosa, las puestas son poco numerosas (4 a 6 huevos de media), y por los nacimientos de imagos observados no deben realizarse más de dos o tres por cepa, por lo que parece haber algún procedimiento de marcado de las mismas para que se colonicen otras, más que aumentar excesivamente la población sobre la misma.

Se han contemplado dos procedimientos para estimar la puesta total; se han mantenido hembras cargadas de huevos en cajas Petri, para contar los que ponían; y se han diseccionado hembras grávidas y contado los huevos que contenían.

Por otra parte se han mantenido parejas en insectarios, al objeto de comprobar las actitudes de puesta, cantidad total y supervivencia de los imagos. Las hembras que mayores puestas realizan son del orden de 108 huevos; La puesta media por hembra está comprendida entre 40 y 50 huevos.

Hibernación e invernación

X. arvicola Ol. pasa el invierno en estados de larvas inmaduras, protegidas en el interior de las cepas atacadas; estrictamente no hibernan, ya que cuando se las extrae en esta época, que es cuando se realizan las podas, presentan movilidad y actividad.

2.4. Ciclo biológico anual

X. arvicola Ol. pasa el invierno en estados larvarios en el interior del tronco, cabeza y brazos de las cepas, encontrándose dos grupos de tamaños, que darán lugar respectivamente a dos vuelos en años sucesivos, estrictamente no hiberna, si se extraen en esta época, presentan movilidad y actividad.

Los adultos inician su salida cuando los brotes alcanzan 10 a 15 cms de longitud, la salida se prolonga varias semanas. Los imagos en las primeras horas de la mañana se localizan en los pámpanos calentándose al sol, también en troncos y brazos de las cepas donde se producen los acoplamientos.

Los acoplamientos se producen al poco de la salida de los adultos y las puestas se inician a los tres o cuatro días más tarde, cada hembra suele poner de 40 a 50 huevos con un máximo de poco más de 100, las puestas tienen de promedio unos 4 o 5 huevos; Los lugares preferidos para la misma son las proximidades de heridas grandes de la poda, entre las capas de la corteza.

La eclosión de huevos tiene lugar a los 6 días de su puesta, apareciendo las larvas de unos dos mm. de longitud, del mismo color y forma que las invernales, que inmediatamente a su nacimiento perforan y se introducen verticalmente en la madera.

2.5. Adaptación estructural de los adultos

a) Tipo y tamaño del cuerpo

En el tamaño de los imagos influye el sustrato donde se desarrollan, en las cepas más jóvenes donde los tejidos donde se alimentan las larvas son más reducidos, los imagos que aparecen suelen ser de menor tamaño; por el contrario en cepas con troncos y brazos grandes los imagos suelen ser mayores; las hembras record de 20 mm se han recogido exclusivamente de los evolucionarios, con cepas grandes cortadas del año anterior.

b) Diformismo sexual

Los machos son algo inferiores a las hembras, tienen el final del abdomen algo diferente a ellas, las patas de los machos son más oscuras y su pubescencia es más hirsuta.

c) Coloración críptica

El *X. arvicola* Ol. permanece inactivo y expuesto durante el día, tiene coloración críptica que le sirve para confundirse con el medio que les rodea, gracias a la pubescencia amarilla que en las hojas de la vid se confunde con las nerviaciones.

d) Mimetismo Batesiano

Es el mimetismo en cuanto a forma, coloración y comportamiento coincidente con las avispas, incluso en la forma de volar; tienen antenas relativamente cortas, patas largas y delgadas, coloración amarilla y negra; incluso simulan el estrechamiento entre tórax y abdomen por medio de una línea pubescente transversa clara, típico de hábitos diurnos.

2.6. Mortalidad natural

La mortalidad natural en los cerambícidos por causas bióticas y físicas puede ser alta, sin embargo la

bibliografía ha publicado escasos datos; un exceso de savia podría ahogar a las larvas. En el caso de *X. arvicola* Ol. los distintos factores de mortalidad que he observado son:

Predadores y parásitos

a) Artrópodos

En mis observaciones, he visto de forma anecdótica parasitismo; de las más de 700 larvas que he manejado solamente en dos casos, he encontrado larvas parasitadas por un Himenóptero, *Xorides* sp, y capturé una hembra de la misma especie sobre uno de los evolucionarios en Peñafiel.

No he observado predación de *X. arvicola* por artrópodos, aunque en el viñedo se encuentran con frecuencia distintos tipos de arañas, no parece que puedan llegar a las galerías cerradas de las larvas; tampoco sobre imagos he observado ningún caso. Algunas especies de Arácnidos e Himenópteros, aprovechan las galerías vacías y orificios de salida de los *Xylotrechus* para establecer allí su cría.

Tres ejemplares de Cleridae han aparecido también en los evolucionarios, posibles predadores de forma anecdótica.

b) Pájaros

Diversas especies de pájaros pueden alimentarse de los imagos en la época de vuelo, habiendo sido frecuentes su presencia en las dos fincas estudiadas, pero sin que se haya podido cuantificar. Mayor incidencia estimo que tienen los pájaros carpinteros y otros insectívoros, los cuales disponen de todo el invierno para alimentarse de las larvas, a las que pueden localizar por el sonido que hacen al roer la madera.

La época donde más se aprecia este tipo de predación es al inicio de la brotación, cuando las larvas se dirigen a la zona exterior de la madera para pupar, y son por tanto más fáciles de ser alcanzadas; los síntomas de la predación son orificios agrandados y picados alrededor de galerías que no estaban abiertas.

En conteos de emergencia de adultos en Rueda hemos encontrado un 14% de larvas que han sido predadas por esta causa.

c) Vertebrados

Reptiles como lagartos pueden alimentarse de ellos, también murciélagos y mamíferos insectívoros pueden prearlos, sin embargo en viñedos en que se encuentran altas densidades de este insecto, estos

factores deben tener una influencia muy escasa en la dinámica poblacional de la especie.

Enfermedades

En un trabajo precedente (GARCIA CALLEJA A. 2002) he dado cuenta de la detección del parasitismo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. Y del interés de este potente auxiliar, que afecta de manera natural en las zonas de estudio a todos los estadios de desarrollo del insecto, y con el que se han realizado diferentes ensayos.

Otros hongos como *Isaria* y *Entomophthora* han sido reportados en Europa. En cuanto a nematodos endoparásitos, aunque no los hemos encontrado en el campo, hemos realizado ensayos que se exponen con la especie *Steinernema carpocapsae* de un preparado comercial obtenido en Castilla y León que por las características de este tipo de organismos (búsqueda en galerías y otras) puede tener interés.

Factores físicos

La temperatura es uno de los factores físicos más importantes en la vida de los Cerambicidos. La aparición de los imagos durante los dos años de estudio, en los días más cálidos, indica que la integral térmica podría servir a los efectos de predecir el vuelo.

En *Xylotrechus arvicola* Ol la humedad relativa tiene una influencia positiva ya que las mayores poblaciones se encuentran en viñedos en riego, pero por su vida larvaria endofita y desarrollarse perfectamente sobre madera seca, no debe tener excesiva importancia.

3. VALORACIÓN DE LOS DAÑOS OCASIONADOS POR LA PLAGA

Se han calculado los costes directos por hectárea de control de la plaga, y para el cuidado de cepas afectadas: Poda, tratamiento individual de las heridas y reconstitución de cada cepa ya que la destrucción de la madera de las cepas puede llegar a ocasionar su muerte.

Los costes directos que ha ocasionado la plaga (sin incluir pérdidas de cosecha) en las fincas estudiadas con altos niveles de ataque, son del orden de 675 € por hectárea y año. La transmisión de enfermedades de la madera es discutible.

4. ÍNDICES DE ATAQUE ESTABLECIDOS

Se han estudiado varios índices de ataque para: Conocer la importancia de la plaga. Valorar métodos de control y estudiar como evolucionan las poblaciones; y se ha comprobado su utilidad (si son seguros, fáciles de obtener y suficientemente fiables).

Además se ha profundizado en la comprobación de la utilidad de los distintos métodos de los muestreos que se proponen, comprobando si son seguros, fáciles de obtener y suficientemente fiables.

Los índices estudiados han sido los siguientes:

1. Número de orificios en 100 cepas.
2. Individuos capturados por golpeo.
3. Individuos capturados con manga.
4. Inspección visual de 100 cepas.

Se ha seleccionado como el de mayor interés el Índice de ataque: número de orificios en 100 cepas. Y se proponen los siguientes niveles:

- Hasta 10 orificios por 100 cepas.
Bajo.- no precisa de ningún cuidado.
- De 10 a 30 id id.
Medio.- prestar atención y vigilar la plaga.
- De 30 a 80 id id.
Alto.- deben realizarse tratamientos de control.
- Más de 80 id id.
Muy alto.- considerar a *Xylotrechus* como plaga llave y establecer una estrategia de control de como mínimo dos años de duración.

5. ESTUDIOS DE DINÁMICA DE LA POBLACIÓN

En 2002 en Rueda de 128 cepas muestreadas el 37,5% de cepas estaban afectadas y se pasó al 81, 25%, lo que supone un incremento 43,75 %, y la aparición de 168 nuevos adultos. La población se reparte igual entre cabeza, brazo derecho y brazo izquierdo de las cepas.

El número máximo de orificios por cepa ha pasado de 6 a 13; mientras que el número máximo de orificios nuevos en una cepa afectada ha sido de 11 y el número máximo de orificios nuevos en una cepa sin orificios previos es de 10.

En Peñafiel en 2002 con 58 cepas muestreadas, de 36 afectadas (62 %) inicialmente pasaron a 48 (79%), lo que significa un nivel de ataque próximo al 80% parecido al caso de Rueda anterior. De 102

orificios iniciales, se ha pasado a 236 que suponen la aparición de 134 nuevos adultos en el año. La mayor parte de la población se concentra en los brazos, al estar las cepas formadas sin cabeza.

El número máximo de orificios por cepa ha pasado de 7 a 15; mientras que el número máximo de orificios nuevos en una cepa afectada ha sido de 8, y el número máximo de orificios nuevos en una cepa sin orificios previos es de 5.

6. ENSAYOS DE EFICACIA DE CONTROL QUÍMICO

Las medidas de lucha utilizadas: podas y saneamientos drásticos, tratamientos repetidos en distin-

tos momentos (en invierno, durante la poda, orificio por orificio, en vegetación etc.), han sido actuaciones poco eficaces, caras y en general los tratamientos han sido injustificados.

6.1. Control de la eficacia de los mastic insecticidas

En muchos viñedos, la aplicación de mastic fungicidas mezclados con insecticidas en las zonas de cortes grandes de las cepas es práctica común; en los controles efectuados, solo se han encontrado larvas muertas, cuando estaban a pocos milímetros de la aplicación; en la mayoría de los casos seguían estando vivas.

Control de tratamientos de 2001

La aplicación de los mastic del año 2001 se hizo a finales de febrero sobre cortes de madera sana; en la inspección de 50 cortes se apreciaron 7 orificios nuevos en las superficies tratadas del año anterior, que indica que las larvas que los hicieron no murieron por el tratamiento y por lo tanto la aplicación no ha sido eficaz contra *Xylotrechus*.

Municipio	Productos empleados	Con orificios	Sin orificio
Peñañiel	Bayleton pasta	7	43
Rueda	Bayleton pasta	6	44

Control de tratamientos de 2002

Cuando el mastic se ha aplicado en zonas cortadas donde había galerías, en algunos se apreciaba que las larvas trataban de abrirlos de nuevo, encontrándose larvas muertas en el mismo agujero aprisionadas en el mastic, y posiblemente muertas por acción de la piretrina; en otros casos (con menos mastic) algunas salieron y cayeron al suelo, o se volvieron a introducir en la madera.

Fechas de inspección: 22 a 26 de febrero de 2002

Municipio	Productos empleados	Lar. vivas	L. muertas	Sin larv
Peñañiel	Trat. Bayleton pasta + Bulldock2,5	15	3	32
Rueda	Trat. Bayleton pasta + Bulldock2,5	21	4	25

En el cuadro anterior se aprecia que las eficacias de los tratamientos son inferiores al 20 % y por lo tanto comercialmente inaceptables.

Control de tratamientos de 2003

Fechas de las inspecciones: 28 a 30 de enero de 2003

Municipal	Productos empleados	Lar. vivas	L. muertas	Sin larv
Peñañiel	ESCUDO 3 lts + DECIS 300 cc	6	4	40
Rueda	Bayleton pasta + Bulldock 2,5	15	4	31

En Rueda no se aprecian diferencias importantes, se cortaron pocos brazos y no se hicieron grandes heridas. En Peñafiel se había realizado una intensa poda de saneamiento, cortando gran cantidad de madera, en estas zonas se observaron larvas muertas; el número de cortes sin larvas, es el más elevado 40 sobre los 50 probables inspeccionados.

Las eficacias de los tratamientos de las zonas de corte con la mezcla de mastic fungicidas e

insecticidas son inferiores al 50 %, por lo que este método de control no presenta una eficacia satisfactoria.

6.2. Ensayo contra larvas en invierno

6.2.1. Dosis de caldo y momento de aplicación

Caldo previsto 300 l/ha. hasta goteo de la cruz y tronco de la cepa en su parte superior. Las dosis efectivas se calculan en el siguiente cuadro, se prepararon 3 L por variante.

N ^o var	producto	Dos/l	Dos/3l	Dosis/ha de Prod. Comer	Caldo apli	Dosis/ha de caldo
1	Regente	0.1 gr	0,3 gr	15,5 grm	1400 cc	155
2	Oleosumithión	15 cc	45 cc	3,165 lt.	1900 cc	211
3	Reldan	3 cc	9cc	0,73 lt.	2200 cc	244
4	TESTIGO					
5	Confidor + aceite	0,5+0,1	1,5+0,3	0,135 lt.	2400 cc	267
6	Baytroid	1 cc	3cc	0,267 lt.	2400cc	267

El día 28 de febrero de 2002 con tiempo frío de unos 12° C. con lloviznas e intervalos nubosos. La viña se encontraba en estado de yema de invierno.

6.2.2. Controles y evaluación de resultados

El día 2 de abril se procedió a la toma de muestras cortando uno, dos brazos e incluso la cabeza de tres cepas, en cada una de las parcelas elementales del primer bloque; cada una de las muestras se examinó cortando con sierra de calar al objeto de observar el número de larvas existentes sus tamaños y si se encontraban vivas o muertas. El conteo se efectuó entre los días 3 y 4 de abril.

La segunda repetición se cogió el 4 de abril y se examinó entre el 5 y el 8 de abril.

La tercera repetición recogida en campo el día 9 de abril y se examinó los días 10 y 11 de abril.

La cuarta repetición se recoge en los días 18 de abril y el 30 de abril, en este último día se cogieron dos cepas en algunas variantes, ya que de las cepas del 25 de abril no se obtuvieron un número de larvas suficientes.

Vari.	Primera repetición				Segunda repetición				Tercera repetición				Cuarta repetición				tot
	Fecha 3y 4 IV				Fecha 5 y 8 IV				Fecha 10 y 11 IV				Fecha 25 y 30-IV				
	Lp	Lg	P	M	Lp	Lg	P	M	Lp	Lg	P	M	Lp	Lg	P	M	
1	0	0	0	0	2	6	2	0	1	3	0	0	3	1	1	0	19
2	3	0	0	0	1	1	0	1	5	1	1	0	4	0	0	0	16
3	1	2	0	0	4	1	0	0	1	0	0	1	5	3	0	0	17
4	1	0	0	0	1	1	0	0	3	0	1	0	5	2	1	0	15
5	1	0	0	0	2	1	0	0	3	3	0	0	3	0	1	0	14
6	2	0	0	0	3	1	0	0	4	3	1	0	7	1	3	0	25

Notas: Lp larva pequeña; Lg larva grande; P pupa; M forma muerta.

A la vista de los resultados anteriores no procede realizar análisis estadístico pues como se puede observar las eficacias han sido nulas con todas las variantes ensayadas, confirmando la ineffectividad de estos tratamientos alrededor de la época de la poda.

Para la valoración del ensayo realizado en las proximidades del tratamiento, el muestreo ha de ser destructivo, la extracción de individuos en distintos estados de desarrollo exige cuidados por estar en una madera dura, y precisa elementos mecánicos de corte para obtener muestras suficientes.

Teniendo en cuenta la disposición y la forma de alimentarse las larvas, en las galerías que taponan, impiden la circulación de la savia y la posible llegada de los insecticidas; por lo que las eficacias han sido nulas, el único ejemplar encontrado muerto, ha sido por consecuencia del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill.

Los tratamientos insecticidas ensayados realizados en la época de la poda, son ineficaces contra las larvas en el interior de la madera. Era necesario realizar este tipo de ensayo para recomendar evitar tratamientos que en esta época realizan algunos agricultores afectados por la plaga.

6.3. Ensayo contra larvas neonatas

Siendo generalmente los primeros estados de desarrollo los más susceptibles a la acción de los insecticidas, el tratamiento contra las larvas neonatas, presenta gran interés; es preciso realizar el seguimiento minucioso del ciclo biológico y determinar el momento preciso de la intervención, para conocer la eficacia de los productos, en las condiciones naturales del insecto.

6.3.1. Dosis de caldo y momento de aplicación

La dosis de caldo prevista era de 300 l/ha, suficiente para mojar el tronco y los brazos de cada cepa hasta el punto de goteo por las dos caras. Se emplearon 4,5 litros de caldo para las cuatro repeticiones de cada variante, ajustándose a lo previsto con ligeras variaciones.

Los tratamientos, se realizaron el día 11 de junio fecha en que según el seguimiento del ciclo bioló-

gico se estaba produciendo el máximo de eclosión de las puestas.

6.3.2. Controles y evaluación de resultados

Para conocer la eficacia de los distintos tratamientos ensayados, empleando procedimientos no destructivos de las cepas, se ha recurrido a la comprobación de los orificios de salida (número de insectos nacidos de las cepas tratadas al año y dos años siguientes).

Se ha efectuado el control de todas y cada una de las cepas del ensayo al final del primer vuelo del año 2002; se ha vuelto a hacerlo a finales del vuelo de 2003 y debiera haberse hecho después del vuelo de 2004, en que aparecieron los correspondientes a las puestas de 2002.

6.4. Ensayos de eficacia contra imagos de *Xylotrechus arvicola* Ol.

El tratamiento contra imagos en el conjunto de las fincas de seguimiento, ha sido muy eficaz, en los días siguientes a los tratamientos, los imagos se encontraban en su mayoría muertos. Los ensayos realizados muestran buen control de la plaga.

Aunque todavía no se dispone de los datos definitivos, en los momentos de vuelo indicados han resultado eficaces las pulverizaciones y espolvoreos con las siguientes materias activas: endosulfan, fenitrothion, malation, o triclorfon (deben comprobarse las autorizaciones actuales).

6.5. Control biológico con nematodos entomopatógenos

6.5.1. Ensayo contra larvas neonatas

En el ensayo contra larvas neonatas a la dosis empleada, del nematodo *Steirneria carpocapsae* no se ha llegado a valorar.

6.5.2. Ensayo en parcelas de cultivo normal

En los controles de las aplicaciones realizadas por Técnicos de la Casa Comercial se aprecia que los tratamientos un mes antes del vuelo, reducen algo la emergencia de adultos del año, mientras que los tratamientos en las proximidades del vuelo no.

Los resultados de los conteos después del vuelo correspondiente a 2003 muestran eficacias similares a las de los conteos del año precedente, no existe

incremento de la actividad de los nematodos de un año para otro.

El análisis estadístico muestra que no hay diferencias significativas, por lo que este método de control, no ha resultado suficientemente eficaz.

6.6. Control biológico con *Beauveria bassiana* (BAL) VUILL.

6.6.1. Ensayos de laboratorio

Las pruebas preliminares indican que es posible utilizar patotipos de *Beauveria sp.* como medio de lucha contra *Xylotrechus arvicola* Ol.

A la dosis de $1,05 \times 10^8$ esporas/placa, aplicándose sobre las larvas, se obtiene una eficacia del 100%. Las mortalidades son bajas cuando la aplicación para evitar el contacto directo del hongo y las larvas se efectúa en el centro de las placas.

Haciendo dos aplicaciones repetidas, separadas 14 días, las eficacias con todas las variantes ensayadas, (10.000 esp/larva del Producto comercial; y del patotipo de Rueda a dosis de 100; 1.000; 10.000 y 100.000 esp/larva) son prácticamente del 100%, incluso en las dos dosis más bajas.

La segunda aplicación tiene gran influencia sobre los resultados finales de control.

6.6.2. Ensayos de campo con *Beauveria bassiana* (Ball.) Vuill

6.6.2.1. Ensayo preliminar sobre brazos cortados. Peñafiel 2003

Las larvas extraídas de los brazos testigos son 0,6 mm de media más largas y alcanzaron mayor desarrollo evolutivo que las obtenidas de los brazos tratados.

6.6.2.2. Ensayos de campo en cepas de cultivo normal

Los datos obtenidos muestran una posibilidad de controlar esta plaga por medios biológicos, especialmente por ser efectivas las aplicaciones realizadas en primavera, cuando los insecticidas químicos no han funcionado, y se dispone de un largo periodo de tiempo para realizar los tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

BAGGIOLINI, M. Y S. EPARD. 1968. "Un nouveau ravageur de la vigne, le Clyte (*Clytus arietis* L.)". *Agriculture romande*. Vol. VII. N° 7-8: 91-92.

GARCIA CALLEJA A. 2004 Los parásitos de la vid, estrategias de protección razonada. Ed. MAPA Mundi-Prensa 5ª Ed. Madrid 2004 pg. 102-104 y 87-88.

GARCIA CALLEJA A. 2004 El Tornillo de las Cepas (*Xylotrechus arvicola* Ol.) Ed. MAPA Dep.Leg. M-29419-2003

GARCIA CALLEJA A. 2006 Control del "barrenador de las cepas de la vid" *Xylotrechus arvicola* (Ol. 1795), (Coleoptera) (Cerambycidae). Aspectos económicos. Tesis doctoral. Universidad de León; 220 pags.

GOODWIN, S., M.A. PETTIT Y L.J. SPOHR. 1994. "*Acalolepta vastator* (Newman) (Coleoptera: Cerambycidae) Infesting Grapevines in the Hunter Valley, New South Wales 1. Distribution and Dispersion. *J. Aust. Ent. Soc.*, 33: 385-390.

GOODWIN, S. Y M.A. PETTIT.. 1994. "*Acalolepta vastator* (Newman) (Coleoptera: Cerambycidae) Infesting Grapevines in the Hunter Valley, New South Wales 2. Biology and Ecology". *J. Aust. Ent. Soc.*, 33: 391-397.

RUIZ CASTRO, A. 1943. "Fauna Entomológica de la Vid en España Tomo I. Consejo Superior de Investigaciones Científicas". 23-24.

VILLIERS, A. 1978. "Faune des Coléoptères de France I, Cerambycidae. Ed.Lecchevalier". Paris. 611 pp.

INVESTIGACIONES EN TORNO A LA CLOROSIS FÉRRICA DEL VIÑEDO EN LA D.O. “RIBERA DEL DUERO”

Pedro Martín Peña

Doctor Ingeniero Agrónomo. Dpto. de Producción Vegetal y Recursos Forestales. Universidad de Valladolid

La clorosis férrica, o carencia nutricional de hierro, es una enfermedad que causa graves daños al viñedo y que es difícil y costosa de corregir. Esta deficiencia se da fundamentalmente en suelos muy calizos o con elevado pH, donde la disponibilidad del microelemento para las plantas es muy reducida. El hierro interviene en la síntesis de la clorofila, y su carencia modifica la estructura y la funcionalidad del aparato fotosintético, pudiendo limitar gravemente la expresión vegetativa del viñedo en todas sus componentes: vigor, rendimiento y calidad de la cosecha.

Los síntomas de la clorosis férrica son característicos. Las hojas amarillean primero en las zonas internervales y luego en todo el limbo, adquiriendo finalmente tonos muy pálidos que evidencian la ausencia de clorofila. Debido a la baja movilidad del hierro dentro de la planta, la carencia se manifiesta en primer término sobre las hojas jóvenes, pero si aparece muy a principios de primavera, todo el follaje puede quedarse amarillo al final del periodo de vegetación (figura 1).

El método más directo de evaluar la intensidad de la carencia de hierro es la medida del grado de amarillez (clorosis) de las hojas. El contenido foliar de clorofila puede estimarse fácilmente en campo mediante colorímetros portátiles como el denominado *SPAD*. Sin embargo, la clorosis de las hojas es un síntoma común de gran número de

afecciones parasitarias y no parasitarias de la vid, incluyendo carencias de otros oligoelementos como el manganeso, cinc, cobre o boro. Por ello, antes de plantear los medios de corrección más apropiados, es necesario realizar un buen diagnóstico que confirme que los síntomas observados corresponden inequívocamente a una carencia mineral de hierro.

Sufrir las consecuencias de la clorosis férrica en el viñedo supone tener que recurrir de modo continuado a medios químicos de lucha más o menos eficientes, y siempre caros. En la inmensa mayoría de los casos esta situación es la consecuencia directa de un grave error: no haber elegido el portainjerto adecuado en el momento de la plantación. Antes de establecer un viñedo es necesario disponer de un análisis químico del suelo, para considerar la posibilidad de realizar enmiendas y abonados de fondo, y para elegir el patrón que mejor se adapta al terreno. El patrón, al margen de otras consideraciones, debe tener unos niveles de tolerancia superiores a los registros de IPC (índice de poder clorosante, o cociente de la caliza activa entre el hierro asimilable) detectados en el suelo. La disponibilidad de portainjertos de vid resistentes a niveles altos de caliza activa es muy amplia. El 41-B es el patrón que más se utiliza en los suelos calizos españoles, pero existen otros con niveles superiores de tolerancia al exceso de calcio, como el 333-EM o el 140-Ru (tabla 1).



Figura 1: Viñedo fuertemente afectado por la clorosis férrica

	Caliza Activa %	IPC
Riparia Gloire	6	5
44 - 53 M	10	-----
3309 C	11	10
99 R, 110 R, 1103 P, S04	17	30
5BB, 420 A	20	40
161 - 49 C	25	50
41 B	40	60
333 EM	40	70
140 RU	20	90
Fercal		120

Tabla 1: Tolerancia de los portainjertos de viña a la clorosis férrica (Champagnol 1984)

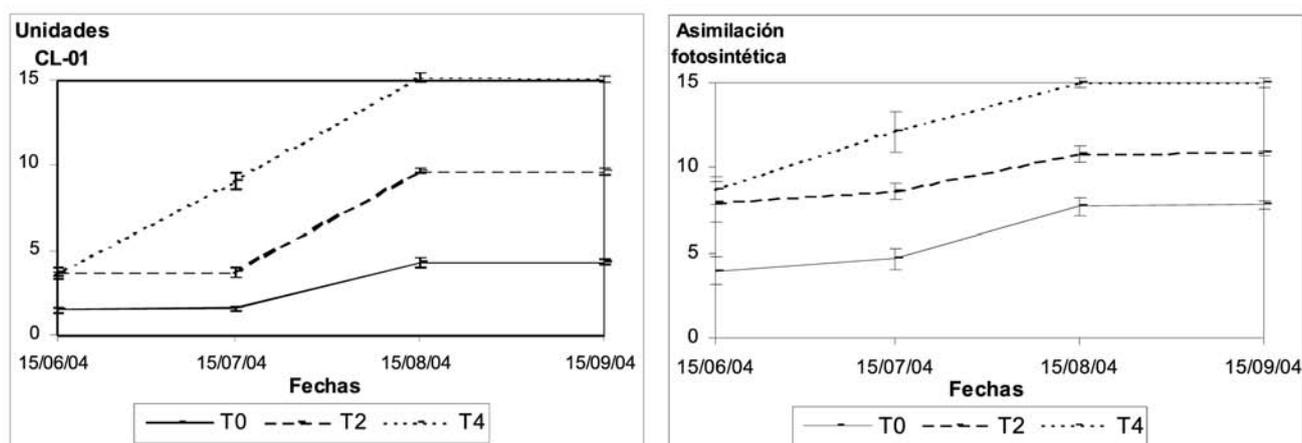


Figura 2: Evolución temporal del contenido foliar de clorofila (izqda.) y de la asimilación fotosintética (dcha) en los tratamientos T0, T2 y T4.

Tabla 2: Concentración foliar de clorofila (CFC) y conductancia estomática (CE) medidas en el envero, valores promedio de fotosíntesis neta (FN), fracción de fotones absorbidos que son utilizados en reacciones fotoquímicas por las hojas adaptadas a la luz ($(F_m' - F_s')/F_m'$) y por las hojas adaptadas a la oscuridad (F_v/F_m), tasa aparente de transporte de electrones en el fotosistema II (TTE) y tasa de disipación térmica (TDT).

Parámetros		Tratamientos*		
		T0	T2	T4
CFC ($\mu\text{g cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)		7,81 a	14,61 b	24,15c
CE ($\mu\text{mol H}_2\text{O cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)		0,06 b	0,10 ab	0,13 a
FN ($\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Junio	3,34 a	8,52 b	9,28 c
	Julio	4,97 a	8,33 b	14,10 c
	Agosto	5,01 a	9,70 b	14,39 c
	Septiembre	3,18 a	8,40 b	12,61 b
$(F_m' - F_s')/F_m'$	Junio	0,06 a	0,08 ab	0,10 b
	Julio	0,05 a	0,07 a	0,11 b
	Agosto	0,07 a	0,08 a	0,12 b
	Septiembre	0,05 a	0,07 a	0,11 b
F_v/F_m	Junio	0,49 a	0,59 b	0,64 b
	Julio	0,56 a	0,69 b	0,80 c
	Agosto	0,57 a	0,66 a	0,76 b
	Septiembre	0,53 a	0,65 b	0,74 c
TTE ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Junio	39,70 a	50,82 b	61,05 b
	Julio	29,77 a	42,05 a	68,17 b
	Agosto	43,07 a	47,35 a	70,25 b
	Septiembre	30,12 a	42,97 a	70,67 b
TDT	Junio	0,54 a	0,43 a	0,47 a
	Julio	0,39 a	0,46 a	0,39 a
	Agosto	0,21 a	0,26 a	0,56 a
	Septiembre	0,21 a	0,19 a	0,45 a

* T0, T2 y T4: parcelas elementales que recibieron 0, 2 y 4 aplicaciones foliares de 3 g L^{-1} de lignosulfonato de hierro (10% Fe soluble en agua), respectivamente. Dentro de la misma fila, las medias con la misma letra no son significativamente distintas con $p < 0,05$ (test LSD).

Los tratamientos correctores de la clorosis férrica consisten básicamente en la aportación de compuestos químicos que incrementan la disponibilidad de hierro para el cultivo. Aunque se pueden usar técnicas y productos diversos (González y Martín, 2006), los tratamientos más efectivos consisten en incorporar quelatos de hierro al suelo. En los quelatos sintéticos, el hierro se ve rodeado por una molécula orgánica (agente complejante) que evita su precipitación en formas insolubles. El Fe-EDDHA y sus homólogos (Fe-EDDHMA, Fe-EDDHSA y Fe-EDDCHA) son los correctores más indicados en terrenos calizos, ya que son estables incluso a valores de pH de la solución del suelo superiores a 9.

La clorosis férrica afecta a una superficie amplia de viñedo en la Ribera del Duero, sobre todo en su parte occidental. En los últimos años el Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales de la Universidad de Valladolid, en colaboración con el Consejo Regulador de la Denominación de Origen y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, ha desarrollado distintos estudios sobre el diagnóstico y la corrección de la enfermedad en la zona, a través de varios proyectos de investigación de ámbito regional y nacional. A continuación se repasan los resultados obtenidos en distintas líneas de trabajo.

LIMITACIONES EN LA ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA ASOCIADAS A LA CLOROSIS FÉRRICA

La clorosis férrica conduce a una disminución de la tasa de transporte de electrones en la fotosíntesis, de la síntesis de pigmentos fotosintéticos y de la eficiencia fotoquímica del fotosistema II.

La medida de la fluorescencia de la clorofila constituye una técnica de gran utilidad para estudiar los efectos de diversos tipos de estrés ambiental, incluida la carencia nutricional de hierro, sobre la asimilación de carbono y la productividad de los cultivos. Estas técnicas no son

destructivas y permiten evaluar el rendimiento fotosintético de un modo más rápido y sencillo que los métodos convencionales basados en la medida del intercambio de gases.

En un estudio realizado en la Ribera del Duero (Martín et al., 2005, 2007a), se han evaluado los efectos de la carencia de hierro sobre el rendimiento fotosintético de la viña utilizando medidas de fluorescencia de la clorofila. El experimento se llevó a cabo en un viñedo gravemente afectado por la clorosis férrica donde se aplicaron tres tratamientos experimentales con 0, 2 y 4 pulverizaciones foliares (T0, T2 y T4, respectivamente) con 3 g/L de un lignosulfonato de hierro (10% Fe soluble), una vez cada 15 días a partir de mediados de junio. En el envero los contenidos foliares de clorofila en T4 fueron un 44% superiores a los de T2, y más del triple que los de T0 (figura 2). Los valores de asimilación neta y de eficiencia fotoquímica en la fotosíntesis se incrementaron proporcionalmente con el número de pulverizaciones de lignosulfonato recibidas. Los niveles aparentes de transporte de electrones en T0 y T2 fueron inferiores a los observados en T4 (tabla 2). Las componentes de la expresión vegetativa del viñedo fueron muy homogéneas en todo el ensayo, si bien se pudo constatar (González et al. 2006) que una mayor disponibilidad de hierro incrementaba significativamente la acumulación de antocianos en la uva durante la maduración (González et al. 2006. Tabla 3).

Días después de envero	Tratamientos			
	T0	T2	T4	
7				
	Antocianos			
	DE3G	1.8857 a	3.1609 a	3.9686 a
	CY3G	1.8865 a	2.1065 a	2.3458 a
	PT3G	12.7835 a	8.8711 a	16.5939 a
	PO3G	2.9317 a	3.5525 a	4.1165 a
	MV3G	18.2411 b	25.7481 ab	38.0320 a
18				
	DE3G	4.1825 b	9.3038 a	10.3538 a
	CY3G	2.8715 b	3.4628 a	3.6583 a
	PT3G	16.2042 b	22.0216 a	22.4151 a
	PO3G	3.8163 b	6.7719 a	4.8905 ab
	MV3G	37.9290 b	51.8730 ab	60.4416 a
26 (Vendimia)				
	DE3G	8.8818 a	6.1995 a	11.1188 a
	CY3G	2.7353 b	3.8123 a	3.5545 ab
	PT3G	20.8999 a	18.7656 a	23.8326 a
	PO3G	4.8374 a	4.3780 a	5.2654 a
	MV3G	56.9801 a	49.7456 a	62.9856 a

Tabla 3: Concentraciones (mg·L⁻¹) de los antocianos en los hollejos de uva recogidos durante la maduración en cada tratamiento experimental (González et al. 2006)

EL DIAGNÓSTICO FOLIAR DE LA CLOROSIS

El estado nutricional de las plantas respecto a un elemento habitualmente se valora comparando su concentración total en hoja con unos patrones considerados de referencia (por encima, exceso de asimilación, por debajo carencia). Sin embargo, éste modo de operar no es válido para el caso de la clorosis férrica, ya que es muy común encontrar plantas cloróticas con concentraciones foliares de hierro significativamente superiores que las de plantas sanas. El hecho, conocido como "paradoja de la clorosis", es consecuencia de una acumulación de hierro fisiológicamente inactivo en las hojas enfermas, así como de un menor desarrollo de estas hojas, lo que produce un efecto de concentración del elemento en los tejidos.

Una deficiente asimilación de hierro acarrea modificaciones importantes en la absorción de otros nutrientes y, con ello, en la composición mineral de los tejidos vegetales y de la savia. Así las concentraciones de fósforo y potasio tienden a ser más elevadas en hojas cloróticas que en hojas sanas, mientras que las de calcio tienden a ser más bajas. Las proporciones relativas de unos nutrientes respecto a otros puedan ser útiles como índices para el diagnóstico de la clorosis.

En 2004 se inició un estudio sobre este particular en un conjunto de 18 parcelas de viñedo cv. Tempranillo situadas en la zona oeste de la Denominación de Origen "Ribera del Duero" (González et al, 2005a). Los viñedos se clasificaron en cloróticos y no cloróticos en función de los valores registrados en campo con un colorímetro portátil CL-01 (Hansatech) entre los meses de junio y septiembre. Las medidas del CL-01 estiman con precisión la concentración foliar de clorofilas por unidad de superficie de hoja (González et al., 2005b). En todos los viñedos se tomaron muestras de peciolo y limbo, en los estados fenológicos de cuajado y envero, para analizar su composición mineral. Los contenidos foliares de calcio en las plantas enfermas fueron superiores a los patrones de referencia calculados previamente para toda la Denominación de Origen (González y Martín, 2005), mientras que

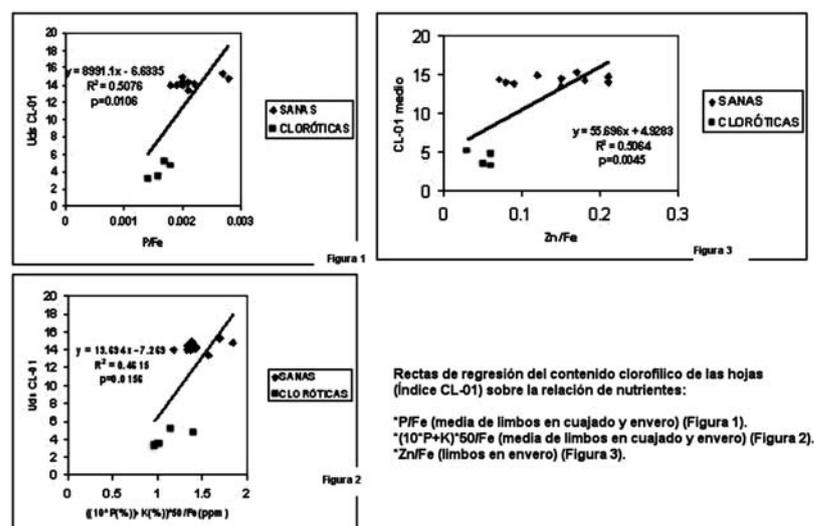


Figura 3: Relación entre distintos ratios de nutrientes en hoja con el contenido foliar de clorofila.

las concentraciones de nitrógeno y cinc fueron inferiores.

Tal y como se muestra en la figura 3, tanto los coeficientes de determinación de las regresiones efectuadas, como el escaso solapamiento entre los intervalos de confianza de las medias, han puesto de manifiesto que las relaciones P/Fe y $(10*P+K)*50/Fe$ (promedio de limbos en cuajado y envero), y Zn/Fe (limbos en envero) son susceptibles de ser utilizadas como valores de diagnóstico de la clorosis férrica del viñedo en la zona de estudio.

IMPACTO DE LA CLOROSIS FÉRRICA EN LA CALIDAD DE LA UVA

En un experimento realizado en 2006 se han estudiado los efectos de la clorosis férrica sobre el comportamiento agronómico de la viña, evaluando también la eficacia de un quelato de hierro Fe-EDDHA en la corrección de la enfermedad (Martín et al, 2007b). El estudio se ha llevado a cabo en un viñedo cv. Tempranillo ubicado en Pesquera de Duero (Valladolid). El patrón es 110-Richter, sensible a los niveles de caliza activa del suelo (se alcanza un índice de poder clorosante de 64), por lo que el viñedo se halla fuertemente afectado por la clorosis férrica. Dentro de la parcela se distinguieron tres grupos de plantas: (1) cepas que muestran síntomas de clorosis; (2) cepas sanas, que no muestran síntomas; y (3) cepas que, siendo cloróticas en un principio, son tratadas con 10 g/cepa de quelato (4.8%

Fe-oo-EDDHA). La aplicación se realizó a primeros de mayo, en estado fenológico F, localizando el abono a una profundidad de suelo de unos 15 cm. Comparando el comportamiento agronómico de las cepas cloróticas y de las cepas sanas dentro de la misma parcela, hemos podido constatar que la carencia nutricional de hierro no sólo disminuye el rendimiento del viñedo (incluso hasta límites difícilmente asumibles), sino que también perjudica gravemente a la calidad de la uva. La falta de hierro disminuye la concentración de pigmentos fotosintéticos y con ello los niveles de asimilación neta de las plantas, que encuentran dificultades en mayor o menor medida en todos sus procesos fisiológicos (desarrollo radicular, cuajado del fruto, agostamiento de la madera, etc), viendo reducido su vigor año tras año.

Se ha observado que la disminución del rendimiento o el menor tamaño de las bayas en las plantas muy afectadas por la enfermedad no repercute positivamente en la calidad de la vendimia. Estas plantas son incapaces de desarrollar satisfactoriamente los procesos de síntesis y acumulación de sustancias, propios de la maduración del fruto. La uva procedente de las cepas enfermas alcanza unos niveles de azúcares, ácidos y polifenoles inferiores a los correspondientes a las cepas sanas, menor extractabilidad de antocianos y parámetros cromáticos menos favorables. Los vinos que se obtuvieran de estas uvas presentan potencialmente peor aptitud para la crianza, color (intensidad y estabilidad) y estructura que los vinos procedentes de las cepas sanas.

El quelato Fe-EDDHA, a la dosis aplicada, elevó los niveles de clorofila de las hojas jóvenes de modo persistente, lo que permitió incrementar la capacidad productiva de las plantas afectadas hasta niveles equiparables a los de las plantas control. El mosto obtenido en las cepas tratadas alcanzó un índice de polifenoles similar al de las plantas sanas y valores de acidez total incluso superiores. La intensidad colorante del mosto en las cepas tratadas fue intermedia entre los valores de las plantas sanas y cloróticas (figura 4). El contenido tánico y el grado de polimerización de taninos de las uvas acabaron siendo equivalentes en las cepas tratadas y en las cepas sanas. Sin embargo, los valores de extracta-

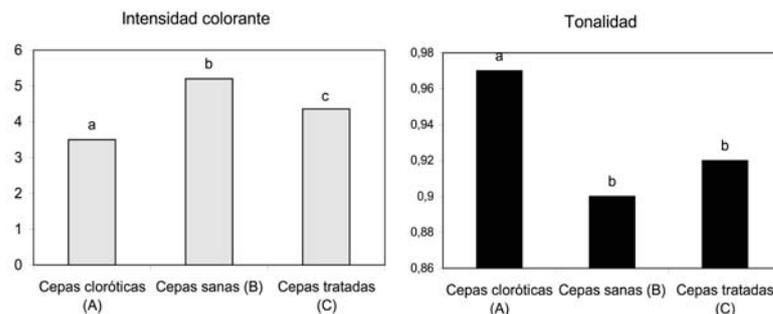


Figura 4: Intensidad colorante y tonalidad de los extractos de hollejo de uva en el ensayo de aplicación de quelato de hierro Fe-oo-EDDHA (Martín et al., 2007b).

bilidad de los antocianos y el potencial cromático no se recuperaron completamente con un solo tratamiento del quelato en las condiciones concretas del ensayo.

Es preciso destacar que la respuesta productiva y cualitativa del viñedo afectado por la clorosis férrica no depende únicamente de la disponibilidad de hierro en un año concreto, sino también de los efectos acumulativos de la enfermedad que se manifiestan en las cepas año tras año, como la disminución del vigor, del desarrollo radicular y del tamaño del follaje.

TELEDETECCIÓN DE LA CLOROSIS FÉRRICA

El conjunto de parcelas que ha servido de soporte al estudio del diagnóstico foliar de la clorosis férrica se ha utilizado también para investigar las relaciones existentes entre los niveles foliares de clorofila y los parámetros de composición de la uva. Una vez puestas en evidencia estas correlaciones, se ha evaluado la posibilidad de hacer mapas de calidades potenciales (figura 5) de la uva mediante la estimación del contenido clorofílico de las hojas con técnicas de teledetección hiperespectral (Zarco-Tejada et al., 2005; Martín et al., 2007c). La zonificación resultante podría permitir, por ejemplo, escalonar la vendimia y elaborar vinos de modo diferenciado en función de las posibilidades de cada subzona delimitada.

Se han tomado imágenes multispectrales, desde avión, en 24 parcelas de viñedo cv. Tempranillo con un sensor CASI en 103 zonas de muestreo de 10 x10 m². En total se recogieron 1467 muestras de hoja en las cuáles se determinaron las concentra-

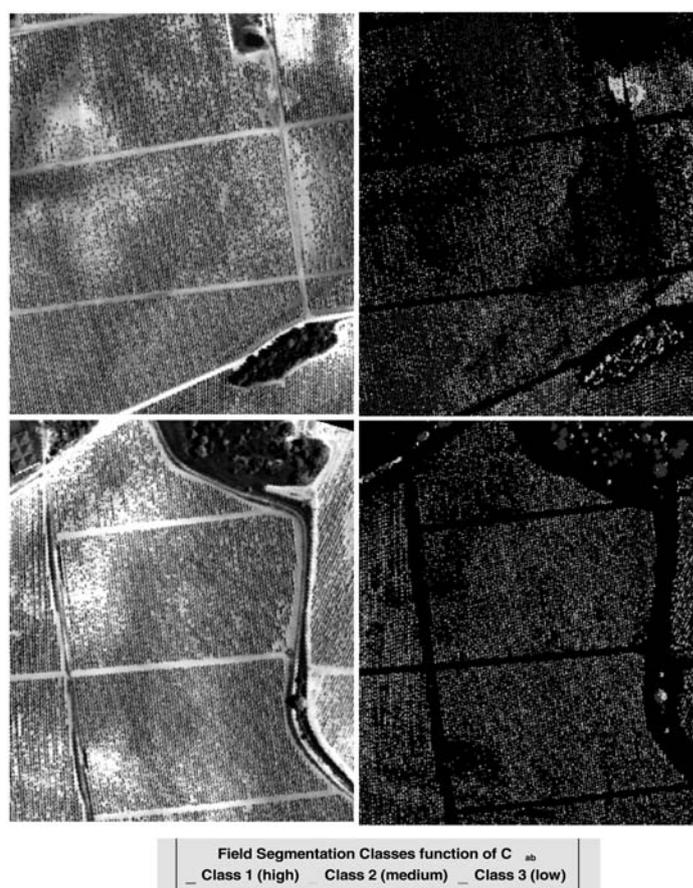


Figura 5: Mapas de calidad obtenidos a partir del contenido contenido clorofílico en dos zonas de estudio (Martín et al., 2007c)

ción de pigmentos y sus propiedades ópticas. El contenido foliar en clorofila estuvo significativamente relacionado con distintos parámetros de calidad del mosto como el contenido en sólidos solubles o el índice de polifenoles totales. La estimación del contenido en pigmentos clorofílicos mediante el índice TCARI/OSAVI (a través del modelo de simulación de transferencia radiativa PROSPECT-rowMCRM) en las zonas de estudio fue satisfactoria, confirmando la utilidad de estas técnicas para hacer mapas de calidad en viñedos afectados por la clorosis férrica.

Estudios recientes han puesto de manifiesto la posibilidad de detectar estrés (hídrico, nutricional...) en la vegetación mediante la generación de imágenes de fluorescencia clorofílica con alta resolución espacial. La teledetección previsual del estrés es muy interesante de cara a diseñar estrategias para su control, con anticipación y mayor eficacia. La existencia de correlaciones entre los

mapas de fluorescencia generados y la variación espacial del comportamiento agronómico del viñedo y del potencial cualitativo de la uva, sería de gran utilidad en el ámbito de una viticultura de precisión: aplicación de tratamientos correctores, clasificación del potencial enológico de las parcelas, etc.

Actualmente se están poniendo a punto sensores digitales que, instalados en avión o en satélite, podrían detectar la fluorescencia natural emitida por las plantas utilizando bandas espectrales muy estrechas en la región de absorción del oxígeno atmosférico.

Otra línea de trabajo interesante en teledetección de estrés pretende evaluar las tasas de disipación del exceso de energía en la fotosíntesis. Uno de los principales mecanismos no fotoquímicos implicados en esta disipación está relacionado con el ciclo de las xantofilas en las hojas (transformación de violaxantina en zeaxantina). Los cambios en las

concentraciones de los pigmentos xantofílicos pueden ponerse de manifiesto con técnicas de teledetección mediante índices como el PRI (*photochemical reflectance index*). En 2007 se han iniciado estudios en la D.O. Ribera del Duero para determinar el potencial interés de este índice para la detección del estrés nutricional provocado por la carencia de hierro en el viñedo.

BIBLIOGRAFÍA

- GONZÁLEZ, M.R., MARTÍN, P. 2005. Valores de referencia para el diagnóstico foliar del viñedo cv. Tempranillo en la Ribera del Duero. *La semana vitivinícola* 3073: 2198-2202.
- GONZÁLEZ, M.R., MARTÍN, P. 2006. Prevención y tratamiento de la clorosis férrica del viñedo. *Vida Rural*, 226: 30-33.
- GONZÁLEZ, M.R., NÚÑEZ, L.C., GONZÁLEZ, R., ZARCO-TEJADA, P.J., MARTÍN, P., 2005a Diagnóstico foliar de la clorosis férrica del viñedo en la D.O. "Ribera del Duero. *Viticultura/Enología Profesional*, 101: 53-58.
- GONZÁLEZ, M.R., NÚÑEZ, L.C., GONZÁLEZ, R., ZARCO-TEJADA P.J., MARTÍN P. 2006. Efectos de la clorosis férrica sobre la acumulación de antocianos en la uva cv. Tempranillo durante la maduración. En Lamsfus, C. y otros (ed.) *Nutrición Mineral. Aspectos fisiológicos y ambientales. Vol II, XI Simposio Ibérico de Nutrición Mineral de las Plantas. Universidad Pública de Navarra*, pp. 493-498.
- GONZÁLEZ, R., NÚÑEZ, L.C.; MARTÍN, P., BERJÓN, A., ZARCO-TEJADA, P.J. 2005b. Estimación de la absorbancia de radiación PAR en hojas de vid a partir de su contenido en clorofila. V Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. *Actas Portuguesas de Horticultura*, 6: 384-389.
- MARTÍN P., GONZÁLEZ, M.R., GONZÁLEZ, R., BONED J., PÉREZ, J., 2007b. Efectos de la clorosis férrica en la calidad de la uva de vinificación *Viticultura/Enología Profesional*, 110: 33-42.
- MARTÍN, P., GONZÁLEZ, M.R., NÚÑEZ, L.C., GONZÁLEZ, R., ZARCO-TEJADA, P.J., 2007a. Influencia de la clorosis férrica sobre el rendimiento fotosintético del viñedo cv. Tempranillo. *Actas de las IX Jornadas de los Grupos de Investigación Enológica. Badajoz*. pp 437-439.
- MARTÍN, P., NÚÑEZ, L.C., GONZÁLEZ, M.R. ZARCO-TEJADA, P.J. ALONSO, A., 2005. Corrección de la clorosis férrica del viñedo mediante lignosulfonato de hierro: influencia en el rendimiento, vigor y composición de la uva. En ITACYL/GIENOL (ed.), *Avances en ciencias y técnicas enológicas-1. Valladolid*, pp 13-15
- MARTÍN, P., ZARCO-TEJADA, P.J., GONZÁLEZ, M.R., BERJÓN, A., 2007c. Using hyperspectral remote sensing to map grape quality in Tempranillo vineyards affected by iron deficiency chlorosis. *Vitis*, 46: 7-14.
- ZARCO-TEJADA, P.J.; BERJÓN, A., LÓPEZ-LOZANO, R., MILLER, J.R., MARTÍN, P., CACHORRO, V., GONZÁLEZ, M.R., DE FRUTOS, A., 2005. Assessing Vineyard Condition with hyperspectral Indices: Leaf and Canopy Reflectance Simulation in a Row-Structured Discontinuous Canopy. *Remote Sensing of Environment*, 99(3): 271-287.

