

2015-2016

RI
BE
RA
DEL
DUERO



Ribera del Duero

PONENCIAS DE LOS CURSOS DE VERANO
AÑOS 2015 Y 2016

—XV—

NUEVOS RETOS Y OPORTUNIDADES
EN VITICULTURA, ENOLOGÍA
Y CULTURA DEL VINO

—XVI—

MUCHO MÁS QUE VINO



DIRECTORES:

Alberto Tobes Velasco
Consejo Regulador de la D.O. Ribera del Duero

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

DIRECTORA ACADÉMICA:

M.^ª Luisa González San José
Universidad de Burgos

—XV—

NUEVOS RETOS Y OPORTUNIDADES
EN VITICULTURA, ENOLOGÍA
Y CULTURA DEL VINO

—XVI—

MUCHO MÁS QUE VINO

Primera edición: mayo, 2017

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/ Carrequemada, 14
09400 Aranda de Duero (Burgos)

ISBN 978-84-697-2765-2
DL BU 135-2017

Impreso en España - Printed in Spain

ÍNDICE

Ponencias 2015: XV

NUEVOS RETOS Y OPORTUNIDADES EN VITICULTURA, ENOLOGÍA Y CULTURA DEL VINO

VITICULTURA

PRODUCCIÓN DE UVA “A LA CARTA” MEDIANTE EL MANEJO DEL VIÑEDO; ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

FERNANDO MARTÍNEZ DE TODA

Catedrático de Viticultura

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA 11

APLICACIÓN DE LOS SENSORES REMOTOS EN LOS ESTUDIOS DE ZONIFICACIÓN VITÍCOLA PARA LA VITICULTURA DE PRECISIÓN

VICENTE D. GÓMEZ-MIGUEL

Doctor Ingeniero Agrónomo

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID 21

ENFERMEDADES DE MADERA DE LA VID: COMPLEJIDAD Y CAMBIOS EN UN CULTIVO MILENARIO

M^a. TERESA MARTÍN VILLULLAS

Doctora en Biología. Investigadora en Patología

CONSULTORÍA TÉCNICO CIENTÍFICA. DUEÑAS (PALENCIA) 33

MANEJO PREVENTIVO Y ESTRATEGIAS CULTURALES FRENTE A LAS ENFERMEDADES DE MADERA DE LA VID

JESÚS YUSTE BOMBÍN

Doctor Ingeniero Agrónomo

ESPECIALISTA EN VITICULTURA. ITACYL, VALLADOLID 39

ENOLOGÍA

BASE QUÍMICA DE LA ASTRINGENCIA Y DEL SABOR AMARGO. INTERACCIONES SENSORIALES

PURIFICACIÓN FERNÁNDEZ-ZURBANO

Profesora Titular de Química Analítica

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA VID Y EL VINO. (UNIVERSIDAD DE LA RIOJA-CSIC-CAR) 49

BASES QUÍMICAS DEL CARÁCTER MINERAL A NIVEL OLFATIVO Y GUSTATIVO EN VINOS BLANCOS Y TINTOS

ANTONIO TOMÁS PALACIOS GARCÍA

Doctor en Ciencias Biológicas

LABORATORIOS EXCELL IBÉRICA S.L. DE LA RIOJA 57

VARIOS

VIÑEDO, PAISAJE Y PATRIMONIO

JOSÉ MANUEL GARCÍA QUEIJEIRO

Profesor Titular de Edafología

DEPARTAMENTO BIOLOGÍA VEGETAL Y CIENCIA DEL SUELO. FACULTAD DE CIENCIAS DE OURENSE. UNIVERSIDAD DE VIGO 85

PRESENTACIÓN DE LOS VINOS DE TARRAGONA

MONTSERRAT NADAL ROQUET-JALMAR

Doctora en Biología

PROFESORA TITULAR DE FISIOLÓGIA VEGETAL. GRUPO VITIVINICULTURA. FACULTAD DE ENOLOGÍA. UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI 91

ÍNDICE

Ponencias 2016: XVI
MUCHO MÁS QUE VINO

VITICULTURA

VARIEDAD Y PORTAINJERTO: INTERACCIÓN CON EL TERROIR

JESÚS YUSTE BOMBÍN

Doctor Ingeniero Agrónomo

ESPECIALISTA EN VITICULTURA. ITACYL, VALLADOLID 107

ENOLOGÍA

GESTIÓN DE LA MADUREZ DE LAS UVAS TINTAS. ASPECTOS PRÁCTICOS DE LAS SENSACIONES

VÍCTOR PUENTE LÓPEZ

Licenciado en Ciencias Biológicas. Enólogo

DIRECTOR TÉCNICO LAFFORT ESPAÑA, S.A. 117

LA IMPORTANCIA DEL POTASIO EN EL VINO

JUAN ALBERTO INIESTA ORTIZ

Licenciado en Ciencias Químicas

DIRECTOR DEPARTAMENTO DE INNOVACIONES TECNOLÓGICAS Y MARKETING. AGROVÍN, S.A. 123

VARIOS

TÉCNICAS SENSOMÉTRICAS PARA LA VALIDACIÓN DE PANELES DE CATA, CALIDAD DEL VINO Y PREFERENCIAS DE CONSUMIDORES

ANTONIO TOMÁS PALACIOS GARCÍA

Doctor en Ciencias Biológicas

LABORATORIOS EXCELL IBÉRICA 131

MEDIDAS DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DEL VINO: INFORMACIÓN ESTRATÉGICA PARA LA TOMA DE DECISIONES Y COMUNICACIÓN A PARTES INTERESADAS

YOLANDA NÚÑEZ PÉREZ

Doctora en Ingeniería Química

ÁREA DE TECNOLOGÍAS AMBIENTALES. FUNDACIÓN CTME 143

HISTORIA DEL VINO, EL VINO EN LA HISTORIA

JOSÉ HIDALGO TOGORES

Doctor Ingeniero Agrónomo y Enólogo

ASESOR TÉCNICO VITIVINÍCOLA. 155

—XV—

NUEVOS RETOS Y OPORTUNIDADES
EN VITICULTURA, ENOLOGÍA
Y CULTURA DEL VINO



VITICULTURA

PRODUCCIÓN DE UVA “A LA CARTA” MEDIANTE EL MANEJO DEL VIÑEDO; ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Fernando Martínez de Toda

Catedrático de Viticultura. Universidad de La Rioja

1. PRODUCCIÓN DE UVA A LA CARTA MEDIANTE EL MANEJO DEL VIÑEDO

1.1. ¿Cuándo se pide?

En relación con el momento o la época en que la bodega hace su petición podemos distinguir tres situaciones muy distintas:

En la proximidad a la época de vendimia

En este caso, únicamente podemos seleccionar partidas de uva entre la existente. Aunque decimos “únicamente” porque no podemos intervenir en el cultivo sí que, desde la viticultura, podemos hacer una gran labor de selección de uva y disponemos de diferentes técnicas, además de nuestra experiencia, para la estimación de la calidad de la uva en el viñedo.