PORTAINJERTOS: ALTERNATIVAS PARA LA GESTIÓN DEL VIÑEDO

M.^a del Valle Alburquerque Otero

Licenciada en Enología. Técnico Departamento de Viticultura. ITACYL

1. DEFINICIÓN

El aprovechamiento productivo del portainjerto como cepa es mínimo, debido tanto a la baja calidad, como a la baja cantidad de fruto. Su nombre procede de la función que desempeña, que es "sujetar" el injerto (variedad de *Vitis vinifera* que se desea cultivar). Además, un portainjerto se define como una planta del género *Vitis* y de las especies americanas *Vitis riparia*, *rupestris*, *berlandieri*, etc., o de cruzamientos entre éstas, que aporta la parte radicular a la planta injerto de vid.

Según Reynier (2002) fue la invasión filoxérica lo que impulsó a los viticultores a injertar las vides que poseían para escapar de la histórica plaga, como también fue dicho insecto la principal causa de selección y mejora de portainjertos. Donde más se ha desarrollado esta actividad de mejora ha sido en Francia y en California (Estados Unidos).

2. ¿POR QUÉ SE EMPLEAN LOS PORTAINJERTOS?

Los portainjertos se emplean, fundamentalmente, para una mejor adaptación de la vid al terreno en que es instalada (como en los suelos calizos) y para controlar dos plagas del suelo: la filoxera y los nematodos (Winkler *et al.*, 1974).

Tradicionalmente la viticultura se ha desarrollado, en la mayoría del mundo, con cepas plantadas "a pie directo", sin injertar, principalmente por la ausencia del insecto "filoxera" (*Daktulosphaira vitifoliae*) como plaga de la vid (Aballay y Montedonico, 2000). Aún es más, un siglo y medio atrás, aproximadamente, la filoxera de la vid era una insignificante plaga, conocida tan solo por un grupo de entomólogos especializados en taxonomía. En 1854 Asa Fitch (EE.UU.) descubrió las agallas en hojas. La forma alada de la Filoxera (*Dactylosphaera vitifoliae* F.) fue definida en 1867 por Henry Schimer (Hidalgo 2002).

Fue a partir de entonces, 1863, cuándo esta plaga invadió los viñedos de Europa, a través de plantas resistentes al *Oidio* de la variedad Isabella (que es sensible a la filoxera), desde Georgia a Europa. Finalmente, pasó a la mayoría del resto del mundo, convirtiéndose en una de las plagas vitícolas más importantes. Hace una década y media, la filoxera cayó en una relativa oscuridad, siendo conocida por entomólogos y expertos vitícolas como un brillante ejemplo de plaga que fue satisfactoriamente controlada mediante prácticas culturales: con el uso de portainjertos resistentes a ella (De Benedictis, 1997).

La filoxera sacudió la viticultura californiana matando las viñas injertadas sobre AXR#1, un portainjerto que era conocido por proteger a las viñas del peligroso insecto y que precisamente fue el causante de la destrucción de viñedos californianos, iniciada en 1983, por no ser compatible con el portainjerto AXR1. A pesar de todo, el AXR fue hibridado de nuevo, así como otros portainjertos susceptibles a la plaga, con el fin de conocer la naturaleza y la herencia de la resistencia a la filoxera. Los exámenes de más de 130 híbridos de *Aramon x Rupestris*, conseguidos por Andy Walker en la Universidad de Davis (California), confirmaron que esta resistencia se ve comprometida cuando uno de los parentales de un híbrido es susceptible e indican que la resistencia está controlada por numerosos genes (Walker, 1992).

En Francia, por el contrario, y según Bouquet (2002), no hay investigación alguna sobre filoxera. La razón está, según dicho autor, en que así no desestabilizan el sector de los viveros vitícolas. Los viticultores californianos guardan un mal recuerdo de los portainjertos con resistencia parcial a la filoxera. Por ello, una variedad de *Vitis vinifera* resistente a la filoxera deberá ser muy resistente y, sobretodo, tener una garantía de continuidad de la misma, dice Bouquet. Los genes eficaces contra los pulgones producen proteínas, como las lectinas, que pueden ser alérgenos y que se pueden encontrar en los frutos

y en los vinos, lo cual es un gran riesgo para la salud. La resistencia a la filoxera no es el mejor modelo para demostrar el interés de las viñas transgénicas, que es en lo que el INRA ha reemprendido sus pruebas, y es más recomendable trabajar sobre la resistencia a virus (como el virus del entrenudo corto, GFLV) y a las enfermedades de la madera (Bouquet, 2002).

Condiciones de dispersión de la filoxera:

- Temperatura del aire, no propagación con temperatura baja en verano.
- Estructura del suelo: con fisuras y galerías se propaga con gran dificultad.
- Suelos arenosos, 60 % riqueza en elementos finos y menos del 6 % arcilla, es posible el cultivo a pie franco sin peligro de filoxera (Hidalgo, 2002).
- Movimiento de agua en el suelo, capacidad capilar, relacionada con la cantidad de arcilla.
- Temperatura del suelo: en baja latitud, temperatura elevada frena su multiplicación.
- Aireación del suelo: frena su desarrollo en tierras no cultivadas y suelos profundos.
- Relieve del suelo: prefiere espacios abiertos y llanos.
- Marcos de plantación amplios: peor dispersión de la *filoxera radícol*a.
- Dispersión pasiva: tierra pegada a aperos de labranza, introducción de barbados con filoxera.
- ¡Ojo!, la filoxera no se propaga mediante injerto por la ausencia de hoja ni huevos de invierno procedentes de las formas sexuadas.

Algunos de los tratamientos contra la filoxera se describen a continuación:

- Preventivos: elección del terreno (terrenos arenosos), elección de plantas resistentes (portainjertos resistentes injertados con *V. vinifera*).
- Curativos: submersión en agua (20-25 cm durante 40 ó 60 días) durante el periodo de reposo. Aceite de antraceno amarillo al 3 % antes de brotación.
- Empleo de métodos físicos y químicos: sulfuro de carbono, hexaclorobutanodieno 230 kg/ha inyectados en profundidad. Desinfección total del suelo (sulfuro de carbono). Desinfección del material de plantación (sumergir plantas en sulfocarbonato potásico).

El control de nematodos más empleado de manera universal ha sido mediante la aplicación de productos químicos (más efectivos contra nematodos que contra filoxera) (Winkler *et al.*, 1974), que tienen la desventaja de ser altamente tóxicos, atentar contra la sanidad de las aguas y del suelo, además de su elevado coste (Aballay y Montedónico, 2000). La solución está en buscar una forma de control alternativa menos dañina para el medio ambiente, como el uso de portainjertos resistentes o tolerantes a nematodos, que además es una solución eficaz y definitiva. La resistencia está definida como la habilidad de una planta para inhibir la reproducción de nematodos, pero también se puede considerar como la capacidad de la planta a desarrollarse satisfactoriamente en presencia de éstos. Por otro lado, la susceptibilidad de una planta hospedera se verifica cuando en ella la reproducción de los nematodos es normal.

Los géneros de nematodos que provocan mayores daños en la vid son *Meloidogyne*, *Xiphinema*, *Criconemella* y *Tylenchulus*. Al mismo tiempo que causan un daño directo dejan heridas que son una puerta de entrada a otros microorganismos, como bacterias y hongos (González, 1985). Una característica del ataque de nematodos es el decaimiento progresivo de las plantas en sectores determinados de la plantación. La reacción que produce en el tejido vegetal la secreción inyectada por el nematodo puede ser de necrosis, de supresión de la división celular del meristemo apical o de hipertrofia produciendo nódulos.

Meloidogyne spp. es endoparásito sedentario y cuando encuentra una raíz penetra por la zona no diferenciada y se aloja cerca de la zona de elongación celular. Con el estilete rompe las paredes celulares y le inyecta a la raíz secreciones que produce el aumento de tamaño de las células (hipertrofia) y aumento de la división celular (hiperplasia), lo que origina el nódulo de la raíz. También puede producir pudrición, ramificación excesiva o decaimiento de las raíces, aunque la lesión del nematodo depende de la clase de éste, de la variedad y edad de la vid y del suelo donde se encuentra.

Los *Dorylaimidos* (*Xiphinema*, *Lungidorus*, ...) son emigrantes de las raíces, viven en el suelo y se alimentan de éstas. Con su picadura transmiten ciertas virosis de la vid.

3. ORIGEN DE LOS PORTAINJERTOS: MÉTODOS GENÉTICOS

Las primeras vides usadas como portainjertos eran selecciones de las vides salvajes, que mayormente pertenecían a especies puras o a híbridos naturales. Todos fueron descartados excepto unas cuantas variedades de *riparia* y *rupestris*, como *Riparia Gloire* y *Rupestris St. George (du Lot)*. Las investigaciones que se llevaron a cabo hace muchos años para obtener portainjertos de vid fueron encaminadas hacia objetivos precisos:

- *V. riparia* y *V. rupestris* permitieron poner en marcha la reconstitución del viñedo, pero su empleo estuvo limitado por la aparición en las cepas de clorosis cuándo éstos se empleaban en suelos calcáreos.
- Híbridos de *V. riparia* x *V. rupestris* para buscar soluciones intermedias a las aportadas por los parentales.
- *V. berlandieri* como resistente a la caliza, aunque su difícil estaquillado hizo que se hibridara con *V. vinifera*, *riparia* y *rupestris*.
- *Solonis*, que se encontró en los suelos salinos y muy húmedos de América.
- Híbridos complejos, como por ejemplo (*vinifera* x *rupestris*) x *riparia* o *riparia* x (*cordifolia* x *rupestris*).

Patel y Olmo (1955, en Winkler *et al.*, 1974) tenían la esperanza de que las muscadinas (híbridos de *V. vinifera* y *V. rotundifolia*), por su inmunidad, fueran algún día viables como portainjertos híbridos. Los objetivos de las investigaciones que comenzaron hace años (normalmente basadas en conseguir portainjertos con resistencia a la caliza y a la filoxera), no fueron siempre perfectamente alcanzados, pero se obtuvieron portainjertos con otras cualidades que, además, constituyen otros criterios más a considerar a la hora de seleccionar portainjertos (Delas, 1992) (vigor que confiere a la variedad, facilidad de estaquillado y de injerto, adaptación a las condiciones del terreno como sequía, humedad, salinidad, influencia sobre el ciclo vegetativo del injerto y sobre la calidad de la uva).

Las variedades de portainjertos que actualmente existen pertenecen a especies de origen americano del género *Vitis*, concretamente al cruzamiento entre estas especies, y también al cruzamiento con *V.*

vinifera. Las especies principales son *Vitis berlandieri*, *Vitis riparia* y *Vitis rupestris*. Tanto *V. riparia* como *V. rupestris* son muy resistentes a la filoxera, sin embargo, su resistencia a la caliza es mínima por lo que se recurrió a los cruzamientos con *V. berlandieri*, que tiene una alta resistencia a la caliza. Esta última decisión se tomó porque cuando se emplearon los primeros portainjertos procedentes de *V. riparia* y *V. rupestris* en terrenos calcáreos, se presentaba un problema de adaptabilidad y se tuvo que recurrir a la selección de una especie que permitiese su uso en estos terrenos.

La SELECCIÓN se refiere a las tasas diferenciales de supervivencia y reproducción, y provoca cambios en las frecuencias de ciertos genotipos de población. Esta sería la selección natural según Darwin, la cuál conduce a un equilibrio de las frecuencias alélicas. Bajo idénticas condiciones de dicha selección, dos poblaciones pueden llegar a dos composiciones genéticas diferentes como resultado directo de la selección natural (Griffiths *et al.*, 2000). La selección artificial es la que llevan a cabo los mejoradores, tanto de plantas como de animales, cuando seleccionan deliberadamente algunos individuos con un tipo preferible a los demás. Este tipo de selección es necesaria cuando se encuentra una gran dificultad en la naturaleza de encontrar casos simples y de comportamiento sencillo que ejemplifiquen las fórmulas de la selección natural. Mediante la selección artificial se pueden encontrar casos de efectividad para cambiar fenotípicamente a las poblaciones. Lo que ocurre es que no es posible analizar los experimentos que se han llevado a cabo en plantas en términos de frecuencias alélicas porque no se han identificado y analizado los loci individuales. Sin embargo, está claro que ha habido cambios genéticos en las poblaciones y que algunos análisis de poblaciones seleccionadas se han llevado a cabo siguiendo los métodos descritos en la genética cuantitativa (Griffiths *et al.*, 2000).

4. TÉCNICAS DE CULTIVO: CONTROL DEL VIGOR, ADAPTACIÓN A CLIMA Y SUELO

Además del empleo de portainjertos para alcanzar unos objetivos determinados en la plantación de vid existen diversas técnicas de cultivo que, como alternativa, pueden ayudar al viticultor con:



Técnicas de cultivo: control del vigor, adaptación a clima y suelo

- El control del vigor: deshojado, aclareo, empleo de cubiertas vegetales interlineales (Yuste, 2005), uso de material vegetal seleccionado (Yuste *et al.*, 2006) y, por supuesto, empleo de portainjertos poco vigorosos.
- La adaptación de la planta de vid al suelo: empleo de material vegetal seleccionado, uso de portainjertos específicos.
- La adaptación al cambio climático: manejo de las relaciones hídricas (Alburquerque *et al.*, 2007), manejo de la vegetación (Yuste *et al.*, 2007), cubiertas vegetales interlineales, uso de material vegetal seleccionado y uso de portainjertos adecuados.

5. INJERTO: TÉCNICAS, INCOMPATIBILIDADES, ALTURA DEL PUNTO DE INJERTO

La operación que consiste en unir la púa de la variedad a la estaca del patrón se conoce con el nombre de "injertado". Esta operación puede

realizarse directamente en el campo o bien, previa a la plantación, en taller. A continuación se describen ambos procesos.

5.1. Injerto en taller

PRIMERA FASE: de marzo a octubre. Cultivo de las cepas madres.

SEGUNDA FASE: de diciembre a marzo. Poda y recolección de los sarmientos en los campos de cepas madres. Se transportan al almacén. La parte del sarmiento más ancha se corta en fragmentos de 40-42 cm de largo, se limpian nietos y zarcillos y será la estaca (el patrón) en el injerto. La estaca se conserva en cámaras de frío hasta el momento de ser injertada.

La parte del sarmiento con menos de 7 mm de diámetro se destina a estaquilla para la producción de barbados. La estaquilla se entierra en zanjas, es plantada en vivero. Los sarmientos de las cepas madres se fraccionan en púas de una yema, seleccionando las mejores.

TERCERA FASE: marzo y abril. Preparación de los patrones para ser injertados. Supresión, por abrasión o corte, de las yemas francas no servibles. Inmersión de la estaca en agua unos días antes del injertado. Injerto. Después se parafina para sellar el injerto.

Estratificación: colocación en cámaras de calor a 25 °C durante 20 días aproximadamente para conseguir una buena ligazón.

CUARTA FASE: abril y mayo. Previa preparación del terreno, se procede a la plantación en vivero de la planta formada por la variedad y el portainjerto, para que esta se desarrolle en el campo.

QUINTA FASE: de mayo a octubre. Cultivo del vivero: se realizan trabajos de escarda, riegos y tratamientos fitosanitarios, con el fin de obtener plantas con buena soldadura en el punto de injerto, un adecuado sistema radicular y un buen tallo.

SEXTA FASE: de diciembre a marzo. Arranque: cuando llega la época de madurez o letargo (caída del pámpano). Selección: Comprobación de la solidez de la soldadura, desarrollo de las raíces y el tallo. Envasado y conservación de la planta: en cajas o sacos de plástico, manteniéndola en cámaras frigoríficas a 3-4 °C hasta el momento de ser suministrada.

SÉPTIMA FASE: hasta finales de mayo (año siguiente). Entrega: se entregan las plantas al cliente en bolsas de plástico o cajas de cartón, para una adecuada conservación.

Las labores y los trabajos del vivero tienen un ciclo de larga duración, más de dos años, desde que se inician los cultivos de las cepas madres hasta que se suministra la planta al viticultor.

5.2. Injerto en campo (fotos en pág. siguiente)

El proceso de injerto en campo es sencillo de entender mediante explicaciones gráficas, ordenadas cronológicamente según la realización en el viñedo. A continuación se puede ver cómo se realiza la operación de injerto, previa plantación del portainjerto en el año anterior.

5.3. Altura del punto de injerto

La altura del punto de injerto, cuando este se realiza en campo, es muy importante, sobre todo en zonas con temperaturas bajas en otoño. El momento de injertar debe escogerse dependiendo de las variedades.

Por ej., Syrah se debe injertar antes que Merlot o Chardonnay para asegurar un tiempo suficiente de aclimatación de la planta injerto al frío. Así, según Keller *et al.* (2007), en un ensayo realizado con los portainjertos 5C, 101-14 M, 3309 C, 140 Ru, 1103 P y con las variedades Chardonnay, Merlot, Syrah, injertaron a dos alturas: 27 cm y 69 cm. Keller *et al.* observaron que el éxito del injerto era dependiente de la altura y no del tipo de portainjerto.

20% injertos a 27 cm sobrevivieron

71% injertos a 69 cm sobrevivieron

Porcentaje de injerto con éxito: 43 % Chardonnay, 55 % Merlot, 8 % Syrah (aunque sólo se injertó en la posición más baja; creció con mucho vigor).

6. CRITERIOS DE ELECCIÓN

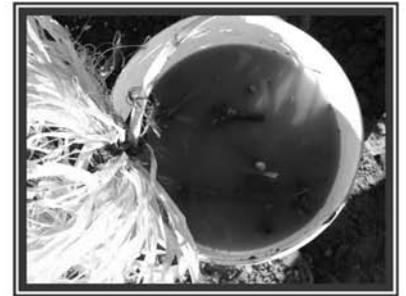
Para elegir correctamente el portainjerto a emplear en una plantación de vid deben tenerse en cuenta las siguientes características:

- Resistencia a la filoxera.
- Resistencia a la caliza.
- Adaptación a la sequía y a la humedad.
- Compatibilidad con la variedad.
- Vigor conferido.
- Facilidad de estaquillado y de injerto.
- Resistencia a la salinidad.
- Acción sobre el ciclo vegetativo de la variedad.
- Acción sobre la calidad de la uva y del vino.

Evidentemente, si la elección la realiza un viverista sus criterios estarán encaminados a la calidad y la regularidad en la producción de sarmientos, así como a obtener una óptima respuesta al estaquillado y al injerto. Por el contrario, si el que realiza la elección es un viticultor, ésta irá encaminada a encontrar la mayor afinidad entre portainjertos y variedades y clones. También buscará una correcta adaptación al terreno donde se instalará el viñedo.

7. FACTORES LIMITANTES EN LA ELECCIÓN DE PORTAINJERTOS

En la actualidad, además de portainjertos resistentes a nematodos y a filoxera también es necesario desarrollar algunos que permitan la adaptación de



Injerto en campo



la vid al entorno cuando se presentan problemas relacionados con el suelo, causados por agentes abióticos (sequía, salinidad, encharcamiento, etc.), por el uso defectuoso de algunos nutrientes (nitrógeno), o simplemente, queremos controlar el vigor, la productividad y la maduración. Todos estos problemas relacionados con el entorno pueden ser factores que limiten la elección de los portainjertos.

Algunos de los problemas que actualmente se presentan en los viñedos pueden ser solucionados con portainjertos adecuados. Los factores limitantes a los que nos referimos son: el exceso o el defecto de vigor de las cepas cultivadas, la adecuada sanidad tanto de la uva como de la madera de las cepas, el tiempo necesario para completar la maduración sacárica y fenólica, la resistencia a los nemátodos, la adaptación de los viñedos a un terreno donde sucede una replantación, etc.

8. PORTAINJERTOS RECOMENDADOS

Según el MAPA, en su publicación del B.O.E. del 11 de mayo de 2005, los portainjertos que pueden ser empleados:

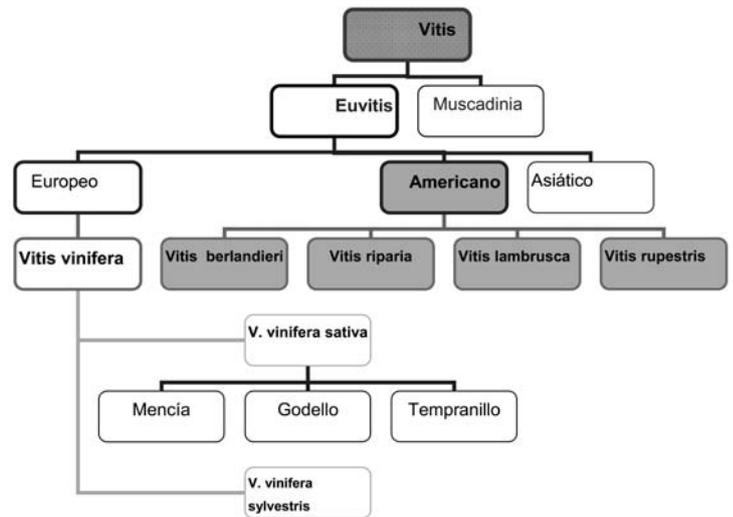
NOMBRE	ABREVIATURA
110 Richter	110 R
99 Richter	99 R
31 Richter.....	31 R
6736 Castel.....	6736 CL
196-17 Castel.....	196-17CL
161-49 Couderc.....	161-49 C
1616 Couderc.....	1616 C
3309 Couderc.....	3309 C
41 B Millardet-Grasset.....	41 B
19-62 Millardet-Grasset.....	19-62 M
420 A Millardet-Grasset.....	420 A
1103 Paulsen	1103 P
Fercal	Fercal
1 Blanchard	BCI
5 A Martínez Zaporta.....	5A MZ
5 BB Teleki-Kober.....	5 BB T
13-5 E.V.E. Jerez.....	13-5 EVEX
101-14 Millardet-Grasset.....	101-14 M
140 Ruggeri.....	140 Ru
333 Escuela Montpellier.....	333 EM
Rupestris de Lot.....	R de Lot
Selección Oppenheim de Teleki nº 4	SO4
Riparia Gloire de Montpellier.....	RGM

Atendiendo a la resistencia al nematodo *Meloidogyne*, según Aballay y Montedónico (2000) son los portainjertos emparentados con *Vitis champinii* los que tienen una acentuada resistencia, si bien hay otros que no tienen este origen y que también manifiestan una clara tolerancia a ellos. Stirling y Cirami (1984) determinaron que el portainjerto *Ramsey* (*V. champinii*) fue el más resistente, mientras que *Kober 5BB* (*V. Berlandieri* x *V. riparia*) y *101-14* (*V. riparia* x *V. rupestris*) se mostraron estadísticamente similares a *Ramsey* pero más susceptibles al daño radical causado por *Meloidogyne spp.* Lider (1960, en Aballay y Montedónico, 2000) confirmó la resistencia a *Meloidogyne* de los portainjertos *V. champinii* puros, *Ramsey* y *Dog Ridge*, y señala que C 1613 (*solonis*

x *Othello*), k 5A y 420 A, ambos (*V. berlandieri* x *V. riparia*) son capaces de desarrollarse normalmente y promover buenas producciones, probablemente por su gran vigor, en las variedades con que son injertados.

9. ESPECIES AMERICANAS DEL GÉNERO EUVITIS: CARACTERÍSTICAS Y HÁBITATS

Los portainjertos se sitúan en el sub-género Euvitis y dentro del grupo Americano.



Cada uno de los portainjertos que hoy se conocen proviene de un cruce entre dos parentales, con características concretas. Así, dependiendo de cuáles sean estos y del orden que adquieran en el cruzamiento los portainjertos resultantes tendrán un comportamiento distinto. A continuación se enumeran algunas de las características de los principales parentales.

1. *Vitis riparia*:

- Procedente de Nueva Escocia y nueva Brunswick, hasta Montañas Rocosas y al sur hasta Texas.
- Buena resistencia a la filoxera en raíz, aunque las hojas son susceptibles a agallas.
- De las especies americanas es la más temprana en madurar. Puede favorecer la maduración.
- Resistencia elevada a las enfermedades criptogámicas y a las heladas invernales (-30 °C).
- Parece ser resistente a la enfermedad de Pierce.

- No es resistente a la caliza. Riparia Gloire de Montpellier no resiste más del 6% de caliza activa, ya que se produce clorosis.
- Es sensible a la sequía pero más resistente que Rupestris.
- Muy buena respuesta al estaquillado y al injerto.
- Produce sarmientos muy largos.
- El injerto prende con facilidad.

2. *Vitis rupestris*:

- Procede del suroeste de EE.UU: Tennessee, Kentucky, Illinois, Kansas, Nuevo México, Texas, Luisiana, etc.
- Resistencia elevada a la filoxera.
- Buena resistencia a las enfermedades criptogámicas de madera.
- Buena respuesta al estaquillado con producción media de madera.
- A veces se obtienen malos resultados de injerto en campo por exceso de vigor.
- Enraíza fácilmente y tiene buena respuesta al injerto en taller.
- No se adapta a condiciones de extrema sequía.
- La mayoría de las variedades son sensibles a la caliza, excepto R. St. George o du Lot, que resiste hasta el 14 % de caliza activa.

3. *Vitis berlandieri*:

- Procedente del suroeste de Arkansas, suelos calcáreos, Texas y noreste de México.
- Resistencia moderada a la filoxera (16/20).
- Muy buena resistencia a la clorosis.
- Resistente a la caliza activa hasta un 40 %.
- Buena resistencia a enfermedades de hongos y Pierce.
- Susceptible a los nemátodos.
- Es una de las últimas *Vitis* en madurar. Puede retrasar maduración.
- No se ha empleado nunca solo como portainjerto porque enraíza y prende mal el injerto.
- Su ciclo vegetativo es aprox. 1 mes más largo que el de *V. riparia*.
- Reconocible por: ápice peloso, hojas cuneiformes, envés pubescente, nervada, pámpanos sensibles a la rotura.

10. RESULTADOS AGRONÓMICOS EN SITUACIONES DIVERSAS

Llegar a conocer qué sucederá en un viñedo concreto con un determinado portainjerto sólo puede determinarse tras la investigación, a lo largo de varios años, con el material vegetal en cuestión. Algunos autores han publicado resultados en este campo. Se citan en los párrafos siguientes.

1. Sampaio y Vasconcelos (2005) ensayaron con 9 portainjertos y cepas a pie franco, en 4 variedades. El ensayo se situó en Oregon (EE.UU.). Las cepas se plantaron en 1997. La parcela elemental constó de 25 cepas para cada combinación cv/portainjerto, con 5 repeticiones. Los resultados obtenidos dieron lugar a lo siguiente:

- Tasas de fotosíntesis menor en Riparia Gloire de Montpellier (RGM).
- Estrés hídrico superior en las cepas con RGM > 101-14 > Gravesac.
- 420 A, 5BB y cepas de pie franco → tasas más elevadas de fotosíntesis.
- RGM alcanzó la mayor concentración de sólidos solubles en mosto, pH elevado y acidez titulable más baja (probablemente por el bajo rendimiento alcanzado).
- 5BB y 420 A → mayor rendimiento y acidez, menor pH.
- Pie franco y 3309 C alcanzaron la menor concentración de sólidos solubles.

Figura 1. Pág. Siguiete

2. Agut *et al.* (2005), establecieron un ensayo con 12 portainjertos sobre Syrah, con cepas plantadas en 1989, a un marco de 2,25 x 1,10 m, 4040 cepas/ha, en Avignon (Francia). El periodo de toma de datos fue de 1995 a 2001.

Figura 2. Pág. Siguiete

Agut *et al* (2005) encontraron que la combinación de Syrah sobre 101-14 es la mejor opción cualitativa y la mejor adaptada para las condiciones de terroir de "Côtes du Rhône" del ensayo realizado.

3. Sampaio *et al* (2007) establecieron un ensayo con 19 portainjertos y cepas de pie franco, con Pinot noir. Oregon (EE.UU.). Cepas plantadas en 1997, 25 cepas, con 5 repeticiones. El periodo de toma de datos fue de 2002 a 2005. Los resultados que obtuvieron permiten afirmar que:

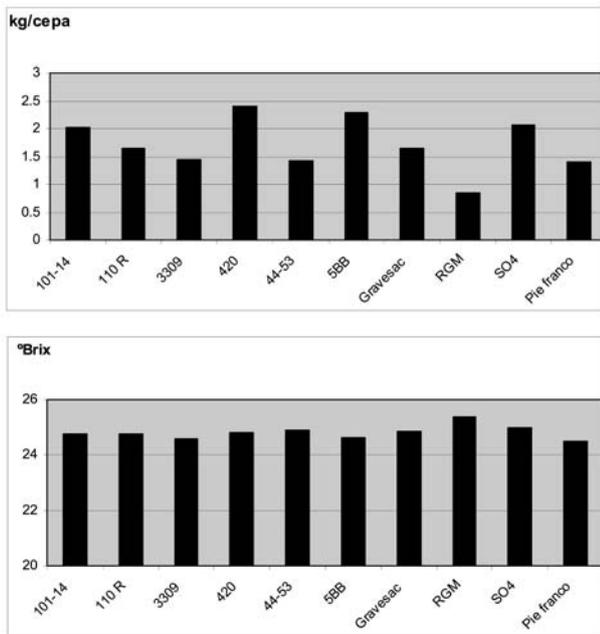


Figura 1. Rendimiento (kg/cepa) y concentración de azúcares (°Brix) en el ensayo realizado por Sampaio y Vasconcelos (2005)

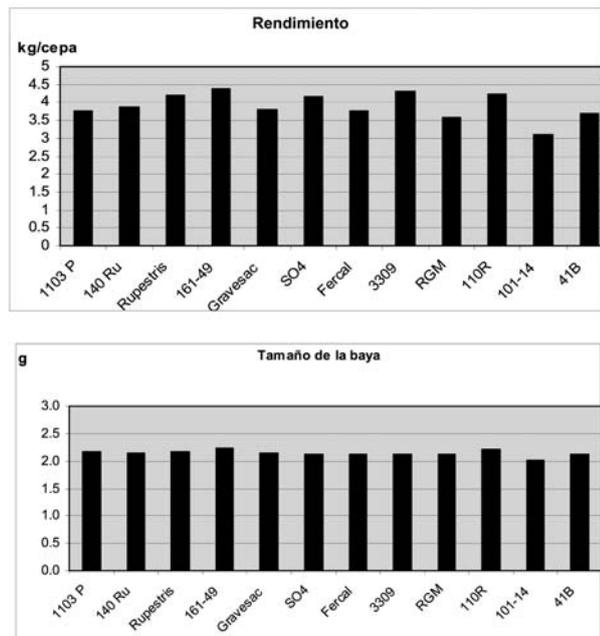


Figura 2. Rendimiento (kg/cepa) y tamaño de la baya (g) en el ensayo realizado por Agut et al. (2005).

- Los taninos en la baya son independientes del vigor impuesto por los portainjertos.
- La concentración de taninos es superior en 420 A, 110 R y 1313, mientras que la menor se encontró en Schwarzmänn, 161-49 C y 3309 C.
- 420 A, SO4 y 5C tuvieron los niveles más altos de antocianos.

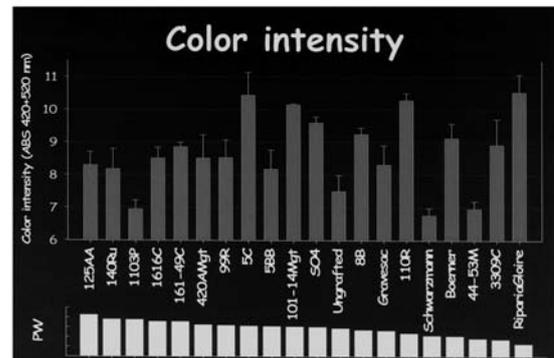
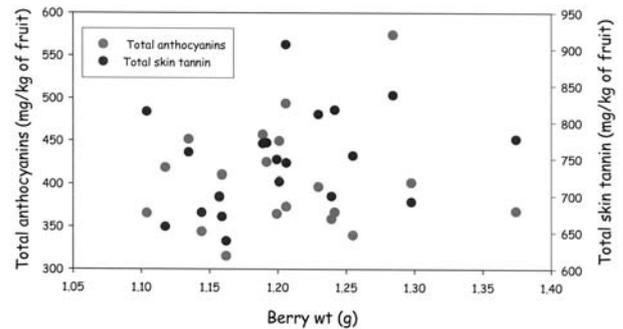
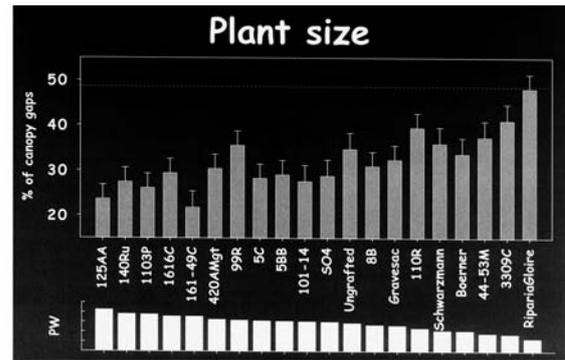


Figura 3. Tamaño de la planta (*Plant size*) (% de huecos en el canopy) en función de la madera de poda (PW); relación entre los antocianos totales, los antocianos en el hollejo y el tamaño de la baya (berry wt); intensidad de color en relación a la madera de poda (PW); en el ensayo realizado por Sampaio et al. (2007).

- La composición fenólica en el vino no reflejó completamente la del mosto.
- La mayores tasas de extracción de los compuestos fenólicos del vino se encontraron en 110 R, 101-14 M y pie franco.

El estado hídrico de las cepas contribuye directamente y en gran medida a las diferencias encontradas entre portainjertos, según Sampaio et al. (2007).

4. El Departamento de Viticultura del ITACYL, Valladolid, (datos no publicados) ha establecido un ensayo con 10 Portainjertos sobre la variedad Tinta del país, situado en Valdefinjas, DO Toro (España), con cepas plantadas en el año 2000. El periodo de toma de datos corresponde al año 2006. Régimen hídrico de secano. Sistema de conducción en espaldera, VSP, poda Cordón. Marco de plantación: (2,5 x 1,2) m, 3333 cepas/ha.

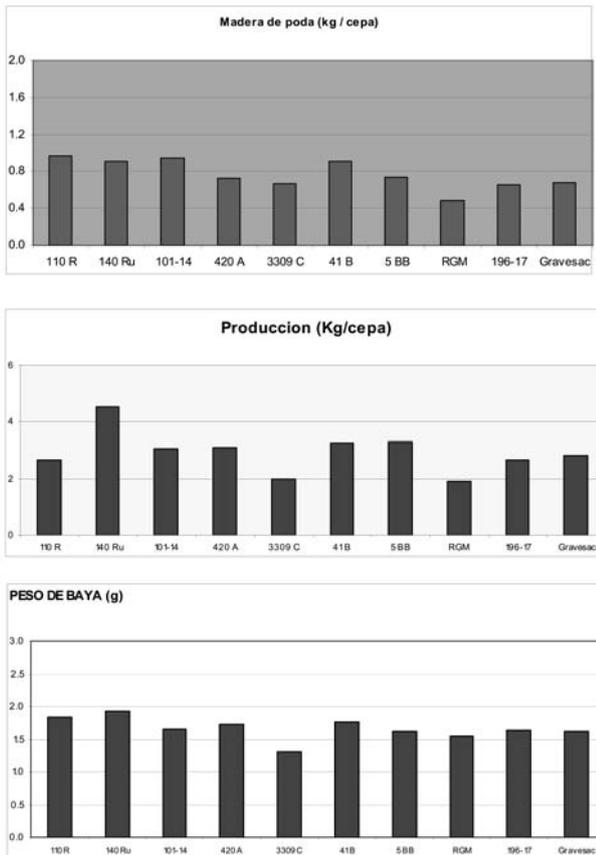


Figura 4. Madera de poda (kg/cepa), Rendimiento (kg/cepa) y peso de la baya (g) en el ensayo realizado por Dpto. de Viticultura (ITACYL). Datos no publicados.

Los resultados obtenidos permiten indicar que:

- RGM, junto con 420 A y 5 BB fueron los que menor desarrollo vegetativo alcanzaron, indicado a través de la madera de poda.
- Los mismos portainjertos fueron los que menor rendimiento en uva tuvieron, situándose 140 Ru en el extremo opuesto.
- Gravesac alcanzó la mayor concentración de sólidos solubles en mosto, y 101-14 M la acidez titulable más alta.

11. APLICACIONES TÉCNICAS REALES

Con la información recogida en el presente documento se ha tratado de seleccionar los portainjertos que mejor se adapten a diversas situaciones reales con las que nos podemos encontrar. De este modo, se pueden presentar cuatro supuestos:

Supuesto 1: Exceso de producción y de vigor

- Se puede controlar a través de la elección del material vegetal adecuado, así como empleando un portainjerto que permita cierto control del crecimiento y de la maduración, a través de la duración del ciclo vegetativo, como por ejemplo 101-14 M.
- Portainjerto poco vigoroso, adaptado a altas densidades de plantación → 3309 C, 161-49.
- Portainjerto que limite el vigor incluso en terrenos fértiles y profundos → 420A, 5 BB.
- Aplicación de técnicas de cultivo: control de la carga de poda, despampanado, aclareo, despunte ...

Supuesto 2: Adaptación al "terroir"

- Suelos arcillosos, fértiles y profundos: 420 A 3309 C RGM.
- Suelos ligeros, arenosos y poco fértiles:
 - Clima húmedo, regadío: 99 R
 - Clima seco: 110 R 140 Ru 1103 P
- Suelos ácidos: 196-17 CL, Gravesac
- Suelos básicos: 140 Ru, 161-49 C

Supuesto 3: Adaptación a la caliza

- Suelo pobre y algo calizo:
 - En secano: 1103 P, 110 R, 140 Ru, Gravesac
 - En regadío: S04, 99 R, 161-49 C
- Suelo calizo (> 25% c.a.):
 - En secano: 333 EM, Fercal, 41 B
 - En regadío: 5 BB, S04

Supuesto 4: Adaptación a otros factores limitantes

- Suelos con capa freática alta:
 - En secano: 1103 P, 333 EM
 - En regadío: S04, 3309 C, 101-14 M
- Suelos con salinidad: 196-17 Cl, 140 Ru, 1103 P, S04
- Replantación de viñedo, posibilidad de nemátodos:
 - En secano: Gravesac, 1103 P, 140 Ru, Ramsey
 - En regadío: S04, 99 R, 5 BB, RGM



BIBLIOGRAFÍA

- ABBALLAY E., MONTEDONICO G. 2000. Evaluación de la resistencia de trece portainjertos de vid a *Meloidogyne spp.* en una viña de seis años. www.gie.uchile.cl.
- ALBURQUERQUE M^a V., YUSTE R., RUBIO J.A., YUSTE J. 2007. Evolución del agua en el suelo y del potencial hídrico como condicionantes climáticos del cv. Tempranillo, expresados a través del régimen hídrico y de la densidad de plantación. *Viticultura/Enología profesional* n° 112: 26-35.
- AGUT C., RODRIGUEZ-LOVELLE B., FABRE F. 2005. Effect of rootstock on Syrah behaviour. *Proceedings de XIV GESCO, 23-27 Junio, Geisenheim (Alemania)*: 148-154.
- DELAS J. 1992. Criteria used for rootstock selection in France. *Proceedings of the Rootstock seminar: A worldwide perspective. June 24th, Reno, Nevada (USA)*.
- BOUQUET A. 2002. Entrevista con Alain Bouquet. *ACE Revista de Enología*. www.acenologia.com/investigacion_entrevista63.htm.
- DE BENEDICTIS J. 1997. The Phylloxera Phlyer Newsletter. www.Entomology.ucdavis.edu/faculty/granett/phly8_96.htm.
- GONZÁLEZ H. 1985. Control de nematodos fitoparasitarios en parrales. *Estudios preliminares con Furadan*. *IPA La Platina* 30: 33-36.
- GRIFFITHS A., GELBART W., MILLER J., LEWONTIN R. 2000. *Genética moderna*. Ed. McGraw Hill. 676 p.
- HIDALGO J. 2002. *Tratado de viticultura general*. Ed. MundiPrensa, Madrid (España). 1235 p.
- KELLER M., MILLS L.J., HACKETT S. 2007. Field grafting and cold injury: grafting height but not rootstock effects scion survival. *Proceedings de XV GESCO, 20-23 Junio, Porec (Croacia)*: 294-300.
- REYNIER A. 2002. *Manual de viticultura*. Ed. Mundi-prensa. Madrid. 497 p.
- SAMPAIO T., VASCONCELOS C. 2005. Optimizing water status, gas-exchange, fruit yield and composition using rootstocks. *Proceedings de XIV GESCO, 23-27 Junio, Geisenheim (Alemania)*: 115-119.
- SAMPAIO T., KENNEDY J., VASCONCELOS C. 2007. The effect of rootstocks on anthocyanins and proanthocyanidins in grapes and wine. *Proceedings de XV GESCO, 20-23 Junio, Porec (Croacia)*: 322-332.
- STIRLING G. y CIRAMI R. 1984. Resistance and tolerance of grape rootstocks to South Australian populations of root knot nematode. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 24: 277-282.
- WALKER A. 1992. Future directions for rootstock breeding. *Proceedings of the Rootstock seminar: A worldwide perspective. June 24th. Reno, Nevada (USA)*.
- WINKLER A., COOK J., KLEWER W., LIDER LL. 1974. *General viticulture*. University of California Press. Berkley, Los Angeles, (USA). 709 p.
- YUSTE J. 2005. Cubiertas vegetales para el viñedo. *Tecnología del vino*, 27: 48-54.
- YUSTE J., MARTÍN H., YUSTE R., ALBURQUERQUE M^a V., BARAJAS E. 2007. Determinación de la superficie foliar y la materia seca de hojas de Tempranillo en tres densidades de plantación. *Vida rural*, n° 242: 49-53.

GESTIÓN DEL RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE UVA DE CALIDAD

Jesús Yuste Bombín

Doctor Ingeniero Agrónomo. Dpto. Viticultura. ITACyL, Valladolid

1. INTRODUCCIÓN

La viticultura tradicional española se ha caracterizado por el cultivo del viñedo en terrenos de secano con un importante déficit hídrico durante el período de vegetación y con vides conducidas en vasos que bracean próximos al suelo, en los que la vegetación se dispone libre. En estas condiciones, y bajo un cultivo tradicional poco mecanizado, frecuentemente se obtienen rendimientos moderadamente bajos de buena calidad.

El riego es una técnica de producción vegetal empleada en numerosos cultivos y su uso adquiere importancia relevante en las regiones con precipitación limitada. La situación limitante en que se encuentra el cultivo de la vid ha comenzado a evolucionar en algunas zonas, llevando a algunos viticultores a plantearse el riego de la vid cuando disponen de agua, impulsados por la necesidad de obtener una producción de uva más rentable.

La evolución de los sistemas de conducción en numerosas regiones vitícolas españolas, por razones económicas, de mano de obra y de mecanización, es bastante reciente. Se está pasando de formas bajas y libres de la vegetación, como el vaso, a otras más altas y con la vegetación en un solo plano, como la espaldera. Esta transformación de la forma de conducción permite la intensificación del cultivo, en particular un mayor grado de mecanización, persiguiendo la reducción de los costes de producción, pero a la vez puede exigir la disponibilidad de mayores recursos hídricos para su desarrollo.

El comportamiento del viñedo será diferente en un régimen hídrico de secano que en uno de regadío, ya que dicho régimen afecta al estado hídrico de la planta, debido a que el desarrollo vegetativo, o sea, tanto la geometría como la cantidad de vegetación, provoca diferencias en el microclima de la cepa. Así, cuanto más extendido y más productivo es el viñedo más cantidad de agua exige, de tal manera que los efectos derivados del comportamiento de la cepa afectarán tanto a la producción como a la composición de la uva.

2. NECESIDADES DE AGUA DEL VIÑEDO

Los factores que condicionan, en general, el consumo de agua en el suelo son:

Atmósfera, Suelo, Planta, Técnicas de cultivo.

El papel del agua en la planta de vid está relacionado con:

- A. El agua como componente de los órganos de la planta:
 - sarmientos agostados: 50 % de agua.
 - uva: 75-80 % de agua.
 - órganos herbáceos: 45-85 % de agua.
- B. El agua como factor fisiológico indispensable, para:
 - Absorción y circulación de sustancias.
 - Translocación de materias tomadas y elaboradas en hojas.
 - Reacción en la fotosíntesis.
 - Disolución de sustancias gaseosas.
 - Mantenimiento de la turgencia.

El balance entre ganancias y pérdidas de agua en el suelo puede resumirse de la siguiente manera:

GANANCIAS

Precipitación de lluvia
Aportes de capas freáticas
Condensación

PÉRDIDAS

Escorrentía superficial
Drenaje en profundidad
Evaporación del suelo
Absorción de las cepas
Absorción de otras plantas

La distribución del consumo de agua a lo largo del ciclo de la vid puede resumirse teóricamente de la siguiente manera:

- 2% de consumo de agua en el periodo invernal.
- 10% de consumo de agua de brotación a cuajado.
- 43% de consumo de agua de cuajado a envero.
- 45% de consumo de agua de envero a caída de hoja.

La resistencia hídrica de la vid a la sequía es considerada elevada debido a que:

- Posee un sistema radicular profundo.
- La planta acumula reservas.
- La vid es una planta de gran adaptación fisiológica a la sequía.

Las consecuencias del mal manejo del riego en distintos momentos pueden ser:

- Exceso en fase de crecimiento: retraso de envero y maduración.
- Exceso en fase de floración: vigor excesivo y corrimiento.
- Exceso después de envero: aumenta peso de uva pero reduce la concentración de azúcares y aumenta la de ácidos.

La dotación hídrica requerida por la vid en las distintas regiones del mundo se encuadra dentro del siguiente rango: más de 500 mm, en general, y no menos de 300 mm de agua. Por medio de lisímetros se comprobó que una planta en una zona templada, en general, consume unos 1500 L/año, lo que supondría un gasto de unos 450 mm para una densidad de plantación determinada.

Algunas estimaciones de carácter genérico sobre dotación hídrica son:

- California: zonas frescas, 400-500 mm; zonas cálidas, 750-900 mm.
- Francia: si la precipitación es de 500 mm es suficiente, sin embargo, si es menor de 360 mm se recomienda regar.
- Italia: si la precipitación es menor de 600-650 mm se impone el riego.

La cantidad de agua necesaria para producir un kilogramo de materia seca se estima entre 300 y 800 litros.

La dotación hídrica necesaria varía según las fases de desarrollo de la planta de tal manera que:

- Las plantas jóvenes necesitan más frecuencia en el riego.
- Las plantas que tienen el sistema radicular dañado necesitan el riego también con mayor frecuencia.
- Durante la maduración se necesitan riegos ajustados a las necesidades, pueden ser tan perjudiciales los riegos escasos como los excesivos.
- Si el riego se produce después de una sequía prolongada puede producir rotura de bayas.

CÁLCULO OBJETIVO DE APORTE HÍDRICO AL VIÑEDO

La vid necesita transpirar aproximadamente 500 litros de agua para producir 1 kg de materia seca: 500 litros -> 1 kg m.s.

La uva puede contener hasta un 25% de m.s. (1 kg fresco -> 250 g m.s.).

La m.s. de la uva representa el 40% de la m.s. total de la cepa.

Ejemplo de ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTO:
8.000 kg/ha

8.000 Kg de uva → (20%) → 1.600 kg de m.s.

1.600 Kg (40% m.s.) → 4.000 kg m.s. (100% m.s.)

4.000 Kg m.s. x 500 L agua

2.000.000 L/ha = 2.000 m³/ha = 200 mm de agua

APORTE de RIEGO: 200 mm + 25% (pérdidas) = 250 mm

3. EFECTOS GENERALES DEL RIEGO EN LA PLANTA

El efecto del riego es muy complejo, tanto en el desarrollo de la planta como en el rendimiento y en la calidad de la cosecha.

Efectos favorables del riego:

1. Mayor crecimiento de pámpanos.
2. Mayor número de hojas y mayor superficie de éstas, por lo tanto mayor superficie foliar y fotosintética.
3. Mayor desarrollo radicular.
4. Mayor vigor, con mayor peso de madera de poda.
5. Mayor número de botones florales, y por lo tanto mayor fertilidad.
6. Aumento global en la nutrición mineral.
7. Evita la caída precoz del ápice de los pámpanos.
8. Aumento de la longitud agostada de los sarmientos al final del ciclo.

Como consecuencia de estos efectos favorables se produce un adelanto en la formación de la cepa y por lo tanto en su entrada en producción. El riego aumenta el peso de la cosecha, tanto del racimo en general, como en particular de la baya y de su pulpa. Las producciones son más regulares y aumenta la cantidad global de azúcares por hectárea. En condiciones extremas de estrés hídrico,

el riego evita que se produzca una parada en la acumulación de azúcares. Sin embargo, dependiendo de la zona y de sus características edafoclimáticas, puede interesar bajar en un cierto nivel la concentración de azúcares, pero se debe tener en cuenta que dosis moderadas de riego no disminuyen la concentración de azúcares.

Efectos desfavorables del riego:

1. Puede favorecer el corrimiento.
2. En ciertas condiciones extremas puede disminuir la fertilidad.
3. Retrasa el inicio del envero, la maduración (en zonas frías) y el agostamiento.
4. Si el agua no es un factor limitante puede alargarse el ciclo vegetativo.
5. Tanto un exceso como una mala aplicación rebajan la concentración de azúcares.
6. Se producen frutos de mayor acidez, fundamentalmente de ácido málico.
7. La concentración de los componentes fenólicos de la uva puede variar de forma muy importante tanto con la variedad como con las características edafoclimáticas de la zona de implantación. El riego influye en esta concentración en función de las dos características anteriores y de la dosis. De una forma general se puede apuntar que se produce un descenso del ratio peso del hollejo/peso de la cosecha, y por lo tanto de la materia colorante, que se encuentra fundamentalmente en el hollejo.
8. Si se produce una dosis de riego excesiva en la fase final de la maduración, se puede producir rotura de bayas y fenómenos de dilución de la pulpa.
9. El aumento del vigor puede ocasionar un aumento del sombreado de la planta y por lo tanto de posibles ataques criptogámicos.