Varios meses antes

Esta situación permite más capacidad de maniobra; si la petición se hace varios meses antes, podemos actuar mediante diferentes técnicas de cultivo anuales, especialmente las conocidas genéricamente como manejo de la vegetación, para intentar satisfacer las necesidades de la bodega.

Varios años antes

Corresponde a la situación ideal. Podemos actuar no sólo mediante las técnicas de cultivo anuales sino mediante el establecimiento del viñedo, con su ubicación y diseño en lo que se refiere a material vegetal, con portainjertos y variedades, sistemas de conducción...

1.2. ¿Cuál debe de ser nuestra respuesta inmediata?

En el momento en que se nos hace la petición hemos de ser capaces de contestar a las tres cuestiones siguientes:

¿Es posible suministrar lo que se nos pide?

¿Con qué nivel de probabilidad?

¿A qué coste?

La primera pregunta quizá sea la más fácil de responder y, generalmente, la respuesta será positiva si los enólogos conocen, suficientemente, el viñedo como para no pedir imposibles.

Sin embargo, las dos últimas preguntas son más delicadas y complejas y guardan una estrecha relación entre ellas; cuanto mayor sea el nivel de probabilidad exigido, mayores serán los costes de producción de la uva. Podremos reducir los costes de producción, pero será mayor el riesgo de no alcanzar lo solicitado por la bodega. Pensemos, por ejemplo, en el estado sanitario de la uva; podemos garantizar un perfecto estado sanitario con un coste determinado pero, también podemos ahorrar costes asumiendo un cierto riesgo. En general, cuanto mayor sea el riesgo asumido menor será el coste de producción y podremos jugar con ambos datos.

1.3. Producción de uva a la carta

Una vez determinado que es posible suministrar lo que se nos pide, con su nivel probabilidad y sus costes de producción, en el cultivo de la vid disponemos de diferentes técnicas para satisfacer, o intentar satisfacer al menos, la demanda concreta de la bodega; es lo que denomino viticultura a la carta o producción de uva a la carta (figuras 1 y 2).



Figura 1. Viñedo diseñado para producir mucha uva, de calidad estándar, al menor coste posible; sin poda.



Figura 2. Viñedo para producir poca uva, de alta calidad y con un elevado coste de producción.

A continuación presento las diferentes características concretas de la uva que se nos pueden solicitar desde la bodega y las técnicas de cultivo disponibles para conseguir cada una de ellas:

Producción de uva

La producción de uva la podemos establecer entre cero y, pongamos por ejemplo, 20.000 kg/ha, si tenemos agua suficiente.

Las técnicas que nos permiten jugar con la producción de uva son fundamentalmente la carga que establecemos en la poda, el desarrollo vegetativo, el riego y el aclareo de racimos.

Tamaño del racimo

Con el tamaño del racimo podemos jugar a través del vigor unitario del pámpano en la época de inducción floral así como del número y tamaño de las bayas.

Compacidad del racimo

Podemos variar la compacidad del racimo a través de diferentes niveles de estrés en el momento del cuajado; por ejemplo, estrés hídrico y/o deshojado intenso para obtener racimos más o menos sueltos (figuras 3 y 4).

Tamaño de la baya

El tamaño de la baya también va a depender de los mismos estreses anteriores, pero actuando especialmente en la fase de multiplicación celular posterior al cuajado del fruto.



Figura 3. Racimo grande y compacto de la variedad Tempranillo.



Figura 4. Racimo pequeño y suelto de la variedad Tempranillo obtenido mediante un deshojado precoz realizado en floración.

Estado sanitario

A través de la exposición de los racimos y de tratamientos fitosanitarios concretos.

Grado probable

Podemos actuar a través de la relación entre la superficie foliar y la producción, especialmente, mediante deshojados o despuntes intensos.

Ácido málico y pH

A través de la exposición de los racimos a la radiación solar, especialmente mediante deshojado de la zona de racimos, podemos disminuir el ácido málico y aumentar la relación tartárico/málico reduciendo, también, el pH. No olvidar, tampoco, los niveles de potasio.

Aromas; pirazinas

A través del nivel de exposición de los racimos, que será muy dependiente de las condiciones ambientales y del tipo de aromas que nos interesen.

La temperatura media más favorable durante los últimos 30 días de maduración es de 18-20 °C para aromas de uva tinta y de 12-15 °C para aromas de uva blanca. Para temperaturas inferiores a estos niveles citados, a mayor temperatura y exposición de los racimos aumentan los terpenos y norisoprenoides y disminuyen las metoxipirazinas. Por ejemplo, en nuestras experiencias, el nivel de pirazinas es inversamente proporcional a la exposición de los racimos a la radiación solar.

Antocianos

A través de la relación entre la superficie foliar expuesta y la producción de uva, un cierto estrés hídrico y, también, de la temperatura a la que tiene lugar la maduración, con un óptimo entre 18 y 20 °C.

Compuestos fenólicos

También mediante la relación entre superficie foliar expuesta y producción y un estrés hídrico pero, en este caso, sin influencia clara de la temperatura.

2. ESTRATEGIAS VITÍCOLAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Durante toda la historia de la viticultura el objetivo principal ha sido el de incrementar el grado de alcohol probable de la uva producida; no hay que olvidar que la uva se ha valorado y pagado siempre en función, exclusivamente, de dicho parámetro y que, incluso hoy, se sigue valorando el grado probable de forma prioritaria, en la mayor parte de las situaciones vitícolas.

Pero, en los últimos años, se está produciendo un cambio substancial en el concepto e importancia del grado probable de la uva. Nuestro viñedo produce fácilmente uva con un elevado grado de alcohol probable. La selección clonal ha procurado clones más adecuados para ese objetivo ya que es uno de los principales criterios con los que se ha seleccionado tradicionalmente el material vegetal. Las técnicas vitícolas también se han orientado siempre hacia una maduración general más completa. Además de esta evolución histórica general, en los últimos años se ha acentuado este efecto sobre el incremento del grado probable debido a dos causas que actúan de forma sinérgica; por un lado, el denominado cambio climático ha favorecido, de forma natural, la maduración de la uva (Jones, 2008) y, por otro, las últimas tendencias hacia vinos más estructurados y potentes ha hecho que se retrase la fecha de vendimia, a veces excesivamente, con el objetivo de conseguir una maduración fenólica más completa.

En efecto, durante las últimas décadas, estamos asistiendo, por un lado, a un adelanto progresivo de la maduración de la uva y, por otro, a una tendencia a vendimiar en la fase de sobremaduración. Esta situación es fruto de una política de calidad que llevan a cabo las empresas para obtener vinos más concentrados y con aromas más expresivos. Esta tendencia, que afecta a todos los viñedos del mundo, conduce a la elaboración de vinos con mayor contenido en alcohol y cuyos pH son cada vez más elevados. Una proporción significativa de los vinos tintos alcanza 14-16° de alcohol y con valores de pH en torno a 4.

Por otro lado, este incremento paulatino del grado alcohólico de los vinos empieza a encontrar reticencias por parte del consumidor y no sólo por los recientes controles de alcoholemia sino, también, por el papel clave del alcohol en la percepción del vino; los niveles elevados de alcohol generan sensaciones más pesadas y cálidas si no están adecuadamente compensados con el resto de componentes sensoriales de un vino equilibrado.