OBJETIVO GENERAL DEL RIEGO: *la planta debe disponer de un régimen hídrico que no provoque una limitación para el desarrollo y sea adecuado para conseguir un equilibrio entre el rendimiento y la calidad.*

4. CÁLCULO BÁSICO DE NECESIDAD DE AGUA: EVAPOTRANSPIRACIÓN

DEFINICIÓN: *Evapotranspiración potencial (ETP, mm) es la tasa de pérdida de agua debida a la transpira-*

ción de la vegetación, más la evaporación del suelo y de la superficie húmeda de la vegetación.

ET del CULTIVO ó EFECTIVA (ETc)

$$ETc = ETP \times Kc \text{ (mm)}$$

Es la tasa de ET calculada para un cultivo de referencia, corregida mediante un coeficiente para un cultivo determinado, en este caso la vid, en condiciones satisfactorias de disponibilidad hídrica.

ET REAL del CULTIVO (ETr)

Es menor o igual que ETc, en función de diversos factores, así ETr depende de: Oferta de agua por el suelo, Demanda atmosférica: clima, Planta.

- CLIMA: Insolación (en sentido amplio), Temperatura, Humedad relativa, Viento, Precipitación.
- CULTIVO: y características de crecimiento: Suelo y su humedad, Sistema de conducción y poda, Mantenimiento del suelo, Fertilización, Plagas y enfermedades.

CÁLCULO de la EVAPOTRANSPIRACIÓN (mm)

En la práctica, debido a la dificultad de uso de los métodos directos de cálculo, se aplican fórmulas empíricas basadas en variables climáticas y se corrigen en función del cultivo y de las condiciones de éste. La evapotranspiración es un índice climático integrado, que se puede estimar por:

MÉTODOS INDIRECTOS

Se hace una estimación a partir de factores climáticos, edafológicos y de cultivo, mediante distintas formulas de aproximación, que son:

- Blaney-Criddle
- Radicación solar
- Penman
- Thornthwaite
- Cubeta evaporimétrica

PROCEDIMIENTO DE DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

- Cálculo de la ETP, para un cultivo de referencia mediante una de las fórmulas anteriores.
- Elección de un coeficiente Kc, que viene marcado por: periodo, características del cultivo, condiciones, etc...

EJEMPLO de CÁLCULO de EVAPOTRANSPIRACIÓN del CULTIVO y DOSIS de RIEGO a APLICAR A LO LARGO DEL CICLO

	Desborre-Floración		Floración-Envero		Envero-Madura.		Madura.-Caída hoja		Total ciclo
	15-04	05-06	05-06	01-08	01-08	15-09	15-09	15-11	
Pe (mm)	48		15		15		64		126
ET_o (mm) (Penman-FAO)	240		450		300		190		1180
ET_c (mm) constante									
K _c =0.15	36		68		45		28		177
K _c =0.30	72		135		90		57		325
K _c =0.60	144		270		180		114		708
ET _c -(Pe+Afu) RN = ----- 0.9	- 85		- 13		+ 20		- 40		20
	- 45		+ 83		+ 83		- 3		166
	+ 34		+ 283		+ 183		- 56		500
ET_c (mm) variable									
K _c =DF - FE - EM	36 - 72 - 36		68 - 135 - 68		45 - 90 - 45		28 - 57 - 28		177 - 354 - 73
0.15 - 0.30 - 0.15	48 - 96 - 48		90 - 180 - 90		60 - 120 - 60		38 - 76 - 38		244 - 472 - 236
0.20 - 0.40 - 0.20	72 - 144 - 72		135 - 270 - 135		90 - 180 - 90		57 - 114 - 57		374 - 708 - 354
0.30 - 0.60 - 0.30									

NECESIDADES DE RIEGO NETAS (RN): SUPUESTO C_c = 210mm, C_m = 80mm; A_u = 130 mm; A_{fu} (50%) = 65 mm; Pe: Reposo 90%, DF y M-CH 80 %, F-M 60 %. Suelo relleno para 1 m en desborre. Riego por goteo con C_e = 0.9. Precipitación anual P = 400 mm.

5. METODOS DE RIEGO

5.1. MÉTODOS DE RIEGO POR GRAVEDAD:

- Desbordamiento
- Fajas o tabletas
- Surcos y alcorques
- A manta

5.2. MÉTODOS DE RIEGO POR ASPERSIÓN:

- Aspersión
- Sobre follaje
- Bajo follaje
- Microaspersión y microjet

5.3. MÉTODOS DE RIEGO LOCALIZADO:

A) En superficie

- 5.3.1. • Goteo
- 5.3.2. • Rampas perforadas

B) En profundidad

- 5.3.3. • Goteo subterráneo
- 5.3.4. • Tubería porosa

6. TECNICAS DE CONTROL HIDRICO EN PLANTA Y SUELO

A. MÉTODOS DE MEDIDA EN LA PLANTA:

- Potencial hídrico foliar (cámara de Scholander)
- Potencial de turgencia o de presión
- Potencial osmótico (psicrómetros)
- Resistencia a la difusión estomática (porómetro)
- Dendrometría de tronco o tallo
- Curva de crecimiento del pámpano
- Curva de crecimiento de las bayas

B. TÉCNICAS DE MEDIDA DEL AGUA EN EL SUELO:

- Método gravimétrico (lisímetro)
- Método tensiométrico (tensiómetros)
- Medida de la resistencia (bloques de yeso)
- Medida volumétrica:
 - capacitancia (Theta probe, Enviroscan, C-probe, Diviner)
 - termalización (Sonda de neutrones)
 - reflectometría (TDR)
 - tensiometría (Gro.point)

7. LAS RELACIONES HÍDRICAS EN EL VIÑEDO

La falta de agua en el suelo, como puede ocurrir en viñedos no regados, provoca déficits hídricos, que pueden observarse a través de potenciales hídricos antes del amanecer más bajos (Carbonneau y Ollat 1991), la disminución diaria del potencial hídrico y el aumento de la resistencia estomática (Düring 1979) ya que la planta se adapta al estrés hídrico disminuyendo el potencial osmótico y reduciendo la transpiración (Düring 1978).

Las técnicas de cultivo, al modificar el medio y la estructura de la propia planta, influyen en el consumo de agua y en la respuesta a dicho consumo. El riego, lógicamente, es una de las técnicas que más va a condicionar el estado hídrico de la planta, por su dosis, calendario y sistema (Bartolomé, 1993). La profundidad de las labores preparatorias de plantación (Saayman y Van Huyssteen, 1980), las técnicas de mantenimiento del suelo (Winkler *et al.* 1974), la fertilización (Dundon y Smart 1984) y, la relación peso de frutos/peso de madera de poda - índice de Ravaz - (Bravdo *et al.* 1985), provocan variaciones en el estado hídrico. Asimismo, el sistema de conducción, en la medida en que modifica el comportamiento de la vid altera el consumo de agua. En este sentido, la cantidad y la posición de las hojas (Hunter *et al.* 1994), así como la edad de éstas (Silvestroni *et al.* 1994), dan lugar a situaciones y potenciales hídricos diferentes y consecuentemente a comportamientos vegetativos y productivos distintos.

Cuanto mayor sea el índice de área foliar del viñedo, menor conductancia estomática y menor fotosíntesis por unidad de superficie foliar y menor potencial hídrico foliar presentará dicho viñedo. Un menor índice foliar hace que cada hoja esté mejor hidratada y mejor alimentada en agua, mientras que un mayor índice foliar hace que al final la fotosíntesis por metro cuadrado de suelo sea mayor, de tal manera que a medida que la disponibilidad hídrica aumenta se puede incrementar la superficie foliar expuesta por el sistema de conducción con geometrías más eficaces en la intercepción de radiación.

Por otra parte, no hay que olvidar que otros aspectos del cultivo del viñedo, relacionados con la conductividad hidráulica, la estructura del sistema, sistema de conducción, el tipo de poda, la densidad radicular, la densidad de follaje, etc. condicionan también las relaciones hídricas en el viñedo.

8. POTENCIAL HÍDRICO: INDICADOR DE ESTADO HÍDRICO PARA RIEGO

El potencial hídrico, compuesto por los potenciales de presión o turgor, osmótico, matricial y gravitacional (Turner 1981), es un parámetro fisiológico que explica el balance entre los flujos de absorción y de transpiración en agua por medio de la energía necesaria para extraer el agua contenida en los tejidos foliares (Albuquerque 1993).

La mayoría de los investigadores utiliza el potencial hídrico medido en la hoja como principal indicador del estado hídrico (Williams y Araujo 2002), porque seguramente sea la mejor de las medidas individualizadas del estado hídrico de la planta (Kramer 1972) y por la facilidad y rapidez con que se realiza esta medida mediante la cámara de presión en condiciones de campo, aunque según Naor y Wample (1994) la utilización del potencial hídrico a nivel del xilema del tallo puede ser preferible (Shackel *et al.* 1997), pero es más dificultosa.

Numerosos autores utilizan como indicador del estado hídrico de las plantas el potencial hídrico medido antes del amanecer, pues no intervienen los cambios debidos al ambiente aéreo (Albuquerque 1993), en perjuicio del potencial hídrico al mediodía (Albuquerque 1993), usado por algunos autores, debido a la falta de una relación más estrecha entre éste y el potencial de agua en el suelo (Jones 1985).

Baeza (1994) manifiesta que el viñedo se ve forzado a adaptarse a la economía hídrica, observándose potenciales hídricos foliares más bajos en aquellos viñedos con mayor superficie externa (SA), como generalmente la espaldera respecto al vaso.

Yuste (1995), en ensayos experimentales sobre sistemas de conducción y régimen hídrico en la Ribera del Duero con cv. Tempranillo/110R, llevados a cabo por el Departamento de Viticultura del I.T.A. de Castilla y León y el Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia de la UPM, obtuvo valores más negativos de potencial hídrico foliar en espaldera que en vaso, particularmente en la medida de antes del amanecer (Figura 1), acentuándose progresivamente las diferencias entre sistemas de conducción a lo largo del ciclo, sobre todo en secano, cuando las cepas van estando más estresadas. Este comportamiento es debido probablemente a que la menor superficie foliar del vaso le ha supuesto un menor consumo de agua y un mejor estado hídrico a

nivel de hoja individual que en la espaldera. Sin embargo, en regadío la tendencia del potencial hídrico no es tan definida entre el vaso y la espaldera ya que la disponibilidad hídrica no ha permitido que haya diferencias importantes ni definidas en el potencial hídrico foliar (Ψ).

Ψ_{aa} (MPa)	Fase del ciclo	Estrés hídrico	Indicación
0 a -0,2	Brotación-Maduración	Ausente a ligero	Desaconsejable
0 a -0,2	Brotación-Floración	Ausente a ligero	Aconsejable
-0,2 a -0,4	Floración-Envero	Moderado	Aconsejable
-0,4 a -0,6	Floración-Envero	Moderado a severo	Desaconsejable
-0,4 a -0,6	Envero-Maduración	Moderado a severo	Aconsejable
< -0,6	Envero-Maduración	Muy severo	Desaconsejable

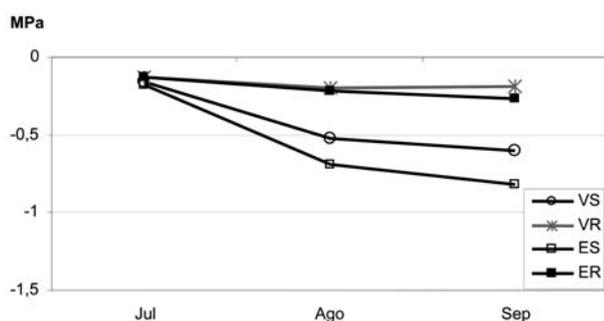


Figura 1. Evolución estacional del Potencial Hídrico Foliar antes del amanecer, en 1991 en la Ribera del Duero, correspondiente a los tratamientos VS: vaso de secano, VR: vaso de regadío, ES: espaldera de secano, ER: espaldera de regadío. Necesidades de agua = 50% ETo (Yuste, 1995).

En la actualidad el uso de la medida del potencial hídrico foliar está siendo muy difundido para la gestión del riego en numerosas regiones vitivinícolas, sobre todo del llamado Nuevo Mundo. En este sentido, la interpretación del grado de estrés se puede llevar a cabo en función del potencial hídrico foliar antes del amanecer (Ψ_{aa}) y al mediodía solar (Ψ_{12}) según se indica en la tabla siguiente (Deloire *et al.* 2004):

Ψ_{aa} (MPa)	Ψ_{12} (MPa)	Estado hídrico
0 a -0,15	0 a -1,0	Ausencia de estrés
-0,15 a -0,3	-1 a -1,2	Estrés ligero
-0,3 a -0,45	-1,2 a -1,4	Estrés moderado
-0,45 a -0,6	-1,4 a -1,6	Estrés elevado
< -0,6	< -1,6	Estrés severo

El grado de estrés deseable para el viñedo dependerá simultáneamente de dos factores: la fase del ciclo vegetativo de la vid y el tipo de uva a producir (o sea, el tipo de vino a obtener). En este sentido, de forma muy genérica, se puede ofrecer la siguiente orientación (Deloire *et al.* 2004):

9. EFECTOS DEL RÉGIMEN HÍDRICO EN LA FISIOLÓGIA DE LA VID

9.1. CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA

Los estomas ejercen el doble papel de regular los intercambios gaseosos y las pérdidas de agua por transpiración a través de las hojas (Williams y Matthews 1990), que suponen más del 90% del total, mediante la resistencia a la difusión del vapor de agua que ofrecen por el mecanismo de cierre (Guardiola y García 1990). También existen estomas o lenticelas en las bayas en muy pequeña cantidad (Williams y Matthews 1990). La apertura del estoma se produce por turgencia cuando hay agua suficiente para ello, como ocurre por la mañana si no hay limitación ni de agua ni de luz (Albuquerque 1993). Aún cuando las condiciones de iluminación fueran buenas, el cierre estomático se produce cuando el suministro de agua no es suficiente para satisfacer la demanda evaporativa (Guardiola y García 1990), adaptándose al estrés hídrico por reducción de la transpiración para mantener una turgencia positiva (Düring 1978).

La apertura y el cierre de los estomas depende del estado hídrico de las hojas (Guardiola y García 1990), que está relacionado a su vez con la cantidad y la distribución del área foliar. Así los viñedos con mayor índice de área foliar (LAI) presentan menor conductancia estomática unitaria, ya que la disponibilidad de agua por unidad de superficie foliar externa es menor. Yuste (1995), en la Ribera del Duero, observó una tendencia de la conductancia estomática a ser mayor en vaso que en espaldera en determinados momentos, sobre todo al mediodía solar, debido por una parte, a la mayor intercepción de luz del vaso a esa hora, y por otra, a su menor

superficie foliar, que le permitieron mantener tasas más altas de conductancia por unidad de superficie foliar que a la espaldera en momentos de acusada demanda evaporativa. En septiembre en un año muy seco, cuando los potenciales hídricos eran ya muy bajos apenas se pudo diferenciar el vaso de la espaldera, en contraste con las diferencias de conductancia estomática observadas en diversos momentos del día a favor del vaso en las fases anteriores del ciclo vegetativo (Figura 2).

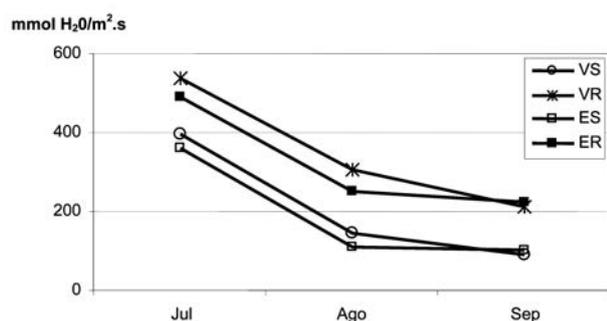


Figura 2. Evolución estacional de la Conductancia estomática (8:00), en 1991 en la Ribera del Duero, correspondiente a los tratamientos VS: vaso de secano, VR: vaso de regadío, ES: espaldera de secano, ER: espaldera de regadío (Yuste, 1995).

9.2. TRANSPIRACIÓN

La transpiración es la última fase del movimiento del agua a través del continuo suelo-planta-atmósfera, que tiene lugar a través de un gradiente decreciente del potencial hídrico desde el suelo, a través de la planta y hacia la atmósfera (Begg y Turner 1976). El paso del vapor de agua desde las células del mesófilo hacia la atmósfera, con la consiguiente pérdida de agua para la planta, provoca siempre un déficit hídrico en ésta. A medida que disminuye el contenido en agua se reduce el potencial hídrico foliar, llegando a un punto en que induce un cierre parcial de los estomas, el cual determina la reducción de la transpiración que se observa al mediodía (Guardiola y García 1990).

La evapotranspiración real está en función de la transpiración foliar y de la superficie foliar total de la cepa. Baeza *et al.* (2005) observaron que la transpiración, del mismo modo que la conductancia, muestra una respuesta dependiente de la SA y de la intensidad luminosa recibida, resultando que aquellos viñedos que poseen una SA más pequeña,

como generalmente el vaso, presentan mayor tasa de transpiración, frente a los de mayor SA, como la espaldera, que reciben iluminaciones elevadas y presentan menor tasa de transpiración por unidad de superficie foliar. Yuste (1995) observó en la Ribera del Duero que las diferencias de transpiración observadas hacia el mediodía a favor del vaso frente a la espaldera estaban condicionadas por la mayor intercepción de radiación por el vaso en dicho momento, y en parte, por la menor superficie foliar de éste, lo que le permitió mantener tasas más altas de transpiración a nivel de hoja individual que a la espaldera para una disponibilidad hídrica en el suelo semejante (Figura 3). La interacción entre el sistema de conducción y el régimen hídrico se refleja en que en condiciones de secano las tasas de transpiración del vaso decrecen rápidamente hasta igualarse a las de la espaldera al final del ciclo cuando las condiciones anuales agravan el estrés hídrico, mientras que en regadío este efecto se ve amortiguado.

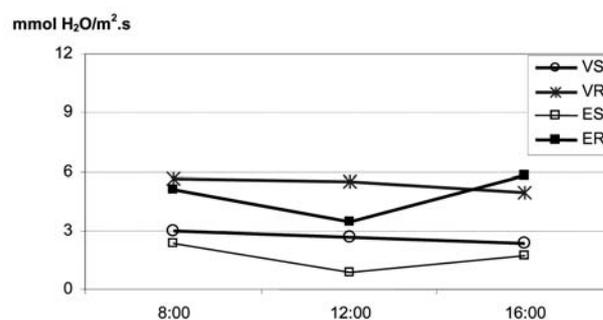


Figura 3. Evolución diaria de la Transpiración, en hojas expuestas a la luz directa en 1991 (Agosto) en la Ribera del Duero, correspondiente a los tratamientos VS: vaso de secano, VR: vaso de regadío, ES: espaldera de secano, ER: espaldera de regadío (Yuste, 1995).

9.3. FOTOSÍNTESIS

Toda la materia orgánica de las plantas procede en última instancia de la fotosíntesis (Guardiola y García 1990), dado que los azúcares están en la base de todas las cadenas metabólicas (Carbonneau 1992). La fotosíntesis depende directamente de la transpiración y del estado de hidratación de los tejidos, que a su vez depende de la evapotranspiración y de la reserva hídrica del suelo (Bartolomé 1993). La capa

más externa de hojas es la principal responsable de la fotosíntesis de la planta (Smart 1985).

Katerji *et al.* (1987) llegaron a la conclusión de que el viñedo muestra menor tasa de fotosíntesis unitaria en la medida en que presenta un menor índice LAI, lo que hace que cada hoja esté mejor hidratada y mejor alimentada en agua, mientras que la mayor superficie foliar por superficie de suelo compensa la menor actividad fotosintética unitaria, lo que explica que al final la fotosíntesis por metro cuadrado de suelo sea mayor.

Yuste (1995) constató, en cv. Tempranillo en la Ribera del Duero, la estrecha dependencia entre la fotosíntesis y la conductancia estomática, dependiente a su vez del potencial hídrico foliar. En la mayoría de los días se observó una tendencia del vaso a mantener niveles de fotosíntesis unitaria más altos que la espaldera a las 12 horas solares, como ocurría con la conductancia estomática, circunstancia relacionada con la superficie foliar del vaso, menor que en espaldera, y la consecuente situación de menor estrés hídrico. Sin embargo, hay que considerar la interacción del sistema de conducción con el régimen hídrico, puesto que en seco, cuando se trata de un año particularmente seco, el vaso presenta tasas más altas de fotosíntesis que la espaldera en cualquier momento del día, mientras que en regadío dicho efecto puede incluso ser el contrario, con tasas mayores en la espaldera en momentos de medida por la mañana y por la tarde, al no existir tal grado de limitación hídrica (Figura 4).

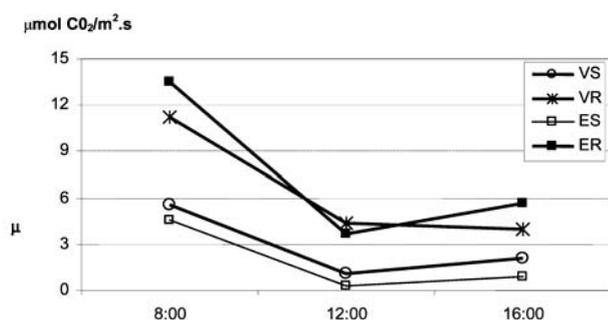


Figura 4. Evolución diaria de la Fotosíntesis neta, en hojas expuestas a la luz directa en 1991 (Septiembre) en la Ribera del Duero, correspondiente a los tratamientos VS: vaso de secano, VR: vaso de regadío, ES: espaldera de secano, ER: espaldera de regadío (Yuste, 1995).

10. RIEGO Y DESARROLLO VEGETATIVO Y SUPERFICIE FOLIAR

El desarrollo vegetativo de una planta determina en gran medida la superficie foliar total (LAI). A su vez, la intercepción global de radiación solar incidente, que determina, en ausencia de otros factores limitantes, el nivel de actividad fotosintética de la planta y su productividad, es función del índice de área foliar y de la geometría de la vegetación (Smart 1973), ya que la superficie foliar es el captador de la iluminación para el rendimiento fotosintético (Carbonneau 1989) y un elemento clave del comportamiento hídrico del viñedo. Syvertsen (1985) afirma que la reducción del área foliar por un descenso del crecimiento, provocado por el estrés hídrico, puede reducir la capacidad fotosintética de la planta, debido a la reducción de la superficie capaz de interceptar la radiación. De aquí se deduce la importancia de otro parámetro que caracteriza el desarrollo vegetativo, la superficie foliar externa (SA), por su principal implicación en la intercepción de radiación. Smart y Robinson (1991) consideran que la caracterización de la geometría del viñedo, que puede hacerse por medio de parámetros que la definen como el LAI o la SA, resulta decisiva en las relaciones hídricas del viñedo.

Yuste (1995) observó que tanto el LAI como el índice SA aumentaron en la espaldera con respecto al vaso (Figura 5) en la Ribera del Duero, estando condicionado este efecto por el régimen hídrico, de manera que las diferencias entre espaldera y vaso son más notables en secano que en regadío.

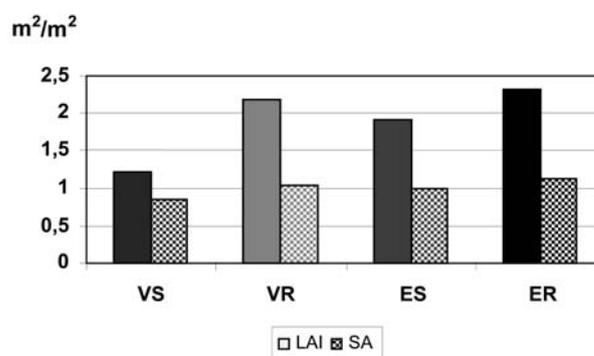


Figura 5. Índice de área foliar total (LAI) y de superficie foliar externa (SA), en 1993 en la Ribera del Duero, correspondiente a los tratamientos VS: vaso de secano, VR: vaso de regadío, ES: espaldera de secano, ER: espaldera de regadío (Yuste, 1995).

Yuste (1995) obtuvo un efecto importante derivado de la interacción entre el sistema de conducción y el régimen hídrico en el peso madera de poda, que resulta mayor en la espaldera que en el vaso en secano, pero de forma contraria en regadío. Este efecto tiene enorme importancia en cuanto al equilibrio vegetativo-productivo del viñedo de cara a la maduración y la composición final de la uva, de ahí que la posible aplicación del riego deba considerar este aspecto (Figura 6).

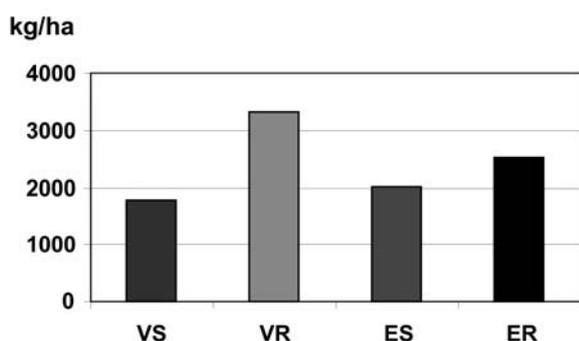


Figura 6. Peso de madera de poda del periodo 1991-1993 en la Ribera del Duero, correspondiente a los tratamientos VS: vaso de secano, VR: vaso de regadío, ES: espaldera de secano, ER: espaldera de regadío (Yuste, 1995).

11. RIEGO Y PRODUCTIVIDAD GLOBAL: MATERIA SECA

La producción global de materia seca que es capaz de obtener una planta representa su capacidad de transformación energética de la radiación solar a través de la fotosíntesis, ya que toda la materia orgánica de las plantas procede en última instancia de ella (Guardiola y García 1990), si bien la eficiencia de la planta para convertir la energía total interceptada en producción de frutos es el aspecto más importante a la hora de evaluar los sistemas de producción (Robinson y Lakso 1991), desde el punto de vista de la rentabilidad del cultivo. Diversos autores han tratado de establecer la eficacia productiva de la vid mediante el cálculo de la relación entre el agua que transpira una planta y la materia seca que produce, obteniendo resultados que van desde 360 hasta 960 L agua·kg⁻¹ de materia seca en condiciones de no limitación de agua (Bravdo *et al.* 1972).

Yuste (1995) observó en cv. Tempranillo que la productividad global del viñedo depende de las condiciones anuales en la Ribera del Duero, pero tiende

a ser superior en espaldera que en el vaso, sobre todo en secano y, en regadío, cuando las condiciones climáticas son menos limitantes (Figura 7), debido a la mayor presencia de hojas funcionales por hectárea, lo que refleja sus mayores necesidades de agua para llevar a cabo la pertinente actividad fisiológica.

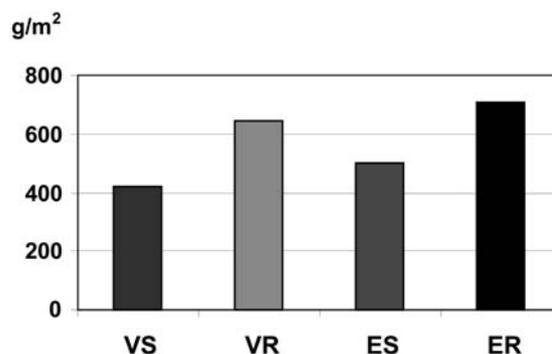


Figura 7. Producción de materia seca total en 1993 en la Ribera del Duero, correspondiente a los tratamientos VS: vaso de secano, VR: vaso de regadío, ES: espaldera de secano, ER: espaldera de regadío (Yuste, 1995).

12. RIEGO Y PRODUCCIÓN DE UVA

La producción final de uva es función de la aportación de los componentes del rendimiento: número de cepas por hectárea (densidad de plantación), número medio de sarmientos desarrollado por cada cepa, fertilidad de los pámpanos, tanto en número de racimos como en número de bayas por racimo, y del peso individual de las bayas. En la medida en que los citados componentes del rendimiento sean alterados, la cosecha final puede verse alterada, teniendo en cuenta que cada uno de ellos puede verse modificado cuantitativamente por el sistema de conducción, en particular a través de los efectos en el estado hídrico y las relaciones hídricas del viñedo.

El viñedo se desarrollará y alcanzará un rendimiento determinado fundamentalmente a través de la posibilidad que tenga de soportar una carga de yemas dada y de la disponibilidad de agua que le permita el desarrollo de dichas yemas de manera adecuada. Un viñedo necesitará un mayor o menor desarrollo para una producción determinada en función del porcentaje de superficie foliar que tenga en la parte exterior. Schultz y Matthews (1993) han observado que los viñedos en los que se reduce la iluminación, es decir, aumenta el sombreado de los pámpanos, tienden a hacer que aumente la

superficie foliar necesaria para la obtención de un nivel equivalente de uva, con el consiguiente aumento de necesidades de agua para el viñedo.

Yuste (1995) destaca en la Ribera del Duero la mayor productividad del sistema de conducción con mayores valores de LAI y SA, la espaldera frente al vaso, con incrementos porcentuales de rendimiento que varían dependiendo de las condiciones anuales, así como de la presencia o ausencia de riego, como consecuencia de la interacción entre el sistema de conducción y el régimen hídrico al que se someta al viñedo (Figura 8).

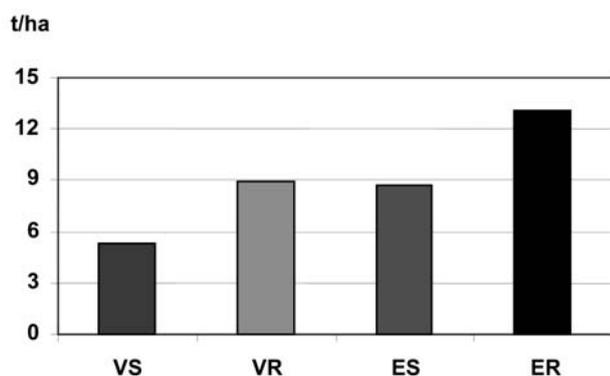


Figura 8. Rendimiento en uva, del periodo 1991-1993 en la Ribera del Duero, correspondiente a los tratamientos VS: vaso de secano, VR: vaso de regadío, ES: espaldera de secano, ER: espaldera de regadío (Yuste, 1995).

13. RIEGO Y CALIDAD DE LA UVA

La calidad de la uva puede verse modificada por la aplicación de riego como consecuencia de sus efectos en las relaciones hídricas en el viñedo, la intercepción de radiación, la relación superficie foliar a peso de fruto, etc.

El contenido de azúcares es con toda probabilidad el componente más importante y decisivo de la uva. La acumulación de azúcares en las bayas depende del área foliar activa disponible desde enero a cosecha, así Baeza *et al.* (2005) observaron que los viñedos con alto valor de SA pueden tener altos rendimientos sin reducciones significativas del contenido de sólidos solubles totales.

Por otro lado, el excesivo vigor que puede darse en ciertos viñedos con alta disponibilidad hídrica parece ser el principal factor responsable de la acidez elevada que la altura de los racimos sobre el suelo (Murisier y Spring 1986).

Yuste (1995), en la Ribera del Duero, obtuvo que la concentración de azúcares en el mosto no presenta diferencias importantes entre vaso y espaldera en cv. Tempranillo (Figura 9), pero se ve favorecida con el sistema de conducción en la medida en que la relación entre la superficie foliar y la carga de cosecha aumenta, generalmente más alta en el vaso que en la espaldera, lo que a su vez resulta más beneficiado cuando el estado hídrico es menos limitante como ocurre en condiciones de regadío. En dichos ensayos, la acidez total del mosto apenas se vio afectada por el efecto del sistema de conducción en sí mismo (Figura 10), sino que la acidez total y el pH han respondido a los niveles alcanzados de rendimiento en uva, en sentido creciente, y de SA, en sentido decreciente, pero siempre favorecidos por la disponibilidad hídrica del riego.

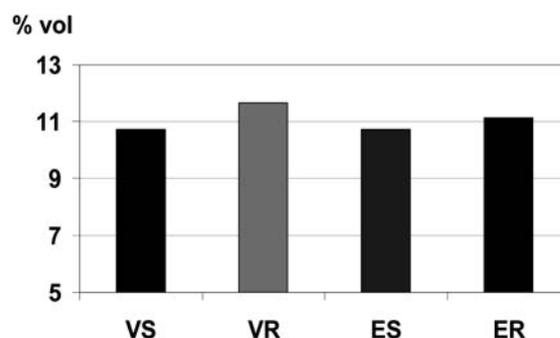


Figura 9. Grado alcohólico probable del mosto en el momento de vendimia, del periodo 1991-1993 en la Ribera del Duero, correspondiente a los tratamientos VS: vaso de secano, VR: vaso de regadío, ES: espaldera de secano, ER: espaldera de regadío (Yuste, 1995).

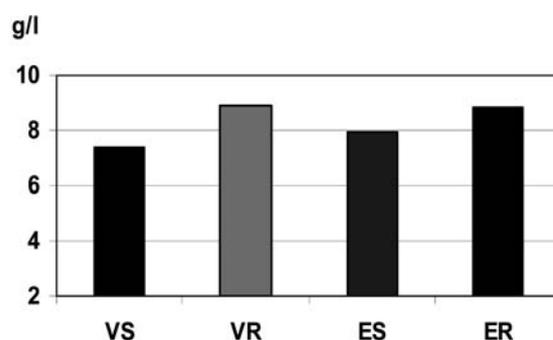


Figura 10. Acidez total del mosto en el momento de vendimia, del periodo 1991-1993 en la Ribera del Duero, correspondiente a los tratamientos VS: vaso de secano, VR: vaso de regadío, ES: espaldera de secano, ER: espaldera de regadío (Yuste, 1995).

BIBLIOGRAFÍA

- Albuquerque, M. 1993. Réponses des cépages de *Vitis vinifera* L. aux variations de l'environnement: effets de la contrainte hydrique sur la photosynthèse, la photorespiration et la teneur en acide abscisique des feuilles. Thèse Université de Bordeaux II. 213 p.
- Baeza, P. 1994. Caracterización ecofisiológica y evaluación agronómica de diferentes sistemas de conducción del viñedo (*Vitis vinifera* L.) en regadío. Tesis doctoral del Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. 209 p.
- Baeza, P., C. Ruiz, E. Cuevas, V. Sotés, y J.R. Lissarrague. 2005. Ecophysiological and agronomic response of Tempranillo grapevine to tour training systems. *Am. J. Enol. Vitic.* 56(2): 129-138.
- Bartolomé, M.C. 1993. Respuestas de la vid (*Vitis vinifera* L.) a condiciones de estrés hídrico: efectos sobre las relaciones agua-planta, el crecimiento, la producción y la calidad (cv. Tempranillo). Tesis doctoral del Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. 443 p.
- Begg, J.E. y N.C. Turner. 1976. Crop water deficits. *Adv. Agron.* 28: 161-217.
- Bravdo, B., S. Lavee y R.M. Samish. 1972. Analysis of water consumption of various grapevine cultivars. *Vitis* 10: 279-291.
- Bravdo, B., Y. Hepner, C. Loinger, S. Cohen y H. Tabacman. 1985. Effect of irrigation and crop level on growth, yield and wine quality of Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 36 (2): 132-139.
- Carbonneau, A. 1989. L'exposition utile du feuillage: définition du potentiel du système de conduite. En: O.I.V. (ed.). Interaction système de conduite de la Vigne et mécanisation, Paris.
- Carbonneau, A. 1992. Photosynthèse: Influences climatiques et facteurs d'adaptation, p. 45-75. En: Agrométéorologie de la Vigne en France. INRA. Un système d'information agronomique pour la Communauté Européenne. Centre Commun de Recherche. Commission des Communautés Européennes. EUR 13911 FR.
- Carbonneau, A. y N. Ollat. 1991. Instabilité de la réhydratation tardive des feuilles: l'amorce du régime de transpiration en situation de sécheresse exemple de *Vitis vinifera* L. cv. Sémillon. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 25(2): 75-83.
- Deloire, A., A. Carbonneau, Z. Wang y H. Ojeda. 2004. Vine and water, a short review. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 38: 1-13.
- Dundon, C.G. y R.E. Smart. 1984. Effects of water relations on the potassium status of Shiraz vines. *Am. J. Enol. Vitic.* 35 (1): 40-45.
- Düring, H. 1978. Untersuchungen zur Umweltabhängigkeit der stomatären Transpiration bei Reben. II. Ringelungs und Temperatureffekte. *Vitis* 17: 1-9.
- Düring, H. 1979. Wirkungen der Luft und Bodenleuchtigkeit auf das vegetative Wachstum und der Wasserhaushalt bei Reben. *Vitis* 18: 211-220.
- Guardiola, J.L. y A. García. 1990. Fisiología Vegetal I: Nutrición y Transporte. Ed. Síntesis. Madrid. 440 p.
- Hunter, J.J., R. Skrivan y H.P. Ruffner, 1994. Diurnal and seasonal physiological changes in leaves of *Vitis vinifera* L.: CO₂ assimilation rates, sugar levels and sucrolytic enzyme activity. *Vitis* 33: 189-195.
- Jones, H.G. 1985. Physiological mechanisms involved in the control of leaf water status: Implications for the estimation of tree water status. *Acta Hort.* 171: 291-296.
- Kramer, P.J. 1972. Contributions of thermocouple psychrometers to plant science, p. 187-193. En: R.W. Brown y B.P. Van Haveren (eds.). Psychrometers in water relations research. Utah Agr. Expt. Sta., Logan.
- Murisier, F. y J.L. Spring. 1986. Influence de la hauteur du tronc et de la densité de plantation sur le comportement de la vigne. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 18(4): 221-224.
- Naor, A. y R.L. Wample. 1994. Gas exchange and water relations of field-grown Concord (*Vitis labruscana* Bailey) grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 45, N° 3, 333-337.
- Robinson, T.L., y A.N. Lakso. 1991. Bases of yield and production efficiency in apple orchard systems. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116(2): 188-194.
- Saayman, D. y L. Van Huyssteen. 1980. Soil preparation studies. I. The effect of depth and method of soil preparation and of organic material on the performance of *Vitis vinifera* (var. Chenin Blanc) on Hutton/Sterkspruit soil. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 1: 107-121.
- Schultz, H.R. y M.A. Matthews. 1993. Xylem development and hydraulic conductance in sun and shade shoots of grapevine (*Vitis vinifera* L.): evidence that low light uncouples water transport capacity from leaf area. *Planta* 190: 393-406.
- Shackel, K.A., H. Ahmadi y W. Biasi. 1997. Plant water status as an index of irrigation need in deciduous fruit trees. *HortTechnology* 7: 23-29.
- Silvestroni, O., C. Intrieri y S. Poni. 1994. Dinamica della funzionalità fogliare e rilievi ecofisiologici in alcune forme di allevamento della vite. *Rivista di Frutticoltura*, N° 10, 25-36.

Smart, R.E. 1973. Sunlight interception by vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.* 24 (4): 141-147.

Smart, R.E. 1985. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review. *Am. J. Enol. Vitic.* 36(3): 230-239.

Smart, R.E. y M. Robinson. 1991. Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management. Ed. Ministry of Agriculture and Fisheries, New Zealand. 88p.

Syvertsen, J.P. 1985. Integration of water stress in fruit trees. *Hortscience* 20(6): 1039-1043.

Turner, N.C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and Soil* 58: 339-366.

Williams, L.E. y F.J. Araujo. 2002. Correlations among pre-dawn leaf, midday leaf and midday stem water potential and their correlations with other measures of soil and plant water status in *Vitis vinifera*. *Journal American Society Horticultural Science* 127: 448-454.

Williams, L.E. y M.A. Matthews. 1990. Grapevine, p. 1019-1055. En: B.A. Stewart y D.R. Nielsen (eds.). *Irrigation of agricultural crops. Agronomy Monograph n° 30*. Madison, Wisconsin. USA.

Winkler, A.J., J.A. Cook, W.M. Kliever y L.A. Lider. 1974. *General Viticulture*. University of California Press, Berkeley.

Yuste J. 1995. Comportamiento fisiológico y agronómico de la vid (*Vitis vinifera* L.) en diferentes sistemas de conducción en secano y regadío. Tesis Doctoral, Dpto. Producción vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid. 280 p.

EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS VIÑEDOS EUROPEOS

José Hidalgo Togados

Doctor Ingeniero Agrónomo y Enólogo. Director Técnico de Bodegas Bilbaínas

Por razones exclusivamente climáticas, el cultivo de la vid en el mundo actual se extiende por una amplia zona comprendida entre los paralelos 50° latitud Norte y 40° latitud Sur, existiendo una limitación de pluviometría cercana a los 300 mm anuales, y otra en cuanto a la altitud estimada como media sobre los 800 metros sobre el nivel del mar. La vid es una planta muy rústica de clima cálido, siendo originaria de la cuenca del Mediterráneo y Oriente Próximo, estando especialmente adaptada al calor y muy resistente a las condiciones de sequía, siendo capaz de producir con tan sólo 280 a 300 litros de agua un kilogramo de materia seca; aunque también es capaz de vegetar en otras zonas más frías y húmedas de influencia marítima o atlántica, siempre y cuando no exista una excesiva acumulación de agua en el suelo, pues es bastante sensible a la asfixia radicular. En cuanto a la altitud de cultivo, esta situación depende del régimen de temperaturas que se producen durante el período vegetativo, y especialmente frente a las posibles heladas primaverales, elevándose la cota de posibilidad de cultivo a medida que éste se sitúa en zonas más meridionales.

En Europa, el límite del cultivo de la vid se encuentra en el citado paralelo que pasa cerca de París, al Norte del cual y salvo situaciones excepcionales, las condiciones ambientales hacen que el viñedo no pueda vegetar. Al Sur del mencionado límite y cruzando el continente de Este a Oeste, otra línea, llamada de Wagner, divide la zona vitícola en dos áreas. En la divisoria Sur, de influencia climática mediterránea, las variedades de uva autóctonas proceden de las Proles Pónica de la cuenca del mar Negro y también de las Proles Occidentalis de la cuenca mediterránea; mientras que en la Norte, el clima es de marcado carácter atlántico y sus variedades proceden de cruzamientos entre las Proles antes citadas y las vides silvestres refugiadas por las glaciaciones al Norte de los Pirineos y los Alpes. Las variedades tintas procedentes de esta parte Norte de la línea de Wagner, son las que hoy día están vocacionalmente mejor adaptadas a la elaboración

como vinos de guarda, debido a que presentan un mayor contenido en polifenoles.

En general, la vid en los climas cálidos produce vendimias ricas en azúcares y pobres en acidez, sucediendo lo contrario en los climas fríos. En estos últimos se adaptan mejor las variedades de ciclo de maduración corto, especialmente las blancas, pues las tintas precisan de una insolación más intensa para la síntesis de los polifenoles. La elección de la variedad en función del clima de cultivo, es una cuestión de gran importancia de cara a obtener vendimias bien maduras y equilibradas. En climas cálidos, se tiende a cultivar variedades de ciclo tardío, de tercera o cuarta época, mientras que en los climas templados, se deben utilizar viníferas de segunda época. Lo deseable es ajustar a cada clima, las variedades con posibilidades de madurar casi exactamente en el período de climatología favorable, pues en caso de existir un desequilibrio entre este período y el ciclo de maduración de la vid, las vendimias pueden resultar inmaduras o en caso contrario con un exceso de posibilidades de maduración, que suele traducirse en una pérdida de la calidad y de su tipicidad varietal, motivados por una maduración brusca y rápida.

Durante los últimos años, se está produciendo de una forma cada vez más acusada y frecuente, una serie de fenómenos atmosféricos anormales, que se han venido a definir bajo la expresión de "cambio climático", cuyo origen tiene varias causas, pero las consecuencias empiezan a ser desastrosas para determinadas regiones del planeta, como son la aparición en determinadas zonas de huracanes tropicales de cada vez mayor frecuencia y virulencia, o en otras, una progresiva desertificación por la paulatina reducción de las precipitaciones. Lógicamente la viticultura no podía ser inmune a este cambio sustancial en sus condiciones de cultivo, por lo que su conocimiento supone en estos momentos una importante herramienta para la elaboración de vinos de calidad, incluso a medio y a

corto plazo, pues el problema ya lo tenemos encima en muchas regiones vitivinícolas españolas.

Desde la aparición de la vid sobre la tierra, el clima no ha cesado de evolucionar, siendo prueba de ello los numerosos testigos geológicos y fósiles que muestran la evolución de los seres vivos a través de la historia. La actividad industrial en la tierra desde el siglo XIX, con la generación de dióxido de carbono como principal agente responsable del "efecto invernadero" en la atmósfera, así como con la emisión de los fluidos cloro-fluor-carbonados frigoríficos a la misma que destruyen la capa de ozono, contribuyen a la elevación progresiva de la temperatura del planeta, siendo este efecto directamente responsable del primer factor (CO_2) y contribuyendo el segundo (CFC) aproximadamente en un 16 por 100. La concentración actual de CO_2 en la atmósfera es de 370 ppm, un 30 por 100 más que en los niveles de la época preindustrial. Este dato que parece excepcional, no lo es tanto, si se tiene en cuenta que a principios del período Carbonífero, hace más de 300 millones de años, la tierra tenía una temperatura media de 22°C y una concentración de dióxido de carbono en la atmósfera de 1.500 ppm, casi cuatro veces más que ahora, aunque luego vino una era glacial de terribles consecuencias para los seres vivos del planeta afectados por los hielos.

Todos los vegetales consumen cantidades importantes de dióxido de carbono durante el proceso de la fotosíntesis, contribuyendo eficazmente a reducir el nivel de este gas en la atmósfera, y por lo tanto a paliar los inconvenientes derivados del "efecto invernadero". En general, las especies vegetales que producen frutos ricos en azúcares, consumen cantidades importantes de dióxido de carbono. En el caso de la vid se estima una fijación anual de 1.500.000 litros de CO_2 por hectárea ($3.000 \text{ kg CO}_2 / \text{ha}$), aunque por el contrario, durante la fermentación alcohólica del mosto en el proceso de elaboración del vino se desprenden 250.000 lts de CO_2 por hectárea ($500 \text{ kg CO}_2 / \text{ha}$), lo que resulta un balance positivo en la fijación de 1.250.000 lts de CO_2 / ha ($2.500 \text{ kg CO}_2 / \text{ha}$); que demuestra suficientemente el gran interés ecológico que presenta el cultivo del viñedo, sobre todo en zonas áridas, donde no son posibles otros cultivos alternativos. Aunque algunos autores no son tan optimistas con estos valores, pues piensan que solamente queda fijado el

carbónico en la madera de las vides, y ésta es muy inferior respecto de otras especies leñosas.

En la actualidad se está empezando a pensar, en la demanda de ayudas estatales a los viticultores, por tratarse de una actividad, no solo respetuosa con el medio ambiente, si no también por ser capaz de fijar importantes cantidades de dióxido de carbono generado fundamentalmente por la industria, que podría ser objeto del cobro de una tasa por este concepto, y con destino a primar al sector vitícola, entre otros más, como consumidores de gas carbónico. ¿Acaso no existe un comercio entre países, con las tasas de generación de dióxido de carbono establecidas en el protocolo de Kioto?

Históricamente la temperatura media de la tierra no ha sido siempre la misma, oscilando notablemente durante las últimas glaciaciones, así como también en ligeras variaciones en los últimos siglos y años. En la actualidad se considera que las temperaturas se encuentran en ascenso, habiendo subido la temperatura media del planeta en $0,5^\circ \text{C}$ durante los últimos 150 años, y esperándose un aumento medio de la misma temperatura de 2° a 3°C para el año 2100. Este incremento de temperatura sin duda traerá consecuencias para el ser humano, así como también para su hábitat y en especial para los cultivos, donde también el viñedo se verá afectado. Este calentamiento no será uniforme, esperándose un incremento de temperaturas de 3° a 4°C en el hemisferio Norte y valores más reducidos en el hemisferio Sur; pudiendo sufrir modificaciones climáticas en zonas más restringidas, como por ejemplo con una ligera desviación de la Corriente del Golfo, que podría hacer bajar la temperatura de Europa, o incluso por un deshielo parcial de los casquetes polares, haciendo subir el nivel del mar en unos 50 cm, quedando sumergidas algunas zonas costeras actuales, y afectando a muchos viñedos situados al borde del mar, tales como Burdeos (Francia), Carneros (USA), Great Southern (Australia), etc.

La consecuencia es que posiblemente se producirá una modificación de la actual distribución de los viñedos, afectando positivamente o negativamente a las Denominaciones de Origen y también a otras zonas productoras; así como también cuestiones fisiológicas de la vid, como un aumento de la actividad fotosintética producida por una mayor disponibilidad de dióxido de carbono en la

atmósfera, o bien una modificación al alza de los pigmentos polifenólicos de la uva, al existir un mayor nivel de radiaciones ultravioletas (UV), acompañado de una disminución de la fotosíntesis, haciendo a la vez las hojas más gruesas y resistentes a las enfermedades criptogámicas, y también reduciendo la formación de aminoácidos y aromas varietales, especialmente los terpenoles y los norisoprenoides.

Alguno autores, como Hans Schultz, han podido demostrar en un futuro próximo, un posible cultivo de las variedades *Merlot* y *Cabernet franc* en Geisemheim (Alemania) en una zona tan septentrional como los 50° de latitud Norte, o incluso la posibilidad del cultivo del viñedo en Inglaterra, como de hecho parece ser que sucedió en la Edad Media en localidades como Leicester en el siglo XII reinando Ricardo Corazón de León (J.P. Legrand). Otros autores (J.X. Mitrovica) realizan una estimación sobre el avance del cultivo de la vid hacia el Norte, a razón de 10 a 30 km por cada década. El INRA francés establece que una variación de un grado en la temperatura media, hará que las regiones vitivinícolas situadas en el hemisferio Norte se desplacen 200 km hacia el Norte, provocando una migración de los viñedos hacia zonas más frescas y propicias para el cultivo de la vid.

El cambio climático, o cambio de ciclo de clima como algunos estudiosos más prudentes prefieren titular, está trasladando hacia el norte el foco de la producción vitícola. El legendario vino "eiswein" está desapareciendo de su zona productora original, expulsado por inviernos cada vez más suaves, prefigurándose los países escandinavos como el próximo refugio de estos vinos. En nuestro país, durante los últimos años se producen cada vez con mayor frecuencia, unas condiciones de vegetación del viñedo de mayor sequía y calor, que progresivamente se extienden en sentido Sur a Norte, obteniéndose vendimias de calidad y condiciones cada vez más diferentes.

Así por ejemplo, no es normal que la zona de Rioja Alta se obtengan repetidamente vinos de más de 13% vol de alcohol, acompañados de una elevada maduración fenólica, o también que en pleno Vizcaya o Guipúzcoa se elaboren de forma totalmente natural txacolíes de más de 12% vol de alcohol, que en absoluto coinciden con el concepto que tenemos de lo que es un txacolí tradicional: un vino ácido y de poco grado. Comunidades

Autónomas, hasta ahora testimoniales en el cultivo del viñedo, como por ejemplo son Asturias y Cantabria, ahora empiezan a desarrollar una interesante actividad vitivinícola, y que de seguir así, dentro no muchos años nos depararán algunas agradables sorpresas.

El problema no puede venir de estas zonas, generalmente las más septentrionales de la península Ibérica e incluso también en las de Europa, donde el "cambio climático" es apreciable, pero aunque de estilo algo diferente se pueden seguir elaborando vinos con total normalidad y dentro de la legalidad vigente en cuanto a las normas de elaboración. El verdadero problema procede de zonas vitícolas más meridionales, donde los cambios de las condiciones climáticas de cultivo son más radicales, y se debería pasar a practicar una viticultura y una enología más bien propia de países cálidos, y donde su legislación está adaptada a este modo de producción y elaboración.

Nos estamos refiriendo a uno de los mayores problemas que ahora se presenta en la elaboración de los vinos tintos, sobre todo en el centro y Sur de nuestro país, como es el preocupante aumento del valor de pH en estos vinos, causado no sólo por el exceso de potasio en los suelos motivado por abonados minerales abusivos, o bien por las maceraciones con los hollejos de mayor intensidad, si no también por un claro cambio del clima. O también a otro gran problema, como es el cada vez más excesivo grado alcohólico en los vinos, motivado también por cuestiones climáticas, acompañado por la necesidad comercial de obtener vinos procedentes de vendimias muy maduras, lo que supone un importante freno al consumo de vino, y donde las campañas antialcohólicas no ayudan en absoluto.

En las zonas más meridionales se tendrá que producir una adaptación de la viticultura al cambio climático, donde los factores limitantes serán las elevadas temperaturas y la falta de agua, y debiendo tenerse en cuenta los siguientes factores:

- Los portainjertos deberán ser más resistentes a la sequía, así como con una tendencia a alargar el ciclo vegetativo, cuestión que sucede con los más vigorosos: *Rupestris de Lot*, 161-49 Couderc. 196-17 Couderc, 99 Richter, 110 Richter, 140 Ruggeri, 1103 Paulsen, etc.

- Las variedades de vid también se adaptarán a los excesos de insolación y temperatura, así como a la falta de agua, aunque éste último factor se puede compensar con la presencia de riego. Así existen variedades muy sensibles a la insolación y a la temperatura, como son las *Graciano*, *Godello* y *Moscatel de grano menudo*, o bien otras variedades, como el *Tempranillo*, donde la sequía le afecta mucho en la absorción de potasio, haciendo que baje notablemente su acidez, cuestión que para otras variedades como las *Cabernet Sauvignon* y *Barbera* no sucede tanto por ser más resistentes a la falta de agua.
 - Las altitudes elevadas mejoran notablemente las condiciones térmicas del clima, reduciéndose la temperatura en 0,5° C cada 100 metros.
 - Las orientaciones Norte a Este son más favorables, evitando las calurosas laderas orientadas a mediodía y poniente.
 - Conviene los suelos más frescos (arcillosos), con un elevado poder de retención de agua, y mejor todavía si son profundos, donde se puede acumular el agua del invierno o primavera, que asegure una disponibilidad de agua durante el período de vegetación y sobre todo de maduración. Las raíces de las vides deben ser profundas precisamente para buscar esta agua, facilitando la exploración radicular si se emplean portainjertos con un sistema radicular pivotante o de ángulo geotrópico reducido, siendo los más favorables el *Rupestris de Lot*, la *Vitis Berlandieri*, así como también sus híbridos (99 Richter, 110 Richter, 1103 Paulsen, etc.).
 - La mejor orientación para los viñedos conducidos en espaldera es la Norte-Sur con una desviación de 20° a 30° en sentido hacia Este para exponer a la insolación menos la cara de vegetación durante la tarde, que resulta más calurosa, con menos higrometría y con las hojas en un estado hídrico menos favorable.
 - La conducción de la vegetación se realizará de manera que se eviten excesos luminosos y térmicos en las hojas y racimos del viñedo, manteniendo la vegetación activa durante más tiempo.
 - En los viñedos conducidos en espaldera, la reducción de la anchura de las calles, produce un sombreado de una línea sobre la contigua, que reduce los efectos negativos del Sol.
 - Los viñedos conducidos en vaso son los que mejores condiciones ofrecen para el exceso luminoso y térmico, pues su vegetación concentrada sobre los brazos y troncos, ofrecen una reducida superficie foliar externa, y en su interior se produce un microclima más húmedo y fresco.
 - Las hojas basales deben ser conservadas para sombrear y proteger los racimos del exceso térmico y luminoso, evitando su desecación o senescencia foliar, y no realizando la práctica de deshojado más propia de climas más fríos, o a lo sumo deshojando la cara Norte a Este de las espalderas y siempre conservando las hojas en la cara Sur a Oeste.
 - Las podas cortas favorecen la concentración de la vegetación sobre los racimos, mejorando las condiciones adversas de los climas cálidos.
 - La relación uva / superficie foliar expuesta debe ser reducida por debajo de 1 kg / m² con un óptimo de 0,8 kg / m².
 - Resulta indispensable la disponibilidad de riego, no sólo para atender las necesidades del sistema radicular de las vides, sino también para humedecer el sistema foliar cuando sea necesario, para lo cual el riego por aspersión puede ser de gran interés, o mejor dotar al viñedo de microaspersores sectoriales, similares a los empleados para combatir las heladas, que consiguen un importante ahorro de agua respecto del clásico riego por aspersión.
 - La maduración de la uva deberá ser completa, es decir afectando no sólo a la pulpa, sino también al hollejo donde residen los compuestos minoritarios de bondad, buscando períodos de maduración de más de 60 días desde el envero, e incluso de más tiempo llegando hasta los 75 a 80 días en algunas condiciones excepcionales.
- Recientemente se ha demostrado que un tratamiento realizado en el envero sobre los racimos, pulverizando una solución de etanol al 10 por 100 en agua, constituye un interesante remedio paliativo en caso de riesgo de bloqueo de la maduración debido a un exceso de calor durante el período de maduración. Los vinos obtenidos a partir de vendimias tratadas en estas condiciones, presentan mejores caracteres gustativos, sobre todo los aromáticos que se ven afectados en mayor medida por las condi-

ciones de calor y sequía. El mecanismo no es bien conocido, aunque parece ser que el etanol al tratarse de una sustancia deshidratante, produce un pequeño estrés hídrico en la baya, que estimula el flujo de savia hacia la misma para restablecer la hidratación. Un interesante efecto colateral de este tratamiento es el aumento en un 10 por 100 del peso de las bayas.

La solución no pasa sólo por aplicar determinadas prácticas de cultivo o de elaboración de los vinos, que eviten en la medida de lo posible los inconvenientes derivados del "cambio climático", si no también a la necesidad técnica de adaptar nuestra legislación a esta realidad, pues en numerosas ocasiones se realizan prácticas prohibidas para solventar el problema de forma oculta, y a veces con un importante riesgo para la

salud humana. Con toda claridad nos estamos refiriendo al empleo fraudulento de ácidos minerales para bajar el valor del pH de los vinos. ¿No sería mejor legalizar el empleo de resinas de intercambio iónico, u otros métodos similares, para resolver este problema, tal y como lo hacen por ejemplo en Australia?

La utilización de aparatos desalcoholizadores es también una interesante solución para conseguir la reducción del nivel de alcohol en los vinos, sobre todo en los vinos tintos, donde a veces la sobremaduración es necesaria para obtener vinos de suficiente calidad, pues como antes hemos comentado, el cambio climático incide cada vez más en un desfase entre la maduración de la pulpa respecto de la del hollejo, madurando mucho antes la primera que la segunda parte de la baya.

ASPECTOS DE VITICULTURA AUSTRALIANA

Xavier Rius García

Ingeniero Agrónomo. Agromillora Australia

1. CARACTERISTICAS GENERALES

- El número y diversidad de variedades plantadas en las distintas regiones, la definición de los Geographical Indications y la flexibilidad por parte de los enólogos en la elaboración de los vinos.
- La obligatoriedad de la realización de mapas de suelos antes de la plantación.
- El diseño de la instalación de riegos adaptándose a los diferentes tipos de suelos.
- La utilización de sensores de medición de la humedad del suelo para la programación de los riegos.
- La aplicación de las técnicas de manejo como el déficit regulado de riego y el partial rootzone drying con la finalidad de incrementar la eficiencia del uso del agua y obtener producciones de mayor calidad.
- Los esfuerzos que están realizando conjuntamente el gobierno, la comunidad científica y los agricultores para paliar el grave problema de la degradación de suelos y aguas por salinidad.
- El uso de análisis de pecíolos y suelos para la elaboración de planes de fertilización específicos para cada bloque del viñedo con la finalidad de obtener viñas equilibradas.
- La aplicación de las prácticas de no poda, poda mínima y poda mecánica juntamente con altos niveles de mecanización permiten una reducción de los costes de producción.
- La monitorización detallada del viñedo a lo largo de la estación, el análisis de color del mosto como parámetro de calidad y las inspecciones exhaustivas de la uva en la bodega.
- El desarrollo de sistemas de acreditación de calidad para los viticultores y la puesta en práctica de las *Best Practices* medioambientales con la finalidad de mantener una viticultura sostenible económicamente y en equilibrio con el medio ambiente.

- La aplicación a nivel comercial de los aspectos de viticultura de precisión, con la finalidad de reducir la variabilidad en la producción y calidad de las uvas del viñedo.

Todos estos aspectos aplicados en el manejo del viñedo, permiten la obtención de vinos de alta calidad a precios competitivos.

2. ESTUDIOS MEDIOAMBIENTALES PARA LA CONSERVACIÓN DEL RECURSO SUELO Y AGUA EN AUSTRALIA

El gobierno del estado de Australia del Sur ha establecido por ley la necesidad de la realización de estudios medioambientales (Irrigation & Drainage Management plans) antes de la realización de nuevas plantaciones o en plantaciones ya existentes en las que se realicen modificaciones en la instalación de riego o drenaje.

Las limitaciones del recurso agua, la limitada calidad de la misma y el gran número de nuevas plantaciones ha llevado a la necesidad de esta normativa, con el fin de reducir al mínimo el impacto medio ambiental sobre los recursos naturales existentes. Los estudios incluyen estudios edafológicos, aspectos medioambientales y aspectos relacionados con el sistema de riego. Estos planes han mostrado ser de gran interés para el agricultor ya que indican cual es el óptimo uso del agua y del suelo.

Los estudios son realizados por consultorías profesionales y deben ser aprobados por el departamento de medio ambiente antes del comienzo del proyecto de riego.

IDMP (Irrigation Management and Drainage Plans)

Los estudios comprenden:

1. Esbozo de la propuesta incluyendo la secuencia del desarrollo de la misma en los próximos cinco años.

2. Mapa de la finca (mínima escala 1:2500) indicando las estructura existentes, cultivos actuales, sistemas de drenaje y pozos, zonas salinizadas o con capas freáticas altas, vegetación autóctona, zonas de inundación, cursos de aguas, etc. Se debe incluir asimismo toda aquella información topográfica disponible.
3. Mapa de situación de la finca y vecindades colindantes a escala 1:10 000 incluyendo detalles topográficos.
4. Detallado estudio edafológico. Indicando: profundidad del suelo, agua almacenable, textura, contenido y clases de carbonatos.
5. Interpretación de las condiciones locales de la capa freática y su relación con la capa freática regional.
6. Análisis del riesgo de inestabilidad de los acantilados. Hace referencia a las propiedades cercanas a los acantilados del río, indicando si la puesta en riego de esas áreas pone en peligro dicha estabilidad.
7. Análisis del riesgo de degradación de zonas llanas por motivos de inundación y medidas de protección a implementar.
8. Programa y medios que la finca va a destinar en la realización del monitoreo de la humedad del suelo y como consecuencia en la programación de riegos.
En este apartado se incluye la utilización de diferentes métodos disponibles en el mercado (tensiómetros, sondas de neutrones, servicio de consulting por empresas especializadas, sensores electrónicos de humedad, etc.).
9. Experiencia académica y profesional del personal de la finca encargado del control de riego, indicando especialmente si ha realizado cursos de riego y medioambiente impartidos por el gobierno.
10. Actuaciones y medios de control en la finca con la finalidad de controlar las capas freáticas existentes, (si existiesen) y evitar la creación de las mismas, poniéndose especial énfasis en el movimiento de aguas a propiedades vecinas. Incluye la instalación de puntos de muestreo y monitoreo regular de la humedad en profundidad.
11. Estudio de la drenabilidad de la finca según los diferentes tipos de suelo y topografía. Las dificultades de falta de drenaje se determinan por factores tales como textura del suelo, presencia y profundidad de capas impermeables y topografía general.
Las capas de carbonatos así como las de arcilla son las capas impermeables más comúnmente encontradas en el llamado Sistema de Suelos del Basin Murray.
12. Actuaciones a realizar con el agua de drenaje, en caso de que existiese en alguna zona de la explotación. Tales como: a.- la creación de una zona de la finca destinada a la plantación de árboles o vegetación autóctona (eucaliptos, melaleuca, mimosas) con el fin de consumir dicha agua, b.- balsas de evaporación, c.- mezcla con agua de mejor calidad.
13. Estudio de las necesidades de agua para la finca en función de la superficie destinada a cada cultivo. Se consideran valores locales medios mensuales de evaporación (pan evaporimetro) corregidos en función de coeficiente del cultivo locales. Se incluye de manera general un 10% adicional como agua destinada al lavado de sales.
14. Estudio de los niveles de salinidad del suelo.
15. Diseño del sistema de riego propuesto, detallando: técnicas de medición de caudales, eficiencia del sistema, relación con los tipos de suelos.
16. Diseños e informes para cada fase de la propuesta.
17. Propuestas para el estudio, gestión e informes a lo largo del tiempo incluyendo re-examinaciones del plan en intervalos de tiempo periódicos. Como mínimo, será necesario que las observaciones de aguas subterráneas sean hechas conjuntamente con mediciones de la aplicación de agua en el cultivo (MI/Ha) y la eficiencia de la aplicación del riego.
18. Compromiso de responsabilidad de tratar cualquier futuro problema relativo al drenaje de capas freáticas, incluyendo propuestas esquemáticas para el vertido responsable de agua de drenaje.

19. Compromiso de responsabilidad de prevención del desplazamiento lateral de aguas de drenaje la cual pudiera afectar a fincas colindantes.
20. Compromiso de disponibilidad de futuras operaciones de drenaje de aguas freáticas profundas resultantes de la nueva puesta en regadío. Incluye el concepto de diseño de canalización y evacuación de aguas de subsuelo. Deberá procederse a la apertura de una cuenta bancaria dedicada a facilitar la construcción y futuras obras ya sean en la misma propiedad o como plan de drenaje a nivel comunitario.

Estos planes suelen requerir tiempo para su preparación, resultando ser particularmente costosos para proyectos de gran envergadura. Resulta del interés del promotor el obtener una pronta aprobación de sus propuestas idealmente antes de haber destinado mucho tiempo y dinero al proyecto.

El promotor debe estar seguro de que todos los aspectos del plan han sido estudiados en detalle, para evitar futuras problemas resultantes de un excesivo coste o una reducida capacidad de plantación.

Es requisito indispensable para poder aprobar el estudio, que el promotor demuestre haber entendido todos los detalles e implicaciones del mismo y que a su vez hayan sido considerados como parte del plan a largo plazo.

3. ALGUNAS NOTAS SOBRE RIEGO EN AUSTRALIA

La estrategia de riego debe especificar cuando y que cantidad de agua debe aplicarse en cada momento durante toda la campaña para obtener una producción y calidad deseada.

La selección de una estrategia de riego dependerá de:

- a. El producto final deseado (uvas de mesa, uvas de vinificación)
- b. Cantidad y calidad de cosecha deseados en el viñedo
- c. Cantidad de agua de riego disponible
- d. Calidad del agua de riego

Para manipular el crecimiento y calidad del fruto se puede adoptar una estrategia del riego utilizando un déficit controlado de agua.

En algunos viñedos con limitación de agua, el estrés hídrico será inevitable, pero los riegos deben racionalizarse para producir la mayor cantidad y calidad de cosecha con la cantidad de agua disponible. El conocimiento de los efectos de un estrés hídrico en diferentes épocas de la campaña ayudará a desarrollar una estrategia de riego cuando el agua es limitada sin comprometer la productividad a largo termino del viñedo.

Cuando el agua de riego o suelos presentan problemas de salinidad, puede ser necesario el adoptar una estrategia que evite valores de humedad muy bajos y la aplicación de riegos de lavado periódicos para el lavado de sales.

Déficit controlado de riego. Un déficit controlado de agua es una opción para reducir crecimiento vegetativo y mejorar productividad a largo término. Se basa en mantener un consistente y moderado déficit hídrico para reducir el crecimiento vegetativo sin efecto en la producción. Durante la floración y de manera general no se aplicara déficit hídrico con el fin de evitar reducciones importantes de cosecha.

Secado parcial de raíces: consiste en mantener solamente una parte del sistema radicular sin riego de manera alternada, (por ejemplo cada 15 días). Esto se consigue alternando la zona húmeda a cada lado de las cepas durante un periodo de tiempo determinado. Este sistema es solo posible con sistema de goteo con una línea de goteros en cada lado de las cepas o con sistema de riego por surcos.

Esta técnica estimula la respuesta hormonal en la zona radicular con secado, provocando un cierre estomático, un retardo efectivo en la producción fotosintética y crecimiento vegetativo.

La adopción de estas técnicas requiere un conocimiento profundo de los diferentes tipos de suelos en el viñedo y su capacidad de almacenamiento de agua así como la utilización de precisos sensores para medir la humedad del suelo y saber en todo momento el estado actual del contenido de agua disponible para la planta. Las lecturas deben tomarse de forma regular (1-2 por semana) a lo largo de la campaña, siendo anotadas y dibujadas para una mejor interpretación realizando al final de la campana un

análisis de la estrategia de riego aplicada y medidas de ajuste para próximas campañas con el fin de mejorar los resultados obtenidos.

Un estudio comparando diferentes viñedos comerciales bajo riego, ha puesto de manifiesto la gran variabilidad existente en el resultado final tanto a nivel de cosecha, calidad, cantidad de agua aplicada, e ingresos obtenidos por el viticultor.

- Cantidad de cosecha Tn/Ha y cantidad de agua aplicada Megalitros/Ha.

En algunos casos se obtuvieron cantidades de cosecha similares de 30,3 y 28,4 Tn/Ha pero utilizando cantidades de agua muy diferentes 7 o 5 ML/Ha respectivamente.

- Ingresos \$ y cantidad de agua aplicada ML/Ha.

Los ingresos fueron calculados teniendo en cuenta la cantidad de cosecha y el precio pagado por las bodegas en función del grado Beaumè y diferentes sistemas de bonos/penalizaciones en función de la calidad. Varios viñedos presentan ingresos parecidos (AU \$ 30.000/Ha) pero con importantes diferencias en la cantidad de agua utilizada (variaciones de 5 a 9 ML/Ha).

- Eficiencia del sistema de riego. Calculada en función del agua aplicada y drenaje producido durante toda la estación.

Altos niveles de eficiencia de riego estaban correlacionados con bajos niveles de drenaje producido. Las eficiencias de riego variaron desde 39 a 99 %. 30 de los 40 casos estudiados estaban por debajo del 85 % y 11 casos debajo de 70 %. El sistema de riego es el mayor influyente en la eficiencia de aplicación pasando desde riego por surcos, microaspersores, aspersores y riego por goteo. En varios ejemplos se encontraron sistemas de aspersores con eficiencias del 85%.

La idea de este estudio es que se repita año tras año, con un número mayor de agricultores para poder establecer más relaciones entre el manejo del riego y producciones obtenidas. Los resultados pueden entonces utilizarse para identificar las causas de bajas producciones o calidad de algunos viticultores y que sirva como punto comparativo para todos los agricultores restantes.

4. INCREMENTO DE LA EFICIENCIA DEL RIEGO. FACTORES A CONSIDERAR

Como parte de los planes de manejo de suelos y agua que se están realizando en Australia, el desarrollo de opciones para incrementar la eficiencia del riego es una de las principales prioridades. Elevados niveles de eficiencia se traducen en menores costos operacionales, incrementos de la producción por megalitro de agua y mejora de aspectos medioambientales, lo cual conlleva a una producción más competitiva y sostenible a largo término.

Aspectos a considerar en relación con la eficiencia del riego son: diseño de la instalación de riego, manejo del riego, programación de riegos, suelos, conceptos de salinidad, participación de la comunidad y normativas para los nuevos desarrollos agrícolas.

Diseño del riego:

- Los sistemas de riego deben ser diseñados e instalados por profesionales con las acreditaciones correspondientes de la asociación Australiana de riegos. Los diseños deben cumplir la normativa internacional con variaciones de presión dentro de los límites de tolerancia del ± 10 % de la media de la presión de trabajo, lo que corresponde a resultados aproximadamente del ± 5 % en la descarga de la mayoría de los emisores.
- El diseño del riego debe tener en consideración la variabilidad de la capacidad de retención de agua del suelo, drenaje y diferencias en cultivos.
- Los ratios de aplicación del sistema de riego (mm/h) deben adaptarse a las propiedades de infiltración de suelo.
- Los valores de uniformidad de distribución del sistema de riego deben ser del 85 % o superiores. Las eficiencias potenciales de diferentes sistemas de riegos son:
Aspersores: 65-75% MicroAspersores: 75-85%
Microjets: 75-85% Drip: 90-100%
- Zonas con suelos similares deben ser identificadas e incluidas dentro de un mismo sector de riego, permitiendo el riego de los cultivos de acuerdo con sus necesidades.

* Para optimizar el funcionamiento del equipo de bombeo y obtener máxima eficiencia, los caudales de agua de cada sector de riego deben estar medidos y ajustados de acuerdo con las especificaciones del diseño.

Manejo del riego

- Para maximizar la producción, el manejo del riego debe tener en consideración:
 - Información sobre el sistema y tipo de plantación
 - Capacidad de agua disponible en la zona radicular
 - Resultados del monitoreo de la humedad del suelo
 - Resultados de lecturas de la profundidad de capas freáticas
- Comprobaciones regulares del caudal de los aspersores, distribución de presiones y funcionamiento de la bomba, para asegurar que el sistema trabaja dentro de las tolerancias permitidas.
- Los riegos deben ser evitados durante las horas más calurosas del día para evitar pérdidas por evaporación.
- Muestras de suelos deben ser analizadas en cada unidad de riego anualmente para monitorizar la evolución de la salinidad del suelo. Los resultados de salinidad conjuntamente con el monitoreo de la humedad del suelo permitirán ajustes en el manejo del riego.
- Uno de los métodos para reducir los efectos perjudiciales de regar con agua salina, es la aplicación de fracciones de lavado para lavar las sales por debajo de la zona radicular. La fracción de lavado necesaria variara en función de varios parámetros tales como: tipo de suelo y cultivo, conductividad del agua de riego etc.

* El programa de lavado mas eficiente es aquel que usa la menor cantidad de agua en exceso de las necesidades del cultivo, pero al mismo tiempo asegura que la salinidad del suelo es mantenida dentro de los límites de tolerancia. Los valores usados en la zona del Riverland como fracción de lavado son aproximadamente un 10 % de los requerimientos anuales del cultivo.

- Se recomienda la instalación de un sistema de drenaje para proteger los cultivos, solo cuando mediante las técnicas de manejo del riego no es posible controlar la salinización y encharcamiento de la zona radicular. El sistema de drenaje debe estar diseñado para asegurar la evacuación del agua de lavado en lugares donde la capa freática esta a 1 metro de la superficie.

Las estrategias a considerar para reducir la cantidad de agua de drenaje son:

- Utilización de un sistema de riego diseñado para lograr altas eficiencias de aplicación.
- Diseño del sistema de riego considerando la capacidad de almacenamiento de agua del suelo.
- Instalación de puntos de medición de capas freáticas en las zonas con problemas de drenaje.
- Puesta en practica de un programa de monitoreo de la humedad del suelo para la programación de riegos en cada sector de riego.

Programación de riegos

- La programación de riegos se basa en optimizar el uso del agua, aplicando la cantidad correcta en la zona radicular de la planta en el momento preciso. El objetivo es mantener el contenido de humedad del suelo cerca del nivel óptimo para el crecimiento de la planta.
- Los valores de agua disponible en el suelo, calculados en la realización de los mapas de suelos deben ser utilizados como indicación solamente para el cálculo de la programación de riegos. Estos valores son indicativos y deben estar reajustados con la instalación de sensores de humedad del suelo.
- Un programa de monitoreo de la humedad del suelo debe estar implementado para la programación riegos. Áreas con diferentes cultivos, edad, valores de almacenamiento de agua, deben estar monitorizados de manera individual. Los métodos utilizados para la programación de riegos pueden ser:
 - Sondas de neutrones, sensores de capacitancia, Time domain reflectometers, bloques de yeso, tensiometros.

- Datos de evaporación y coeficientes de cultivo, conjuntamente con mediciones de flujo de savia.
- La programación eficiente del riego permitirá la optimización de la producción en diferentes tipos de suelos, reducir niveles de capas freáticas, mejorar las condiciones de suelos salinos y reducir la cantidad de agua de drenaje.

Mapas de suelos para el manejo del riego

- Los mapas de suelo indican la distribución de las características y propiedades del suelo permitiendo predecir su comportamiento. Los principales objetivos de los mapas de suelos son:
 - Conocer sus capacidades y limitaciones
 - Conocer la profundidad de la zona radicular de los cultivos
 - Conocer áreas con específicas limitaciones
 - Programación de riegos según las propiedades del suelo
 - Diseño del riego según las propiedades del suelo en nuevas plantaciones.
- Conociendo la textura del suelo, presencia y profundidad de capas impermeables en el perfil del suelo y topografía de la zona, proporciona información sobre los riesgos de drenaje. Horizontes carbonatados y arcillosos son las capas impermeables más frecuentes en la zona del Riverland, en Australia del Sur. Los diferentes tipos de horizontes carbonatados proporcionan información sobre los diferentes materiales geológicos asociados y sus propiedades de drenaje.

Los diferentes tipos de mapas generados en función del trabajo de campo realizado son:

- Capacidad de agua disponible
- Niveles de salinidad
- Zonas degradadas
- Profundidad de las capas freáticas
- Áreas con riesgos específicos (erosión, arcillas expandibles, inundación)
- Evaluación capacidades productivas
- Drenaje
- Adaptabilidad de los sistemas de riego
- Adecuación de los cultivos

Salinidad

- La salinidad ha sido reconocida como uno de los principales problemas medioambientales en Australia. Los valores de salinidad del agua de riego varían localmente y de acuerdo con factores estacionales. Los valores de la conductividad eléctrica del río Murray en la zona del Riverland varían entre 400 – 800 EC, esto resulta en aplicaciones de 2-4 toneladas de sales por hectárea/año. Conocer las implicaciones de la salinidad y su manejo es vital para el futuro de la región.
- Las causas de salinidad y sodicidad no empiezan o finalizan en los lindes de la propiedad de cada individuo, sino que tienen un carácter regional e incluyen otras consideraciones a nivel comunitario.
- La concentración de iones específicos en el agua de riego (sodio y cloruros) es la causa de efectos perjudiciales importantes en los cultivos.
- Para conseguir y mantener una estructura del suelo adecuada para facilitar el lavado de sales, se recomienda la puesta en práctica de diversas técnicas de cultivo:
 - Subsolar el suelo a la humedad adecuada para fracturar el suelo y crear pequeños agregados mejorando el drenaje y el desarrollo radicular.
 - Aportaciones de yeso para reducir sodicidad y mejorar drenaje
 - Cultivo durante invierno de leguminosas entre calles de plantación
- Escoger abonos con un índice de salinidad bajo.
- Seleccionar patrones adecuados para reducir los efectos perjudiciales de salinidad.

5. ASPECTOS EN LA MONITORIZACIÓN DEL VIÑEDO

La inspección y clasificación del viñedo, es un paso importante en el proceso de la vinificación del vino. Permite la identificación del potencial de las uvas antes de su llegada a la bodega y previene la entrega de uvas que no cumplan los requisitos fijados.

Las inspecciones durante la estación de crecimiento y especialmente durante el proceso de maduración, permiten al enólogo y viticultor, seguir la evolución

de la maduración y determinar el momento idóneo de vendimia para obtener la mejor expresión de aromas, sabor y otros atributos.

Es aconsejable que el viticultor pruebe regularmente las uvas para determinar la acidez, grado de dulzor, aromas y astringencia antes de la vendimia para que junto con los enólogos, se determinen los niveles de calidad y momento óptimo de vendimia. El análisis sensorial de las bayas, (Berry Sensory Análisis, BSA) fue desarrollado en Montpellier y es un método en el cual las diferentes partes de la baya de uva: pulpa, piel y semillas (no la baya entera) son "catados".

Este nuevo método que se empieza a implantar en Australia, tiene un enfoque más amplio en la valoración de los aspectos de calidad que los parámetros utilizados habitualmente (°Beaumè, pH, acidez, color) pues pueden utilizarse para medir parámetros mínimos, pero tal vez no ofrezcan una indicación para calidades excelentes.

La clasificación de la calidad de las uvas antes de su vendimia, es de especial interés para la bodega. Una planificación de la recepción de uva de la misma variedad y características, (uvas procedentes de diferentes viticultores), facilita la logística de procesado, reduce costes (ej: tanques fermentadores pueden llenarse hasta su máxima capacidad operativa, operaciones de adición sé efectúan de una vez, etc.) y permite aumentar la calidad general de la vendimia. El procesado de uvas de calidades similares, evita que las uvas de alta calidad queden diluidas al ser procesadas con uvas de calidad inferior.

El análisis frecuente del vigor de las viñas, es de utilidad para llevar a cabo el ajuste de las necesidades de fertilizantes y riego, durante la estación de crecimiento.

Las observaciones de campo y la toma de datos son importantes para establecer el punto de partida de las estrategias de mejora de la calidad. Algunos de los aspectos a monitorizar son:

- Disección de yemas para definir la intensidad de poda.
- Medición del número de sarmientos, peso de la madera de poda y número de yemas.
- Cuento del número de sarmientos y racimos.
- Monitorización del estado sanitario de las viñas, vigor, estimación de la producción, índice superficie foliar/producción.
- Monitorización de la humedad del suelo y aplicación de técnicas de regulación del estrés hídrico, (ej: déficit regulado, partial rootzone drying).
- Análisis de pecíolos e interpretación de los niveles nutricionales para obtener un equilibrio entre crecimiento y producción.
- Monitorización de enfermedades y plagas para obtener uvas libres de enfermedades en el momento de la vendimia.
- Estimación de la producción previa a la vendimia, número y peso de los racimos.
- Evaluación del estado de maduración (°Beaumè, acidez, pH, color, aromas, sabor, estado sanitario), para predecir la fecha ideal de vendimia.
- Calibración exhaustiva de la maquinaria previa a los tratamientos foliares y fitosanitarios para garantizar la máxima eficiencia de los mismos.
- Monitorización de la salinidad y demás parámetros de calidad del agua de riego y posible acumulación de sales en el perfil del suelo.

El registro de aplicación de productos fitosanitarios, deberá ser presentado y aprobado por la bodega antes de iniciar las operaciones de vendimia.

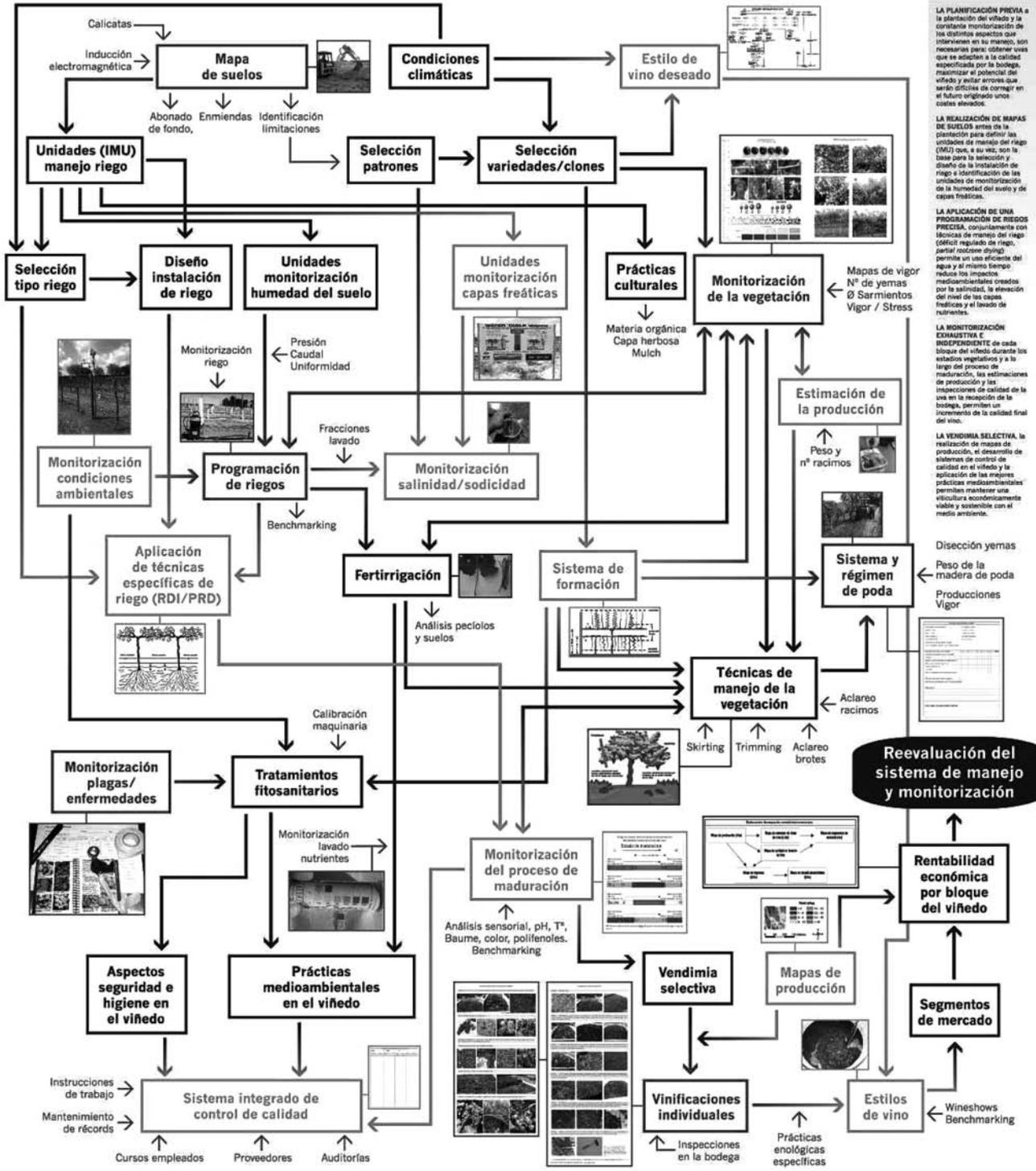
La creación y mantenimiento exhaustivo de una base de datos de aspectos del viñedo facilitará su análisis retrospectivo.

Es recomendable el establecer un punto de muestreo en cada bloque del viñedo para obtener información del mismo y planificar las actuaciones. Las dimensiones de este punto de muestreo estarán en función del tamaño del bloque. Por ejemplo, una cuadrícula de 20 viñas en un bloque de 4 ha, puede ser adecuado. Los puntos de muestreo a través del viñedo, proporcionaran una idea de la variabilidad del mismo.



Interrelación de las actividades de MANEJO y MONITORIZACIÓN del viñedo

Autor: © Xavier Rius García • vid@agromillora.com • www.agromillora.com • www.viticultraaustraliana.com



NUEVAS TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD DE LA UVA EN EL VIÑEDO

Fernando Martínez de Toda

Catedrático de Viticultura. Universidad de La Rioja

1. TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD DE LA UVA EN EL VIÑEDO

En los últimos años, en diversas experiencias de estimación de la calidad de la uva en el viñedo, hemos aplicado las dos metodologías siguientes: aplicación de la ficha Vitur para la evaluación visual del viñedo (Tardáguila y Martínez de Toda, 2005) y aplicación de un nuevo índice: el Índice de Toda.

1.1. Estimación de la calidad de la uva mediante la ficha Vitur

En la ficha Vitur se contemplan varios parámetros vitícolas con tres niveles de puntuación (de 1 a 3) y diferentes factores de ponderación (de 2 a 5). El resultado final de la ficha nos da la puntuación final de la calidad del viñedo. Los 11 parámetros analizados son los siguientes: ratio superficie foliar expuesta/producción de uva, capas foliares, estado de las hojas, disponibilidad hídrica, parada de crecimiento, vigor, estado sanitario de los frutos, exposición de los frutos, tamaño y compacidad de los racimos, coloración de los racimos y tamaño de la baya.

De los resultados de la aplicación de la ficha Vitur en diferentes viñedos de la DOCa Rioja, se desprende que la puntuación global de la ficha Vitur, es el parámetro que presenta la mejor correlación significativa con antocianos totales y extraíbles, polifenoles totales, grado probable, acidez total y ácidos málico y tartárico de la uva. Estos resultados indican que la ficha Vitur puede ser utilizada como método de estimación de la calidad de la uva en el viñedo.

La metodología básica representada por la ficha Vitur, aunque necesita mayor número de estudios y adaptaciones más concretas, constituye un método sencillo y rápido para complementar, desde el viñedo, la estimación de la calidad global de la uva.

1.2. Estimación mediante un nuevo índice sencillo, objetivo y preciso: el Índice de Toda

La principal limitación para la aplicación de una ficha de evaluación visual del viñedo, como la ficha Vitur, radica en su subjetividad por lo que sería muy

interesante encontrar algún parámetro objetivo, y fácil de medir en el viñedo, que pudiera sustituir a dicha evaluación visual subjetiva y que aportara el mismo tipo de información, es decir, que estuviera altamente correlacionado con dicha evaluación visual.

En las experiencias desarrolladas para la búsqueda de estos nuevos parámetros hemos llegado a demostrar que la mejor relación, altamente significativa, de la evaluación visual según la ficha Vitur se obtiene al considerar las variables SFE/P y la Longitud del sarmiento.

El parámetro SFE/P/Lp del viñedo, al que hemos denominado Índice de Toda, presenta muy buenos niveles de correlación con la composición fenólica de la uva por lo que puede ser utilizado para estimar dicha composición fenólica. A su vez, dicho Índice presenta muy buena correlación con la evaluación de la calidad del viñedo a través de la ficha Vitur. Así, en la estimación de la calidad del viñedo, es posible sustituir la evaluación visual mediante la ficha Vitur, necesariamente subjetiva, por la evaluación, más rápida y objetiva, del Índice de Toda. La principal ventaja de este nuevo Índice es que es fácil de determinar y totalmente objetivo a diferencia de la estimación visual que presenta un alto grado de subjetividad.

2. TÉCNICAS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD EN EL VIÑEDO

2.1. Técnicas para incrementar la superficie foliar expuesta

Diseño adecuado del sistema de conducción; forma y dimensiones de la vegetación y densidad de plantación, para conseguir la máxima superficie foliar expuesta por hectárea.

2.2. Nuevas técnicas para el control de la producción

Durante toda la historia de la viticultura el objetivo principal ha sido el de aumentar la producción del viñedo; este viñedo, en general, era poco productivo,

con un material vegetal, sin seleccionar, de poca fertilidad, con pequeño número y tamaño de los racimos y, a veces, sensible al corrimiento o falta de cuajado (como era frecuente en la variedad Garnacha), y cultivado en suelos de baja fertilidad general y baja disponibilidad hídrica y, en este último caso, sin posibilidades de aplicación de la técnica del riego.

En estas condiciones, la prioridad vitícola fundamental era la de aumentar la producción. Esta prioridad justificaba determinadas técnicas vitícolas aplicadas en el viñedo así como diferentes estudios y trabajos de investigación; por ejemplo, en el año 1982, mi tesis doctoral (Martínez de Toda, 1985) abordaba la mejora del proceso del cuajado o transformación de la flor en fruto y la influencia que sobre él ejercían determinadas operaciones en verde como despunte y desnietado. Esta situación general justificaba, también, el que el objetivo perseguido en la selección clonal fuera, especialmente, el de seleccionar clones con mayor fertilidad y mejor cuajado.

Hoy, la situación vitícola ha cambiado substancialmente o, mejor dicho, se ha invertido completamente. El proceso de floración-cuajado es fundamental para determinar la producción de uva y los objetivos actuales se han invertido para dicho proceso; hoy interesa disminuir el cuajado del fruto para obtener racimos de menos peso (menor producción) y menos compactos (mayor calidad y mejor estado sanitario) y, también, interesa disminuir el tamaño final de la baya para limitar la producción y mejorar la calidad

Conviene insistir en que, si como consecuencia de la fertilidad en general, tenemos una producción excesivamente alta, la única posibilidad que tiene el viticultor para equilibrar la producción es la de recurrir al aclareo manual de racimos, práctica muy exigente en mano de obra y que se ha vuelto imprescindible, hoy, en una viticultura de alta calidad.

Ante esta situación, y en la búsqueda de una calidad creciente de la uva, resulta del máximo interés desarrollar técnicas que nos permitan reducir la producción en viñedos excesivamente fértiles sin tener que recurrir al aclareo manual de racimos.

Según los conocimientos actuales, entre las posibilidades de actuación para reducir la producción

del viñedo, sin tener que recurrir al aclareo manual de racimos, destacan el deshojado precoz y el aclareo mecánico. Anteriormente se han realizado varios ensayos de aclareo químico de la uva obteniendo escasos resultados y una nula aplicación en la viticultura mundial.

Deshojado precoz

El deshojado realizado durante la floración (de forma precoz) permite disminuir el cuajado y del tamaño final de la baya.

La técnica a desarrollar para conseguir una disminución tanto del cuajado como del tamaño de la baya que, a ser posible, nos evite tener que recurrir al aclareo de racimos en épocas posteriores, consiste en la operación de **Deshojado basal en la época de floración**, que consiste en la eliminación de una serie de hojas (entre cuatro y ocho), de la parte basal del pámpano, es decir, en las inmediaciones de los racimos, alrededor de la época de floración (entre 10% y 100% de flores abiertas).

Al eliminar estas hojas adultas, y que realizan una fotosíntesis muy activa, estamos disminuyendo la disponibilidad de azúcares por la inflorescencia y, como hemos explicado antes, puede disminuir tanto el cuajado como el desarrollo inicial de la baya. La ventaja de esta técnica es que puede realizarse de forma mecánica, rápida y barata y, si se utiliza una deshojadora de aspiración y corte, podremos, también, eliminar alguna porción apical de las inflorescencias con lo que estaríamos adelantando, y de forma mecánica, un aclareo parcial de los futuros racimos. El principal inconveniente de dicha técnica es que está en fase experimental y conviene, previamente, realizar los ensayos oportunos para decidir más exactamente los momentos y la intensidad de la intervención.

Aclareo mecánico

El interés del aclareo mecánico surge como consecuencia de las altas necesidades de mano de obra que requiere la operación de aclareo manual y que estimamos, según nuestra experiencia en el viñedo riojano, en unas 40-50 h/ha.

Para la realización del aclareo mecánico se utiliza una vendimiadora mecánica a partir del momento en que las bayas alcanzan el tamaño de un guisante (7 mm de diámetro) porque es el momento en el que

las bayas alcanzan el peso suficiente para que puedan ser eliminadas por la vendimiadora.

Para que se produzca la caída del fruto en este momento, los batidores de la vendimiadora han de trabajar a más velocidad que la que se necesita para vendimiar el fruto maduro. El efecto de este tipo de aclareo mecánico es doble: hay una proporción de racimos que se desprenden de la cepa y caen al suelo y otra proporción de racimos y de bayas dañados que permanecen en la cepa pero que terminan secándose en un breve período de tiempo; el resultado final del aclareo será la suma de ambas proporciones.

Las primeras experiencias de aclareo mecánico realizadas en Europa durante 2006 apuntan la posibilidad de hacer un aclareo de forma mecánica utilizando una máquina de vendimiar (Tardaguila y Martínez de Toda, 2006).

2.3. Técnicas para el control del vigor del sarmiento

Entre todas las técnicas disponibles para controlar el vigor del viñedo destaca el enyerbado del suelo porque es la única que permite, realmente, limitar el vigor cuando disponemos de un suelo de excesiva fertilidad natural.

Si existe estrés hídrico, de forma natural, podremos regular el vigor mediante la técnica del riego, aplicando pequeñas cantidades de agua para mantener un vigor moderado.

Si no existe ese estrés hídrico de forma natural, habrá que crearlo mediante la competencia de otras especies, es decir, mediante la siembra de hierba en la calle o a través de la competencia de la vegetación espontánea o malas hierbas.

ANÁLISIS RÁPIDOS DE UVA A SU ENTRADA A BODEGA: CRITERIOS DE CALIDAD

José A. Fernández Escudero

Jefe de Laboratorio de la Estación Enológica de Castilla y León. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

LA ELABORACIÓN DE VINOS DE CALIDAD UN RETO A AFRONTAR

En la enología moderna es evidente que la calidad de un vino viene muy marcada por la calidad de la uva, el conocimiento en profundidad de dicha calidad nos va a dar una llave importante a la hora de programar la elaboración de nuestros vinos.

Actualmente son muchos los factores que nos exigen que nuestros vinos tengan un objetivo claro, la calidad total, algunos de estos factores son:

- El vino y la salud
- Cambios en los hábitos de consumo
- Consumidores mejor informados
- Mercados internacionales abiertos a los vinos españoles
- Los precios del vino se colocan a un buen nivel

Todo ello nos obliga a que tengamos las herramientas necesarias para conocer y seleccionar nuestra materia prima para la elaboración de los vinos, las uvas.

SELECCIÓN OBJETIVA DE LA UVA

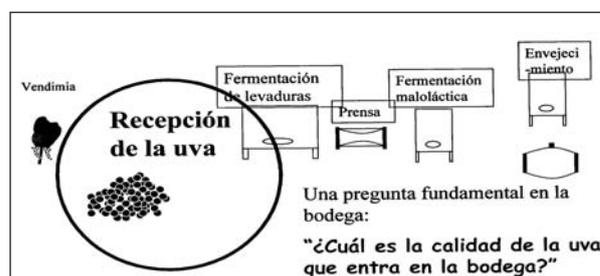
El primer paso a desarrollar en este proceso es la correcta selección de esa materia prima, que nos garantice su posterior conocimiento, en este aspecto son varias las reflexiones que podemos plantear:

- Sin buenas uvas no es posible elaborar buen vino.
- La maduración, el estado sanitario y el color, son los parámetros más importantes, definiendo la calidad de las uvas.
- Para controlar el estado de madurez, no es suficiente con el Grado Probable.
- Es necesario conocer el mayor número de parámetros analíticos: Glucosa-Fruktosa, Ácido Tartárico, Ácido Málico, Acidez Total, pH, Volátil, Polifenoles Totales, Densidad, Color, Nitrógeno asimilable, Potasio.

- Estos parámetros nos proporcionan una completa información sobre el estado de madurez.
- Para controlar el estado sanitario, la inspección visual de los racimos no es suficiente.
- Las uvas malas pueden no estar a la vista en el remolque.
- Pueden haber comenzado a fermentar.
- Factores humanos de error, método subjetivo.
- La falta de credibilidad por parte de los agricultores, método subjetivo.
- Toma de decisión y respuesta lenta al requerir también el apoyo del laboratorio.

Todo ello nos lleva a un objetivo final de cara a la evaluación de la uva y que podemos resumir en:

- Conocer la calidad de la uva que entra en bodega.
- Cuantificar su estado sanitario.
- Verificar su estado de maduración:
 - Madurez química.
 - Madurez fonológica.
- Facilitar la trazabilidad hasta el vino embotellado.
- Lo más importante, todo esto en el menor tiempo posible y de forma automática y objetiva.



CONTROL DE CALIDAD

El planteamiento de un control de calidad de las uvas en la bodega queda de manifiesto, como un proceso totalmente necesario y como ya hemos indicado ligado a la elaboración de vinos de calidad.

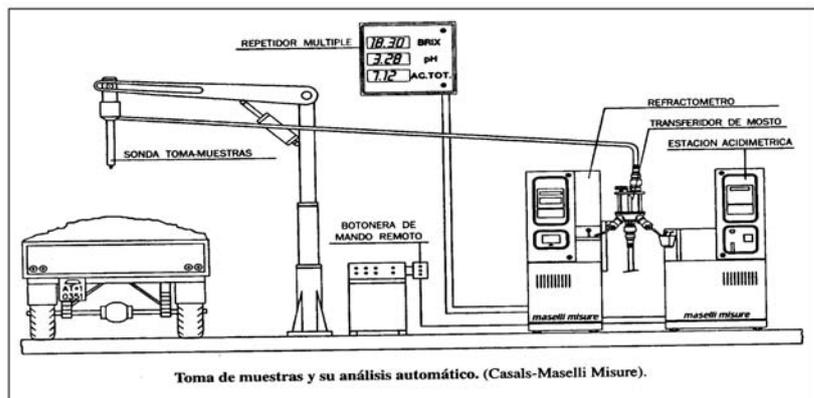
Es evidente que este proceso cada vez se hace más necesario en su desarrollo, como un proceso rápido, preciso y que nos permita realizar una clasificación exhaustiva de las uvas que estamos recepcionando en nuestra bodega, con el objetivo prioritario de poder encauzar cada tipo de uva, para cada tipo de vino que pensemos elaborar. Es bien conocido de todos que las características de un vino determinado, van totalmente condicionadas a las características de la materia prima empleada en su elaboración.

Por ello vamos a pasar a describir cada una de las fases fundamentales que me va a condicionar que el control de calidad de la uvas se realice de la manera mas precisa y correcta, y que me garantice que los resultados obtenidos son acordes a las uvas que vamos a procesar.