Ante esta situación, se están buscando soluciones tecnológicas para enfrentarse al cambio climático y, más concretamente, para conseguir vinos con menor contenido alcohólico. ¿Cuáles son las estrategias adoptadas actualmente? ¿Cuáles serán las del futuro? Las soluciones técnicas propuestas hasta

ahora van enfocadas a la materia prima a transformar, es decir, a la reducción de la concentración de azúcar en el mosto (membranas de ultrafiltración, nanofiltración...) o también a la desalcoholización de los vinos resultantes (ósmosis inversa, evaporación con columnas de conos rotantes...). Estas técnicas pretenden ofrecer soluciones y responder a las nuevas expectativas del consumidor pero, en general, se consideran demasiado artificiales como para ser ampliamente aceptadas.

Otro tipo de estrategias, no abordado hasta ahora, sería el de actuar a nivel vitícola tratando de conseguir, desde el viñedo y de forma natural, una uva más equilibrada, de calidad suficiente y con un menor contenido en azúcares. Este es el tipo de estrategia que se sugiere en el título de este trabajo y que paso a desarrollar a continuación.

Existen tres tipos de estrategias vitícolas, muy diferentes entre sí, para reducir el grado alcohólico de los vinos:

2.1. Cambios en la ubicación del viñedo

Consiste en el establecimiento del viñedo en zonas de mayor latitud o, para la misma latitud, en parcelas con mayor altitud y/o con exposiciones menos favorables a la incidencia de la radiación solar y, como consecuencia, con temperaturas menos elevadas.

Esta influencia del clima y mesoclima es evidente y suficientemente conocida pero tiene escasa aplicación en una situación vitícola concreta al requerir nuevas superficies y, frecuentemente, alejadas de la ubicación inicial.

2.1. Cambios en el material vegetal

Se basa en la utilización de nuevo material vegetal de ciclo más largo, es decir, más tardío o con más necesidades térmicas para su correcta maduración. Existen dos opciones totalmente distintas, el cambio varietal hacia variedades más tardías y el mantenimiento de la misma variedad pero recurriendo a la heterogeneidad genética intravarietal, es decir, a biotipos o clones más tardíos.

En el caso del cambio varietal, aunque existe un amplio abanico de variedades interesantes, existe el problema de la pérdida de identidad de los vinos tradicionales, que son elaborados con determinadas

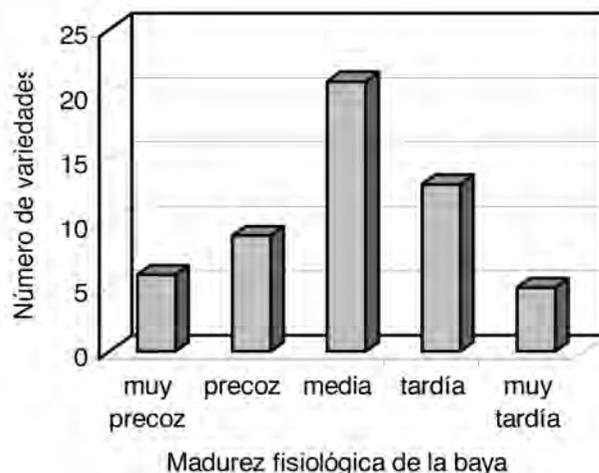


Tabla 1. Distribución de las variedades del Banco de Germoplasma de La Rioja en función de la época de maduración (OIV 304).

variedades características, o no tanto, de cada zona vitícola. En la tabla 1 se muestran las diferencias de maduración de cincuenta y cuatro variedades recuperadas en la DOCa Rioja (Blanco *et al.* 2004 y 2005).

La ventaja de la segunda opción, la de utilizar biotipos mejor adaptados, es que se sigue cultivando la misma variedad por lo que se mantiene, más fácilmente, la tipicidad de los vinos. Su inconveniente, respecto al cambio de variedad, es que no se dispone, en general, de selecciones de estos biotipos o clones para la mayoría de las variedades. A continuación, desarrollamos más en detalle, esta opción.

2.1.1. Establecimiento de viñedos con biotipos/clones de bajo grado de alcohol probable dentro de cada variedad

Una posibilidad de abordar el problema del elevado grado alcohólico de los vinos, a medio plazo, consiste en la utilización de biotipos o clones que, dentro de la misma variedad cultivada, ofrezcan de forma natural una menor concentración de azúcares en la uva.

Conviene recordar aquí que cualquier variedad está constituida por una serie de biotipos parecidos pero distintos y, a veces, con diferencias muy importantes entre ellos; es lo que se conoce como diversidad intravarietal. La única manera de conocer, completamente, el potencial de una variedad es estudiar y conocer, precisamente, su variabilidad intravarietal. Una vez conocida dicha variabilidad, se pueden ele-

gir los clones o biotipos más adecuados para cada situación de cultivo concreta.

En cada variedad, la selección clonal que se ha hecho sobre esta variabilidad intravarietal se ha centrado, siempre, en la selección de los clones que presentaban el mayor grado de alcohol probable; este ha sido uno de los principales criterios con los que se ha seleccionado tradicionalmente el material vegetal ya que la uva se ha valorado y pagado siempre en función, exclusivamente, de dicho parámetro e, incluso hoy, se sigue valorando el grado probable de forma prioritaria, en la mayor parte de las situaciones vitícolas.

Ahora, en relación con el grado alcohólico de los vinos, ha llegado el momento de cambiar los criterios de selección y elegir, precisamente, aquellos clones que presenten un menor grado de alcohol probable.

A modo de ejemplo de la amplitud de la diversidad intravarietal, presentamos, en la tabla 2, el grado de alcohol probable de 532 biotipos de la variedad Tempranillo preservados y seleccionados en el viñedo riojano por Bodegas Roda, dentro de un proyecto de varios años de duración que tuve el placer de asesorar.

Como se aprecia claramente en la tabla 2, el grado de alcohol probable de los diferentes biotipos (clones), cultivados en la misma parcela, es decir, en las mismas condiciones de cultivo, varía desde 9° de alcohol hasta 16° de alcohol probable. Según la estrategia clásica de selección clonal habría que

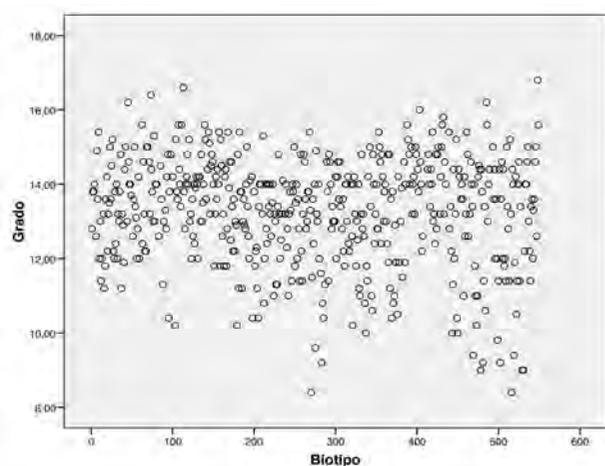


Tabla 2. Grado de alcohol probable de 532 biotipos de la variedad Tempranillo preservados por Bodegas Roda en el viñedo riojano.

seleccionar los biotipos con mayor grado probable; según la nueva estrategia, la selección se centraría, precisamente, en los biotipos de menor grado de alcohol probable.

Este ejemplo expuesto para la variedad Tempranillo demuestra que, todavía, no está explorado ni explotado el potencial genético intravarietal de cualquiera de las variedades que cultivamos. El material vegetal que utilizamos en el cultivo ha sido seleccionado, tanto mediante selección masal como mediante selección clonal y durante toda la historia, buscando elevados niveles de alcohol probable pero existe otro tipo de material vegetal, dentro de cada variedad, con distintas características y, entre ellas, la de un menor grado de alcohol probable (Martínez de Toda, 2000).

En cualquier caso, esta estrategia de cambio del material vegetal, también requiere el establecimiento de nuevos viñedos y no puede utilizarse, salvo sobre-injerto o re-injerto, sobre viñedos ya establecidos.

También se puede incluir, en este tipo de estrategia, la utilización de portainjertos de ciclo más largo con el objetivo de que retrasen la maduración de la variedad injertada.

2.3. Cambios en las técnicas de cultivo

Este tipo de estrategia es, a priori, el más interesante porque puede aplicarse directamente sobre el viñedo ya establecido, sin necesidad de sustituir el viñedo actual por nuevas plantaciones como ocurre en los casos anteriores.

Del conocimiento de la fisiología de la planta se desprende que, teóricamente, existen diferentes técnicas de cultivo que pueden contribuir a un retraso en la maduración de la uva. A nivel práctico, se podrían estudiar dichas técnicas con el nuevo objetivo de aplicarlas para adaptar mejor el cultivo y la maduración de la uva ante situaciones más cálidas. Esto es lo que hemos hecho a través de una serie de experiencias en los últimos años.

A continuación voy a exponer, brevemente, esas diferentes técnicas de cultivo posibles y nuestras primeras impresiones sobre su eficacia para centrarme, más detenidamente, en la técnica que consideramos más útil, la doble vendimia.

- 2.3.1. Disminución de la superficie foliar mediante despuntes/deshojados.
- 2.3.2. Aumento de la carga con aclareo en el período de maduración.
- 2.3.3. Poda mínima/No poda.
- 2.3.4. Microclima de los racimos: Altura, sombreamiento.
- 2.3.5. Uso de antitranspirantes para reducir la fotosíntesis.
- 2.3.6. Doble vendimia.

Las cinco primeras técnicas tienen el mismo fundamento fisiológico que es el de retrasar la maduración de la uva con el objetivo de ralentizar la acumulación de azúcar en las bayas o maduración de la pulpa; un aspecto muy importante es el de estudiar como evoluciona la maduración fenólica, en esas condiciones, ante el retraso de la maduración de la pulpa.

Con la técnica de la doble vendimia, por el contrario, no se busca el retraso de la maduración de la uva, que sigue su evolución normal, sino que su fundamento se basa en fermentar un hollejo totalmente maduro con una pulpa insuficientemente madura.

2.3.1. Disminución de la superficie foliar mediante despuntes/deshojados

La idea consiste en retrasar la maduración de la uva a través de la reducción de la relación superficie foliar/producción de uva (SF/P) mediante la realización de fuertes despuntes y/o deshojados.

El fundamento fisiológico es aceptable puesto que existe evidencia de la necesidad de una relación SF/P suficiente (del orden de 1,3/1,5 m²/kg) para una correcta maduración.

En unas primeras experiencias realizadas en el último año, despuntamos todos los pámpanos, en la época de cuajado, por encima del racimo más elevado (dejando dicho pámpano con sólo cinco/siete nudos); la emisión y desarrollo de los tres o cuatro nietos de posición más elevada hicieron que se recuperara rápidamente la superficie foliar eliminada por lo que los resultados, en la época de maduración, eran despreciables (13,5 ° de alcohol probable frente a 14° para el testigo). Para conocer las posibilidades de dicha técnica habría que mantener

la reducción de la superficie foliar en el tiempo, mediante despuntes y/o defoliaciones repetidas a lo largo del ciclo.

Stoll *et al.* (2009) concluyen que la reducción de la superficie foliar mediante fuertes despuntes y/o deshojados (0,8 y 1,4 m²/kg frente a 1,9 m²/kg del control) retrasa la maduración de la variedad Riesling entre quince y veinte días. También Intriery y Filippetti (2009) proponen el interés de dicha técnica.

2.3.2. Aumento de la carga con aclareo de racimos en el período de maduración

Se trata de aumentar la carga del viñedo (mediante una poda más generosa) para retrasar tanto el ciclo vegetativo como el reproductor. Para evitar los problemas de maduración de la excesiva cantidad de uva hay que proceder a un aclareo de racimos en el inicio del período de maduración; de esta forma se podría conseguir que madurase correctamente la uva (al estar el viñedo equilibrado durante el período crítico de maduración, con una adecuada relación SF/P) pero habiendo retrasado, previamente, la llegada a ese período.

2.3.3. Poda mínima/No poda

El fundamento de esta técnica es muy parecido al anterior; también se retrasan los ciclos vegetativo y reproductor como consecuencia de la elevada carga pero la diferencia radica en que tanto el número de pámpanos como el número de racimos son enormemente elevados por lo que su desarrollo individual es más pequeño y se produce un cambio más drástico en la fisiología de la planta (tabla 3, pág. siguiente).

Dicho cambio puede hacer que se alcance un alto grado de autorregulación que no haga necesario el posterior aclareo de racimos; esa capacidad de autorregulación depende mucho de las condiciones de cultivo pero, si no se consigue, habría que proceder, como en el caso anterior, al aclareo de racimos.

En relación con este aclareo de racimos conviene señalar que no es necesario hacerlo de forma manual sino que existen posibilidades de realizarlo de forma mecánica con una vendimiadora convencional.

Variedad y Tratamiento	Producción (kg)	Superficie Foliar (m ²)	°Brix	Peso/Baya (g)	Superficie/ gramo de baya (cm ² /g)	Superficie/Baya (cm ² /g)
A- Ahmer						
Poda	23,3	10,92	16,6	5,58	5	27,9
No Poda	26,7	10,06	13,2	2,95	3,85	11,35
B- Chardonnay						
Poda	4,9	6,83	21,1	2,15	14	30
No Poda	8,4	8,12	20,3	0,90	9,7	8,7
C- Grenache						
Poda	3	3,52	24,2	1,97	11,7	23,1
Prepoda	5,7	7,45	20,6	1,85	13	24,2
D- Sangiovese						
Poda	4,3	12,6	20,2	2,62	29	77
No Poda	10	24,2	18,2	1,94	24,2	47
E- Grenache						
Poda	3	4,8	24,5	2,07	33,2	16
No Poda	6,8	20,35	22,3	1,0	30	30

Tabla 3. Resultados de cinco experiencias de no poda y poda mecánica realizadas por:

- A - Kliewer et Weaver 1971; 1 año en No Poda, Ahmer.
- B - Poni et al 2000; 1 año en No Poda, Chardonnay.
- C - Martínez de Toda et Sancha (1999), 8 años de Prepoda, Grenache en vaso.
- D - Intrieri et al (2001), 3 años en No Poda, Sangiovese.
- E - Martínez de Toda et Sancha (1998), 8 años en No Poda, Grenache en vaso.