Dichos parámetros son:

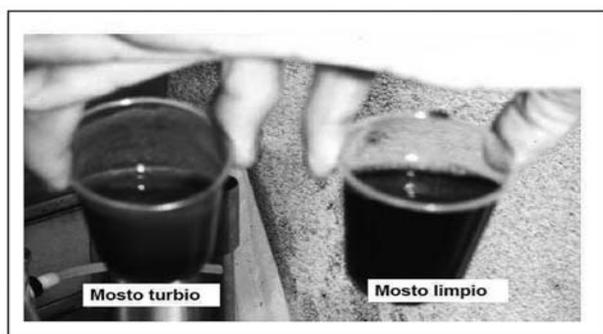
- **TOMA DE MUESTRA:** Sistema para extraer de cada partida de vendimia que llega a la bodega, una cierta cantidad de mosto sobre el que se realizaran los controles analíticos.
Deberá ser:
 - Representativa.
 - Homogénea.
 - De volumen suficiente en función de los análisis a realizar.
 - Tomada antes de la descarga y procesado
- **SISTEMA DE RECEPCION DE LA UVA:** Dependerá directamente del sistema establecido en al bodega para el procesado de las uvas y podríamos dividirlo en:



Toma de muestras y su análisis automático. (Casals-Maselli Misure).

- En cajas o contenedores de pequeña capacidad.
 - Selección manual de racimos o granos de uva de diferentes recipientes (posible falta de homogeneidad).
 - Extracción de una muestra de la partida una vez procesada y homogeneizada.
- En remolques de mayor capacidad.
 - Utilización de sondas tomamuestras.
 - Manuales.
 - Automáticas
- **PREPARACION DE LA MUESTRA:** Proceso para la obtención del líquido a analizar limpio, lo mas homogéneo posible y sin presencia de sólidos en suspensión.
 - El mosto en bruto es una dispersión de sólidos y semisólidos en medio líquido, macroscópicamente heterogénea e inestable en el tiempo.
 - Esta dispersión introduce errores sistemáticos y aleatorios importantes en casi todos los instrumentos de medición y, en particular, en los sistemas fotométricos.
 - Un factor importante es la aportación de sustancias presentes en el hollejo, como son las materias colorantes, la cual tiene lugar lentamente como consecuencia del proceso de maceración.

- Se debe garantizar en la fase de preparación:
 - Que tenga un sistema de trituración/maceración, que nos garantice una extracción de la materia polifenólica representativa.
 - Un sistema de filtración que nos aporte una muestra limpia (turbidez del producto resultante inferior a 100 NTU).
 - Filtración por papel.
 - Filtración por tierras.
 - Filtración a vacío.



- ANÁLISIS DE LA MUESTRA: Procedimiento y método analítico que me permita cuantificar los parámetros físico-químicos y sanitarios de la uva.
 - Preciso.
 - Rápido.
 - Automatizado.
 - Repetible y reproducible.

ANÁLISIS AUTOMÁTICOS

Es evidente que uno de los puntos fundamentales en todo el proceso descrito es el análisis de ese mosto obtenido, donde podremos evaluar diferentes parámetros físico-químicos que nos permitirán identificar y calificar de manera coherente nuestras uvas recepcionadas.

Este proceso que como ya hemos indicado necesita de factores como rapidez, precisión y repetibilidad, tiene que apoyarse necesariamente en la automatización aplicada al análisis físico-químico.

Por ello, y antes de entrar a describir las diferentes técnicas analíticas aplicadas al ámbito enológico, haremos una breve introducción sobre la automatización analítica.

- AUTOMATIZACIÓN: Eliminación total o parcial de la intervención humana en un determinado proceso.

Se divide en dos grandes grupos:

- Dispositivos automáticos:
 - El sistema no toma decisiones
 - La secuencia de operaciones es siempre la misma.
- Dispositivos automatizados:
 - El sistema permite tomar decisiones
 - Se autocontrola y se autoajusta.
 - La secuencia de operaciones es distinta para cada situación
- FACTORES PARA LA AUTOMATIZACIÓN: Son aquellos aspectos que nos indican las bondades de la automatización y su necesaria utilización. Los podemos resumir en:
 - Muestras: número elevado de las mismas.
 - Analitos: cuantificara varios componentes de la misma muestra.
 - Reactivos: escasos, caros o inestables (enzimas).
 - Rapidez: frecuencia de muestreo elevada y urgencia en el conocimiento de los datos analíticos.
 - Economía: reducción de costes (personal, reactivos, etc.).
 - Precisión: eliminación de errores determinados e indeterminados.
 - Técnica o método analítico: Inviabiles sin la automatización.
- CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE ANÁLISIS: Se pueden dividir en dos grandes grupos, en función del desarrollo de su proceso analítico.

- Métodos discontinuos: Cada muestra separada en un receptáculo donde tienen lugar las diferentes etapas analíticas y posteriormente llevada al detector.
 - En serie.
 - En paralelo.
- Métodos continuos: Procesos analíticos en los que la concentración del analito es medida sin interrumpir un flujo de líquido o gas.
 - De flujo segmentado.
 - De flujo no segmentado.

EQUIPOS AUTOMÁTICOS DE ANÁLISIS

VALORADORES AUTOMÁTICOS

Es el equipamiento más sencillo, pero donde la aplicación de la automatización se refleja de manera clara, al ser equipos que toman decisiones a la hora de la realización del proceso analítico. Se englobarían dentro de la clasificación de equipos automáticos de análisis con aplicación de métodos en discontinuo y en serie.

La aplicación para mostos y vinos nos permite cuantificar los siguientes parámetros:

- pH y acidez total
- SO₂, libre y total o doble
- Azúcares reductores
- Cloruros
- Oxígeno disuelto
- Potasio, fluoruros, etc. (análisis con ISE)

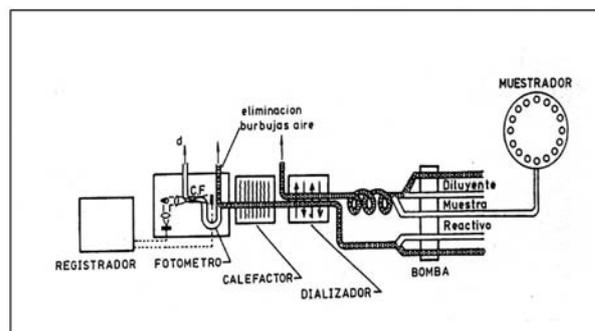


ANALIZADOR AUTOMÁTICO DE FLUJO CONTINUO SEGMENTADO

Basados en la aspiración de muestra de manera secuencial en el flujo de una corriente de reactivo y donde el mezclado de las muestras en la corriente se evita colocando burbujas de aire entre ellas, que separan (segmentan) el flujo establecido. Estos equipos se englobarían dentro del apartado de los sistemas automáticos con aplicación de métodos en continuo, mediante flujo segmentado. Estos equipamientos conllevan la ventaja de un gran número de análisis en un corto periodo de tiempo, simultaneando diferentes análisis en función de los canales que tenga el equipo.

Las partes fundamentales de las que consta un equipo de estas características son:

- Sistema de toma de muestra (muestreador).
- Sistema de propulsión (bombas peristálticas).
- Sistemas de separación: Dializador, extractor líquido-líquido, filtración y destilación.
- Sistema de calefacción.
- Sistema de eliminación de burbujas.
- Sistema de detección: Colorímetro, fotómetro, refractómetro, fluorímetro, etc.



La aplicación para mostos y vinos nos permite cuantificar los siguientes parámetros:

- Acidez volátil
- SO₂, libre y total o doble
- Azúcares reductores
- Ácido málico
- Ácido láctico
- Ácido cítrico
- Ácido tartárico
- Glucosa+Fructosa
- Glicerina

ANALIZADOR POR INYECCION DE FLUJO (FIA)

Basados en una técnica similar a los anteriores pero sin introducir burbuja de aire como elemento separador en base a que el flujo laminar presente en los tubos de diámetro muy pequeño utilizados en la mezcla con los reactivos, evitando la dispersión excesiva y, por tanto, eliminando la necesidad de dividir el flujo con burbujas de aire. Estos equipos se englobarían también dentro del apartado de los sistemas automáticos con aplicación de métodos en continuo mediante flujo segmentado. A diferencia de los anteriores, la introducción de la muestra es por inyección, siendo las partes fundamentales de las que consta un equipo similar a las de los de flujo continuo segmentado.



Las ventajas que conllevan estos equipos frente al flujo continuo segmentado son:

- Flujo continuo, sin formación de burbujas.
- Velocidad mas rápida de análisis.
- Mejores tiempos de respuesta.
- Tiempos de puesta en marcha y paradas más rápidos.
- Componentes más sencillos y versátiles.

La aplicación analítica en mostos y vinos recoge los mismos parámetros de los equipos anteriores.

ANALIZADOR MULTIPARAMÉTRICO SELECTIVO

Dentro de los equipamientos de análisis automáticos aplicados a mostos y vinos, los analizadores multiparamétricos son los que en el momento actual más aceptación han tenido.

Equipos muy versátiles, de fácil manejo y con una precisión y selectividad, que les hace destacar como equipamiento para el control de calidad de mostos y vinos.

Estos equipos se englobarían también dentro del apartado de los sistemas automáticos con aplicación de métodos en discontinuo y con las siguientes características que los definen:

- Análisis automático en serie.
- Multiparamétrico.
- Selectivo.
- Análisis por métodos enzimáticos.
- Análisis por métodos colorimétricos.
- ANÁLISIS ENZIMÁTICOS:
 - Basados en el aumento o disminución de la absorbancia del NADH en el rango UV de longitud de onda.
 - El máximo de absorción del NADH está a 340 nm. longitud de onda en la que el NAD tiene una absorbancia nula.

Ejemplo:

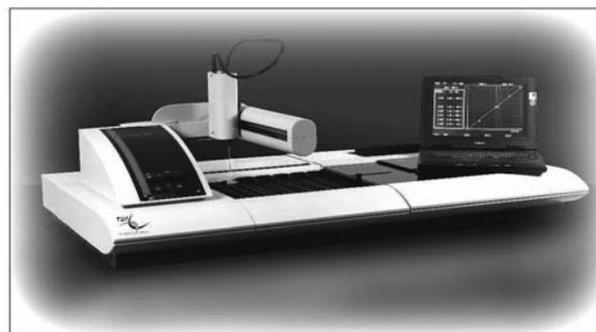
- (1) L-malato + NAD \leftrightarrow oxaloacetato + NADH + H⁺.
- (2) oxaloacetato + L-glutamato \leftrightarrow L-aspartato + α -cetoglutarato.
- La formación de NADH, medido por el aumento de la absorbancia a longitud de onda de 340 nm, es proporcional a la cantidad de L-malato.

ANÁLISIS COLORIMÉTRICOS:

- Basados en producir una reacción selectiva, específica y cuantitativa del analito con un reactivo en exceso, obteniendo un compuesto coloreado que absorbe a cierta longitud de onda.
- La absorbancia obtenida está relacionada por la ley de Lambert-Beer con la concentración del compuesto formado, la cual a su vez depende de la cantidad de analito presente.

Ejemplo:

- El ácido tartárico separado previamente en una columna cambiadora de aniones, se determina por colorimetría por la coloración roja que da con el ácido vanádico.



La aplicación para mostos y vinos nos permite cuantificar los siguientes parámetros:

- Glucosa+ Fructosa
- Ácido málico
- Ácido tartárico
- Acidez Volátil
- Azúcares reductores
- Acetaldehído
- SO₂ libre
- SO₂ total
- Ácido láctico
- Ácido glucónico

- Ácido cítrico
- Polifenoles totales
- Glicerina
- Antocianos
- Nitrógeno amoniacal
- Hierro

ANÁLISIS POR INFRARROJOS

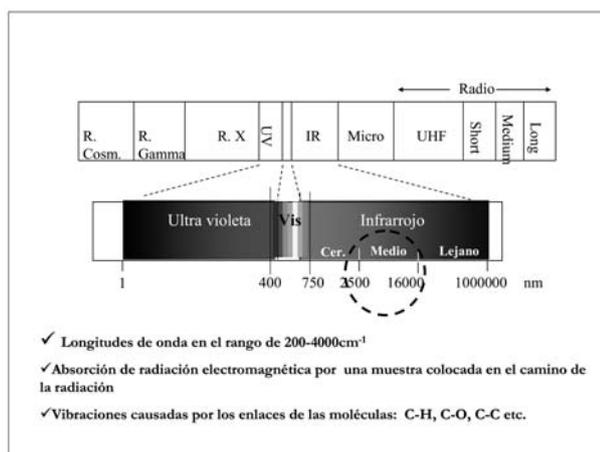
La espectroscopía infrarroja se ha convertido en un instrumento indispensable como fuente de datos estructurales. Esta técnica permite detectar grupos funcionales cuya presencia sería imposible de determinar por ensayos químicos convencionales. El espectro de infrarrojo de una sustancia es característico de ella.

La espectroscopía de infrarrojo como herramienta útil en el análisis cuantitativo, ha experimentado un gran auge gracias al desarrollo de métodos de quimiometría y la introducción de la fibra óptica en los años ochenta.

Hoy por hoy la aplicación del infrarrojo medio con transformada de Fourier como técnica analítica cuantitativa, ha tenido en los últimos años un desarrollo muy positivo en el campo del análisis enológico.

ANALIZADOR MULTIPARAMÉTRICO POR INFRARROJO MEDIO CON TRANSFORMADA DE FOURIER

Una derivación de los análisis automáticos aplicados a mostos y vinos, y fundamentados en la técnica del infrarrojo medio con transformada de Fourier (FTIR), como análisis cuantitativo, es lo que define a este tipo de equipamiento.



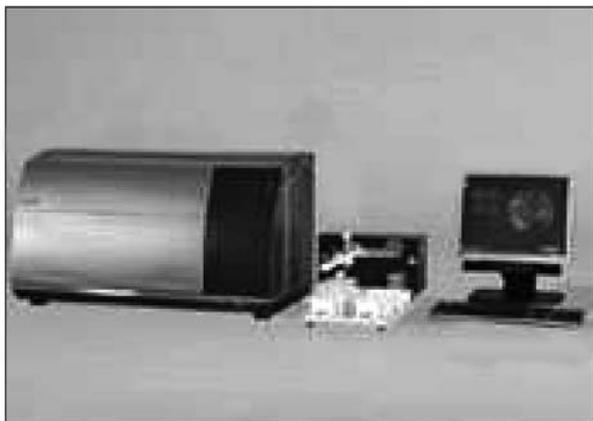
Equipos muy versátiles y con una potencialidad analítica muy amplia, tienen su principal desarrollo en las siguientes características:

- Basado en la absorción molecular asociada a los grados de libertad vibracionales con momento dipolar neto de los compuestos químicos.
- Los distintos analitos presentes absorben parte de esta radiación en frecuencias específicas en relación a su estructura química y concentración.
- Medida mediante interferometría por Transformada de Fourier, que en esencia, consiste en separar la señal en cada frecuencia no espacialmente (como tendría lugar en un espectrómetro dispersivo con red de difracción) sino procesando matemáticamente la señal resultante de hacer interferir la radiación transmitida por la muestra con la original de la lámpara IR.
- Las mezclas complejas, como el mosto o el vino, generan espectros de absorción también complejos, razón por la cual el espectrofotómetro IRTF necesita un complemento fundamental para la determinación cuantitativa de analitos: la quimiometría.
- La idea básica sobre la que se apoya la espectroscopía quimiométrica puede resumirse, de manera muy simplificada, en que la forma del espectro de absorción en el infrarrojo de una muestra concreta está relacionada con la concentración de todas las sustancias que la componen, e incluso con las interacciones entre dichas sustancias.
- Esta relación es muy compleja y por ello, en general, no puede ser modelada deductivamente; sólo resulta posible buscar asociaciones entre los valores de la absorbancia y sus derivadas, en cada punto de los espectros y las respectivas concentraciones del analito en cada muestra.
- Dichas asociaciones suelen hallarse mediante procedimientos matemáticos que combinan la estadística y el álgebra lineal, siendo el más popular de ellos el conocido como Regresión por Mínimos Cuadrados Parciales (Partial Least Squares Regression: PLS).
- En quimiometría, el equivalente al factor de calibración tradicional es una matriz obtenida mediante algunas de las técnicas estadísticas disponibles en un proceso conocido como "training" (enseñanza o entrenamiento).

- En este proceso se emplea un elevado número de muestras de referencia que, aunque pertenezcan a un mismo tipo de matriz (por ejemplo, "vinos secos") han de incluir la mayor diversidad posible dentro de esa matriz, así como un rango muy amplio del parámetro a calibrar. Como consecuencia del proceso, el sistema "aprende" a reconocer y a cuantificar un analito partiendo de las concentraciones conocidas de éste y de los respectivos espectros de cada muestra, "conocimiento" éste que empleará después, en el trabajo de rutina, para "predecir" los valores en las muestras "problema".

La utilización de estos equipos dentro del análisis de mostos y vinos ofrece una gran cantidad de ventajas entre las que podemos destacar:

- No necesita preparación de muestra
- Bajo coste
- Técnica ecológica
- Rapidez (50 seg/scan)
- Resultados instantáneos
- Múltiples análisis simultáneos



Mediante el desarrollo de una calibración exhaustiva y amplia del equipo podemos llegar a poder cuantificar:

- Alcohol
- pH
- Acidez Total
- Acidez Volátil
- Azúcares reductores



- Ácido málico
- Ácido tartárico
- Ácido láctico
- Ácido glucónico
- Grado Be°
- CO₂
- Glicerina
- Antocianos
- Taninos

Algunos equipos han ampliado su campo de actuación con la incorporación de un Espectrofotómetro UV-VIS, lo que permite que algunos de los parámetros de mostos y vinos sean cuantificados mediante la técnica analítica de espectrofotometría molecular UV-VIS.

Recordamos que esta técnica analítica basa su desarrollo de cuantificación en las siguientes reflexiones:

- Cuando dos átomos forman una molécula, sus orbitales moleculares se combinan dando lugar a nuevos orbitales moleculares (niveles de energía).
- La espectroscopía de absorción UV-VIS involucra la absorción de luz UV/visible por parte de una molécula, promoviendo el paso de un electrón desde un orbital molecular fundamental a un orbital excitado.
- La separación energética entre estos orbitales moleculares corresponde a las longitudes de onda del visible.
- Las moléculas capaces de absorber radiación en el UV-VIS, son los llamados cromóforos.



La aplicación en el ámbito de mostos y vinos nos permitiría cuantificar los siguientes parámetros:

- Índice de polifenoles (DO 280)
- Intensidad colorante (absorbancia a 420/520/620)
- Tonalidad
- Coordenadas CIELAB

VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

Es evidente que la aplicación de los diversos equipamientos descritos a lo largo de este artículo, nos supone la obtención de un gran abanico de resulta-

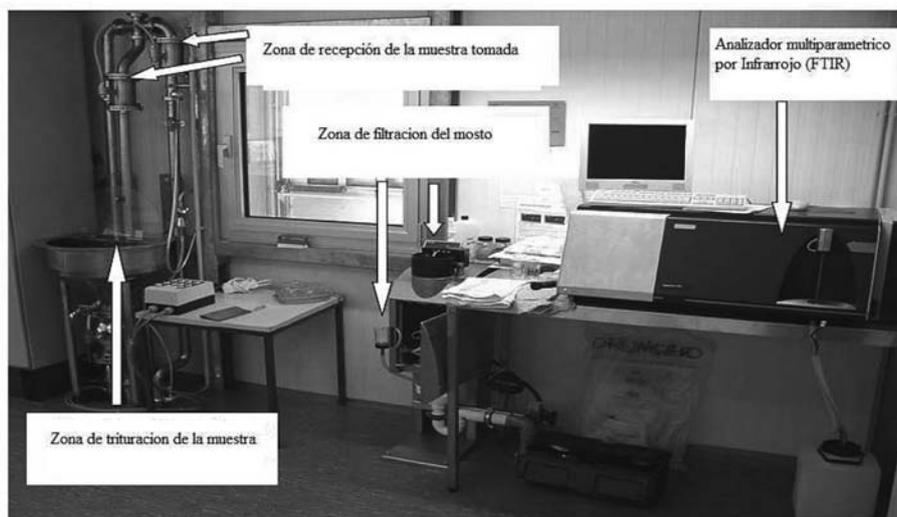
dos, rápidos, precisos y representativos de las uvas que queremos calificar.

Queda como parte final y por supuesto altamente importante, la interpretación de los resultados y estudio de los mismos para fijar los criterios de calidad. Es en este punto donde cada uno deberá fijar esos criterios en función de los vinos que desea elaborar.

Una combinación de los múltiples parámetros obtenidos, una ordenación de los mismos, puede ser la base de estudio para fijar esas calidades, que van a ser base fundamental de los criterios de selección de la materia prima, y quizás la herramienta de compensación económica del productor primando la mencionada calidad.

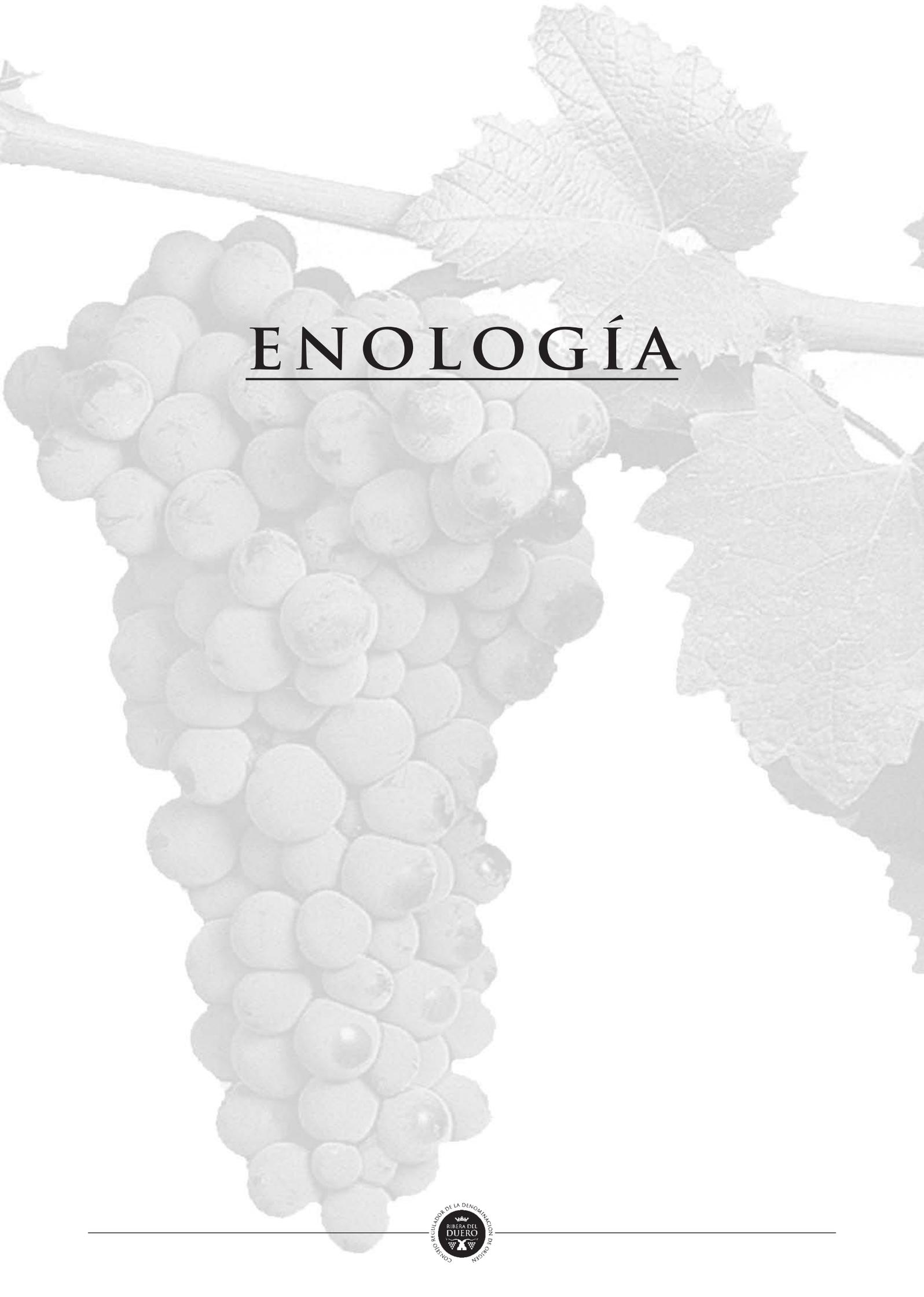
Como resumen podríamos decir que los pilares de esta acción deberían basarse en:

- Generación de una base de datos.
- Correlación de los diversos parámetros analizados.
- Fijación de los criterios de calidad de las materias primas recepcionadas.
- Selección de los distintos tipos de uva en función de los vinos a elaborar.



BIBLIOGRAFÍA

- José Hidalgo Togados. Tratado de Enología (2003).
- Douglas Skoog; James Holler; Timothy Nieman (Editorial McGraw-Hill). Principios de Análisis Instrumental 5ª ed. (2000)
- M. Valcárcel Cases, M. D. Luque de Castro. Análisis por inyección en flujo (1984)
- J. Ribéreau-Gayon, E. Peynaud, P. Sudraud, P. Ribéreau-Gayon. *Traité d'œnologie. Sciences et techniques du vin. Tome 1 : Analyse et contrôle des vins.* Dunod, Paris, 1976.
- OIV. Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, París, 2005.
- Unión Europea. Reglamento (CEE) No.2676/90 de la Comisión, de 17 de septiembre de 1990, por el que se determinan los métodos de análisis comunitarios aplicables en el sector del vino. Diario Oficial No. L272 de 03/10/1990, p.1-192.
- MAPA. Métodos oficiales de análisis en la Unión Europea. Diario oficial de las Comunidades Europeas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1998.
- P. Jaulmes. *Analyse des vins.* Librairie Poulain, Montpellier, 1951.
- P. Ribéreau-Gayon, Y. Glories, A. Maujean, D. Dubourdiu, B. Donèche, A. Lonvaud. *Tratado de enología.* Mundi-Prensa, 2002-3.
- J. L. Jacobson. *Introduction to wine laboratory practices and procedures.* Springer, 2006.
- J. Blouin. *Techniques d'analyses des moûts et des vins.* Dujardin-Salleron, 1992.
- J. Blouin, J. Cruège. *Analyse et composition des vins. Comprendre le vin.* Dunod, 2003.
- J. Marcilla, *Tratado práctico de viticultura y enología españolas. Tomo II: Enología.* SAETA, 1974.
- J. García Barceló. *Técnicas analíticas para vinos.* GAB, 1990.
- J. García Cazorla, M. Xirau Vayreda, R. Azorín Romero. *Técnicas usuales de análisis en enología.* Panreac Química, S.A., 2005.
- W. Horwitz (ed). *Official methods of analysis of AOAC International (18th ed) .* AOAC International, 2005.
- W. Zoecklein, K.C. Fuselsang, B.H. Gump, F.S. Nury. *Wine Analysis and Production.* Chapman & Hall, 1995.
- C.S. Ough, M.A. Amerine. *Methods for Analysis of Must and Wines.* Wiley, 1988.
- P. Iland, N. Bruer, G. Edwards, S. Weeks, E. Wilkes. *Chemical analysis of grapes and wine: techniques and concepts.* Patrick Iland Wine Promotions, 2004.



ENOLOGÍA

LAS PARADAS DE LA FERMENTACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE VINO: TRATAMIENTOS PREVENTIVOS Y CURATIVOS

Antonio Tomás Palacios García

Doctor en Ciencias Biológicas. Profesor asociado de la Universidad de La Rioja. I+D Lallemand Península Ibérica

INTRODUCCIÓN

La gran preocupación del enólogo durante la vendimia es asegurar las fermentaciones para convertir todos los azúcares del mosto en alcohol, para así evitar sorpresas desagradables que pueden surgir cuando aparecen las típicas paradas de fermentación o problemas debidos a metabolismos secundarios negativos para el aroma y sabor del vino.

Las paradas de fermentación consisten en la detención del consumo de azúcares del mosto durante el proceso fermentativo. Son uno de los problemas más temidos en la bodega al asociarse al incremento de acidez volátil, presencia de azúcares residuales y problemas microbianos coincidentes (picados lácticos/acéticos).

Las fermentaciones ralentizadas pueden acabar en paradas de fermentación, por ello se recomiendan las mismas labores de protección del vino. Una fermentación ralentizada entraña los mismos riesgos que una parada.

CAUSAS DE LAS PARADAS DE FERMENTACIÓN

Las paradas de fermentación han constituido desde siempre un problema en la conducción de la vinificación; se encuentran numerosos casos a lo largo y ancho de la enología internacional. Sobre todo en los países cálidos, las dificultades de fin de fermentación y las contaminaciones consecuentes, han sido constantes. Las paradas de fermentación también frecuentes en la enología moderna, pues a pesar de los adelantos modernos y las prácticas enológicas actuales, permiten un mayor control, las uvas cada vez contienen más azúcar y son más pobres en nutrientes, por lo que las dificultades fermentativas también han aumentado.

La ralentización de la fermentación es perfectamente puesta en evidencia por el seguimiento de la densidad, cuando desciende su velocidad de bajada, se puede prever una parada de fermentación antes

del agotamiento completo del azúcar. Si todavía quedan más de 10 g/L de azúcares, esta parada puede ser resuelta fácilmente como se indica posteriormente.

Las causas de paradas fermentativas son las siguientes:

1. Alto contenido en azúcar del mosto, lo que provoca un fuerte efecto inhibitorio que se añade a la toxicidad del alcohol formado.
2. Choques térmicos de más de 10°C después de la rehidratación de las levaduras.
3. Temperaturas elevadas de fermentación. La temperatura llega a ser un factor limitante en torno a los 30-32 °C. Las temperaturas bajas también influyen de forma negativa.
4. La falta de oxígeno impide a las levaduras una buena multiplicación celular y la síntesis de lípidos de membrana.
5. La escasa turbidez puede provocar falta de homogeneidad en el reparto poblacional de levaduras y asfixia de la levadura justo al final de la fermentación alcohólica por exceso de CO₂.
6. Presencia de inhibidores de origen microbiano producidas por microorganismos competidores de *Saccharomyces*, como levaduras no *Saccharomyces*, bacterias lácticas y acéticas y *Botrytis*. Hay que considerar también el fenómeno killer entre levaduras.
7. pH extremos también dificultan la fermentación alcohólica.
8. Las carencias nutricionales de nitrógeno asimilable, sustancias lipídicas, factores de crecimiento y sustancias minerales como micronutrientes.
9. La inhibición de las levaduras por subproductos de su metabolismo (ácidos grasos saturados en C6, C8, C10).
10. La presencia de toxinas externas, como funguicidas, residuos de pesticidas, exceso de sulfuroso.

PROCEDIMIENTOS PREVENTIVOS PARA EVITAR PARADAS FERMENTATIVAS

- Aspectos nutricionales

Mantener la viabilidad de las levaduras fermentativas implica la aportación al mosto de nitrógeno y oxígeno facilitando su multiplicación y adaptación al medio alcohólico. La utilización de nitrógeno inorgánico (amonio) para corregir deficiencias de nitrógeno asimilable es una práctica habitual y recomendable a dosis moderadas.

La utilización de nutrientes complejos elaborados a base de levaduras inactivas, sales de amonio y tiamina, permite realizar un aporte equilibrado de nitrógeno inorgánico y orgánico (aminoácidos) fundamental para la supervivencia celular al final de la fermentación. La combinación de la adición de nitrógeno asimilable y la aireación controlada (macroxigenación) a dos tercios de la fermentación alcohólica, ayuda mucho a evitar problemas.

También existe la posibilidad de utilizar micronutrientes en la preparación de las levaduras. La palabra "micronutrientes" se usa en enología para describir todas las sustancias que son utilizadas por los microorganismos del mosto y del vino y que están disponibles en cantidades muy pequeñas. Las vitaminas y minerales son los más importantes. Estos pueden ser fácilmente aportados a las levaduras seleccionadas que van a realizar la fermentación utilizando nutrientes biológicos y 100% orgánicos que se componen de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* inactivadas, mineralizadas y enriquecidas en vitaminas.

Esta estrategia nutricional, con vocación preventiva, se practica durante la rehidratación de la levadura, absorbiendo a la vez que el agua estos micronutrientes. Con este sencillo procedimiento la levadura entra en fermentación fortalecida y preparada para aguantar las condiciones difíciles de la fermentación, sobre todo en vino de uva muy madura, fermentaciones a bajas temperaturas, baja turbidez del mosto. Los micronutrientes influyen en los resultados finales de la vinificación. El magnesio, por ejemplo, aumenta la resistencia al etanol de la membrana de la levadura.

La nutrición en forma de nitrógeno asimilable, lípidos de membrana, vitaminas y minerales es vital

para una levadura que debe fermentar un mosto de uva. Pero también la protección es importante, dos conceptos a distinguir claramente como diferentes y deben ser tratados por separado. Primero, antes de nutrir a las levaduras seleccionadas, necesitamos asegurarnos que estén bien protegidas y con un buen estado fisiológico para mejorar su vida llena de estrés en un medio que no es el óptimo para su crecimiento. Para obtener una buena implantación en la fermentación es necesario manejar con buenas prácticas de vinificación ambos conceptos.

- Protección de la levadura para aumentar su resistencia al etanol

Detrás del efecto de los micronutrientes (vitaminas y minerales biodisponibles en el mosto), los esteroides son responsables de mantener la integridad de la membrana lipídica de la levadura incrementando su resistencia al etanol. La protección y la nutrición de las levaduras son pasos sucesivos y perfectamente complementarios, cuyos beneficios deben combinarse para garantizar una buena fermentación alcohólica sin problemas de paradas fermentativas ni de metabolismos secundarios con riesgo para la calidad del vino.

En los últimos años se ha generalizado el uso de levaduras seleccionadas en el proceso de vinificación. Esto permite un mayor control de la fermentación alcohólica y reduce el riesgo de efectos organolépticos negativos resultantes del crecimiento y metabolismo de otras levaduras indígenas contaminantes. Sin embargo, la deficiencia de nutrientes en el medio de fermentación, como es el caso de vendimias muy maduras (ricas en azúcares y polifenoles), vendimias botritizadas, mostos muy clarificados de baja turbidez, y la presencia de sustancias inhibitorias, pueden conducir a fermentaciones lentas ó paradas de fermentación.

Numerosos estudios e investigaciones enológicas han ido enfocados a definir la mejor suplementación y corrección en nutrientes del medio fermentativo. Los medios utilizados en bodega son principalmente nitrógeno asimilable, vitaminas, minerales, factores anaerobios de crecimiento y oxígeno. Contrariamente al nitrógeno fácilmente asimilable (NFA), las carencias del mosto en esteroides, vitaminas y minerales son raramente previsibles en el momento de la siembra de levaduras seleccionadas, por lo que en condiciones difíciles de fermentación, se debe

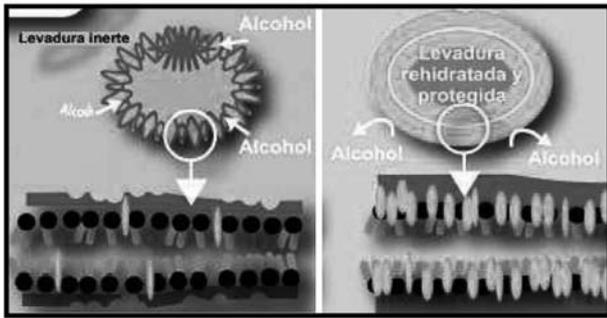


Figura: Levadura normal y levadura protegida con Natstep durante la rehidratación, donde se puede observar su membrana enriquecida en esteroides.

programar en el trabajo habitual de bodega la protección de la levaduras a fermentar.

Durante su rehidratación en medio acuoso, las levaduras secas activas seleccionadas pueden ser suplementadas con elementos nutricionales provenientes de levaduras inactivas ricas en ciertos constituyentes celulares, para aumentar así su capacidad fermentativa y metabólica en el medio fermentativo. En ciertas investigaciones, Lallemand ha descubierto que los lípidos de membrana y los esteroides de las levaduras inactivas forman en el agua unos coloides micelares hidrófobos "in situ" durante la rehidratación de la levadura seleccionada que va a fermentar. Estas partículas coloidales viajan por el agua de rehidratación hasta llegar a la membrana de la levadura viva, integrándose en su estructura, siendo particularmente eficaces para estimular la eficiencia de la fermentación alcohólica de la levadura de esta forma protegida. La formación espontánea de estas micelas ricas en esteroides tiene lugar por la formación de coloides que se mantienen en suspensión en un medio hídrico y que están constituidas por fosfolípidos de membrana, polisacáridos específicos de paredes celulares y esteroides, todos ellos procedentes de la levadura inactiva preparada para tal fin. Durante la rehidratación de la levadura activa, estas micelas son capaces de interactuar con sus membranas celulares, modificando la estructura original de la membrana plasmática y aumentando significativamente su contenido en esteroides y ácidos grasos insaturados, que son muy útiles para mantener una fluidez más constante de la membrana y además, la hacen más resistente al etanol.

Las cepas de levaduras naturales seleccionadas utilizadas para fermentar el vino contienen sólo

un 8% de humedad en su forma seca, para garantizar así una conservación óptima en el tiempo hasta ser utilizadas en bodega. La membrana celular de las levaduras está compuesta por dos capas flexibles y permeables, desempeñando una función vital que consiste en controlar la entrada y salida de metabolitos celulares. El protector de levaduras actúa específicamente durante la fase de rehidratación liberando micronutrientes y microprotectores específicos que viajan desde la levadura inactiva a la levadura activa en el agua caliente de rehidratación, poniéndolos a disposición de la levadura que debe fermentar para aumentar la efectividad de la misma durante la fermentación alcohólica.

Los micronutrientes (vitaminas y minerales) son absorbidos por las células de la levadura viva mediante el agua de rehidratación, gracias al efecto esponja que provoca el aumento de 1,5 veces el volumen celular por absorción de agua. De esta forma, se permite que las células de levadura reactiven su metabolismo interno.

Los microprotectores (esteroides específicos y ácidos grasos poliinsaturados (AGPI)) se integran paulatinamente en la membrana celular de la levadura, reforzándola y facilitando los intercambios con el exterior, evitándose de esta forma la pérdida gratuita de materia celular interna (20-30% de peso seco de la levadura) que sufre la levadura al solubilizarse y dispersarse en el agua de rehidratación.

- **Utilización de levaduras seguras**

Existen ciertas cepas de la especie *Saccharomyces cerevisiae* y muchas de la variedad *bayanus*, que son especialmente resistentes a las condiciones difíciles de fermentación. Cepas resistentes al alcohol, a la alta concentración de azúcar, con bajas necesidades en nitrógeno asimilable, con carácter fructífero.

La biodiversidad de esta especie, ofrece al enólogo múltiples herramientas para dirigir sus fermentaciones con microorganismos bien adaptados a sus condiciones de vinificación.

- **Utilización de nuevos preparados de LSA, Levaduras YSEO**

Existe en la actualidad una nueva forma de producir levaduras secas activas mejor preparadas para las condiciones difíciles de vinificación. Se trata de un nuevo preparado de levaduras seleccionadas (sin

incurrir en los organismos genéticamente modificados, sino únicamente medios naturales de crecimiento específicos) producidas mediante un sistema, la levadura tipo YSEO, suele producir unas concentraciones de SH_2 significativamente inferiores y mayor resistencia al final de la fermentación alcohólica, cuando la situación es más crítica. Los nuevos métodos de propagación se desarrollaron para superar las condiciones limitantes de vinificaciones problemáticas.

PROCEDIMIENTOS CURATIVOS PARA EL TRATAMIENTO DE PARADAS DE FERMENTACIÓN Y FERMENTACIONES RALENTIZADAS

Cuanto antes se realicen los tratamientos correctivos, menores serán las repercusiones organolépticas y analíticas sobre el vino, por lo que es muy conveniente llevar a cabo cuanto antes este tipo de tratamientos. La forma de actuar ante una parada fermentativa o una fermentación ralentizada es la siguiente:

1. Protección del vino parado

- Efectuar un **análisis lo más completo posible** del vino: (pH, etanol, azúcares residuales, acidez volátil, SO_2 libre/total). Llevar el control de estos parámetros todos los días que el vino permanezca parado o ralentizado.
- **Trasegar para separar las lías gruesas** (favorecen los picados lácticos y contienen inhibidores microbianos).
- Añadir cortezas de levadura, levaduras inactivas (30 g/hL) o celulosa (125 g/hL) para **eliminar sustancias inhibitoras**. Este tratamiento deberá hacerse 24 horas antes de la siembra de la levadura aclimatada al alcohol.
- En el caso de deficiencias de nitrógeno, **corregir con sales de amonio** en dosis de 5 a 20 mg/L (según valores de NFA).
- **Sulfitar convenientemente**, ajustando la concentración de SO_2 libre por encima de 20 mg/L.
- **Controlar el pH y corregir la acidez** si es necesario. Los pH altos inhiben el efecto antimicrobiano del sulfuroso.

- **Mantener al abrigo de aire** en el caso de vinos blancos y rosados.
- **Mantener el vino a temperatura moderada**, entre 18 y 22°C

2. Reactivación de la fermentación

En muchas ocasiones, la eliminación de las lías y el movimiento del vino junto con los tratamientos adsorbentes y nutricionales, resuelven el problema. Si no es así se procederá a una resiembra de levaduras aclimatadas al alcohol. Para ello se debe:

- **Conocer las características del vino parado** (temperatura, sulfuroso libre) y **solventar sus deficiencias** (NFA, vitaminas), según lo visto en el apartado anterior.
- Si se trata de una parada debida a las altas temperaturas de fermentación (>35°C), esperar a que el vino se enfríe antes de realizar la siembra.
- Elección de una cepa de levadura adecuada:
 - **No utilizar la cepa empleada inicialmente.**
 - **No utilizar cepas sensibles** al medio alcohólico, a las dosis bajas de nitrógeno o al factor Killer.
 - **Las cepas más adecuadas** para reanudar las paradas de fermentación pertenecen a la **variedad fisiológica *bayanus***. Son genéticamente más resistentes al etanol y trabajan bien a temperaturas inferiores a 20°C.
 - **Introducir un número suficiente de levaduras** (>1.000.000/mL), ello implica dosis de inoculación altas (30-40 g/hL).
 - **Aclimatar de las levaduras al medio alcohólico.**
 - La utilización de **levaduras aclimatadas al alcohol** en forma de perlas de alginato, permite la reactivación inmediata de la fermentación sin necesidad de preparación de pies de cuba. Además, las levaduras encapsuladas pueden reutilizarse sucesivamente sobre varios vinos parados.

BIBLIOGRAFÍA

- Beker, M. J.; Blumbergs, J. E.; Ventina, E. J.; Rapoport, A. I.; Characteristics of cellular membranes at rehydration of dehydrated yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1984, 19, 347-352.
- Delfini, C.; Cocito, C.; Ravaglia, S.; Conterno, L. Influence of clarification and suspended grape solid materials on sterol content of free run and pressed grape musts in the presence of growing yeast cells. *Am. J. Enol. Vitic.* 1993, 44, 452-458.
- Dulau, L.; Ortiz-Julien, A.; Trioli, G. Method for active dry yeast rehydration, and rehydration medium. International Patent PCT/FR02/01949, 2002.
- Julien, A.; Roustan J. L.; Dulau, L.; Sablayrolles, J. M.; Comparison of nitrogen and oxygen demands of enological yeasts: technological consequences. *Am. J. Enol. Vitic.* 2000.
- Luparia, V.; Soubeyrand, V.; Berges, T.; Julien A.; Salmon J.; M. Assimilation of grape phytosterols by *Saccharomyces cerevisiae* and their impact on enological fermentations. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2004, 65, 25-32.
- Rose J. A.; Fragility of plasma membranes in *Saccharomyces cerevisiae* enriched with different sterols. *J. Bacteriol.* 1976, 127, 67-75.
- Saulite, V. A.; Rapoport, A. I.; Beker, M. E. Lipid inclusions in cells and changes in them during dehydration and reactivation of yeasts. *Microbiology* 1986, 55, 99-104.
- Virginie Soubeyrand, Valeria Luparia, Pascale Williams, Thierry Doco, Vernhet, Anne Ortiz-Julien, and Jean-Michel Salmon. Formation of Micella Containing Solubilized Sterols during rehydration of Active Dry Yeasts Improves Their Fermenting Capacity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 2005, Agosto, 33-45.

ESTRATEGIAS BIOLÓGICAS PARA DISMINUIR EL GRADO ALCOHÓLICO DE LOS VINOS

Eva Navascués López-Cordón

Doctora en Ciencias Biológicas. Área Biotecnología Agrovin

INTRODUCCIÓN: LOS VINOS MUY ALCOHÓLICOS

Si en algo están de acuerdo todos los enólogos es que la elaboración a partir de uvas en su óptimo punto de madurez es un requisito clave para la obtención de vinos de calidad. La plena madurez implica la máxima expresión del potencial polifenólico y aromático de la uva y en los últimos años ha sido éste el principal objetivo, tanto desde el punto de vista vitícola, como enológico.

Sin embargo, en las zonas cálidas, buscar la madurez adecuada supone obtener también un contenido elevado de azúcares en la baya. El resultado es la obtención de vinos cada vez más alcohólicos.

Las consecuencias de un contenido elevado de etanol en los vinos implican problemas de tipo fermentativo, con consumo lento de los últimos azúcares o no agotamiento total de los azúcares fermentescibles. A nivel sensorial, los vinos resultan con más facilidad cálidos y ardientes, llegando incluso a dar sensación de desequilibrio en la boca, si el vino no tiene suficiente estructura. Pero sobre todo, el alcohol demasiado evidente supone la pérdida de la apreciación del espectro aromático del vino.

Tampoco hay que olvidar los aspectos sanitario-sociales (tasa de alcoholemia) y los temidos aspectos económicos, traducidos en subida de tasas y aranceles, que supone sacar al mercado vinos con contenido en etanol superior al 14-15%.

Es por eso que en los últimos años se han buscado en distintos frentes distintos procedimientos o estrategias para la reducción del contenido alcohólico en vinos y que a continuación se describen.

PROCEDIMIENTOS DE DISMINUCIÓN DE ETANOL EN VINOS

1. **Procedimientos físico-químicos.** Congelación, fermentación parcial, evaporación, destilación

filtración por membrana (osmosis inversa), SCC (spining cone column). En general, equipamiento caro, con ciertas repercusiones cualitativas. Se trata de un práctica no autorizadas de momento en Denominaciones de Origen.

2. **Procedimientos enzimáticos:** tratamientos de mostos con GOX (enzima glucosa oxidasa), que transforma la glucosa en ácido glucónico, impidiendo su transformación a etanol. Se realiza sobre una fracción del mosto y después del tratamiento, mezcla con le mosto restante. Procedimiento complicado, precisa desadificación previa del mosto con carbonato cálcico y aireación. Presenta repercusiones organolépticas, por pérdida de aromas, elevada acidez y pardeamiento en la fracción tratada.

3. **Procedimientos fermentativos.** Radican en el conocimiento metabólico de *Saccharomyces cerevisiae*, agente de transformación de glucosa y fructosa en etanol.

El rendimiento bioquímico teórico de la conversión de azúcares en etanol es de 1 grado de etanol por 15,58 gramos de azúcar consumida. Sin embargo este rendimiento se ve modificado por la cantidad de compuestos formados, necesarios para la viabilidad de las levaduras, a partir de la glucosa consumida. Precisamente, la eficiencia del metabolismo de los azúcares depende de la cepa de levadura, de manera que conocer el rendimiento alcohólico de la cepa a emplear permite en cierta medida modular el contenido alcohólico final de los vinos.

Los nuevos criterios de selección de cepas van dirigidos hacia la búsqueda de cepas de bajo rendimiento alcohólico, objetivo contrario al perseguido en las primeras selecciones de cepas para aplicación industrial (Cepa 522, Universidad de California o cepas Instituto Pasteur), donde se primaba la eficiencia en el rendimiento a etanol. Eso hace que entre cepas habituales de vinificación haya diferencias de más de 1% vol, en condiciones de

laboratorio que suponen una diferencia de 0,8% de media en condiciones reales de vinificación (variación debida a la heterogenidad del sustrato, condiciones de elaboración y presencia de otros microorganismos).

La baja eficiencia en el consumo de azúcares suele corresponder con la desviación metabólica hacia otro tipo de compuestos. La producción de glicerol es una de las rutas más habituales seguidas por la glucosa en cepas de bajo rendimiento, de tal forma llega a incrementarse su producción en 3-4 gramos/litro. El glicerol contribuye en gran medida a la sensación de volumen y grasa en los vinos. En otras cepas se ha observado la derivación hacia la formación de mayor cantidad de CO₂.

Algunas prácticas tecnológicas en bodega tienen influencia sobre el rendimiento, independientemente de la levadura empleada. Así la maceración prefermentativa en frío disminuye el contenido en etanol por actividad de la microbiota silvestre (levaduras *No-Saccharomyces*: *Kloeckera*, *Metschikovia*, *Candida*). Las fermentaciones a bajas temperaturas aumentan el contenido alcohólico final debido a que hay menores pérdidas de etanol por evaporación y arrastre con el carbónico. Por eso, a igualdad de grado probable, los vinos tintos contienen menos alcohol que los blancos. A partir de 15-18°C, las levaduras forman más glicerol, restando eficiencia a la formación de etanol. También la aireación parece incrementar esta formación.

PREOCUPACIONES E INQUIETUDES DE UN ENÓLOGO

Berta Laguna Rodríguez

Licenciada en Ciencias Químicas. Legaris, S.L.

Después de dieciocho vendimias son muchas las "preocupaciones e inquietudes" que tengo. No puedo hablar de todas ellas, pues eso me llevaría a nombrar muchos conceptos sin poder profundizar en ellos.

Me centraré en un tema. El conocimiento de las características de la uva, inquietud que tengo desde que empecé, "cuanto más sepamos de antemano sobre la uva con la que vamos a elaborar, mejor vino podremos hacer".

A. CONOCIMIENTO DE LA UVA

Los tres puntos de vital importancia para un buen conocimiento de la uva que interesa detallar son:

1 - A CONOCIMIENTO DEL VIÑEDO

1-A-1 Conocimiento básico

1-A-2 Conocimiento más preciso. Viticultura de precisión.

1-A-2-1 Recogida de información

1-A-2-2 Gestión de datos, procesamiento y análisis

1-A-2-3 Zonificación, aplicaciones.

1-A-2-4 Seguimiento y observación

2 - A TOMA DE MUESTRAS

3 - A ANALISIS A REALIZAR

3-A-1 Análisis por evaluación sensorial

3-A-2 Análisis físico-químicos

3-A-3 Análisis de madurez polifenólica.