2.3.4. Microclima de los racimos: Altura, sombreado

Tanto la altura de los racimos sobre el suelo como sus condiciones de exposición a la radiación solar influyen sobre la temperatura de los mismos.

Cuanto mayor sea la altura de los racimos, y de la vegetación, sobre el suelo menor será el régimen térmico al que van a estar sometidos durante todo el período vegetativo y reproductivo por lo que puede conseguirse un cierto retraso de la maduración. Según experiencias clásicas de Lafón et al. (1966), la elevación de la altura del tronco de 45 cm a 120 cm puede suponer un retraso medio de ocho días en los diferentes estadios fenológicos y en la maduración.

La exposición de los racimos a la radiación solar tiene una gran repercusión sobre la temperatura; en experiencias propias hemos detectado diferencias de hasta 9 °C, entre bayas al sol y bayas a la sombra, a la hora del mediodía, en un día de verano. Este efecto es sobradamente conocido y se tiene en cuenta cuando se realiza la operación en verde denominada deshojado. Desde este punto de vista, presentan más interés aquellos tipos de conducción con vegetación libre en los que, en general, es más fácil mantener los racimos a la sombra que en los tipos de conducción con vegetación dirigida (De la Fuente et al. 2007).

2.3.5. Uso de antitranspirantes para reducir la fotosíntesis

Una nueva línea de interés se basa en el empleo de tratamientos antitranspirantes a la vegetación en el período de maduración. Algunos compuestos anti-transpirantes de origen vegetal y fácilmente biodegradables como, por ejemplo, polímeros de resina de pino, normalmente usados en viveros para disminuir la pérdida de agua por transpiración en los trasplantes, tienen la capacidad de formar una película impermeable y temporal sobre las hojas reduciendo el intercambio gaseoso entre los estomas y el ambiente externo y, como consecuencia, reduciendo la fotosíntesis y la respiración (Intrieri y Filippetti, 2009).

2.3.6. Doble vendimia o vendimia en dos épocas distintas

Imaginemos, por ejemplo, que se quieren producir en torno a 6.000 kg/ha de uva perfectamente madura a nivel fenológico pero con un grado de alcohol probable relativamente bajo (por ejemplo 10/11° de alcohol probable).

La idea es muy sencilla: Hacemos que ese viñedo llegue a la época de envero con una producción estimada en unos 9.000 kg/ha, algo que viene siendo habitual, de forma natural, en nuestras situaciones vitícolas y que nos obliga a hacer la operación de aclareo para controlar la producción final que queremos y que, recordemos, era de 6.000 kg/ha.

Unos días después del envero, cuando la uva alcance un grado de alcohol probable en torno a 7/8°, hacemos una primera vendimia de 3.000 kg/ha; es como si hiciésemos un aclareo para regular la producción pero, en vez de tirar la uva sobre el suelo, la recogemos como en una vendimia normal. Esta vendimia podría plantearse, incluso, de forma mecánica (Tardáguila *et al.* 2008 a y b). Esos 3.000 kg, una vez prensados nos dan 2.000 l de mosto que, o bien conservamos a baja temperatura (incluso de congelación), o bien fermentamos y lo conservamos en forma de vino (lo que sea más interesante).

El viñedo ha quedado con 6.000 kg/ha de uva que puede seguir madurando ampliamente, hasta el momento que queramos, aunque adquiera un elevado grado de alcohol probable (por ejemplo, 13/14°).

En la elaboración de esta segunda y definitiva vendimia, y rápidamente, le separamos 2.000 l de mosto y los sustituimos por los 2.000 l que tenemos reservados de la primera vendimia.

De esta manera conseguimos elaborar, con los hollejos de 6.000 kg de uva, y con el nivel de maduración fenólica que queramos, la proporción de mosto que le corresponde, unos 4.000 l, pero con un grado de alcohol probable de 10/11°.

Conviene destacar que el proceso es totalmente natural y que toda la uva procede del mismo viñedo por lo que puede expresar todas sus características propias (terruño, personalidad). También conviene tener en cuenta que, además y de forma complementaria, se producen 2.000 l de mosto de alta graduación que no tienen un destino específico.

Este sería el esquema general del proceso pero admite múltiples variaciones y detalles; momentos concretos en los que se hacen ambas vendimias, cantidades exactas de uva que se utilizan en cada una de ellas, la conservación en forma de mosto o de vino... Su puesta a punto más concreta requiere el desarrollo de diversas experiencias, que ya estamos abordando pero no parece, en principio, que aparezcan inconvenientes o problemas importantes o irresolubles (Martínez de Toda y Balda, 2009).

Según esta metodología general, podríamos resolver fácilmente, y de forma inmediata, el problema

expuesto de la tendencia general hacia vinos con elevado grado alcohólico (Martínez de Toda, 2009).

Conviene destacar también que esta técnica de la doble vendimia es complementaria de las otras técnicas citadas y, especialmente, de las de Aumento de carga con aclareo posterior y de la de Poda mínima/No poda ya que, en ambas técnicas suele ser necesario recurrir a un aclareo de racimos; de lo que se trata es de aprovechar ese aclareo de racimos para reducir el grado alcohólico final del vino.

Con este tipo de estrategia propuesta sobre cambios en las técnicas de cultivo y, especialmente, con la de la doble vendimia y la utilización de biotipos o clones seleccionados al efecto, se podría afrontar la lucha contra el elevado grado alcohólico de los vinos sin necesidad de cultivar otras variedades más tardías, que también existen, ni de cambiar la ubicación actual de nuestros viñedos.

3. BIBLIOGRAFÍA

Blanco, C. Martínez, T. y Martínez de Toda, F. (2004). Análisis de la heterogeneidad intervarena en el germoplasma de vid (*Vitis vinifera* L.) de la D.O.Ca. Rioja. *Actas de Horticultura*, 41, 231-234.

Blanco, C. Martínez, T. y Martínez de Toda, F. (2005). Variabilidad de los principales caracteres agronómicos y fenológicos en el germoplasma de vid de la D.O.Ca. Rioja. *Zubía*, 16-17, 29-40.

De la Fuente, M. Linares, R. Baeza, P. y Lissarrague, J.R. (2007). Efecto del sistema de conducción en climas semiáridos sobre la maduración, composición de la baya y la exposición de los racimos en *Vitis vinifera* L. cv. Syrah. *Revista de Enología* 4, 1-9.

Intrieri, C. Filippetti, I. (2009). Maturazione accelerata delle uve ed eccessivo grado alcolico dei vini: Cosa può fare la ricerca se cambia il clima?. *Frutticoltura*, 9, 60-63.

Jones, G. V. (2008). Il cambiamento climatico: osservazioni, proiezioni e conseguenze sulla viti-vinicoltura. *Review n.7, Italus Hortus*, 15 (1), 3-14.

Lafon, J. Couillaud, P. Gay-Belille (1966). Etablissement du tronc à différentes hauteurs. *Progrès Agricole et Viticole*, diciembre.

Martínez de Toda, F. y Sancha, J.C. (1998). Long-term effects of zero pruning on Grenache vines under drought conditions. *Vitis*, 37, 155-157.

Martínez de Toda, F. y Sancha, J.C. (1999). Long-term effects of simulated mechanical pruning on Garnacha vines under drought conditions. *Am. J. Enol. Vitic.* 50, 87-90.

Martínez de Toda, F. y Sancha, J.C. (1999). Comportamiento del viñedo (*Vitis vinifera* L.) cv. Garnacha Tinta durante nueve años de poda mínima en Rioja. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.*, 14, 15-23.

Martínez de Toda, F. (2000). Heterogeneidad genética del Tempranillo. Necesidad de su preservación. *Estrategias. Vitic. Enol. Prof.*, 69, 25-31.

Martínez de Toda, F. (2009). Viticultura para la obtención de vinos de baja graduación alcohólica: Nuevas técnicas vitícolas en estudio. *ACE Revista de Enología*. Edición digital, septiembre.

Martínez de Toda, F. y Balda, P. (2009). La doble vendimia como técnica para reducir el grado alcohólico de los vinos. 1ª Conferencia Ibérica de Viticultura y Enología. Lisboa. Portugal.

Stoll, M. Scheidweiler, M. Lafontaine, M. Schultz, H.R. (2009). Possibilities to reduce the velocity of berry maturation through various leaf area to fruit ratio modifications in *Vitis vinifera* L. Riesling. 16th International Giesco Symposium. July 12-15. University of California, Davis.

APLICACIÓN DE LOS SENSORES REMOTOS EN LOS ESTUDIOS DE ZONIFICACIÓN VITÍCOLA PARA LA VITICULTURA DE PRECISIÓN

Vicente D. Gómez-Miguel

Doctor Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid

1. INTRODUCCIÓN

La Viticultura de Precisión (VP) es una forma de gestión de la explotación que se basa en herramientas que ponen a disposición del viticultor información georreferenciada del viñedo, apoyándose principalmente en la separación cartográfica (intra-parcela) de sectores (subzonas) diferenciados por propiedades susceptibles de influir tanto en la calidad del producto resultante como en el propio manejo del viñedo.

La cartografía detallada de la parcela permite conocer la variabilidad entre tales sectores y la VP trata de forma independiente y optimizada cada uno de ellos, permitiendo, entre otras muchas cosas, la optimización del diseño de la plantación, la selección de portainjertos, la adecuación de la fertilización de fondo y mantenimiento, el ajuste de la nutrición hídrica, el diagnóstico y tratamiento de plagas y enfermedades, el seguimiento de la maduración, la elección del momento de la vendimia... y todo ello de manera localizada, en función las características propias de cada sector.

Anteriormente a la aparición de la VP, la variabilidad dentro de una parcela se manejaba en gran medida como "ruido" y con demasiada frecuencia no se apreciaba, y por lo tanto no se podía explicar y mucho menos relacionar y gestionar el conjunto de los parámetros implicados en esta variabilidad (Cook y Bramley, 1998; Bramley y Hamilton, 2004 y 2007).

Las variaciones locales de los factores del clima, de la litología, de la geomorfología y del suelo, afectan al desarrollo de la vid, a la composición de la uva y a la calidad del vino, y por ello determinan la existencia de los sectores que definen las unidades que condicionan o limitan la VP (Gómez-Miguel 2011).

Las técnicas modernas de zonificación vitícola (Vaudour, 2003), realizadas a escalas grandes y muy grandes ($\geq 1:5.000$; macrozonificación) permiten abordar estas cuestiones de forma favorable no sólo en lo referente al resultado, sino también, y aún

más importante, en relación con las causas de las diferencias (Gómez-Miguel y Sotés, 1997; Gómez-Miguel, 2011).

La representación gráfica de los resultados en los diferentes sectores definidos por las características del medio se lleva a cabo a través de su cartografía, y la técnica de ejecución de los mapas se ha facilitado y mejorado sensiblemente con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS). La realización de estos mapas, y especialmente del mapa de suelos, es un trabajo multidisciplinar, complejo y costoso, pero tales mapas son la base de la VP ya que permiten no sólo la caracterización de cada sector y la diferenciación entre sectores (subzonas), sino también explicar los efectos de esta variabilidad en el viñedo señalando sus verdaderas causas. Estas causas son importantes sobre todo porque actuando sobre ellas con un manejo adecuado se mejora el resultado, se homogeneiza el producto y se aumenta la calidad del vino.

Una de las formas de discriminar las diferencias existentes en el comportamiento entre plantas situadas dentro de un mismo viñedo (intraparcela), o en viñedos distintos (interparcela), es a través de sensores remotos. En concreto, desde finales del siglo pasado se han utilizado para este objetivo Índices de Vegetación (IV) muy diversos calculados a partir de imágenes multiespectrales.

En definitiva, el objetivo directo de la zonificación es la identificación de las causas de la variabilidad del terroir y la obtención del mapa de variabilidad del viñedo intraparcela para su utilización en VP como sistema de gestión o manejo de la explotación. Así, en este trabajo, se muestra como se pueden utilizar los datos obtenidos a partir de determinados sensores de percepción remota (*remote sensing*), como herramienta para la optimización de las técnicas cartográficas tradicionales utilizadas en los estudios de macrozonificación. En concreto, en primer lugar se comentará la variabilidad del *terroir* y de los sistemas de gestión del viñedo, destacando la importancia de la cartografía y la necesidad de

determinar los mapas de variabilidad y su realización, para posteriormente hacer referencia a las fuentes de información y a la utilización de los sistemas de percepción remota como otro método de diferenciación.

2. VARIABILIDAD DEL TERROIR Y SISTEMAS DE GESTIÓN DEL VIÑEDO: NECESIDAD DEL MAPA

La calidad del vino está determinada por los diferentes elementos o propiedades de un conjunto de factores naturales, biológicos, agronómicos y enológicos que son o pueden ser modificados por el hombre mediante lo que se describe frecuentemente con los términos **gestión** o **manejo**. El conjunto de todos estos elementos es lo que constituye el *terroir*, (figura 1).

La variabilidad de una determinada situación puede ser debida a cualquier diferencia en cada uno de tales elementos o propiedades de cada uno de los factores que componen el *terroir*, incluida la gestión o el manejo (figura 2).