3-A-3.1 Métodos utilizados y conocidos

3-A-3.2 Método a utilizar en el futuro

1. A CONOCIMIENTO DEL VIÑEDO

1-A-1 Conocimiento básico

Un primer paso y de gran ayuda, al alcance de todos, sería el disponer de una ficha sobre los distintos viñedos donde se recojan datos sencillos que nos proporcione el viticultor como:

- Plano de la zona, situación de la parcela (recorrido para llegar, GPS).
- Nombre de la parcela (Carramonte, carrapeñañiel etc.).
- Superficie.
- Marco de plantación, nº cepas/Ha.
- Año de plantación.
- Estimación de producción (en función de años anteriores).
- Tipo de formación.

Esta ficha se puede complementar para cada cosecha, durante la maduración, con más datos:

- Tratamientos realizados con fechas.
- nº brotes/cepa.
- nº racimos/brote.
- Estimación peso medio del racimo.
- Estimación fisiológica (crecimiento apical, made- rización, vigor).
- Estimación de la homo/heterogeneidad de la parcela. De forma sencilla caminando con plano en mano intentando plasmar las diferencias que visualmente observas.

1-A-2 Conocimiento más preciso. Viticultura de precisión

En ese afán por un mayor conocimiento y ser más eficientes, surge la viticultura de precisión en esos países más innovadores y con mayor desarrollo tecnológico principalmente Australia y Estados Unidos.

La situación a nivel mundial es que estos países están incrementando producciones en términos de cantidad y calidad.

Revisando bibliografía es una realidad que Chile está apostando también por la VP.

En un plazo más o menos corto de tiempo los sistemas de producción que quieran ser **competitivos en el mercado global** deberán estar en la línea de los sistemas de Agricultura de Precisión.

La definición de R.Bramley de agricultura de precisión dice que es aquella que proporciona un conjunto de herramientas para la adquisición y uso de información detallada enfocada a la mejora del manejo del cultivo.

La VP existe gracias a:

- disponibilidad comercial de monitores de rendimiento.
- nuevas sistemas de posicionamiento global (GPS).
- sistemas de información geográfica (SIG, GIS) que representan en mapas las variaciones espaciales.

Hay que puntualizar que implantar un manejo global de viticultura de precisión no es sencillo. Se requiere un cambio de mentalidad en la empresa y un conocimiento de técnicas relativamente sofisticadas, o bien colaboración con especialistas en diversas disciplinas.

Los resultados **NO** son inmediatos.

Sólo un número relativamente reducido de empresas agrícolas, con superficies de cultivo importantes y personal técnico especializado pueden llevar a cabo este tipo de agricultura, aunque pensando en pequeñas explotaciones se pueden contratar empresas de servicios o bien hacer convenios con ciertas universidades que te ofrecen consejos de manejo en base a técnicas de viticultura de precisión.

Las etapas en la viticultura de precisión son las representadas en la figura 1.



Figura 1

1-A-2-1. Recogida de información

La recogida de información siempre en base a muestreos georeferenciados.

Se tiene que preestablecer un marco de muestreo como por ejemplo una cuadrícula de un 10x10 cepas para cada parcela. A cada uno de estos puntos correspondientes a una cepa le corresponden unas coordenadas espaciales X e Y. Cada una de estas cepas o puntos de muestreos normalmente se marcan pudiéndose incluso marcar con una etiqueta de control con su correspondiente código de barras como que se observa en la figura 2.

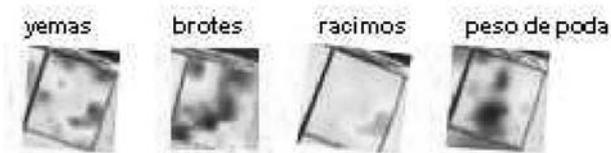


Figura 2
Parcela 36 línea 02 cepa 08

Atributos of puntos				
CECO	FILA	CEP	X	Y
150030	10	10	291029.66	4616346.93
150030	10	20	291031.14	4616325.98
150030	10	30	291032.63	4616305.04
150030	10	40	291034.11	4616284.09
150030	10	50	291035.59	4616263.14
150030	10	60	291037.08	4616242.19
150030	10	70	291038.56	4616221.25
150030	10	80	291040.04	4616200.3

Los muestreos georeferenciados que se pueden hacer son muchos:

- Muestreos de índices vegetativos: nº de yemas, nº de brotes, nº de racimos, peso de poda.



- Rendimientos de uva previo a la vendimia: nº racimos * peso medio racimo.
- Mapas de cosecha, durante la recolección. Para ello es necesario realizar la vendimia de forma mecánica con una vendimiadora provista con un monitor de cosecha y GPS. En el brazo de descarga se sitúa una célula de pesada con sensores, se tiene así la relación peso con posición pudiendo obtener de esta forma los mapas de cosecha. Fig. 3 y 4

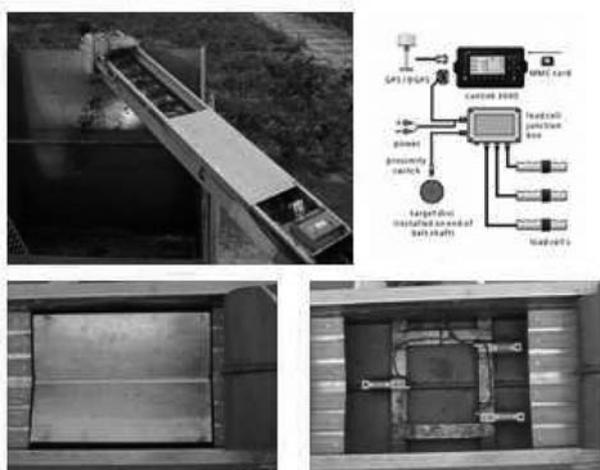
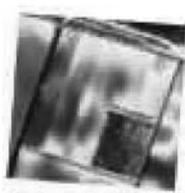
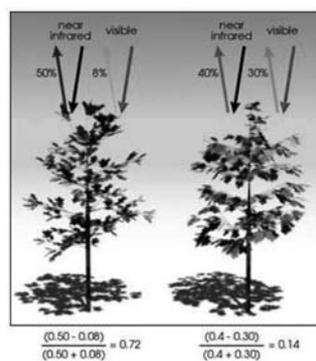


Figura 3



Mapa de cosecha

Figura 4



EL INDICE DE VIGOR es la relación de esta reflejancias

$$PCD = IR / R$$

$$NDVI = (IR - R) / (IR + R)$$

Figura 6

nota roja refleja mucha luz roja y refleja poco en el NIR; su contenido en agua es menor.

Estas medidas de vigor se pueden hacer con sistemas de teledetección por fotografía de satélite con una resolución de 2.8 m, con vuelo con avioneta consiguiendo así una mayor resolución de 1 m.



mapa de vigor por el satélite Quickbird

- Calidad de uva: parámetros analíticos, fig. 5

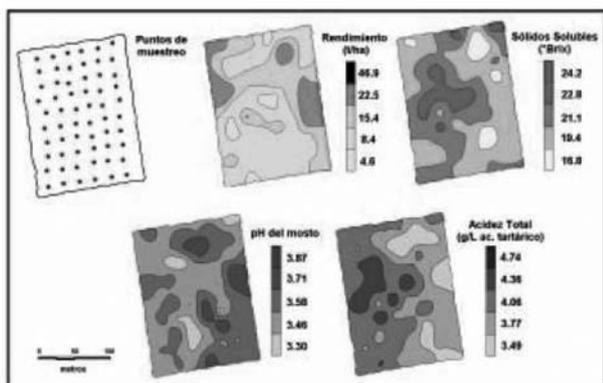


Figura 5

- Mapas de vigor, por teledetección.

La teledetección utiliza sensores que leen las reflejancias de las bandas del espectro visible e infrarrojo cercano.

Como se esquematiza en la figura 6 una hoja saludable, verde refleja muy poca cantidad de luz roja y refleja gran cantidad del NIR debido al elevado contenido en agua presente en su estructura interna, y en el caso de hoja debilitada, amarillenta con

También se pueden obtener mapas de vigor utilizando el denominado greenseeker, una cámara multiespectral de pequeño tamaño que emite en el infrarrojo, el principio es el mismo, parte del haz es absorbido por la hoja y el resto vuelve a la cámara. La diferencia entre el emitido y el que vuelve es el índice de Vigor (NDVI).

Esta cámara se acopla en una quack conectada a una PDA que registra los datos georeferenciandolos por un GPS.



1-A-2-2. Gestión de datos, procesamiento y análisis

Se utiliza el SIG, sistema de información geográfica. Es una base de datos asociado al territorio. En esa

base se almacena toda la información y se utiliza para consulta y análisis pudiendo interrelacionar los distintos parámetros. Te permitirá hacer mapas de variabilidad espacial, es decir mapas donde se representan los índices o parámetros utilizando una escala de colores.

1-A-2-3. Zonificación

Se estudia la información para tratar de crear zonas homogéneas en comportamiento dentro de la heterogeneidad del viñedo, para poder establecer zonas de manejo diferenciado en función de por ejemplo rendimiento (figura 7) o varios parámetros (figura 8).

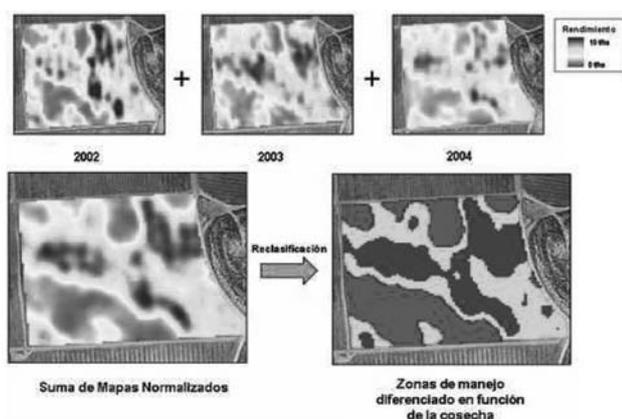


Figura 7

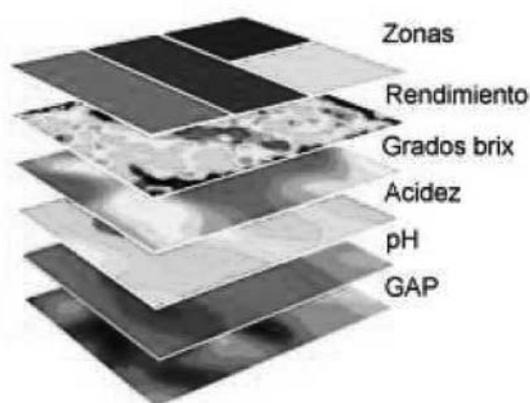


Figura 8

Algunos ejemplos de las posibles aplicaciones serían:

- aplicación de insumos selectiva, zonas de menor vigor aplicar abono.
- vendimia selectiva. Distintas zonas en depósitos separados.

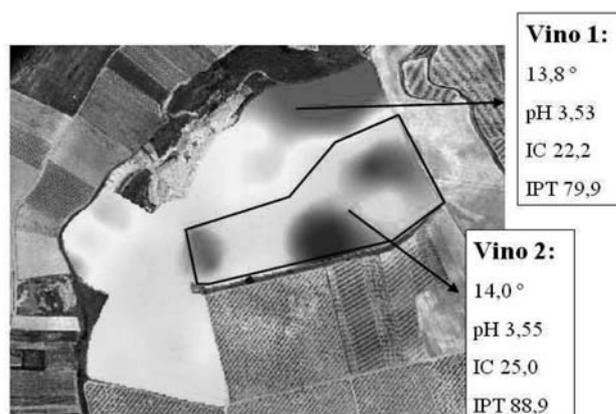


Figura 9



Figura 10

Se hizo un mapa de calidad en función de parámetros analíticos (índice de maduración=(°Bé+IPT*AT) / pH*100) obteniéndose dos zonas, la superior, colores rojos amarillos valores de calidad inferior, y la zona inferior en color azul, mayor calidad. Se elaboraron separadamente obteniendo dos vinos con las diferencias analíticas que se muestran.

Ejemplo 2: Figura 10

Parcela donde se obtiene por zonificación dos zonas muy diferentes, roja y azul. Se le introduce al GPS de la vendimiadora los datos de coordenadas de tal forma que la descarga de estas zonas diferenciadas se hará en dos remolques separados llegando a bodega diferenciados para que puedan elaborarse separadamente.

- replanteamiento del riego

Ejemplo-1 Adaptar los sectores de riego al vigor del viñedo (figura 11).

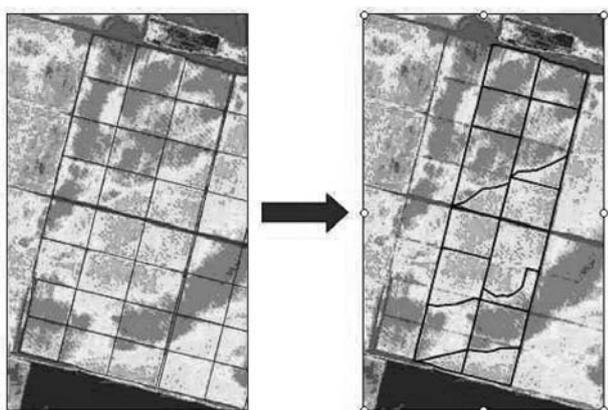


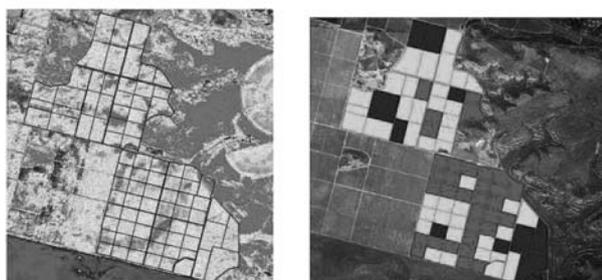
Figura 11

						n°cepas	rc/cp	ha	n°cepas	% cep	Kg	G°	% KG
112	3.8	gr/cepa	gr/racm	252.9	conteo	38	6.2	1.50	3309	41.3%	5188	14.2	21.8%
						49	13.04	1.94	4267	53.3%	15169	13.2	63.9%
				351.6		5	22.2	0.20	435	5.4%	3399	11.6	14.3%
						4	0						
						96			8012		23756	13.19	

cálculo proporcional a la contribución de cada zona en función de su producción se obtiene que el grado probable para esa parcela es de 13.19., más acorde con la realidad.

Es mejor hacer el cálculo proporcional a la producción que a la extensión. La contribución de esas cepas con mayor número de racimos en %, suele ser bajo como en este caso, solo un 5.4 % de todas las cepas de esa parcela tenían entre 18 y 25 racimos (y esto, por desgracia, se da siempre en todos los viñedos), pero su contribución en función de su participación en kilos totales pasa a ser de un 14.3 %. Esta pequeña contribución no sólo baja la media del grado sino también directamente la calidad final del vino. El ideal sería tener parcelas con mapas de variabilidad espacial homogéneos, de un solo color.

Ejemplo 2 : Figura-12



- Sectores de bajo vigor
- Sectores de vigor medio
- Sectores de alto vigor

Hacer zonificación en función del vigor . Distintos niveles de vigor requieren distintas dosis de agua, por lo que se riega en función de esas zonas de vigor. Con esto se persiguen dos objetivos, optimizar el uso de agua y homogeneizar el vigor de las cepas o lo que es lo mismo aumentar calidad.

Figura 12

- **seguimiento maduración.** Toma de muestras por zonas y sacar valor de la parcela porcentualmente a la extensión, producción, etc de estas zonas.

Ejemplo 1: parcela 112 Legaris

La toma de muestra realizada de la forma habitual dio una grado probable de la uva de 14, el día 14-9-03 (alto para esas fechas). Se dispone del mapa de variabilidad espacial del conteo de racimos. Se toman las muestras de las distintas zonas roja, verde u azul. Se estima el peso medio por racimo y se analiza el grado para cada zona. Una vez hecho el

1-A-2-4. Seguimiento y observación

De todas las decisiones que se tomen tiene que haber como es lógico un seguimiento o observación de la progresión.

2. A TOMA DE MUESTRAS

La metodología para el muestreo de la uva tiene una importancia capital.

El resultado depende del nivel de "experiencia" y " conocimiento del viñedo" de la persona que realiza la toma de muestras. Es bueno testarse cada cosecha, comparar los datos obtenidos en el último muestreo con los datos reales de entrada de uva por parcela.

Hay un estudio de muestreo en tempranillo de Ojeda, muy concluyente, por bayas y por racimos.

En bayas se realiza de 30, 60, 90, 120, y 150, 4 repeticiones con 4 personas.

En racimos con 13, 26, 39, 52, y 65, 4 repeticiones con 4 personas.

Conclusiones:

- distribución de Brix en racimo: parte superior más brix que inferior parte exterior más brix que interior.
- al aumentar nº racimos muestreados el Brix disminuye .
- nº racimos más apropiado ≥ 52
- nº bayas más apropiado ≥ 120
- muestreo por bayas da mayor brix que el muestreo por racimos.
- muestreo por racimos es el mejor para estimar la maduración.
- el mayor efecto de variación fue las distintas personas que participaron en la toma de muestras.

Hay que tener conocimiento de todas estas conclusiones a la hora de definir como hacer la toma de muestras y sobre todo de la última. Es muy bueno enseñar cada vendimia, la forma o metódica de muestreo al personal nuevo y que sea ese el criterio a seguir durante toda la maduración.

“Si no se tiene seguridad de que el muestreo está bien hecho o hecho como siempre, es mejor no hacerlo”

3. A ANALISIS A REALIZAR

Los controles o análisis a realizar en el viñedo o en la uva, obtenida por una buena toma de muestra, son los que nos proporcionaran la información necesaria para estimar la maduración y tomar las decisiones de cómo y cuando vendimiar.

De todos los índices o controles de maduración, los siguientes, son para mí los que nos proporcionan una mejor información.

3-A-1. Análisis por evaluación sensorial.

3-A-2. Análisis físico-químicos.

3-A-3. Análisis de madurez polifenólica.

3-A-1. Análisis por evaluación sensorial

Existe una ficha de análisis sensorial de la uva muy completa de la ICV. El análisis se hace sobre tres bayas, estableciendo 20 parámetros donde se evalúan sus características en 4 niveles de maduración creciente.

Tres parámetros correspondientes a un examen visual y táctil y el resto a un examen gustativo de la pulpa, hollejo y pepitas.

GUÍA DE UTILIZACIÓN DE LA FICHA SINTÉTICA

Nivel de madurez	1	2	3	4	Características anómalas
Madurez « tecnológica » azúcares/acidez	Acidez intensa, sensación poco dulce : pulpa ácida adherida al hollejo y a las pepitas	Sensación dulce media y acidez elevada: parte de la pulpa adherida al hollejo	Azúcares elevados y acidez de media a elevada: poca pulpa queda pegada al hollejo	Sensación dulce muy fuerte y poca acidez ; pulpa no adherida ni al hollejo ni a las pepitas	<i>Baja acidez a pesar de tener pocos azúcares</i>
Madurez aromática de la pulpa	Aroma herbáceo	Aroma neutro	Afrutado dominante	Aroma afrutado intenso, notas de confitura	<i>Gustos animales, terrosos o fenólicos ; consistencia granulosa</i>
Madurez aromática del hollejo	Hollejo duro, con notas herbáceas intensas	Hollejos bastante consistentes ; ligeras notas herbáceas	Buena fragilidad del hollejo ; notas neutras o ligeramente afrutadas con final herbáceo	Trituración del hollejo muy fácil ; notas afrutadas intensas, sin final herbáceo	<i>Gustos animales, terrosos, fenólicos ; hollejo fácil de masticar pero herbáceo</i>
Madurez de los taninos	Hollejo: reflejos verdes (variedades blancas) o rosa (variedades tintas); taninos poco intensos, ácidos y astringentes ; pepitas verdes o amarillo-verdes	Hollejo : reflejos verdes(variedades blancas) o rosa (variedades tintas) cerca del pedicelo ; taninos mediamente ácidos y astringentes ; pepitas marrones con estrías verdes	Hollejo : color uniforme amarillo pajizo - ambar (variedades blancas) o rojo oscuro – negro (variedades tintas) ; empieza la extracción de color en la pulpa y en el zumo ; hollejo bastante blando con taninos poco astringentes y poco ácidos ; pepitas marrones sin trazas de verde, con notas tostadas y astringencia débil o media	Hollejo : color uniforme ambar (uvas blancas) o negro (uvas tintas) ; fuerte difusión del color en la pulpa ; hollejo fácil de masticar, con tanino suave y de granulosidad fina, sin acidez ; pepitas pardo oscuro, con aromas de tostado o de torrefacto, sin trazas de astringencia; granos que se desprenden fácilmente del pedicelo	<i>Pepitas marrón oscuro pero hollejo duro, herbáceo, pulpa ácida</i>

Dicha ficha y su guía de seguimiento se puede encontrar en el libro "La calidad del vino desde el viñedo" de J. Hidalgo paginas: 317-319.

Existe otra ficha de análisis sensorial simplificada donde sólo se evalúan cuatro parámetros de madurez con puntuación del 1 al 4:

- madurez azúcares / acidez.
- madurez de la pulpa.
- madurez de los hollejos.
- madurez de los taninos.

Recomiendo la utilización de esta última, más sencilla, útil y práctica para el momento de pre-vendimia.

3-A-2. Análisis físico-químicos

Sobre una muestra representativa de unos 200-300 granos, hacemos dos partes, contamos y separamos 100 granos y sobre el resto procedemos a la extracción del mosto.

En ese mosto analizaremos:

- **riqueza en azúcares** por densidad o refractometría.
- **concentración en ácidos**, por valoración ácido-base.
- **pH**, con un electrodo de pH.



Con los 100 granos obtendremos:

- **peso medio por grano**, pesando.
- **volumen medio de un grano**, por diferencia de volúmenes.

Se introducen en una probeta de 500 ml los 100 granos de uva, se añade desde otra probeta agua hasta cubrir todos los granos. El volumen final de agua+granos por ejemplo se enrasa a 300 ml. Para ello el agua necesaria han sido 130 ml. Por diferencia el volumen que ocupan los 100 granos es de 170. Con este valor 1.7 volumen medio de un grano y considerando el grano esférico podemos calcular el valor del **diámetro medio de un grano** y los **metros cuadrados de piel por hectolitro**.

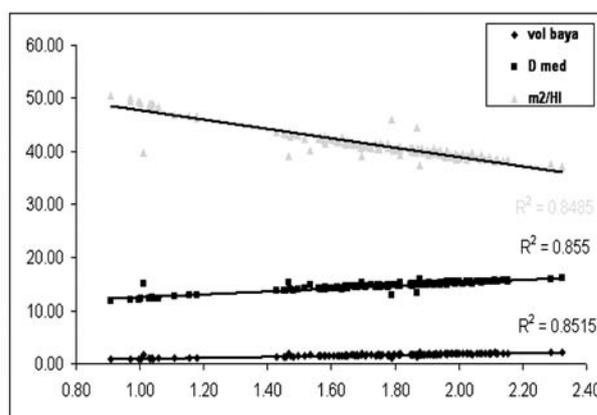


vol todo	vol agua	vol uvas	vol gn	Dm gn	hollejos
ml	ml	ml	cm ³	mm	m ² /hl
300	130	170	1.7	14.81	40.52

$$Dm \text{ gr (mm)} = 20 \sqrt[3]{3 \cdot vol / 3.1416 \cdot 4}$$

$$m^2 \text{ hollejo / Hl} = 600 / Dm$$

La relación entre estos parámetros es muy buena como se muestra la grafica-1. Viendo esta gráfica puedes pensar en metros cuadrados de piel por hectolitro, como es mi caso, pero es como pensar la acidez en sulfúrico o en tartárico, un hábito, una costumbre. El valor de gramos por grano es bien fácil de obtener, simplemente pesar, y la que información que tienes es la misma.



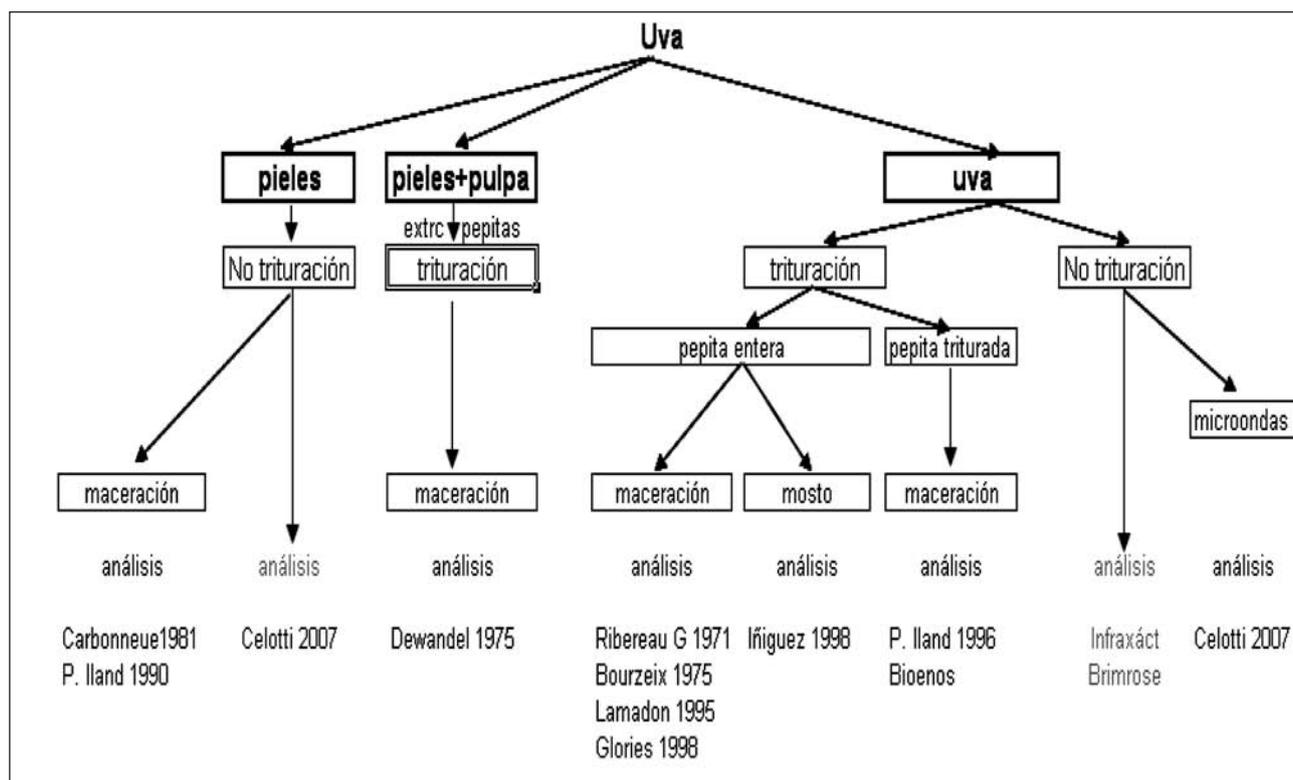
Gráfica 1

3-A-3. Análisis de madurez polifenólica

Los métodos que existen para analizar la madurez polifenólica son muchos.

Las diferencias entre ellos radica principalmente en la manipulación y obtención del extracto sobre el que se realizará el análisis. Esto es, en la mayor parte de ellos, un proceso largo y tedioso imposible de llevar a cabo en un laboratorio de una bodega normal. Mi objetivo, un método sencillo y rápido con el mínimo de manipulación.

En el esquema, intento reflejar las diferencias en cuanto a la manipulación de la muestra que existen entre algunos de estos métodos. Al final del proceso de manipulación es cuando se realiza el análisis, el que tu elijas, para obtener el valor de antocianos y polifenoles totales. Solo los que marco en verde corresponde a un tipo de análisis diferente.



Los nombres indicados en negro son para mi métodos que corresponden ya al pasado, los indicados en rojo los que he utilizado últimamente, presente, y los indicados en verde los que utilizaré, espero, en un futuro cercano.

3-A-3.1 Método utilizados y conocidos

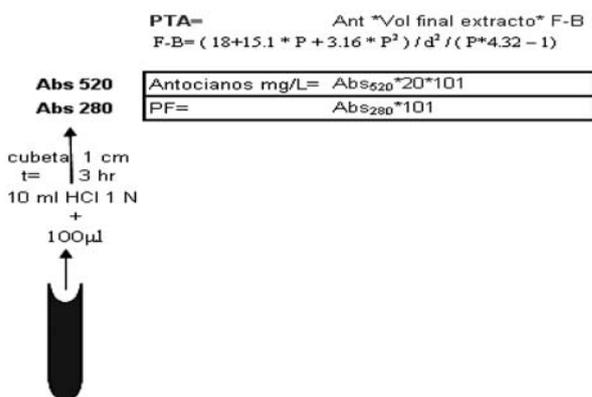
Los métodos de P lland 1990, yo le llamo "de discos de piel" y el de Glories han sido los que más he utilizado y explicaré a continuación. El de Bioenos lo utilicé tan sólo en una vendimia, en paralelo con los anteriores, lo expondré pero sin comentarios personales por no disponer de suficientes datos. Terminaré con el que llamo "Turrax modificado" puesto a punto en la vendimia 2006.

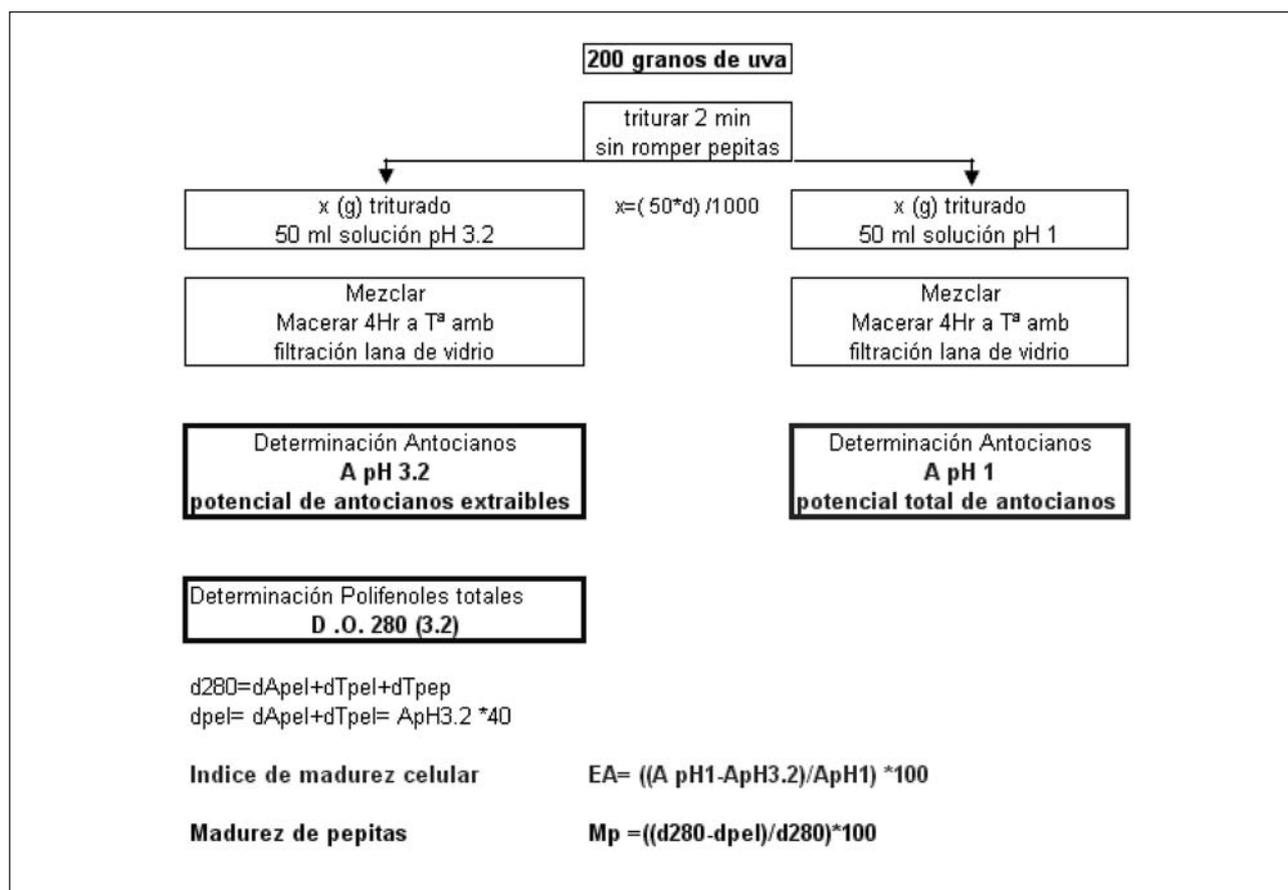


Patrick llad - Método de discos de piel

Se trabaja sobre 50 granos de uva utilizando sólo las pieles. En el método original se indica un tiempo de maceración pieles-solución de mínimo 8 horas que yo reduje a 3 horas, después de confirmar en un estudio por triplicado hecho a distintos tiempos que en tubo tumbado y agitando 1 minuto cada hora se llega a una extracción casi total.

Es un método bastante preciso, si hay imprecisión se debe a la muestra y de un tiempo de ejecución razonable, entendiendo por "razonable" el tener resultados en el mismo día.





Este gráfico es el método original de Glories

Puedes utilizar el resultado expresándolo en antocianos mg/L o en potencial total de antocianos donde se tiene en cuenta la dilución por el tamaño de grano, se utiliza el factor B, factor semiempírico calculado a partir del peso medio del grano de uva. El PTA es el valor que utilizo.

Saint-Cricq, Vivas, Glories

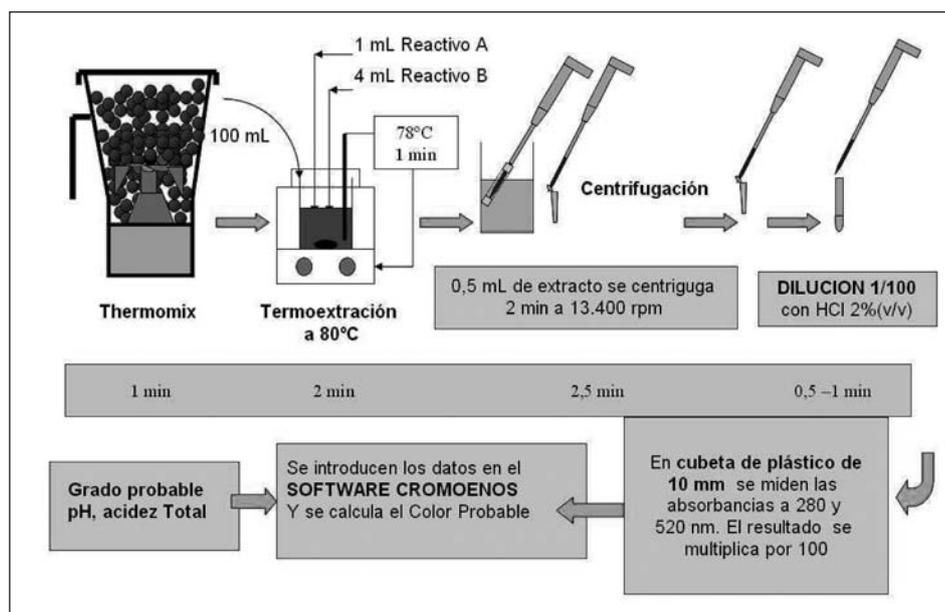
Después de la utilización de este método original observe que era necesario precisar y estandarizar varios puntos críticos durante la manipulación para así hacerlo algo más preciso y poder utilizar los resultados de forma comparativa en vendimias sucesivas.

Especificaciones o correcciones realizadas:

- muestra de 400 gramos de uva, más rápido, evita contar.
- trituradora, marca X, velocidad Y y tiempo Z, siempre la misma
- colar el resultado del triturado inmediatamente hasta recoger en un vaso entre 210-230 gramos

de mosto. Resultado, una masa de pieles y pepitas más homogénea en el colador.

- pesar 50 gramos de pasta sobre un vaso de 200 ml de plástico (típico de supermercado), por duplicado.
- solución pH:1: se diluyen 105 ml de HCl 37% en 1 litro de agua destilada. La solución se corrige con sosa hasta pH 1 mediante una pipeta Pasteur.
- solución pH 3.2: se disuelven 5 gr de ácido tartárico en agua destilada y se enrasa a 1 litro. Se ajusta el pH con sosa mediante una pipeta Pasteur.
- después de añadir 50 ml de la solución correspondiente, agitar con varilla, esperar 4 hr T^a amb.
- filtración con papel de filtro ref-500.
- análisis: 100 microlitros del extracto + 10 ml HCl 1 N , 3 horas y lectura a 520 y 280 en cubeta de 1 cm. Antocianos mg/L= A520* 101*20. PFT= A280*101
- expresión resultados : Antocianos extraíbles (pH 3.2), Antocianos totales (pH 1), Polifenoles totales a ambos pH.



Esquema de Bioenos-Cromoenos

la situación de puesta en mercado una vez embotellado.

Patrick Iland – “Método Turrax”

Es gracias a la publicación en el 2004 del cuaderno “Chemical análisis of grapes and wine: techniques and concepts” de Patrick Iland páginas 44-48, cuando tengo conocimiento de un nuevo método donde la gran diferencia con otros estriba en la trituration total de la muestra, pieles y pepitas, obteniendo una pasta del todo homogénea. Para este fin existen en el

Después de varios años realizando esos dos métodos mi sensación, totalmente subjetiva, en función de los datos de color y las catas de los vinos que obtenía era que los valores que me daban mayor información eran los de potencial total de antocianos del de “discos de piel” (valores muy acordes con antocianos a pH 1 del Glories modificado) y el de antocianos extraíbles a pH 3.2 .

En función de estos dos valores en la vendimia del 2004 puntué las uvas de todas las parcelas elaboradas. Calculé la puntuación final para cada depósito proporcional al porcentaje de las uvas de cada parcela, obteniendo de esta forma una puntuación final para un total de 14 depósitos elaborados.

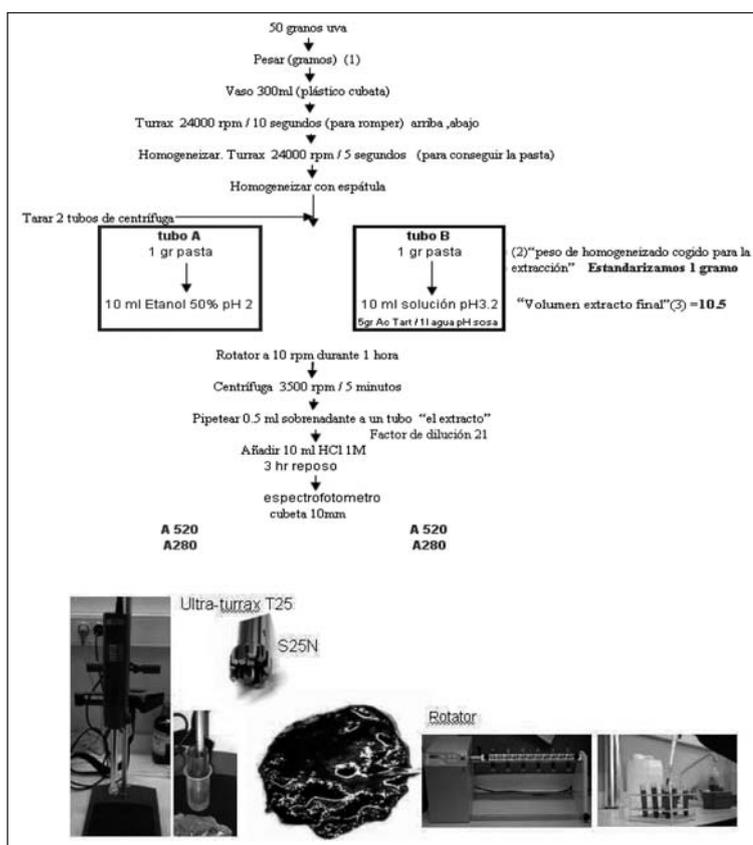
La relación de estas puntuaciones con la analítica de color, el día de descube, de los vinos obtenidos fue sorprendente, tan sólo descuadró un depósito. Confirmé así de forma objetiva que las analíticas de uva, basándome en esos dos valores eran correctas y de gran ayuda.

Bioenos-Cromoenos

El esquema de este método es el que se muestra a continuación.

El valor resultante se define como “color probable”, una estimación por extrapolación del posible color del vino tinto a obtener en

mercado varios trituradores u homogenizadores, siendo uno de ellos el “ Ultra-Turrax T25” la cual tuve a mi disposición en la vendimia 2006. El método que definí, mezcla del propuesto por Iland y del Glories es el siguiente.



Método Turrax modificado

Método turrax modificado

Los cálculos ha realizar para pH 1 totales y pH 3.2 extraíbles, son:

Los cálculos ha realizar para pH 1 totales y pH 3.2 extraíbles, son:

$$\text{Color por grano} = \frac{A520}{500} \cdot \text{factor dilución} \cdot \frac{\text{Vol final extraxto (ml)}}{100} \cdot \frac{\text{peso de 50 granos(gr)}}{\text{peso del homogenizado cogido para la extracción (gr)}} \cdot \frac{1000}{50}$$

$$\text{Color por gramo} = \frac{\text{color/grano}}{\text{peso medio (gr)}}$$

$$\text{PFT por grano} = \frac{A280}{500} \cdot \text{factor dilución} \cdot \frac{\text{Vol final extraxto (ml)}}{100} \cdot \frac{\text{peso de 50 granos(gr)}}{\text{peso del homogenizado cogido para la extracción (gr)}} \cdot \frac{1}{50}$$

$$\text{PFT por gramo} = \frac{\text{PFT por grano}}{\text{peso medio (gr)}}$$

500 = coeficiente de extinción molar mahvidina 3-glucosido concentración expresada en gr/100 ml (Somers and Evans 1974)

Con este nuevo método conseguía:

- simplificar la manipulación.
- reducir el tiempo de maceración para obtención del extracto.
- mantener la información de los antocianos extraíbles tan valiosa según mi experiencia.

Los resultados obtenidos tanto por mi parte como por el IRTA, que utilizó el método para un estudio de riego, fueron muy satisfactorios.

3-A-3.2 Método a utilizar en el futuro

Método Celotti-Microondas

El primero a comentar será el de Celotti presentado en el Enoforum 2007 en Italia, en el cual se eliminan los tiempos de extracción y los solventes gracias a la utilización del microondas.

Método microondas
muestra de 200 gr desgranar y quitar peciolo
granos extendidos recipiente polipropileno con tapa
Extracción con microondas 300 watt-5 minutos
Batido de la muestra 30 seg
Masa batida a tubo de centrifuga
Eventual enzimado pet Enfriamiento a 20 °C 15 minutos
Centrifuga 10 minutos
ANALISIS Abs 520, PFT 280, Antocianos

En este trabajo se muestran que existen coeficientes de correlación altamente significativos entre antocianos por microondas y por los métodos tradicionales, también entre PFT por extracción con microondas y métodos tradicionales y lo mejor, una muy buena correlación entre la medida directa de Abs 520 con antocianos por metódica tradicional y antocianos por microondas.

Con estas correlaciones se valida así la extracción como método alternativo que permite simplificar y acelerar los análisis de uva.

Método directos

Por NIR

Existen en estos momentos dos dispositivos comerciales que permiten, parece ser, gracias a la espectrometría NIR obtener valores de color de las uvas sin tratamiento previo de la muestra. El propuesto por FOSS el Infracact y por Brimrose, Le Vigneron.

Dispongo de la información que facilitan ambas casas comerciales y realmente serían necesarios método como estos, directos, pensando en el marco de la viticultura de precisión.



Por VISIBLE

Celotti presenta también en el Enoforum 2007 de Italia un instrumento de medida según mi parecer maravilloso. (Internacional Patent Pending, Caeleno SRL/Verona Italy). Una Pinza dotada de una fuente luminosa en el VISIBLE que ilumina el hollejo y en el lado opuesto un fotodiodo, que captura la luz que atraviesa el hollejo. El valor determinado, se procesa, ofreciendo un índice proporcional al contenido en polifenoles del hollejo.



Se presenta la relación entre el resultado de las pinzas frente a medidas realizadas por extracción por métodos tradicionales con correlaciones significativas.

Este instrumento, por lo que he leído sobre el, creo que puede ser el ideal para determinar la madurez fenólica en directo en el viñedo.

BIBLIOGRAFÍA

Saint-Cricq, N.; Vivas, N. Glories, Y. 1998. "Maturité péologique: définition et controle. Revue Française d'Oenologie n° 173, 22-25

Saint-Cricq, N.; Vivas, N. Glories, Y. 1998. "Apports récentes a l'interpretation des criteres de la qualité des vins rouges". Revue Française d'Oenologie n° 169, 19-25

Saint-Cricq, N.; Vivas, N. Glories, Y. 1998b. "Maturation phenolique des raisins rouges. Relation avec la qualite des vins. Comparasion des cépages Merlot et Tempranillo. Progres Agricola el Viticole. Vol 115, (13-14):306-318

Iñiguez, M. 1998 "Control de la calidad en uvas y vinos. Senillez en los métodos de valoración. Jornadas Técnicas de enología. Aspectos Científicos y Técnicos del color del vino. Tarragona. 2-3 Julio.

Ferandez, J.I ; Romero, I, Martinez, A et al. 2001 "Comparación de diferentes métodos de determinación del potencial fenólico en la uvas". 7º Congreso Nacional de Enólogos Pamplona 1 al 3 de Junio 2001

Lamadon, F. 1995 "Protocole pour l'évaluation de la richesse polyphenolique des raisins. Revue des Oenologes n° 76 37-38

D. Odette 2003 "Evaluación de Indices de Madurez Fenólica en el cv. Merlot en los Valles de Curicó y del Maule" Proyecto de titulo de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

J.A. Gonzalez 2003 "Análisis de Madurez Fenólica según "Índice de Glories" en el cepaje Cabernet Sauvignon, Valle del Maipo" Proyecto de titulo de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

T.C. Somers, M.E. Evans "Spectral evaluation of young red wines : Anthocyanin equilibria, total phenolics, free and molecular SO₂, "chemical age" Journal of the Science of Food and Agriculture" Volumen 28, Issue 3, Date : march 1977, pages: 279-287

T.C. Somers, G. Ziemelis "Spectral evaluation of total phenolic components in vitis vinifera: grapes and wines" Journal of the Science of Food and Agriculture. Volumen 36, issue 12, date : december 1985, pages 1275-1284

T.C. Somers, M.E. Evans. "Wien quality: correlations with colour density and anthocyanin equilibria in a group of young red wines" Journal of the Science of Food and Agriculture. Volumen 25, issue 11, 1974, Pages 1369-1379

J.M Desseigne ITV France "Determinación de la calidad de la vendimia mediante espectroscopia en el infrarojo cercano" Infowine, Revista Internet de Viticultura y Enología, 2005, N.6/2

E. Grandjean; C. Monamy; L. Masse; F. Girard "Acondicionamiento de un método rápido de estimación de la madurez fenólica del pinot noir en Bourgogne" Vinidea.net winw Internet technical journal, 2004 N.17

D. Cozzolino, W.U. Cynkar, R.G. Damberg, L. Janik and M. Gishen "Effect of both homogenisation and storage on the spectra of red grapes and on the measurement of total anthocyanins, total soluble solids and pH by visual near infrared spectroscopy" J. Near Spectrosc. 13, 213-223 (2005)

E. Celotti, G. Carcereri di Prati, P. Fiorini "Moderno enfoque de gestión de la calidad de las uvas tintas" Trabajo presentado en Enoforum 2007, 13-15 marzo, Piacenza Italia.

J.R. Reyero, C. Lorenzo, F. Pardo, G.L. Alonso, M.R. Salinas "Comparación del potencial fenólico de uvas en el momento óptimo de vendimia y características de sus vinos"

J. Arnó, J.A. Martínez-Casasnovas, R. Blanco, X. Bordes, J. Esteve "Viticultura de precisión en Raimat (Lleida): experiencias durante el período 2002-2004" ACE Revista de Enología.

R. Bramley, E. Winter, T. Proffitt, D. Lamb "Precision Viticultura"

J. Hidalgo paginas: 317-319 "La calidad del vino desde el viñedo"

P. Iland, G. Edward, E. Wilkes, N. Bruer "Chemical análisis of grapes and wine: techniques and concepts"

EL OLFATO TRAIADOR

Ramón Viader Guixá

Farmacéutico. Graduado en Enología. Director gerente de Laboratorios Viader Análisis, S.L.

RESUMEN

Después de presentar unas breves consideraciones sobre la anatomía y la fisiología del órgano olfativo humano, entraremos en el tortuoso camino de la "Realidad Ingenua". Se expone la génesis de la sensación olfativa y la interacción entre diversas áreas del cerebro que, frecuentemente, distorsionan la realidad. Se contemplan aquellas circunstancias intra y extra individuales que modifican tanto la percepción como la interpretación de las sensaciones.

"La percepción empieza en el mundo físico de la luz y de las partículas, entra por el mundo fisiológico de la piel, mucosas y órganos diversos, se procesa en el mundo cerebral y culmina en una compleja emoción psicológica".

Jorge Wagensberg.

Ideas para la imaginación impura

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el hombre ha ido perdiendo el sentido del olfato. El hombre primitivo, nómada y cazador, descubrió la agricultura y con ella, el sedentarismo. La caza obligaba a buscar la presa, a seguirla, y a tener unas disposiciones físicas compatibles con las de las posibles presas. El sentido del olfato jugaba un papel decisivo tanto para detectar la presencia del alimento, a lo lejos, antes de captarlo con la vista, como para defenderse del posible ataque sorpresa del animal objeto de su apetito.

El cazador de éxito, no podía ser cazado.

El hombre agricultor va sustituyendo el olfato, por la vista y el gusto. Aprende a valorar la aptitud gastronómica de un alimento por su color. El verde equivale a no maduro, mientras que el rojo, significa lo contrario. El ácido se equipara al verde y el dulce, al amarillo y al rojo.



Hablamos pues, de la visión en color. Ver en color es un patrimonio de solo unas pocas especies. Si la visión permite extraer una información gráfica del entorno, la visión en color completa enormemente la información, no sólo, conceptualmente sino también emocionalmente. ¡El color produce emociones!

Así las cosas, se han acuñado a lo largo de la historia numerosas frases referentes a la información visual, dando al sentido de la vista una preponderancia casi absoluta sobre los demás sentidos. Es la vista el auténtico monopolizador de nuestros sentidos.

Lo he visto con mis propios ojos! exclamaba....

Claro, digo yo, porque con los ojos de tu vecino quizás hubieras visto algo un poco distinto.

Pero Ustedes saben muy bien que la vista a veces nos confunde.

Con este propósito nos es muy útil presentar la conocida figura ideada por Boring, de la suegra y de la nuera. Una figura ambigua, una imagen "reversible" susceptible de condicionamientos, entre ellos,

el efecto de fijación que ejercen sobre su percepción, las expectativas y las primeras sensaciones recibidas, entre otras.

Figura ampliamente utilizada en test psicológicos, permite extraer información del observador según éste "vea" una hermosa y joven chica, o una vieja con aspecto de bruja.

¿Ocurre lo mismo con el olfato?

Todavía no se ha escrito, pero les demostraré que sí.

LA REALIDAD INGENUA

Mi buen amigo, el Dr. Josep Manel de Haro, me envió unas líneas reflexionando acerca de la "Realidad Ingenua" que por su interés y oportunidad transcribo.

La "Realidad Absoluta", o autentica realidad solo es una. Esta realidad genera infinidad de sucesos que pueden ser captados en forma de infinitos estímulos. Para el hombre, los únicos estímulos que puede captar son aquellos que activan sus sentidos: olfato, oído, vista, gusto y tacto; fuera de estas vías de percepción de los sucesos generados por la realidad, no existe opción de percibir nada. Este es el primer nivel de contacto con la realidad, en el cual se hace el primer filtrado de la realidad, es el Primer Nivel de Reducción de la Realidad, ya que solo serán captados aquellos estímulos para los cuales los sentidos están preparados para percibir; el olfato con los olores, el oído con los sonidos, la vista con la luz, el tacto con las sensaciones táctiles, el gusto con las sustancias sápidas..

El Segundo Nivel de Reducción de la realidad se encuentra en la información que los sentidos han enviado al cerebro donde se procesan en forma de emociones (juego amplio de estímulos y respuestas).

El Tercer Nivel de Reducción lo constituye el procesado de las emociones que se convierten en sentimientos. Habitualmente se piensa que la comunicación con el exterior, en la especie humana, se realiza, vía la palabra, cuando no es cierto, puesto que el lenguaje, aunque sea la magnífica facultad que usamos para que los pensamientos vayan de una cabeza a otra, no es el principal medio de comunicación, por lo tanto no es el medio principal productor de emociones. Estamos acostumbrados a entender que

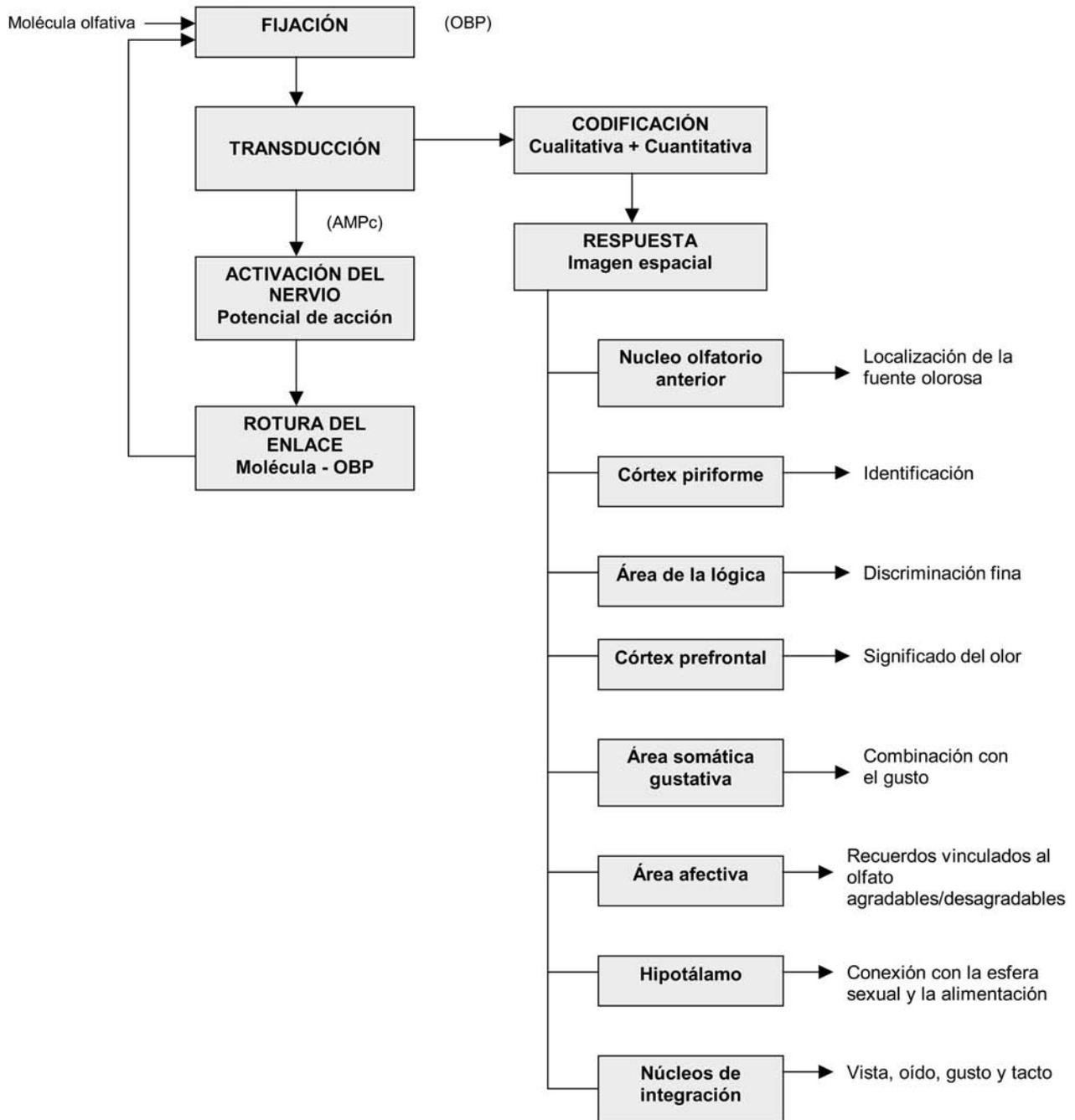
el lenguaje es el medio de comunicación principal para conectar conceptos con palabras, permitirnos compartir pensamientos, intenciones, sentimientos (conceptualización de las emociones) y darnos conocimiento, costumbres y valores, pero no es cierto, puesto que en la comunicación habitual el lenguaje solo aporta el 7% de la información, el 93% restante es no verbal, en ella encontramos el tono de la voz con un 38% de participación, y la visión (los movimientos oculares, expresiones faciales, movimientos corporales, postura corporal) con un 55% de participación. Además de estas vías de comunicación, tenemos desde el punto de vista del uso diario y menos consciente, la información aportada por el olfato, el tacto y el gusto.

El Cuarto Nivel de Reducción consiste en que toda esa información queda almacenada en dos compartimentos. Uno, es el "consciente" que constituye el 10% del total y otro llamado "inconsciente" que acumula el 90% restante de la información que recibimos y elaboramos y ello teniendo presente que el cerebro humano actualmente solo está a un 10% de sus capacidades.

Todos estos niveles van reduciendo esta "pequeña parte de realidad" que captamos y por lo tanto, está sujeta a variaciones que dependen de tres grandes grupos de factores: los <<filogenéticos>> que nos condicionan desde la evolución-adaptación de nuestra especie, los <<ontogénicos>> que nos condicionan a partir de la gestación y embarazo, esto significa que la carga genética de los progenitores, junto con las incidencias del embarazo, en cuyas fases tempranas (primeras semanas) los sentidos ya captan estímulos de exterior: huelen, gustan, tocan, oyen, ven; y que van a captar desde su proceso de formación, los gustos, los olores, los colores, las temperaturas, los sonidos, que la madre capta. De ahí que cualquier vivencia (emoción-sentimiento) materna va incidir en la gestación, sea esta en forma de padecimiento, o de alegría, en el desarrollo de feto; por último los <<sociogénicos>>, aquellos que van aparecer cuando el feto entra en el trayecto de niño a anciano, donde habrá que tener en cuenta el sexo, la edad, su historia clínica, sus hábitos, su mundo laboral y su entorno social con su cultura (creencias, valores, etc), y clima.

Cuando este conjunto de factores que condicionan la captación y interpretación de la "Realidad Absoluta" no son tenidos en cuenta, hablamos de "Rea-

CUADRO SINÓPTICO DE LA GÉNESIS DE LA SENSACIÓN OLFATORIA Y DE SU INTERPRETACIÓN

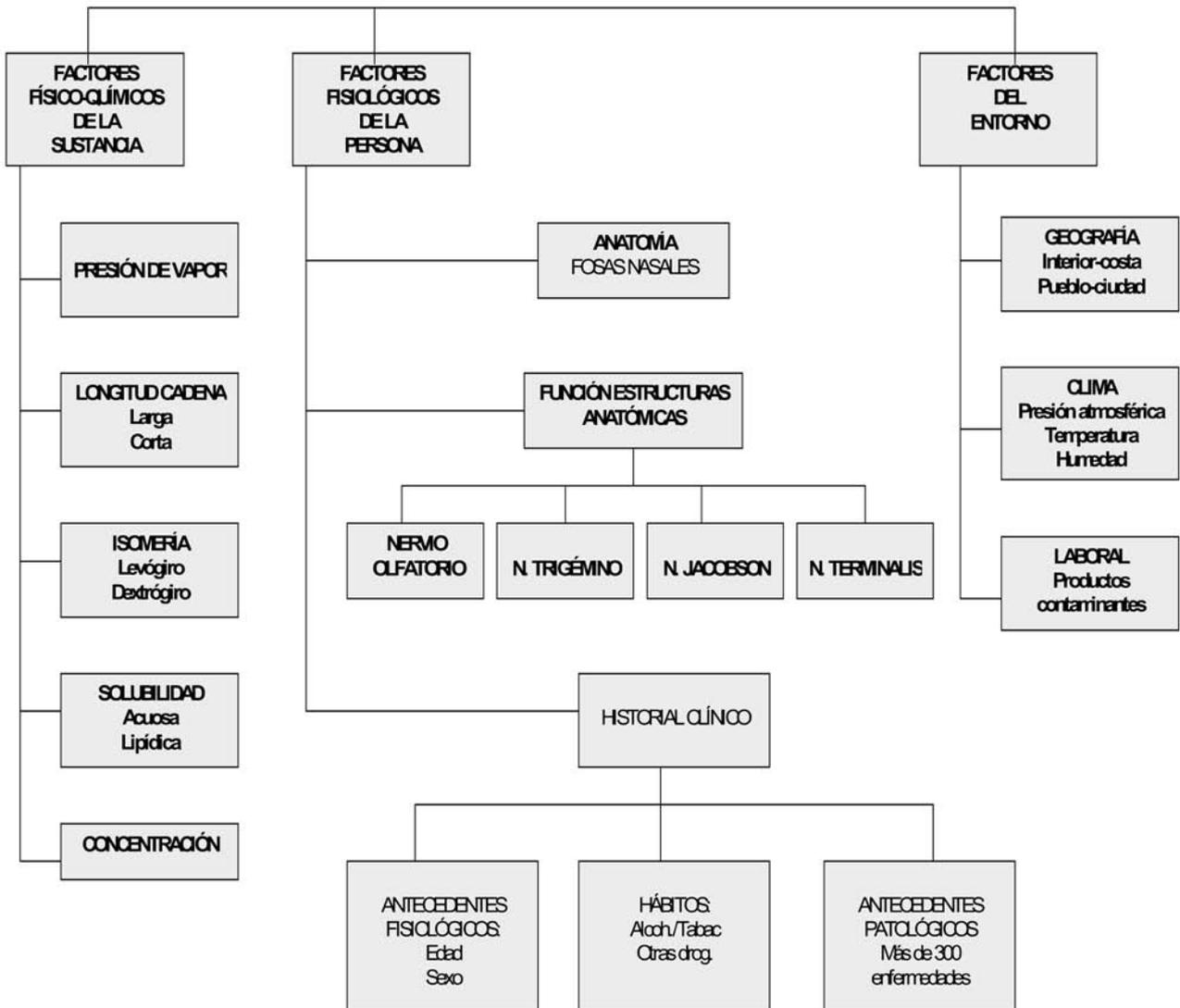


FACTORES QUE MODIFICAN LA PERCEPCIÓN SENSORIAL OLFATORIA

1. Influencia del estado emocional
2. Influencia hormonal

El hombre no presenta un ciclo hormonal como la mujer. Hombre y mujer sin embargo, presentan un ciclo común de 24 horas llamado *Ritmo Circadiano*. El ritmo circadiano viene impuesto por la curva de concentración de cortisol plasmático a lo largo del día. El cortisol es una hormona que actúa sobre todo

FISIOLOGÍA DEL OLFATO



el organismo manteniendo el llamado *estado de vigilia*. Mantiene al organismo en estado de alerta y a rendimiento máximo durante la fase diurna. Los niveles plasmáticos de cortisol aumentan gradualmente desde las 8 de la mañana, se mantienen durante el día y decaen al llegar la tarde de modo que a partir de las 18 horas el descenso es rápido y nos prepara para el sueño reparador. Y así cada día. El conocido fenómeno del "Jet Lag" es ni más ni menos que la consecuencia de haber trastocado el ritmo circadiano. Cuando vamos a catar a otro continente precisamos al menos de dos días para recuperar nuestro correcto funcionalismo sensorial. El sistema límbico, captador esencial del medio externo, y regulador de las secreciones hormonales, no tiene suficiente con la información de tipo visual,

por lo tanto instantánea, sino que precisa reajustar nuestro reloj biológico en base a otras informaciones no tan inmediatas. El periodo de adaptación viene dado por el tiempo que las glándulas de secreción interna en especial, las suprarrenales, necesitan para adaptarse a la nueva situación, para sincronizarse.

Cuando los niveles de cortisol son bajos, nuestros órganos sensoriales están también "dormidos" y no funcionan a plena capacidad porque nuestros umbrales de percepción ascienden notablemente. Podemos concluir que entre las 10 y las 14 son las mejores horas para catar. Pero esto ya lo sabíamos.

Existe una estrecha relación funcional entre el órgano olfativo, el hipotálamo, la hipófisis y las glándu-

las endocrinas. Este conjunto se conoce con el nombre de "*alianza nasogenital*". Su importancia no es nimia ya que como consecuencia de este sistema se han demostrado variaciones individuales en la percepción y el procesamiento de los olores. Probablemente debido a cambios en el equilibrio hormonal. La mayor o menor actividad sexual del catador puede afectar a la percepción no sólo a nivel cortical por la influencia del hipotálamo sino por las interconexiones del sistema *alianza nasogenital*.

3. Influencia de la edad y del estado físico

El humano es el primate más longevo pero esta longevidad no va forzosamente ligada a la plenitud física y mental sino que está asociada a un proceso degenerativo plurimodal al que denominamos envejecimiento. Cuando el envejecimiento ha progresado hasta un determinado nivel acontece la muerte. Este proceso es propio del hombre y en menor medida de algunos animales superiores. Los animales en general no envejecen, tienen una vida corta que suele terminar cuando acaba su etapa reproductiva.

El envejecimiento es una propiedad de la vida humana. Nuestras células se ven afectadas por el oxígeno a lo largo de su vida como el oxígeno afecta también al vino. Lo oxida.

Por acción del oxígeno, del sol y de diversos factores ambientales, nuestro organismo se oxida de modo que nuestras células son incapaces de reproducirse fielmente, porque su ADN con las sucesivas réplicas, se ha ido dañando y las nuevas células presentan defectos irreparables. El ADN ha resultado dañado por la acción de los radicales libres, los superóxido principalmente, a los que por fortuna algunos polifenoles del vino neutralizan (resveratrol, quercetina, mircetina).

Esta situación promueve cambios hormonales, especialmente en la mujer, que se traducen en la aparición de la menopausia. Algunos expertos han acuñado el concepto de *andropausia* para el hombre ya que también él, aunque en menor medida, sufre trastornos hormonales, metabólicos y psíquicos que modifican sus actuaciones cerebrales. Con el paso de los años se reduce nuestra capacidad pulmonar y nuestra tasa metabólica. La afluencia de oxígeno a las células es menor. La producción de hormonas también. El cerebro y los órganos sensoriales funcionan básicamente con oxígeno y hormonas. El cerebro afortunadamente es el órgano que más len-

tamente envejece pero no deja de perder facultades. Los trastornos de la memoria son los más frecuentes y no olvidemos que el análisis sensorial precisa mucho de la memoria. También los enlaces sinápticos se debilitan y el cuerpo calloso pierde rendimiento que se traduce en una mayor dificultad para expresar las sensaciones especialmente en el caso del hombre. Caso particular y curioso, la enfermedad de Alzheimer, que se caracteriza por una pérdida sustancial del olfato desde una fase inicial. De modo resumido y concreto podemos concluir que el olfato no alcanza su plenitud hasta los 15 años en la mujer y los 18 en el hombre y su capacidad se mantiene estabilizada hasta sólo los cuarenta en el hombre y los 50 en la mujer. A partir de estas edades se produce una pérdida lenta pero progresiva. Este descenso de agudeza olfativa está provocado por diversos factores: sequedad de la capa mucosa, reducción de la producción de nuevas células sensitivas, reducción del tamaño del órgano olfativo, fuerte descenso del número de células olfativas, calcificación del hueso etmoides y degeneración del córtex olfativo.

El estado físico del catador puede impedir en algunos casos, la realización de un análisis sensorial correcto. Desde un simple resfriado, a un trastorno hormonal, natural o inducido. La sinusitis, lesiones en la boca (úlceras, quemaduras, encías sangrantes), lesiones en la mandíbula, operaciones dentales, empastes, etc. La rinitis (inflamación de la membrana mucosa) que suele ser de origen alérgico llega a impedir la olfacción. Déficits de zinc y de cobre producen hiposmia, reversible afortunadamente si se restablecen los niveles plasmáticos de estos dos microelementos. En el caso de la enfermedad de Addison, una concentración alta de glucocorticoides provoca una hiperosmia de modo que los afectados presentan una hipersensibilidad olfativa que se traduce en un importante descenso de los umbrales a veces de hasta mil veces. Puede que exista una influencia directa sobre los receptores, pero lo que si sabemos, es que los glucocorticoides mejoran notablemente la transmisión sináptica y en su defecto, la pérdida de eficacia en la transmisión se traduce en una pérdida de sensibilidad. De hecho, es así como funcionan muchos antiálgidos. Por esta razón, el corticoide *Prednisona* ha sido utilizado con éxito en tratamientos de ciertas anosmias.

Los déficits de vitaminas del grupo B reducen la capacidad olfativa. La radioterapia en el tratamien-

to del cáncer disminuye notablemente el sentido del olfato. Las enfermedades relacionadas con una escasa producción de hormonas sexuales suelen disminuir la capacidad olfativa. También, a veces, la diabetes.

Según estudio realizado por Fahy y colaboradores en 1989, también los estados de anorexia nerviosa y de bulimia nerviosa se traducen con una notable pérdida del sentido del olfato y del sentido del gusto.

4. Sensibilidad y sexo

Aparte de las diferencias anatómicas entre el cerebro del hombre y el de la mujer comentadas en el capítulo primero, existen como sabemos, unas diferencias hormonales significativas.

Consecuencia de ello, hace que las mujeres en general, posean una capacidad olfativa superior a la de los hombres. Por término medio, el valor umbral de un gran número de moléculas es considerablemente inferior en las mujeres, y éstas pueden percibir una gama de sensaciones olfativas mucho más amplia. En un ejercicio de identificación de olores, las mujeres aciertan en un 70% mientras que los hombres se quedan en un 55%. Estas diferencias se acusan más durante los días de la ovulación, que es cuando los niveles plasmáticos de estrógenos son más altos. No sólo el olfato, sino también la vista, muestra en estos días, una mayor agudeza. Contrariamente, desciende durante la menstruación. Estas variaciones fueron estudiadas por diversos autores y publicadas por Doty y colaboradores en 1981 y posteriormente por Hummel y colaboradores en 1991.

Con ensayos realizados con el ENOSCOPE en la observación de la turbidez, pudimos constatar un aumento de agudeza visual superior al 30% en la misma mujer en el pico ovulatorio. Hay razones antropológicas para explicar estas diferencias. La hembra debe proteger a las crías de sus depredadores y para este fin es conveniente que esté dotada de un fino olfato para percibir con suficiente antelación la proximidad del peligro. Otra razón del mismo género la encontramos en que cuando la mujer ovula es cuando puede quedar embarazada. En esta situación debe escoger al macho que mejor pueda protegerla a ella y a sus crías. El olor del aliento y la percepción olfativa de ciertas feromonas (del griego *pherein*: Llevar y *hormon*: Provocar ó estimular) definen la masculinidad en el subconsciente femenino. Si bien en el género humano

no se han encontrado todavía feromonas propiamente dichas, diversos estudios han puesto de manifiesto la influencia sobre la percepción olfativa de hombres y mujeres frente a un grupo de esteroides odoríferos llamados *16-androstenos* de entre los cuales el más significativo, el androstenol, cuyo olor almizclado suele agradar. El androstenol ha sido encontrado asimismo, al igual que otras diversas hormonas, en la saliva, de modo que no sería de extrañar que también en cierto modo, el gusto se vea afectado por los distintos niveles hormonales tanto en hombres como en mujeres.

Otra sustancia del grupo, la *androsterona*, es anosmática para un 50% de la población, sin embargo, el hecho de que la mitad de la gente no la perciba conscientemente no significa que no tenga influencia en la percepción olfativa de otros olores puesto que tal olor puede influir de diferentes maneras en el estado mental o físico, dependiendo, claro está, de la concentración del mismo. No olvidemos tampoco el efecto de refuerzo o sinérgico que se establece entre determinados aromas. A título de curiosidad, las trufas que tan apreciadas son, contienen una elevada cantidad de androstenos.

Aunque las mujeres posean en general un mejor olfato, también se encuentran enormes diferencias entre ellas. En ensayos realizados con un panel de 12 catadoras francesas, se manifestó una notable diferencia entre todas ellas, al determinar los umbrales de percepción para el mentol y para el eugenol. Para el mentol, el valor de umbral variaba en un factor de 100 entre la más sensible y la menos sensible. Para el eugenol la diferencia era nada menos que de 1000.

Es un hecho, que cuando participamos en catas con otras personas, sean o no del mismo sexo, se producen variaciones en nuestra percepción sensorial que no deben ser menospreciadas. No olvidemos las interferencias entre olores ni la percepción subconsciente de otros y mucho menos lo explicado en el capítulo primero referente a que el olfato y la emoción, residen ambos en el hemisferio cerebral derecho. Hombres y mujeres somos afortunadamente distintos y ambos debemos saber que también lo son nuestros sistemas olfativos. Las mujeres huelen sustancias que los hombres no podemos oler y por lo tanto su mundo olfativo tiene un espectro distinto al del hombre. A favor de ellas, más rico.

5. Influencia del sonido y del binomio luz/ color

Estos tres parámetros interactúan a distintos niveles de modo que en determinadas condiciones y a determinados niveles de intensidad, pueden alterar significativamente nuestro juicio acerca de un vino.

Vivimos inmersos en un paisaje de sonidos que nos son familiares, el ruido del agua en la ducha, el ascensor, la calle, el metro, la oficina, el bar, nuestras canciones preferidas, el ruido del avión o del tren, etc. Todos ellos en mayor o menor manera, nos llaman la atención, nos advierten del entorno en que nos movemos, como intentando suplir a la visión. El oído está siempre atento. Si nos remontamos a nuestros antepasados cavernícolas, es evidente que para ellos el peligro existía de día y de noche. De noche no es posible ver, pero los depredadores existen. A causa de nuestro instinto de supervivencia hemos desarrollado un oído fino y bastante sensible que nos permite advertir la presencia más o menos cercana de algún posible peligro. Es inútil querer explicar que el sonido distrae nuestra atención. Basta solamente con frecuentar las bibliotecas, los museos, las salas de conciertos y los hospitales. Más aún, está demostrado que la exposición al ruido crónico aumenta la agresividad. Es muy probable que los consumidores de las áreas urbanas en donde generalmente el ruido de fondo es relativamente alto y constante, tengan preferencias olfativas y gustativas distintas a los consumidores de las áreas rurales tranquilas.

La luz ambiente influye notablemente en la percepción sensorial especialmente en el olfato. Los aromas se aprecian mejor con buenos niveles de iluminación. En la oscuridad los aromas se aprecian peor. La excepción a esta regla sería el caso de los invidentes. Ellos han desarrollado más el olfato por una necesidad de suplir con este sentido el otro del que no disponen.

6. Patologías de la percepción

Todos los órganos de los sentidos pueden presentar situaciones de fallo. Todos tenemos experiencias de ello. Desde un resfriado común, hasta una quemadura. Cuando el fallo es temporal o pasajero tiene una escasa importancia a excepción de los catadores profesionales que se ganan la vida analizando sensorialmente. Como hemos visto en el capítulo primero, las células sensitivas de la nariz y de la len-

gua, así como las del tacto, se renuevan periódicamente o también después de algún incidente por lo cual no debe preocuparnos demasiado. Cuando la situación es definitiva, nos encontramos ante patologías con frecuencia difíciles de curar. La oftalmología moderna permite resolver un gran número de patologías aunque no todas y mucho menos las ligadas a la herencia genética como por ejemplo el *daltonismo*. La anosmia congénita que presentan algunos albinos es otro de los casos. Su falta de proteínas ligadoras de los olores no puede restablecerse de ningún modo. Debemos tener en cuenta no obstante, que el estado de salud del ser humano se caracteriza por vivir en una condición de equilibrio. Un equilibrio que debe mantenerse en el plano psicológico, espiritual, mental. De hecho, la enfermedad es un estado de disconformidad, de desacuerdo con nuestro propio Yo, que se traduce en una manifestación somática.

Dethlefsen y Dahlke en su magnífica obra *La enfermedad como camino*, nos enseñan cómo las distintas patologías derivan de conflictos internos con nosotros mismos o con nuestro entorno. De esta suerte, hablar de patologías de la percepción, en el sentido clásico, no es más que una burda simplificación del problema. Hemos comentado ampliamente con anterioridad la estrecha relación entre la percepción sensorial y nuestras estructuras cerebrales. Quizás sea el momento de decir que las proyecciones no corren en un solo sentido, el ascendente, sino de modo biunívoco y contrariamente a lo que pueda parecer, también desde el cerebro a los sensores. Dicho de otro modo, percibimos aquello que queremos percibir y lo que queremos percibir depende en cada momento de nuestro estado de ánimo, de nuestro equilibrio interior y de nuestra armonía con el cosmos.

Los médicos especialistas conocen un gran número de patologías sensoriales. Sólo en el aparato olfativo se han descrito unas 300. Como resumen de las más notables transcribimos a continuación a modo de diccionario extraído de la norma UNE 87-001-94 los principales trastornos asociados a la percepción sensorial relativa al vino. El catador sin embargo, no puede dejar de tener en cuenta lo dicho anteriormente. Dado que han transcurrido más de 10 años desde la redacción de esta norma, me he permitido modificarla actualizando algunos conceptos y corrigiendo otros, a la luz del estado actual de la ciencia.

ESPAÑOL	INGLÉS	FRANCÉS	TIPO	DEFINICIÓN
Adaptación sensorial	Sensory adaptation	Adaptation sensorielle		Modificación temporal de la sensibilidad de un órgano sensorial debida a la actuación de un estímulo continuado o repetido.
Fatiga sensorial	Sensory fatigue	Fatigue sensorielle		Forma de adaptación sensorial, que se corresponde con una disminución de la sensibilidad.
Ageusia	Ageusia	Ageusie	(sust)	Falta total de sensibilidad gustativa. Puede ser cuantitativa o cualitativa y permanente o temporal.
Anosmia	Anosmia	Anosmie	(sust)	Falta total de sensibilidad olfativa. La anosmia puede ser cuantitativa o cualitativa y permanente o temporal.
Hiperosmia	Hyperosmia	Hyperosmie	(sust)	Anomalía del sentido del olfato que se traduce en un descenso de los umbrales de percepción y en un aumento de la intensidad percibida. Puede ser cuantitativa o cualitativa.
Hiposmia	Hyposmia	Hyposmie	(sust)	Disminución relativa de la sensibilidad olfativa sin llegar a la anosmia. Puede ser cuantitativa o cualitativa, temporal o permanente.
Dicromatismo	Dyschromatopsia	Dyschromatopsie	(sus)	Anomalía de la visión de los colores, caracterizada por una desviación sensible respecto a la percepción de un observador normalizado.
Sensación pseudotérmica	Pseudothelmal effects	Sensations pseudothelmiques		Sensación de calor o frío, producida por ciertas sustancias, sin relación con la temperatura. Por ejemplo, esta sensación la producen la capsaicina (calor) y el mentol (frío).
Sensaciones trigeminales	Trigeminal sensations	Sensations trigéminales		Pueden ser parestesias (anomalía de la sensibilidad táctil) tales como: irritación, picor, prurito del trigémino que generalmente se manifiesta como sensaciones irritantes o agresivas percibidas en la cavidad bucal y nasal. También pueden actuar por defecto: anestesia.

ESPAÑOL	INGLÉS	FRANCÉS	TIPO	DEFINICIÓN
Aliestesia	Aliestesia	Aliéstesie		Percepciones sensoriales distintas en función de situaciones diversas.
Disosmia	Dysosmia	Dysosmie		Trastorno del olfato en general.
Fantomia	Phantosmia	Phantomie		Cuando los olores del entorno quedan totalmente o parcialmente enmascarados por un olor predominante.
Alucinación olfatoria	Olphactive hallucination	Hallucination olphactive		Percepción de un olor ante un estímulo que no es oloroso.
Cacosmia	Chacosmia	Cacosmie		Percepción de malos olores reales que pueden ser sólo detectables por la persona que los produce o también por los que le rodean dependiendo de la causa que lo produzca.
Agnosia	Agnosia	Agnosie		Olfativa o gustativa es la incapacidad de reconocer y nombrar olores o sabores y distinguirlos aunque el olfato y el gusto sean normales. El individuo que sufre este trastorno es capaz de comunicar la sensación pero no sabe expresarla con palabras ni interpretarla.

7. La degustación por el consumidor

Con frecuencia acuden a mi laboratorio elaboradores que demandan mi pericia sobre un determinado vino que al parecer presenta problemas

A veces los problemas son muy evidentes, sin embargo, en la mayoría de ocasiones, el elaborador ha detectado un defecto olfativo difícil de diagnosticar por cuanto la sustancia responsable se encuentra quizás a niveles cercanos al umbral de detección, o influenciada por fenómenos de antagonismo, sinergismo o de otra naturaleza que no se demuestran si no es mediante un análisis químico por cromatografía de gases. En el laboratorio, el análisis sensorial se realiza por un panel de analistas exper-

tos que en ciertas ocasiones no coinciden plenamente entre ellos o bien ninguno de ellos es capaz de identificar inequívocamente el problema. De ahí que a veces, se solicitan análisis a otro grupo de expertos para contrastar resultados. Casos parecidos suelen ocurrir y con mucha mayor frecuencia, en los concursos de vinos en los cuales el panel de catadores es muy heterogéneo.

Si en condiciones óptimas para un análisis nos encontramos ante tales dificultades, es obvio que estos pequeños defectos pasarán desapercibidos por el consumidor dado que generalmente, el vino se bebe acompañando una comida, con otras personas, y en circunstancias que no propician la concentración.

BIBLIOGRAFÍA

- T. Detlefsen y R. Dahlke. *La enfermedad como camino*. Plaza Janés Editores S.A. Barcelona 1990.
- D. Ackerman. *Una historia natural de los sentidos*. Anagrama.
- Doty, R. L., S. Applebaum, H. Zusho y R. G. Settle, "Sex Differences in Odor Identification Ability: A Cross-Cultural Analysis", *Neuropsychologia*, 23 (1985), págs. 667-672.
- Doty R. L., P. J. Snyder, G. R. Huggins y L. D. Lowry, "Endocrine, Cardiovascular, and Psychological correlates of Olfactory Sensitivity Changes during the Human Menstrual Cycle", *Journal of Comparative Physiology and Psychology*, 95 (1981), págs. 45-51.
- Zellner, D.A. y M.A. Kautz, "Color Affects Perceived Odor Intensity", *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16 (1990), págs. 391-397.
- Hummel, T., R. Gollisch, G. Wildt y G. Kobal, "Changes in Olfactory Perception during the Menstrual Cycle", *Experientia*, 47 (1991), págs. 712-715.
- Le Magnen, J., "Les Phénomènes olfacto-sexuels chez l'homme", *Archives des Sciences Physiologiques*, 6 (1952), págs. 125-160.
- P. Vroon. *La seducción secreta*. (Barcelona, Tusquets Editores, S.A. 1999).
- Pinillos J.L. *Principios de psicología*. Alianza Editorial S.A. Madrid 1979.

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ELABORACIÓN DE VINOS

Fernando Zamora Marín

Grupo de Investigación en Tecnología Enológica (TECENOL). Departamento de Bioquímica y Biotecnología. Facultad de Enología de Tarragona. Universidad Rovira i Virgili

El concepto de cambio climático no es nada nuevo, sino que ya hace muchos años que fue descrito por algunos científicos que en su momento fueron tachados de alarmistas. Hoy en día, por todos es conocido que el consumo de combustibles fósiles provoca un aumento de la concentración de dióxido de carbono y otros gases, los cuales, al reflejar la radiación que desprende el planeta, provocan un efecto invernadero^[4,5]. Hoy por hoy, las evidencias de que el cambio climático comienza a afectar el clima planetario son tan irrefutables^[2,3,5,7,10,11] que hasta los propios políticos plantean la necesidad de poner freno a las emisiones de gases con efecto invernadero. No obstante y como bien sabemos, los intereses de la sociedad de consumo impide el llegar a acuerdos.

Los datos son muy preocupantes. Según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC)^[7] en 1958 la concentración de CO₂ era de 315 ppm. Actualmente es de 370 ppm, y en el mejor de los escenarios imaginables, llegaremos de una concentración superior a las 500 ppm antes de finalizar el siglo. En la peor de las casuísticas analizadas, se llegaría a casi triplicar la concentración actual.

Evidentemente, esta acumulación de dióxido de carbono ya ha tenido y tendrá consecuencias sobre la temperatura media de la tierra. Concretamente, la temperatura media del planeta aumentó 0,6 °C durante el siglo XX en el conjunto del mundo y esta previsto que se eleve otro grado centígrado en el 2050 y más de 2 °C en el 2100, en el mejor de los escenarios previstos. En el peor, la temperatura media aumentaría en más de 2 °C en el 2050 y en más de 4 °C en el 2100^[7]. Es necesario señalar que estos son datos medios referidos al conjunto del planeta y que los efectos del cambio climático pueden ser más patentes en algunas zonas. Tal es el caso de la península ibérica donde el aumento de las temperaturas durante el pasado siglo fue de 1,5 °C y donde esta previsto que las temperaturas aumenten por encima de la media mundial.

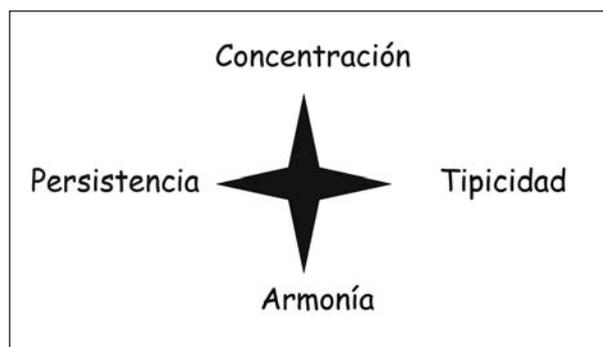
Las consecuencias del aumento global de la temperatura de la tierra, tal y como ya se ha comentado, ya se comienzan a percibir, y repercutirán ciertamente sobre la agricultura en general^[2,7,11] y sobre la vitivinicultura en particular^[1,8-9,12-15-16,18].

Ya es un hecho constatable que el calentamiento global del planeta esta desplazando las zonas de cultivo de la vid. Se ha calculado que los límites septentrionales de su cultivo se desplazan a un ritmo de entre 10 y 30 km por década y que esta velocidad de desplazamiento se duplicará entre el 2020 al 2050^[17]. Esto quiere decir que algunas zonas vitícolas dejarán de tener las condiciones climáticas adecuadas para el cultivo de *Vitis vinifera*, mientras que otras, en las que jamás había habido vid, podrán comenzar a cultivarla. De hecho, el sur de Inglaterra ya ha comenzado a producir vino. Asimismo, algunas zonas productoras en las que se elaboran tradicionalmente vinos blancos, como la mayor parte del viñedo alemán, podrían plantearse en los próximos años la elaboración de vinos tintos^[8,14].

Delante de un panorama como el descrito, podemos preguntarnos cuales serán las consecuencias del cambio climático sobre la calidad de nuestros vinos y cuales deberían ser las estrategias encaminadas a paliar sus previsibles efectos negativos.

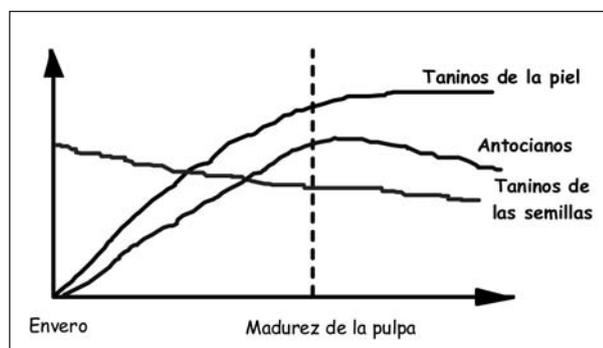
Hoy en día, los vinos tintos preferidos por los críticos y por consumidores son aquellos que poseen un gran color y un gran cuerpo. Por esta razón las bodegas tratan de elaborar este tipo de vinos que son necesariamente muy tánicos^[22]. Sin embargo, la gran extracción de compuestos fenólicos que implica la elaboración de este tipo de vinos puede provocar en ocasiones que éstos sean demasiado astringentes, herbáceos y amargos, lo que afecta seriamente a su calidad^[24]. De hecho, las actuales tendencias del mercado apuntan a la producción de vinos tintos que presenten los cuatro siguientes atributos: **Concentración, Armonía, Persistencia y Tipicidad** (Figura 1).

Figura 1.
Tendencias actuales en los vinos tintos de alta calidad



Sin embargo, este tipo de vinos no es fácil de elaborar ya que requiere la conjunción de muchos factores de entre los cuales, el único verdaderamente indispensable es que las uvas estén completamente maduras, especialmente sus pieles y sus semillas. Hablamos por tanto del concepto de madurez fenólica^[6,20] que es indispensable para comprender los principales efectos del cambio climático sobre la calidad de los vinos tintos. La Figura 2 muestra la evolución de los compuestos fenólicos a lo largo del proceso de la maduración.

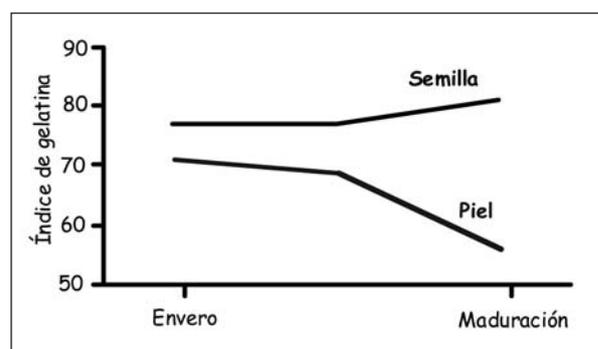
Figura 2.
Evolución de los compuestos fenólicos durante la maduración



Después del envero, los antocianos y los taninos de las pieles aumentan progresivamente hasta alcanzar un máximo, tras el cual se mantienen estables o disminuyen ligeramente. Sin embargo, los taninos de las semillas siguen otra tendencia distinta. Su concentración disminuye a medida que la uva va madurando.

Por otra parte, los taninos de las pieles y de las semillas también evolucionan en lo que respecta a la astringencia que aportarán al vino. La Figura 3 muestra cómo evoluciona la astringencia de los taninos de las pieles y de las semillas durante el proceso de maduración.

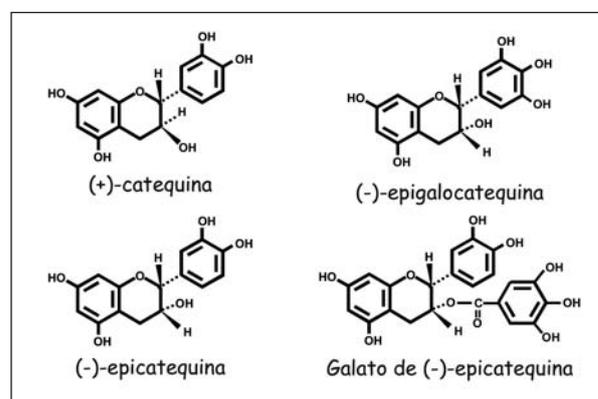
Figura 3.
Evolución de la astringencia de los taninos durante la maduración



En esta gráfica se puede ver que la astringencia de los taninos de las pieles y la de las semillas no siguen el mismo perfil. Así, mientras que la astringencia de los taninos de las pieles disminuye con la madurez, la de los taninos de las semillas permanece constante. Por lo tanto, los vinos tintos elaborados con uvas no muy maduras presentarán una alta proporción de taninos de semillas, que siempre son astringentes, y una baja proporción de taninos de las pieles. Por el contrario, los vinos tintos que se elaboran con uvas muy maduras poseerán un gran proporción de taninos de las pieles, los cuales no serán muy astringentes, y una baja proporción de taninos de las semillas.

La razón por la cual los taninos de las semillas son más astringentes es debida a su diferente composición química. La Figura 4 muestra la estructura química de los diferentes monómeros de los taninos^[17].

Figura 4.
Estructura química de los monómeros de los taninos



Los taninos condensados, también llamados proantocianidinas son polímeros formados por estas cuatro subunidades monoméricas. La astringencia de

los taninos esta relacionada claramente con el tamaño molecular del polímero y con la proporción de galato de epicatequina. Cuando mayor es el grado de polimerización y la proporción de galato de epicatequina, mayor es la astringencia del tanino [17,22].

Por otra parte, la composición de los taninos de las pieles y la de las semillas no es exactamente igual (Figura 5).

Figura 5.
Características de los taninos en función de su origen

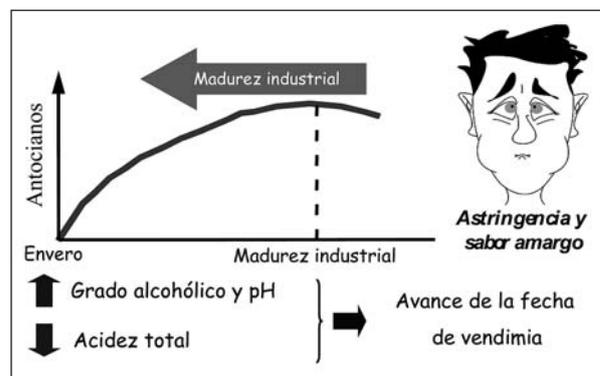
	Grado de polimerización	Presencia de galato de epicatequina	Combinación con antocianos
Taninos de la piel	Alto	Baja	Si
Taninos de la semilla	Bajo	Alta	No

Los taninos de las pieles presentan un mayor grado de polimerización y poseen el monómero epigalocatequina en su composición [17,22]. Por esta razón también los taninos de las semillas están compuestos de procianidinas y de prodelfinifidinas. Por su parte, los taninos de las semillas presentan un menor grado de polimerización y una gran proporción de galato de epicatequina. Probablemente la gran presencia de galato de epicatequina es la principal causa de su mayor astringencia.

Una vez definido el concepto de la madurez fenólica ya podemos analizar cuales serán los principales efectos del cambio climático sobre el futuro de nuestra vitivinicultura. El principal problema resulta bastante evidente. La tendencia general, ya constatable en la actualidad, apunta a que cada año que pase las primaveras sean más secas y los veranos más cálidos. Ante estas circunstancias climáticas, la pulpa de la uva madurará más rápido, alcanzando altas concentraciones de azúcar, bajas concentraciones en ácidos y un pH muy alto en menor tiempo que en la actualidad (Figura 6). El periodo comprendido entre el envero y la madurez industrial disminuirá, lo que dificultará que nuestras uvas alcancen la correcta madurez aromática y fenólica [20,22]. Para resumirlo en pocas palabras, que el desfase entre la madurez de la pulpa y la madurez de las pieles y semillas se acrecentará.

Como ya se ha comentado, el mercado actual de vinos, especialmente el anglosajón, que es el que tra-

Figura 6.
El creciente desfase entre la madurez industrial y la fenólica



dicionalmente marca la pauta, valora sobre todo aquellos vinos que presentan gran concentración y armonía, especialmente en el caso de los vinos tintos. La concentración se puede obtener controlando las producciones vitícolas y aplicando las adecuadas técnicas de vinificación. No obstante, si se desea conseguir simultáneamente vinos complejos y armónicos, es indispensable trabajar con uva que posea un nivel de madurez aromática y fenólica realmente elevado [22]. Por desgracia, en las condiciones climáticas actuales, muchas de las zonas productoras de nuestro país han de buscar una cierta sobremaduración de la uva para poder elaborar vinos como los descritos, lo que comporta el inconveniente de que se alcancen grados alcohólicos excesivamente elevados. Por esta razón, el grado medio de los vinos tintos españoles ha aumentado continuamente durante los últimos años, y también por este motivo, la mayor parte de los vinos tintos de alta expresión elaborados en nuestro país sobrepasan los 14 (e incluso los 15) grados de alcohol.

Evidentemente, si esta es la situación actual, en el futuro más inmediato esta tendencia tenderá a acentuarse progresivamente a medida que el cambio climático prospere. Por esta razón, debemos ser conscientes del problema y tratar de adaptarnos lo mejor posible a la nueva situación.

Resulta evidente que los vinos de alta graduación presentan algunos inconvenientes de mercado y bastantes dificultades y/o problemas asociados a su elaboración. A continuación se detallan los más evidentes.

Problemas de mercado:

- Algunos países gravan fiscalmente los vinos de alta graduación.

- El exceso de alcohol puede afectar la calidad aromática del vino, especialmente si la temperatura de servicio no es la adecuada.
- La presencia de un alto grado alcohólico en etiqueta suele desanimar a ciertos potenciales consumidores. Este último punto cobra mayor importancia por la implantación del carné de conducir por puntos.

Problemas asociados a su elaboración:

- La limitación del grado alcohólico puede obligarnos a vendimiar uva con una insuficiente madurez fenólica y/o aromática [20].
- La completa finalización de la fermentación alcohólica es en ocasiones complicada debido a un excesivo contenido en alcohol [21].
- Si hay dificultades en la finalización de la fermentación alcohólica, los vinos pueden alcanzar una acidez volátil excesiva [21].
- El desarrollo posterior de la fermentación maloláctica, en caso de ser conveniente, es también complicado debido al excesivo grado alcohólico.

Por otra parte, la búsqueda de una gran madurez también conlleva que se obtengan vinos con una acidez muy baja y un pH demasiado elevado. Un pH alto provoca también muchos inconvenientes. A continuación se describen los más graves.

Inconvenientes del pH alto

- Menor efecto antiséptico del dióxido de azufre (SO₂) [23].
- Menor color en tintos [22].
- Mayor oxidabilidad de los antocianos [24].
- Mayor riesgo de desarrollo de microorganismos problemáticos (*Brettanomyces*, *Lactobacillus*,...) [25].

El cambio climático es una realidad hoy por hoy irremediable y como enólogos, debemos estar preparados para afrontar los problemas que comienzan a plantearse y que se acrecentarán en el futuro. Evidentemente, desde las bodegas no podemos remediar un problema que requiere soluciones drásticas y globales que tan sólo la ONU y los gobiernos pueden abordar. Aún así, podemos tratar de abordar profesionalmente la situación y buscar soluciones a los problemas descritos.

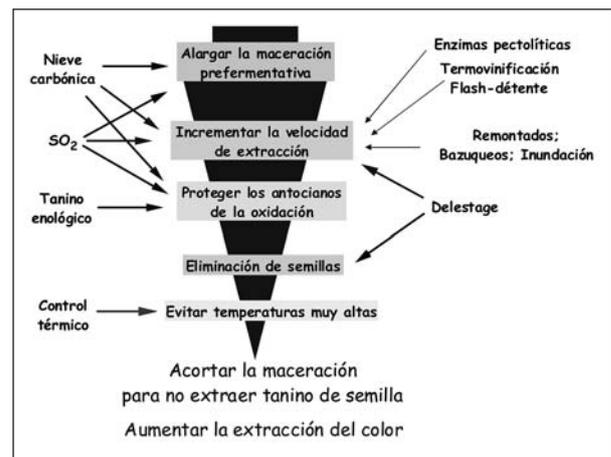
La solución de este conjunto de problemas asociado al creciente desfase entre la madurez industrial y la madurez fenólica y/o aromática no es evidente ni fácil. ¿Qué podemos hacer ante esta problemática? Bajo mi punto de vista, tan sólo hay dos posibilidades:

- a) Vendimiar cuando el Grado alcohólico y/o el pH lo aconsejen. Y en ese caso, adaptar la vinificación a uva verde.
- b) O bien vendimiar cuando las uvas estén verdaderamente maduras y aplicar entonces técnicas destinadas a disminuir grado alcohólico y pH.

En la primera de las situaciones, se deberá aplicar estrategias destinadas a evitar una excesiva extracción del tanino verde de las semillas. En la Figura 7 se sintetizan algunas de las posibles estrategias.

Figura 7.

Posibles estrategias de vinificación a aplicar cuando la uva no está lo suficientemente madura



Básicamente debemos tratar de disminuir el tiempo de maceración para evitar la extracción de un exceso de taninos de las semillas y simultáneamente incrementar la velocidad de extracción del color. Para lograrlo, podemos incrementar la maceración prefermentativa [27], podemos proteger a los antocianos mediante el uso de dióxido de carbono, dióxido de azufre o incluso con la adición de tanino enológico. Y también se puede incrementar la velocidad de solubilización de los antocianos mediante el uso de enzimas pectolíticas, aplicando tratamientos térmicos a la pasta de vendimia (Termovinificación, Flash-détente,...) o incluso mediante tratamientos mecánicos del sombrero más enérgicos (remontados, bazuqueos, inundaciones, delestage,...) [22]. Finalmente, si las semillas estuvie-

sen muy verdes, su eliminación mediante la aplicación del délestage puede ser muy útil [26].

Por el contrario, si se decide esperar la correcta madurez de la uva, se debería aplicar técnicas que palien el exceso de alcohol y el alto pH. A continuación se detallan algunas ideas que creo que deberían ser consideradas.