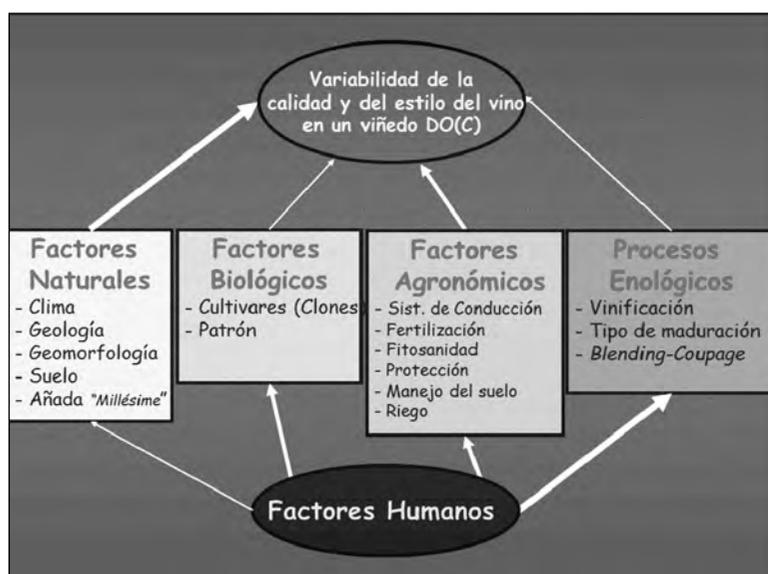


Figura 1. Influencia de los diferentes factores en la calidad del vino (Basado en Morlat y Asselin (1993), citados en Ojeda, 2007).

La gestión o manejo del viñedo "*pretende utilizar todas las hectáreas, dentro de su capacidad y tratarlas de acuerdo a sus necesidades*" (H. H. Bennett cit. USDA, 2007), e incluye decisiones sobre la elección del sitio, el diseño de la plantación, la elección del portainjerto o patrón y la variedad, la formación de la planta, el laboreo, la nutrición mineral, la ali-



Figura 2. Variabilidad del *terroir* y heterogeneidad del viñedo (de izquierda a derecha y de arriba abajo): a) elección del sitio (Italia); b) color diferente: erosión, caliza, materia orgánica (DO Campo de Borja); c) relieve: convexidad, vaguada (DO Campo de Borja); d) relieve: concavidad-convexidad (DO Campo de Borja); litología (DO Campo de Borja); toposecuencia: profundidad efectiva del suelo (DO Bierzo).

mentación hídrica, la elección y manejo de cubiertas, el control sanitario, la vendimia...

Existen dos formas principales de gestión o manejo:

- El Manejo tradicional o convencional (MT o MC).
- La Viticultura de Precisión (VP).

En el caso del MC toda la parcela, entendida como unidad de gestión, es tratada de forma homogénea, de manera que las necesidades del sector limitante en cuanto a calidad, producción o cualquier otro objetivo, o bien condicionan el manejo (laboreo, aporte de fertilizante, dosis de riego...) del conjunto, o bien es ignorado en beneficio de otro considerado de más importancia por su extensión, productividad, calidad o cualquier otra circunstancia preferente.

En general, hay muchas definiciones que se refieren a la Agricultura de Precisión y cada una de ellas está a menudo condicionada por el equipo comercial o por la tecnología que constituya la novedad o que esté de moda. La definición de la USDA (2007) indica que *"la agricultura de precisión se define como un sistema de gestión que está basado en la información y la tecnología, en un lugar específico y utiliza uno o más de las siguientes fuentes de datos: suelos, cultivos, nutrientes, plagas, la humedad o el rendimiento, la rentabilidad óptima, la sostenibilidad, y la protección del medio ambiente"*. Concretando, en el campo de la viticultura la OIV (2015) propone la definición de la viticultura de precisión siguiente: *"la VP es un proceso cíclico continuo que incluye la recopilación de datos, el análisis de datos, la delimitación de zonas de manejo, las decisiones de gestión y la evaluación de las prácticas aplicadas"*. Basándose en esta definición se puede decir que la VP funciona tal y como se muestra de modo resumido en la figura 3.

La VP como sistema de gestión es particularmente satisfactoria y se le puede augurar un futuro muy prometedor, no sólo porque la vid es un cultivo de alto valor, sino también porque la toma de decisiones de acuerdo a zonas de manejo (manejo de sitio-específico), es más eficaz desde el punto de vista económico y de la optimización de la calidad del producto final. Esta eficacia es mayor cuando los objetivos

de la VP están claramente definidos y cuando la magnitud de las variaciones es grande y los sectores son estables en el tiempo, lo que facilita la gestión separada de cada sector.

La VP puede proporcionar un medio para mejorar la gestión de los recursos naturales de los que depende la producción de uva y vino. Su aplicación no se limita a los objetivos de producción, puede ser muy rentable y mejora la gestión de las cadenas de oferta y demanda y además ofrece una forma nueva de aproximarse a la experimentación, de hecho, la experimentación puede ser una parte esencial de la aplicación de la gestión diferencial.

Las exigencias tecnológicas del manejo convencional son similares a las del manejo que usualmente se realiza en la mayoría de las explotaciones vitícolas, sin embargo, las necesidades de la VP son superiores y específicas en determinados capítulos como los relacionados con sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y de Percepción Remota, con sistemas de monitorización de campo, con monitores de rendimiento y otros, con Sistemas de Información Geográfica (SIG), con maquinaria sensible, como aplicadores de dosis variable...

En definitiva, aunque las exigencias tecnológicas de las dos posibilidades de sistemas de gestión de la parcela/explotación son diferentes, existe una sola solución para realizarlas de forma conveniente:

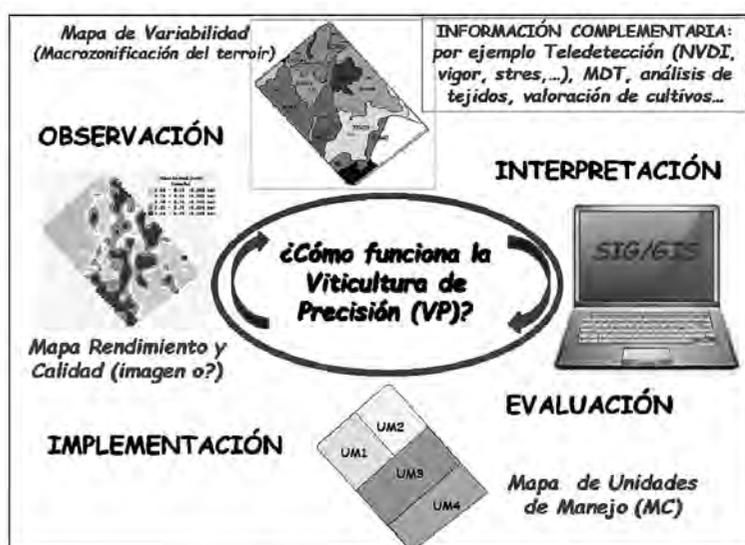


Figura 3. La Viticultura de precisión (VP) es un proceso cíclico continuo que parte del mapa de variabilidad e incluye herramientas complementarias de información, el análisis y la interpretación de datos, la delimitación de unidades de manejo específico, decisiones sobre la gestión y la evaluación de las prácticas aplicadas que permiten mejorar el punto de partida inicial.

tanto en el MC/MT como en la VP es necesario el mapa de variabilidad del *terroir* como punto de partida para la correcta definición de las unidades de manejo.