- Estudio de las variedades que mejor se adapten al edafoclima, para de este modo poder seleccionar aquellas que presenten una mejor madurez fenólica y/o aromática con una menor graduación alcohólica probable.
- Para cada variedad vinífera realización de la selección de los clones más adaptados a un edafoclima progresivamente más cálido y seco.
- Adaptación de las técnicas de conducción del viñedo destinadas a conseguir una mejor maduración fenólica con un menor grado alcohólico probable.
- Selección de levaduras con un menor rendimiento de transformación de azúcar en etanol.
- Adaptación de las técnicas de vinificación para evitar las paradas de fermentación.
- Diseño de técnicas de elaboración y de crianza de los vinos tintos que permitan suavizar la dureza de los taninos en el caso de que la uva vendimiada no esté lo suficientemente madura. En este sentido la aplicación de sistemas de eliminación de semillas [26], la maceración prefermentativa en frío [27] o la microoxigenación parecen tener una gran aplicación [28].
- Diseño y aplicación de técnicas para la disminución de la concentración de azúcares en los mostos y para la desalcoholización parcial del vino. Dentro de este contexto la aplicación de la osmosis inversa a los mostos (Figura 8) o la aplicación de sistemas de evaporación del etanol como la "Columna de conos rotativos" (Figura 9) o la técnica del Stripping pueden ser interesantes.
- Diseño y aplicación de técnicas para la disminución del pH de los vinos. En este sentido la aplicación de técnicas como el intercambio catiónico o la electrodiálisis pueden ser la solución [19]. En la Figura 10 se muestran resultados obtenidos mediante la aplicación de estas técnicas.

Figura 8.

Disminución de la concentración de azúcar del mosto: Osmosis inversa - Datos e imágenes procedentes de Vaslin-Bücher

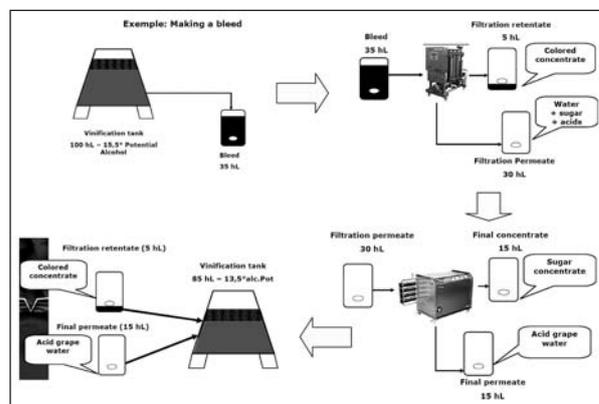


Figura 9.

Desalcoholización parcial del vino: la columna de conos rotativos

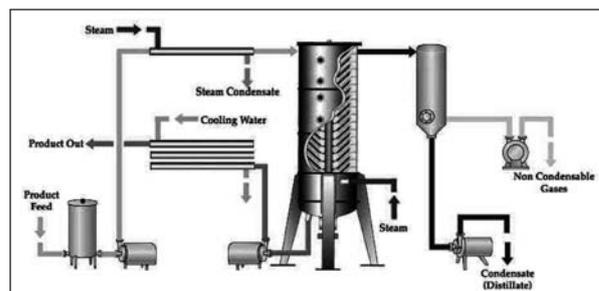


Figura 10.

Influencia del intercambio iónico y la electrodiálisis sobre el pH, la acidez y el color del vino

		pH	ATT	TH2 (g/l)	K (mg/l)	A520 nn	IPT
	Control	4,24	4,48	2,5	2138	4,13	48,8
Intercambio iónico	Amberlite resine	3,48	5,92	2,55	1294	5,87	42,1
	Lewatit resine	3,48	5,98	2,53	1314	5,81	41,5
Electrodiálisis	Ionics membrane	3,49	6,43	2,54	1184	6,16	44,3
	Nafion membrane	3,47	6,35	2,56	1200	6,13	44,0
	Ultrex membrane	3,49	6,01	2,52	1243	5,9	44,0

Adaptado de WALKER et al., 2004

Es necesario señalar que la aplicación de algunas de las técnicas sugeridas no está permitida en la Unión Europea en la actualidad y que se debería reconsiderar su autorización.

En su conjunto, estas son tan sólo algunas ideas que podrían ser adecuadas para tratar de paliar los previsible efectos del cambio climático sobre *Vitis vinifera* durante los próximos años. No obstante, la verdadera solución implica un cambio global en las estrategias de obtención de la energía a escala mundial. Los protocolos de Kyoto son un paso adelan-

te, pero probablemente serán insuficientes para corregir el calentamiento global del planeta. No deseo parecer alarmista ya que deseo fervientemente que los grandes vinos del siglo XXII sigan produciéndose en el mediterráneo y no en los fiordos de Noruega o en Siberia.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Bindy, M., Fibbi, L., Gozzini, B., Orlandini, S., Seghi, L. (1996). Modelling the impact of future climate scenarios on yield and yield variability of grapevine. *Acta Horticulturae*, 427, 325-330.
- 2 Carter, T. R., Parry, M. L., Porter, J. H. (1991) Climatic change and future agroclimatic potential in Europe. *J. Climatol.*, 11, 251-269.
- 3 Church, J.A. (2001) Climate change. How fast are sea levels rising? *Science*, 294, 802-803.
- 4 Crowley, T.J. (2000) Causes of climate change over the past 1000 years. *Science*, 289, 270-277.
- 5 Huybrechts, P., Joughin I. (2005) Ice-sheet and sea-level changes. *Science*, 310, 456-460.
- 6 Glories, Y., Agustin, M. (1993) maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques; application aux millésimes 1991 et 1992. Actes du Colloque "Journé technique du CIVB" 21 janvier 1993, Bordeaux, pp 56-61.
- 7 Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch/index.html>
- 8 Jones, G. V., White, M. A., Cooper, O. R. (2005) Climate change and global wine quality. *Climatic Change*, 73, 319-343.
- 9 Kenny, G. H., Harrison, P. A. (1993) The effects of climatic variability and change on grape suitability in Europe. *J. Wine Res.*, 4, 163-183.
- 10 Mitrovica, J.X., Tamisiea, M.E., Davis, J.L., Milne, G.A. (2001) Recent mass balance of polar ice sheets inferred from patterns of global sea-level change. *Nature*, 409, 1026-1029.
- 11 Murdiyarsa, D. (2000) Adaptation to climatic variability and change: Asian perspectives on agriculture and food security. *Environ. Monit. Ass.*, 61, 123-131.
- 12 Pincus, R. (2003) Wine, place, and identity in a changing climate. *Gastronomica*, 3, 87-93.
- 13 Schultz, H. R. (2000) Climate change and viticulture; a European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 6, 2-12.
- 14 Schultz, H. R. (2002) Com pot afectar el clima a la viticultura en Europa?. *ACE Revista d'Enologia*, 22, 10-14.
- 15 Smart, R. E. (1989) Climate change and the New Zealand wine industry - prospects for the third millenium. *Aust. New Zealand Wine Ind. J.*, 4, 8-11.
- 16 Tate, A. B. (2001) Global warming's impact on wine, *J. Wine Res.*, 12, 95-109.
- 17 Vidal, S., Francis, L., Guyot, S., Marnet, N., Kwiatkowski, M., Gawel, R., Cheynier, V., Waters, E. J. (2003) The mouth-feel properties of grape and apple proanthocyanidins in a wine-like medium. *J. Sci. Food Agric.*, 83, 6, 564-573.
- 18 Wagenitz, J. (2005) Warming of the climate - poor prospects for ice wines. *Deutsche Weinmagazin*, 2, 16-18.
- 19 Walker, T., Morris, J., Threlfall, R., main, G. (2004) Quality, sensory and cost comparison for pH reduction of Syrah wine using ion exchange or tartaric acid. *J. Food Qual.*, 27, 483-496.
- 20 Zamora, F. (2002) La madurez fenólica; Un tema abierto. *Enólogos*, 18, 24-28.
- 21 Zamora, F. (2004) Las paradas de fermentación. *Enólogos*, 29, 28-32.
- 22 Zamora, F. (2003) Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos. AMV Ediciones/Mundi-Prensa, Madrid.
- 23 Zamora, F. (2005) Influencia del pH sobre la acción antimicrobiana del anhídrido sulfuroso. *Enólogos*, 38, 27-30.
- 24 Zamora, F. (1999) Los compuestos fenólicos del vino tinto y su capacidad para la crianza. *Ibérica (Actualidad Tecnológica)*, 415, 2-8.
- 25 Zamora F. (2002) El etil-4-fenol; Una problemática asociada al desarrollo de *Brettanomyces*. *Enólogos*, 20, 26-30.
- 26 Zamora, F. (2005) El "delestaje", una técnica muy útil para la elaboración de vinos tintos. *Enólogos*, 37, 28-31.
- 27 Llaudy, M.C., Canals, R., Cabanillas, P., Canals, J.M., Zamora, F. (2005) La maceració prefermentativa en fred; Efectes de l'extracció del color i dels compostos fenòlics, i influencia del nivell de maduració del raïm. *ACE (Revista d'Enologia)*, 72, 11-14.
- 28 Zamora, F.; Cabanillas, P.; Canals, JM.; Rozès, N.; Arola, Ll. (2001) Influencia de la microoxigenación en el color y las características organolépticas de los vinos tintos. *Tecnología del Vino*, 2, 51-55.

MODOS DE PREVENIR Y CORREGIR LA TURBIDEZ DE MOSTOS Y VINOS

M.^a Luisa González San José

Doctora en Ciencias Químicas. Profesora Titular de la Universidad de Burgos, Área de Tecnología de los Alimentos

CONSIDERACIONES GENERALES

Se cree interesante comenzar por una breve reflexión sobre los conceptos y las definiciones de turbidez y turbio. El diccionario de la Real Academia Española de la Lengua (2001) define estos términos del siguiente modo, "*turbidez: la calidad de turbio, y turbio: mezclado ó alterado por una cosa que oscurece o quita la claridad natural o transparencia*". Teniendo en cuenta esta definición la reflexión debe dirigirse hacia si turbidez y no transparencia son sinónimos. En general se entiende así, y de hecho al inspeccionar visualmente un líquido se tiende a definirlo como turbio cuando no es transparente. Sin embargo desde el punto de vista físico, aunque estas dos propiedades están claramente vinculadas entre sí, difieren en significado expresando cosas distintas. La transparencia es la cantidad de energía que atraviesa el líquido, mientras que la turbidez es la cantidad de luz (energía) que se difunde en el seno del líquido. Claro está, que si hay dispersión o difusión de la luz en el seno del líquido, se reduce la cantidad de luz que puede atravesarlo, y por tanto la transparencia es menor. Sin embargo no toda pérdida ó reducción de transparencia (de energía que puede atravesar el líquido) se debe a la presencia de turbidez. Un líquido coloreado aunque no sea turbio es menos transparente que uno incoloro. Esto es debido a que los pigmentos que lo colorean absorben energía, haciendo que la cantidad de energía que atraviesa al líquido sea menor que si los pigmentos no estuvieran (líquido incoloro). De este modo dos vinos, uno blanco y otro tinto, aunque ambos posean valores de turbidez iguales, difícilmente presentarán valores iguales de transparencia (figura 1).

Es también interesante tener en cuenta la segunda acepción que el diccionario da de la palabra "turbio" y que es "*hez de un líquido, principalmente del aceite o del vino*". Así pues parece indiscutible que la turbidez se asocia al mundo del vino desde antiguo, probablemente derivando del vocablo usado para definir las cualidades de los vinos, en este caso

de un defecto. Por tanto, y dada la incidencia de este parámetro en la calidad de los vinos, así como de otros productos, se hizo necesario disponer de métodos de medida de la misma.

Durante mucho tiempo los sistemas empleados para medir y evaluar la turbidez de los líquidos han sido empíricos, con base en la evaluación sensorial. A pesar de ello, alguno ha sido y es aún método oficial, como el uso del Turbidímetro Kerstz (figura 2a) en la evaluación de líquidos de gobierno y salmueras de conservas, y el círculo de Secchi (figura 2b) empleado para evaluar la turbidez de masas de agua (rios, lagos, estanques, etc.). Estos métodos son eficaces para líquidos turbios, pero no son utilizables en el caso de líquidos limpios ó de baja turbidez, como es el caso de los vinos o de los mostos una vez clarificados.



Figura 1. Efecto del color en la transparencia

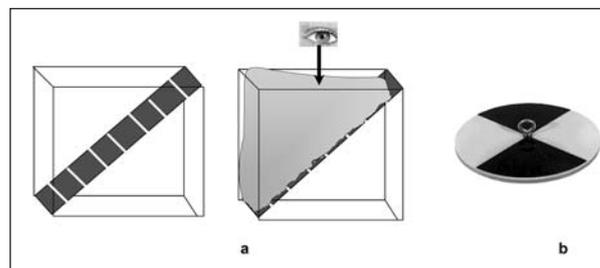


Figura 2. a) Representación de un turbidímetro de Kerstz (izquierda). Una vez lleno el turbidímetro con el líquido a evaluar se cuenta el número de rayas claramente visibles, observando desde la parte superior. b) Círculo de Secchi, se emplea atado a una cuerda, por su peso se sumerge en el líquido anotándose a la profundidad a la que deja de ser visible.

Las medidas instrumentales de la turbidez, con equipos ópticos son relativamente recientes. La turbidez espectrofotométricamente se evalúa por la absorción a 700nm, donde "ya no hay interferencia del color". Existen equipos específicos, son los denominados **turbidímetros nefelométricos** que son nefelómetros que miden la luz dispersada ó reflejada por las partículas en unas determinadas condiciones de incidencia de luz y de la celda óptica. La unidad de turbidez nefelométrica (NTU) es la unidad de medida y graduación habitual de los nefelómetros. Un NTU equivale a la "turbidez de una disolución de 10 mg de sílice/ L agua. Existen algunos equipos graduados en unidades EBC, y cada EBC equivale a 4 NTU. Estos equipos suelen usarse con líquidos bastante turbios.

Los turbidímetros nefelométricos son los más usados por su gran sensibilidad, mayor que la del ojo humano, la rapidez y facilidad de medida, la necesidad de poca muestra, la economía de los equipos y la existencia de versiones ligeras y transportables, para uso "in situ" (campo, planta de elaboración, etc.).

Respecto a las causas de la turbidez, es importante tener en cuenta que si está aparece cuando se produce difusión de la luz en el seno del líquido, todo cuerpo ó partícula, y todo compuesto/sustancia o grupo de sustancias/compuestos capaces de interactuar con la luz produciendo su dispersión producirán turbidez. Además no debe olvidarse que la intensidad de la turbidez depende del tamaño de las partículas, y de la distribución de tamaño de las mismas, así como del tamaño de las entidades de naturaleza coloidal presentes en el medio, y de la diferencia entre el índice de refracción de las partículas y los coloides y el del medio.

CONSIDERACIONES INICIALES SOBRE LA TURBIDEZ DE LOS PRODUCTOS DERIVADOS DE LA UVA

La turbidez de los productos derivados de la uva, mostos, vinos, vinagres, etc., va a depender esencialmente de las "partículas" y de los coloides presentes "per se" en la uva y de aquellos que aparezcan durante su procesado y transformación. Por tanto dependerán de factores directamente vinculados a las uvas como la variedad, el grado de madurez, el estado sanitario, las prácticas culturales, etc.,

y de factores tecnológicos y enológicos. Este grupo comprende prácticamente todos los procesos de elaboración y todos los factores que afectan a cada uno de los procesos o fases de elaboración.

La uva es un fruto rico en numerosos compuestos de naturaleza coloidal: pectinas, polímeros fenólicos, proteínas, mucilagos, etc., que producen turbidez directamente. Además, la uva es rica en compuestos inicialmente solubles como ácidos orgánicos y sus sales, entre otros, que son susceptibles de dar turbidez en el tiempo.

Por otra parte, debe considerarse que la manipulación de la uva durante su transformación en mostos y vinos implica rupturas de las estructuras vegetales lo que produce la liberación al medio de partículas de diversos tamaños y características, así como de los jugos celulares cargados de sustancias solubles y coloides.

Por todo lo expuesto anteriormente se puede afirmar que la turbidez inicial de los mostos se debe tanto a los cuerpos en suspensión, como a las sustancias coloides e incluso a las sustancias solubles.

Los cuerpos en suspensión abarcan un amplio conjunto de productos de diferentes tamaños, pero se caracterizan por ser visibles al ojo humano o al microscopio convencional. Las partículas más groseras en tamaño, constituidas esencialmente por restos de tejidos vegetales, sobre todo fragmentos de pulpa y hollejo, se caracterizan por ser fácilmente eliminables por sedimentación natural, o por floculación y por filtración grosera. Las partículas de tamaño promedio comprendidos entre 2,5 y 10 mm son sobre todo de origen microbiano como levaduras y agregados bacterianos, pero también pueden comprender flóculos de distinta naturaleza y, de haberse formado, las sales tartáricas. Las partículas entre 0,5 y 2,5 mm además de partículas amorfas más o menos voluminosas, comprenden bacterias sueltas, y por último el grupo de partículas en suspensión de tamaño menor, entre 0.2 y 0.5 mm, suelen ser partículas amorfas no definidas, inicios de agregados coloidales y fragmentos de microorganismos y de estructuras celulares vegetales.

Los factores tecnológicos que más influyen en la presencia de este tipo de cuerpos en los mostos son el despalillado, estrujado, transporte de la masa de vendimia y prensado. Es por ello que se recomienda que estas operaciones sean cuidadosas con las uvas de

tal manera que no se produzca ni laminado de las pieles, ni trituración de las pepitas, ni dilaceración de los raspones.

Los coloides se caracterizan por no ser observables por el ojo humano, ni siquiera usando microscopios simples, y por su capacidad para pasar a través de los filtros convencionales. Tienen tamaños medios inferiores a 0,2 mm, y una gran tendencia a reaccionar entre ellos formando flóculos que inicialmente quedan en suspensión, pero que terminan precipitando al hacerse demasiado pesados. El aumento de volumen asociado a la floculación facilita la eliminación de los coloides ya sea por sedimentación, filtración o flotación.

Los coloides más frecuentes en los mostos abarcan sustancias de naturaleza diversas, y pueden dividirse en grupos bien diferenciados destacando los coloides de naturaleza glucídica, proteica y fenólica.

Los coloides de naturaleza glucídica son un grupo complejo y heterogéneo que abarca diversos polisacáridos, como las pectinas, que son los principales, y otros minoritarios como gomas, mucílagos, hemicelulosa y celulosa.

Los niveles de estos coloides en los mostos dependen tanto de factores intrínsecos a la uva como de factores tecnológicos. En el caso de los mucílagos y gomas es esencial el estado sanitario de la vendimia, aumentando notablemente su presencia en uvas atacadas por mohos y hongos. Los contenidos de pectinas dependen tanto de la variedad de uva como del grado de madurez, que influye notoriamente en los niveles y tipos. Durante la maduración descienden los niveles globales y en particular las cantidades de protopectinas. Por otra parte, como se comentará más ampliamente con posteridad, diversas prácticas enológicas pueden incidir en su presencia, aumentando (maceración), como disminuyendo (pectinasas) sus niveles.

Los coloides proteicos abarcan proteínas y péptidos de elevado peso molecular. El contenido varía esencialmente por factores intrínsecos a la uva, predominando el efecto varietal y el del grado de maduración. Son mayoritarias las glico-proteínas.

Los coloides de naturaleza polifenólica son esencialmente taninos y otros polímeros de condensación con ellos. En mostos sus niveles son bajos, pero operaciones como estrujados excesivos, transportes

poco cuidadosos o prensados intensos pueden aumentar significativamente su presencia en los mostos.

Los coloides "per se" producen dispersión de la luz, pero además tienen la capacidad de estabilizar e incluso aumentar la turbidez en el tiempo. Ciertos coloides tienen cargas en su superficie. Si coexisten coloides de carga contraria, como proteínas y taninos, con el tiempo ambos coloides interactúan entre sí produciendo compuestos de mayor tamaño, flóculos, que enturbian más el producto. Si los flóculos aumentan mucho de tamaño terminan precipitando, por excesivo peso, y entonces se produce una clarificación espontánea del medio. Cuando las cargas no están "bloqueadas", y están presentes coloides de igual carga, se favorece la estabilidad de la suspensión coloidal ya que cargas iguales se repelen, y se dificulta la reducción de la turbidez. Esta es la base del efecto de algunos de los denominados coloides protectores, que son un conjunto de coloides estables que además impiden la floculación de los otros coloides e incluso de partículas. Actúan como "flotadores", rodean a las partículas y a los compuestos y los mantienen en suspensión, evitando que se unan con otros compuestos y su precipitación. Entre ellos se encuentran las pectinas, polímeros de dextrosa y ciertas gomas y mucílagos, abundantes en mostos obtenidos desde uvas con un estado sanitario deficitario.

Los coloides protectores tienen efectos positivos y negativos desde el punto de vista enológico. Son buenos para estabilizar coloides positivos, pequeños, no visibles, poco reactivos y que producen poca turbidez, como ciertos pigmentos, pero son muy negativos para la turbidez persistente, ya que pueden hacer imposible la clarificación de mostos y vinos, además de dificultar enormemente la filtración.

Las sustancias en disolución abarcan todos los compuestos solubles presentes en los líquidos celulares y los extraídos por disolución desde las partes sólidas. Predominan los azúcares, ácidos y sus sales, los compuestos fenólicos de distinta naturaleza, siendo los mayoritarios los fenoles de bajo peso molecular y, en el caso de los mostos tintos, los antocianos que pasan desde los hollejos al mosto al romperse las bayas. Otras sustancias solubles que aparecen en menor cantidad son aminoácidos y vitaminas, entre otros. Este grupo de sustancias no pro-

ducen turbidez "per se" pero modifican el índice de refracción del medio y la capacidad de absorción de luz, repercutiendo en la apreciación de la claridad ó transparencia. Además muchos de ellos son fuente potencial de turbidez. Por ejemplo, las sales tartáricas cuando comienzan a agregarse y hasta que alcanzan el tamaño de cristal oportuno para precipitar, contribuyen a aumentar la turbidez del medio.

En apartados posteriores se verá un poco más detalladamente el efecto de diversas prácticas enológicas sobre la cantidad de coloides y sustancias solubles presentes en los mostos.

La turbidez de los vinos se debe a los mismos factores que la de los mostos, y por tanto en este caso debe prestarse especial atención al efecto de las fases de vinificación y de las prácticas enológicas sobre las fuentes de la turbidez. Así, dependiendo del tipo de vino y de la fase de vinificación estarán presentes todos ó algunos de los grupos citados previamente. A continuación se hacen algunos comentarios generales al respecto.

En primer lugar cabe señalar que en general en los vinos no existen cuerpos en suspensión salvo recién terminada la fermentación alcohólica. Los restos de tejidos vegetales solo pueden aparecer como mucho en los vinos tintos recién fermentados, ya que por su alta tendencia a precipitar, desaparecen rápidamente del medio, su retirada se lleva a cabo durante los trasiegos, y no suelen detectarse tras la fermentación maloláctica. Las partículas menores, siguen estando presentes tanto en los vinos recién fermentados como al final de la fermentación maloláctica, pero terminan desapareciendo por sedimentación natural con el tiempo y más rápidamente si se les ayuda con frío, dióxido de azufre, con algún clarificante, o con procesos dinámicos.

Respecto a los coloides, en los vinos "terminados" permanecen todos aquellos que al no haber interaccionado con otros compuestos no han floculado y por tanto permanecen en suspensión. Es importante recordar que la aparición del etanol produce la pérdida de solubilidad en el medio de algunos de ellos, como es el caso de algunas pectinas y algunas sales. Sin embargo, los procesos con maceración, ya sea previa o durante la fermentación, producen un aumento de coloides, sobre todo de naturaleza fenólica (taninos y materia colorante), pero también

de coloides proteicos, además de sustancias solubles susceptibles de dar posteriormente turbidez. Algunos ejemplos son la extracción de potasio desde los hollejos con la inevitable salificación de los ácidos orgánicos, sobre todo del tartárico, o la mayor disolución de aminoácidos y péptidos, así como de ceras y otros componentes minoritarios.

No debe olvidarse que si ha habido problemas microbiológicos, y si se han procesado uvas de estado sanitario deficitario pueden aparecer nuevos mucílagos bastante negativos. Además, durante y especialmente al final de las fermentaciones se produce una liberación de los coloides de origen microbiano, esencialmente manoproteínas y algunos péptidos, liberados al medio por la lisis celular. Aunque menos significativa, también debe considerarse la liberación de algunos ácidos grasos.

CÓMO PREVENIR Y CONTROLAR LA TURBIDEZ DE MOSTOS Y VINOS

Son tres las estrategias generales a emplear:

- Reducir las fuentes de turbidez evitando su extracción.
- Eliminar las fuentes presentes, es decir las partículas, coloides y sustancias solubles susceptibles de formar turbidez en el tiempo
- Estabilizar el medio evitando la formación de turbios.

Cada una de estas estrategias puede desarrollarse de modos muy diversos. A continuación se expone de forma muy resumida algunas de las prácticas enológicas mas comunes.

■ Reducir las fuentes de turbidez evitando su extracción

Tal y como se ha enunciado previamente la mejor forma de reducir la presencia de fuentes de turbidez en mostos y vinos es tratar cuidadosamente las uvas y las masas de vendimia. Así desde el punto de vista de la turbidez la vendimia manual es mejor que la mecánica, es preferible vendimiar en las horas menos cálidas del día, enfriar la vendimia lo antes posible, realizar un transporte a bodega y una recepción lo más rápidas posible. Siempre que sea posible y adecuado a los volúmenes de procesado, usar sistemas de descarga de poca capacidad. Es mejor

usar sistemas impulsados por cintas que por tornillos sinfín, estos producen más lías. Si se opta por los tornillos sinfín es preferible que sean de diámetros amplios (min 40-60cm), paso largo (min 40cm), y trabajar a velocidades bajas.

Las operaciones de estrujado y despalillado son las que más pueden dañar los tejidos vegetales, y algunas precauciones o consideraciones a tener en cuenta son las siguientes. Las estrujadoras de rodillos rompen menos la uva, las mejores son de rodillos de goma, produciendo una cantidad mínima de lías. El uso de despalilladoras enérgicas produce mostos y masas de vendimia que darán lugar a muchas lías.

El transporte de la masa de vendimia también puede producir graves daños en los tejidos por lo que se debe seleccionar bien los equipos empleados. Las bombas de pistón alternativo pueden acentuar excesivamente la ruptura aumentando las partículas en suspensión, sin embargo las bombas peristálticas y rotativas son más cuidadosas.

Las fases de separación de la parte líquida de las sólidas también es importante de cara a la presencia de fuentes de turbidez. El escurrido estático conduce a mostos y vinos bastante limpios, pero debe controlarse bien para evitar fenómenos oxidativos sobre todo si es prolongado. Los escurridores dinámicos, así como los desvinadores, producen mostos y vinos algo menos limpios, pero su diseño y tamaño influye bastante en las características del producto final pudiendo no afectar notablemente la presencia de lías respecto a los estáticos. Está descrito que los desvinadores de diámetro amplio (>80cm) y con velocidades de trabajo bajas (2-5 rpm) no producen mostos ni vinos con grandes cantidades de lías.

La fase de prensado también es importante, cada prensa tiene sus ventajas e inconvenientes. Desde el punto de vista de formación de turbios las prensas de tornillo sin fin son claramente las peores, las que dan origen a mostos y vinos más sucios, porque son las que más extraen y más castigan las partes sólidas. Muchos autores indican que las prensas verticales parecen ser las que dan menos turbios, pero su principal inconveniente es que necesitan de largos tiempos de prensado. En el caso de los vinos las prensas de pulmón dan buenos resultados, así como para mostos lo hacen las prensas de bandas, dando mostos de gran calidad y gran rendimiento, aunque

algunos autores indican un exceso de fangos tras la vinificación.

Un factor importante para prevenir la turbidez es reducir la presencia de oxígeno. Aunque el oxígeno no sea una fuente de turbidez "per se", si que es esencial en el desarrollo de las reacciones oxidativas, la mayoría de las cuales conducen a la aparición de compuestos que más tarde o más temprano enturbiarán el vino y que aumentan la turbidez inicial de los mostos. Para reducir la presencia de oxígeno es importante evitar el contacto de los mostos y masas de vendimia con el aire, es conveniente trabajar a temperaturas lo más bajas posibles, el anhídrido sulfuroso es un buen aliado, y se puede recurrir al uso de atmósferas inertes.

■ Eliminación de las partículas, coloides y sustancias susceptibles de dar turbidez

Los métodos más empleados para la eliminación de las partículas en suspensión se basan en provocar la sedimentación de las mismas y, en su caso, de los coloides floculados.

La sedimentación se produce de forma natural siempre y cuando haya diferencia de densidades, por eso es más fácil a mayor tamaño de partícula y a menor densidad del medio. La sedimentación que se produce de forma natural se conoce con el nombre de sedimentación espontánea. Desde el punto de vista enológico no es muy recomendable porque es lenta y muy dependiente de las condiciones del medio. Los tanques deben ser de paredes lo más lisas posibles, son más apropiados tanques de tamaño reducido y con mayor superficie que altura, es necesario un reposo total y temperaturas reducidas y constantes. Cualquier fluctuación térmica y sobre todo vibraciones pueden destruir el proceso de sedimentación de semanas y meses. Por otra parte, la presencia de coloides protectores inhibe fuertemente la sedimentación espontánea, y lo mismo ocurre si el tamaño de las partículas es reducido. Por todo ello, se tiende a forzar la sedimentación de partículas y de los flóculos por diversos métodos. Unos son físicos, como la sedimentación centrifuga, que es la más rápida y eficaz. Otros químicos, que implican en general la eliminación de los coloides protectores. Pero también se pueden emplear coadyuvantes de sedimentación ó clarificantes, mucho más eficaces cuando se han eliminado previamente los coloides protectores presentes en el medio.

Los principales coloides protectores son de naturaleza glucídica, siendo los principales las pectinas, pero también los hay de naturaleza proteica. Los primeros predominan en mostos y los segundos en vinos, siendo importantes sobre todo en el caso de vinos blancos.

La eliminación de pectinas es objetivo sobre todo en el procesado de mostos y masas de vendimia. Las pectinas se eliminan con enzimas específicos, generalmente conocidos como enzimas clarificantes. Los productos comerciales son de procedencia exógena, abundando los producidos por *Aspergillus*. El uso de enzimas exógenos se hace necesario porque las enzimas pectinolíticas de las uvas y de las levaduras y bacterias no son suficientes para poder actuar adecuadamente en las condiciones de vinificación, que son poco favorables para ellas. Son numerosos los productos comerciales existentes y muy variadas las especificidades que presentan. En general, lo que debe exigirse a un preparado comercial clarificante es que debe presentar un equilibrio adecuado entre las actividades pectinolítica y poligalacturonasa, con una reducida presencia de actividad metilesterasa, de tal modo que las pectinas se degraden hasta unidades de reducido tamaño, pero sin producir liberación de restos metoxilo que puedan dar origen a la formación de metanol. El uso de estos productos permite reducir notablemente la turbidez y la filtrabilidad de mostos y vinos (figuras 3 y 4). Los distintos productos no son igual de eficaces, ni tampoco lo son las dosis óptimas de uso, por eso cada enólogo debe hacer las pruebas pertinentes, ya que los resultados también varían de un año a otro, de unas uvas y mostos a otros, y dependiendo del momento del procesado en que se empleen.

Algunos preparados comerciales, generalmente los conocidos como enzimas licuefactantes o de licuefacción, combinan actividades pectinolíticas con actividades celulásicas y hemicelulásicas. Celulosa y hemicelulosa contribuyen, junto con las pectinas, a la viscosidad de los mostos, y también pueden originar problemas de turbidez, pero sobre todo originan problemas al colmatar los filtros, por ello puede interesar eliminarlas conjuntamente con las pectinas. El uso de productos que conjugan las tres actividades enzimáticas produce aumentos notables de los rendimientos extractivos. Esto se debe a que al favorecer la ruptura de las estructuras vegetales se hace más fácil tanto el escurrido como el prensado, obteniéndose mayores cantidades de mostos tanto yema como prensa.

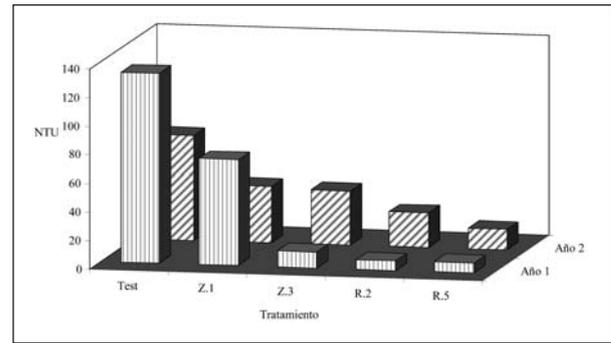


Figura 3. Efecto del uso de enzimas clarificantes (Z y R) sobre la turbidez de vinos tintos al final de la fermentación maloláctica. Test (vino testigo, no tratado con enzimas). Dosis diferentes.

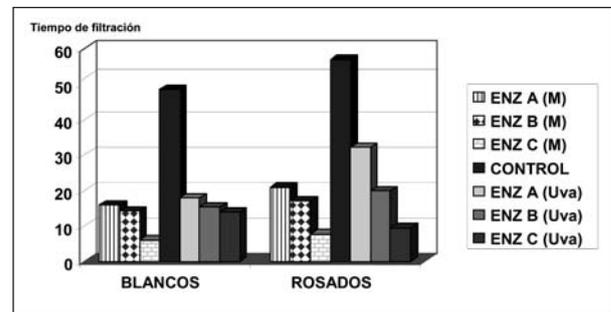


Figura 4. Efecto del tratamiento con enzimas pectinolíticas sobre la filtrabilidad de mostos. Se compara el efecto de varios enzimas y de la aplicación antes (uva) o después (M) de prensar las uvas.

Otros coloides protectores del grupo glucídico con los mucilagos. Estos solo están en cantidades significativas en uvas poco sanas. En los mostos no suele suponer graves problemas, ya que estas uvas también presentan elevadas actividades pectinolíticas debidas a la presencia de los mohos y hongos alterantes. Sin embargo, dado que su efecto protector se acentúa en presencia de alcohol, pueden ser muy problemáticos respecto a la turbidez de los vinos. Enológica, los glucanos de *Botrytis cinerea* son los peores. Su estructura les hace muy estables y difíciles de eliminar llegando tal cual a los vinos. Además son bastante resistentes a la acción de varios de los preparados enzimáticos que en principio fueron especialmente diseñados para su eliminación de los vinos. Estos preparados son productos con actividad glucanasa. Son estables y activos a pHs ácidos. Se ha detectado un efecto colateral positivo cuando se aplican en crianza sobre lías, y es que aceleran la lisis de las levaduras, que de forma espontánea es un proceso muy lento (de 9 a 24 meses), favoreciendo la liberación de manoproteínas.

Una vez que los coloides protectores han sido eliminados adecuadamente, la sedimentación espontánea puede ocurrir de forma mucho más rápida, de tal modo que se hace posible el empleo del desfangado estático, sin graves problemas para la calidad de los mostos y vinos.

Por supuesto, con la eliminación de los coloides protectores la sedimentación forzada con ayuda de clarificantes se hace también mucho más efectiva y usualmente es necesario usar cantidades menores de los clarificantes.

El empleo de coadyuvantes de sedimentación o clarificantes es una práctica habitual en el sector enológico. Los agentes clarificantes aceleran el proceso de sedimentación actuando de varios modos. En general son sustancias voluminosas con alta tendencia a precipitar, y al hacerlo arrastran consigo los turbios presentes en el medio. Además, pueden interaccionan con los coloides, química o físicamente, uniéndose a ellos y precipitándolos, e incluso pueden hacer de puente entre componentes ayudando a la formación de flóculos de mayor tamaño que precipitan espontáneamente.

Los clarificantes son muchos y la elección del clarificante idóneo y de la dosis depende del producto, de la fase de elaboración en que se vaya aplicar y del coste del mismo, entre otros factores. Sobre mostos suelen usarse soles o geles de sílice, combinados o no con gelatinas, además se usan caseinatos, sobre todo potásicos, y resinas como PVPP. El uso de está última así como de otros productos que puedan absorber fenoles queda condicionado al efecto perseguido (Figura 5). En general la retención de fenoles es positiva y se busca en mostos blancos pero es negativa en mostos tintos.

No se debe olvidar el efecto colmatante del anhídrido sulfuroso, lo que le convierte en un buen aliado en los procesos de clarificación.

La sedimentación o clarificación "forzada" se suele llevar a cabo en sistemas dinámicos. La experiencia demuestra que este tipo de clarificación puede producir cierta reducción de la calidad de los mostos, y por eso suele ser habitual optar por un proceso mixto, en el que primero se hace un desfangado estático, favorecido por bajas temperaturas, la adición de sulfuroso o por algún tratamiento enzimático, y posteriormente un tratamiento dinámico que será mucho menos enérgico. Además si los mostos

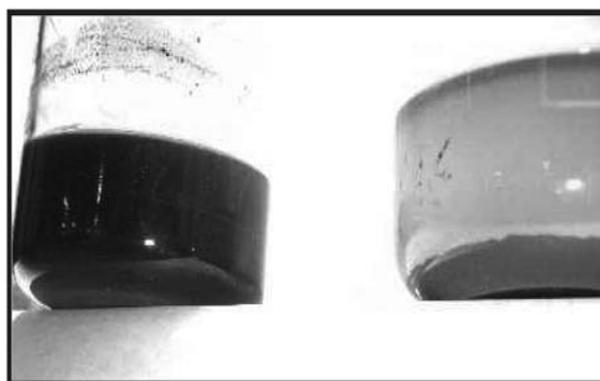
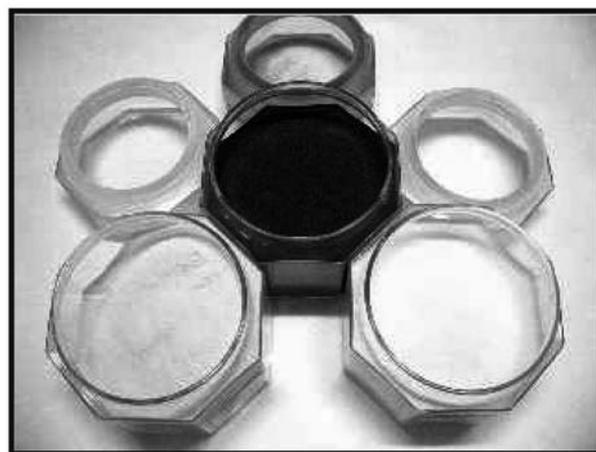


Figura 5. Diferentes clarificantes (a) y muestra de los diferentes efectos de dos clarificantes distintos (b). Se observan claras diferencias en la cantidad/volumen de fangos formados y en la absorción de materia colorante.

son muy turbios se recomienda un desburbado (*eliminación de partículas groseras*) previo a todo tratamiento.

Entre los sistemas dinámicos empleados están las centrifugas y diferentes tipos de filtros.

Los filtros rotativos a vacío se emplean bastante en el desfangado continuo de mostos blancos. Los clarificantes más usados con estos filtros son perlitas y otras tierras de alta permeabilidad. Otra alternativa son los filtros de marco y los filtros prensa, tradicionalmente usados para líquidos muy cargados, pero que también se usan combinados con perlitas y tierras cuando el producto no está muy sucio.

Otro de los métodos aplicados para la eliminación de partículas groseras ha sido la flotación. Esta se basa en el arrastre de las partículas hacia la superficie del líquido, lo que se consigue usando gases con gran capacidad de adherencia a los sólidos ó partículas en suspensión. La flotación puede con-

siderarse una sedimentación inversa ó hacia la superficie en lugar de hacia el fondo. Gelatinas, geles de sílice y bentonita favorecen el proceso. El proceso puede realizarse evitando oxidación, en este caso se suele usar como gas de arrastre nitrógeno o argón, ó con hiperoxidación usando oxígeno ó aire. La hiperoxidación favorece la eliminación de coloides. La oxidación de los coloides, sobre todo de los fenólicos, favorece su condensación y polimerización, lo que conlleva la formación de flóculos voluminosos que son arrastrados por el gas hasta la superficie del mosto. A pesar de esta relativa ventaja, el uso de la hiperoxidación de los mostos ha sido ampliamente discutido, ya que tiene claras repercusiones sobre las características del producto final. Los diversos autores han mostrado resultados no siempre concordantes, pero si parece existir el consenso de que no es una técnica adecuada cuando se quieren conservar los fenoles, y que debe controlarse muy bien para evitar daños oxidativos a los precursores aromáticos.

Los procesos de eliminación de turbios de vinos suelen ser más suaves, porque estos productos tienen una turbidez y una cantidad de productos susceptibles de formarlos más reducida que los mostos. En los vinos como mucho aparecen partículas finas, y la filtración con diferentes tipos de materiales filtrantes y tipos de filtros, permite desde una limpieza suficiente (filtro de placas), hasta la esterilización (filtración amicrobica), pasando por procesos de abrillantando intensos (filtración tangencial).

Una de las preocupaciones más importantes en los vinos terminados es eliminar las sustancias susceptibles de formar turbidez en el tiempo, sobre todo si son productos de vida larga.

Varios de los componentes de los vinos inicialmente solubles pueden terminar siendo problemáticos, como por ejemplo las proteínas y los taninos. Los taninos presentes en los vinos tienen una estructura capaz de interactuar con las proteínas, y por tanto en el tiempo, terminarán uniéndose a ella y produciendo turbidez. Aunque los taninos tienden a polimerizar con el tiempo, si polimerizan linealmente mantienen la capacidad de reaccionar con las proteínas y el problema persiste.

Evitar este problema tiene una doble solución, reducir el contenido de taninos y eliminar/reducir las proteínas que de por si son componentes minoritarios de

los vinos. Actuar en un sentido u otro es decisión del enólogo pero también depende del tipo de vino que se esté elaborando y de las características del mismo.

Clarificantes de naturaleza proteica son útiles para eliminar compuestos fenólicos. Inciden sobre los taninos y menos sobre los antocianos. La adición de colas u otras proteínas debe controlarse mucho para evitar un sobre-encolado, que provocaría un acumulo de proteínas en el vino, produciendo a la larga el efecto contrario al deseado, además de modificar notablemente las características del vino.

En los últimos años se está trabajando en la selección de proteínas de origen vegetal, lo que eliminaría los riesgos asociados a determinados productos de origen animal, y que de hecho están actualmente prohibidos.

Los clarificantes sintéticos como resinas tipo PVPP y las poliamidas, también se usan para reducir el contenido fenólico, pero algunas de ellas pueden retirar cantidades significativas de pigmentos por lo que no se recomiendan para tratar vinos tintos, ni rosados.

Las proteínas se tienden a eliminar con clarificantes de naturaleza mineral como las bentonitas, el caolín y el gel de sílice. Las bentonitas también contribuyen al control de las quiebras cúprica y férrica, pero tienen efecto negativo sobre el color.

Las quiebras proteicas son propias de los vinos blancos, y poco usuales en vinos tintos, ya que en la vinificación en tinto se produce una precipitación masiva de las proteínas durante la maceración - fermentación.

Se ha ensayado la eliminación de las proteínas por tratamientos enzimáticos, sin embargo los resultados no han sido muy fructíferos. De hecho las proteínas más problemáticas presentes en los vinos blancos, han resultado bastante resistentes a la acción de las proteasas permaneciendo en los vinos tratados en cantidades notables. Por ello, de no poder ser eliminadas con los tratamientos con bentonita es preferible estabilizarlas.

Una causa importante de turbidez durante el almacenamiento de los vinos es la formación de sales tartáricas entre otras. La eliminación de calcio es un mecanismo para evitar la formación de sales cálcicas. Suele hacerse por adición del ácido racémico DL tartárico, que forma una sal cálcica muy poco soluble, que precipita retirando el calcio del medio. Tras

la precipitación, las sales formadas se eliminan por filtración.

Lo más frecuente para evitar la formación de tartratos en el tiempo es provocar su precipitación de forma controlada. Se consigue enfriando el vino a temperaturas inferiores a 0 °C, lo que provoca la reducción de la solubilidad de estas sales, lo que hace que cristalicen. Los cristales formados se retiran por decantación y/o filtración o centrifugación.

Otras sustancias susceptibles de producir turbidez en el tiempo son los metales. La forma más usual de eliminarlos es provocar su precipitación haciéndoles reaccionar con algún producto específico.

Tradicionalmente los metales más problemáticos han sido el hierro y el cobre. El Fe(III) en concentraciones superiores a los 5-10mg/L y el Cu(I) en concentraciones superiores a 0,3-0,5 mg/L producen precipitaciones no deseadas conocidas con el nombre de "quebras". Las más conocidas son tres "quebras férricas" producidas al reaccionar el hierro con fosfatos, la "quebra blanca", con taninos, la "quebra azul", y con antocianos, la "quebra negra", y una producida por el cobre, la "quebra cúprica", al reaccionar con las proteínas y en la que también está implicado el sulfuroso.

La mejor forma de evitar estas quebras es evitar la presencia en exceso de estos metales, pero si ya están en el medio deben ser retirados del mismo. La "clarificación azul" es el método tradicional empleado para controlar el exceso de hierro que es precipitado haciéndolo reaccionar con ferrocianuro. Esta técnica también retira cobre del medio. Exige de un control exhaustivo para evitar restos de ferrocianuro en el vino. Otras formas de retirar el hierro es el uso de fitatos que complejan el hierro y lo precipitan como fitato férrico, que es muy poco soluble. Suele usarse fitato cálcico, que presenta el inconveniente de ser un aporte de calcio. Una alternativa es el uso directo de salvado de trigo u otros cereales ricos en fitatos. El uso de fitatos es, en principio, un proceso inocuo, y del uso de salvado lo es totalmente. Sin embargo el empleo de estos productos sobre todo del último, queda condicionado a su efecto sobre el resto de los componentes del vino, así como al posible aporte de olores y sabores extraños.

La retirada de cobre se suele llevar a cabo añadiendo sulfuro sódico (SNa₂). Posteriormente se hace imprescindible la clarificación con cola o albúmina,

y la eliminación del exceso de sulfuro. Este es, en principio, un tratamiento inocuo.

El cobre también puede eliminarse por resinas de intercambio catiónico, pero es un proceso mucho más costoso.

Otras prácticas enológicas son favorables a la prevención de la quebra cúprica. Así, durante la crianza sobre lías el cobre se fija en las paredes celulares reduciéndose los niveles de este metal, y por su parte, las bentonitas al retirar proteínas reducen el riesgo de la quebra cúprica

Afortunadamente las buenas prácticas de cultivo de la vid, del procesado de la uva y de vinificación, hacen que los niveles altos de hierro y cobre sean poco frecuentes, tanto en vinos como en mostos, por eso las quebras y por ende sus tratamientos son cada vez menos frecuentes en las bodegas españolas.

■ Estabilizar el medio previniendo la formación de turbidez en el tiempo

Esta estrategia se aplica sólo sobre vinos perfectamente limpios y en general sobre vinos que no van a ser almacenados durante periodos largos, es decir, se aplica generalmente en vinos de consumo rápido.

Aunque parezca una contradicción con lo expuesto previamente, una de las técnicas es la adición de coloides protectores. Entre ellos se usa frecuentemente la goma arábiga que se añade especialmente en vinos tintos para evitar la "caída" de color, aunque también es eficaz para prevenir las quebras metálicas, especialmente las cúpricas, además de proteger de la cristalización tartárica. Este es una estrategia útil para vinos de consumo rápido.

Otras estrategias están ligadas a evitar la cristalización tartárica. Puede ser por adición de ácido metatartárico, en una cantidad máxima de 100mg/L*, cuya presencia inhibe la formación de los tartratos, ó la adición de carboximetilcelulosa (CMC) que también inhibe la precipitación de los tartratos, pero esta vez por dificultar el crecimiento del cristal. El efecto de la CMC es estable en el tiempo por lo que su efecto protector es ilimitado. El límite legal es de 500mg/L*, pero habitualmente se usa en dosis mucho menores 2mg/L.

(*) *Nota: los límites legales cambian continuamente por lo que se recomienda se revisen anualmente.*

La última estrategia de estabilización se refiere a las proteínas. Como ya se ha dicho las proteínas son coloides problemáticos, sobre todo en vinos blancos. Una forma de evitar su precipitación y la formación de turbidez, es la adición de manoproteínas, que además evitan la precipitación de los tartratos de modo similar a la CMC. Se suelen adicionar en cantidades entre 15-25 g/HL, pero también puede provocarse su segregación al medio aplicando glucanasas en la crianza sobre lías, como ya se comentó previamente.

ÚLTIMAS CONSIDERACIONES

La eliminación ó la estabilización de sustancias susceptibles de producir turbidez debe ensayarse previamente a su aplicación en el mosto o el vino ya que:

- No existen recetas fijas, ni resultados concretos predeterminados.
- Las dosis recomendadas por los fabricantes para el uso de coadyuvantes, enzimas, y demás productos son aproximadas y son muchos los factores que pueden modificar la respuesta final.

Además se recomienda comprobar la estabilidad del vino ó mosto sin tratamiento, y se recuerda que la clarificación natural es suficiente en muchas ocasiones y por tanto no es imprescindible recurrir a la clarificación forzada.

Comentario final: No ha sido objeto de este capítulo la turbidez debida a las alteraciones microbianas de los vinos. El motivo es que se considera que las buenas prácticas de elaboración deben evitar el desarrollo de estas alteraciones. Además si llegan a producirse, sobre todo en un grado tal que la turbidez se vea claramente afectada, el criterio personal de esta autora es que ese vino no debiera comercializarse como tal, y por tanto no se aborda la eliminación de este tipo de turbidez. Se insta a evitar que está turbidez se produzca aplicando buenas prácticas enológicas que incluyen el control de la higiene de la bodega y de los microorganismos alterantes.

BIBLIOGRAFÍA

Boulton RB, Singleton VL, Bisson LF y Kunkel RE. 2002. Teoría y Práctica de la elaboración del vino. Capítulos 3 y 7. Ed. Acribia, Zaragoza.

González-Sanjosé ML. 2004. Uso de enzimas en enología. En: Ponencias del III Curso de Viticultura y Enología D.O. Ribera del Duero. Editor: Consejo Regulador Ribera del Duero, Deposito Legal: BU258-2004, pp 83-95

Hidalgo Togados, P. 2003. Tratado de Enología. Tomo II, Capítulos 22-24. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.

Molina Ubeda R. 1994. Clarificación de Mostos y Vinos. Ed. AMV, Madrid.



El Corazón del Duero





El Corazón del Duero



Consejo Regulador de la Denominación de Origen Ribera del Duero

www.riberadelduero.es | E-mail: info@riberadelduero.es | E-mail: experimentacion@riberadelduero.es
C/ Hospital, 6 | Tel. +34 947 54 12 21 | Fax +34 947 54 11 16 | 09300 ROA (Burgos)