3. MAPAS DE VARIABILIDAD DEL TERROIR

En general, se puede decir que el viticultor no conoce de forma detallada las propiedades del lugar en el que se desarrolla su viñedo y, por tanto, lo gestiona de forma convencional (MC o MT), es decir uniformemente, basándose en el conocimiento que tiene sobre el rendimiento, obviando la calidad que apenas se considera o simplemente se ignora. Los rendimientos varían generalmente (hasta más de 10 veces), y sus patrones de variación son estables en el tiempo. La calidad del fruto también es variable, y sigue patrones de variación similares a los del rendimiento.

La variabilidad del medio que soporta la viña y las dificultades que esta conlleva para una gestión adecuada (variabilidad del *terroir*), están en el origen de la heterogeneidad del producto y en definitiva de la calidad del vino.

Esta variabilidad es siempre más fácil de detectar que de describir, caracterizar y cartografiar. Las dificultades para la caracterización y cartografía de las partes de la parcela que son similares y para su separación de aquellas que son diferentes, es lo que hace imprescindible el mapa denominado mapa de variabilidad o con sus diferentes sinonimias:

Mapa de Variabilidad del *terroir* ↔ Mapa de los *terroir* ↔ Mapa de Zonificación del *terroir*

El mapa de variabilidad permite la "caracterización espacial de zonas semejantes para producir uvas o vinos de composiciones similares, aun cuando permitan decisiones operacionales a distintos niveles de producción" (Vaudour, 2003). La utilidad de este mapa es múltiple (figura 4), y sus potencialidades dependen de su calidad y de la información aportada por este. El uso de un enfoque técnico moderno para la evaluación y el reconocimiento del lugar y para el muestreo del propio viñedo produce una información importante que de otro modo puede perderse.

La calidad del mapa de variabilidad radica en la fiabilidad de las fuentes de información y en las técni-

VITICULTURA DE PRECISIÓN		PROPIEDADES DE INFLUENCIA
Elección de las subparcelas de mejor calidad		Microzonificación
Material vegetal	Variedades Patrones	Sequía, humedad, heladas... Caliza total, caliza activa, IPC, Fe...
Preparación del terreno	Desfonde Subsolado Labor profunda Topo	Profundidad efectiva Diferenciación de Horizontes Texturas contrastantes Propiedades dinámicas: consistencia... <i>Hardpan</i>
Diseño de riego	Tipo y forma Dosis/frecuencia	Fases ácuicas, régimen de humedad...
Preplantación	Enmienda orgánica Enmienda mineral Fertilización/Abonado de Fondo	MO/N pH, K/Mg, Mg/Ca Complejo, relaciones, equilibrios...
Plantación	Geometría Sistema Tamaño de unidades/módulo Tipo/modo	Fases de pendiente, orientación, exposición...
GIS/SIG	Seguimiento de riego Seguimiento de fertilidad Diseño experimental	Extracciones/aportes Carencia/toxicidad
Trazabilidad	Seguimiento de la información desde la Parcela hasta el mercado	

Figura 4. Diferentes aplicaciones del mapa de variabilidad de la explotación/parcela, mapa de los *terroir* o mapa de zonificación del *terroir* a la Viticultura de Precisión.

cas cartográficas utilizadas para su realización, en la precisión y exactitud requerida por una escala adecuadamente elegida de acuerdo con los objetivos, en la densidad de observaciones y en las técnicas de muestreo del suelo y de la planta seleccionados, y en la importancia y el número de propiedades, variables o parámetros considerados.

La escala del mapa debe estar de acuerdo con los objetivos del trabajo (figura 5). Así, mientras que para un estudio de ordenación del cultivo de la vid en una determinada denominación de origen es necesaria una escala media (por ejemplo, 1:25.000), para un mapa de variabilidad de una explotación que pretenda aplicar técnicas de manejo relacionadas con la VP es conveniente una escala grande (por ejemplo, 1:5.000).

La densidad de observaciones relacionadas con el mapa de suelos está condicionada por la escala elegida y, junto con el número de determinaciones que se han de realizar en el laboratorio de acuerdo con los objetivos previstos, determinan su coste (figura 6).

El muestreo del viñedo está condicionado principalmente por el objetivo y por el tipo de análisis elegido. En la figura 8 se incluye una propuesta realizada al respecto en la OIV y que actualmente está en proceso de discusión.

El suelo se estudia a partir de su perfil y consta de una o varias capas llamadas horizontes. El conjunto de los horizontes A y B se denomina *solum*, y constituye la profundidad efectiva en la que se desarrolla la mayor parte del sistema radicular de la planta, de ahí su importancia en la alimentación hídrica y nutricional de la propia planta. Esto es importante porque cada horizonte tiene sus propiedades y no es correcto referirse, por ejemplo, a un suelo arcilloso o arenoso, sino a un horizonte arcilloso o arenoso de un suelo determinado; por ejemplo, en los viñedos no es infrecuente que el horizonte A sea franco arenoso, el B arcilloso y el C franco. Esto incrementa sensiblemente el número de muestras que se han de realizar y encarece el estudio.

Las propiedades que se deben caracterizar en el campo y las determinaciones que han de realizarse en el laboratorio a la muestra correspondiente de cada uno de los horizontes del perfil, son las que definen la información disponible para el viticultor y, por lo tanto, también establecen la calidad del estudio. La figura 7 muestra una relación mínima de

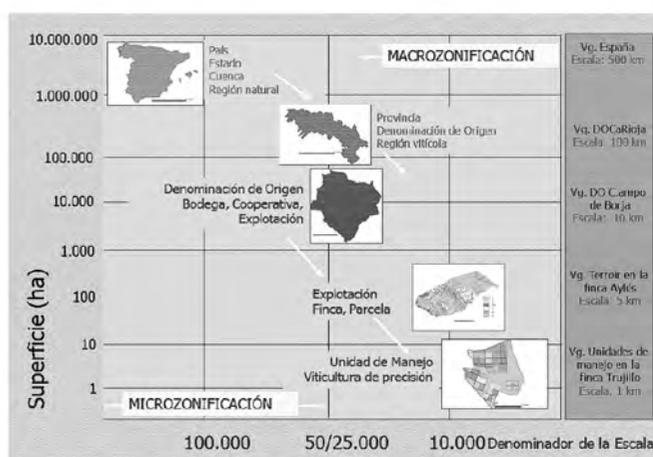


Figura 5. Relación entre la superficie del estudio y la escala del mapa de variabilidad del terroir.

ESCALA	0,5 / 1	observaciones por cm ² de mapa	Coste aproximado
	Observaciones/ km ²	Observaciones / ha	Euros/ha
1:50.000	2/4	0.02/0.04	2/4
1:25.000	8/16	0.08/0.16	5/10
1:10.000	50/100	0.5/1.0	300/500
>1:5.000	200/400	2/4	700/1000

Figura 6. Relación entre la escala del mapa de suelo, la densidad de observaciones y el coste aproximado del estudio.

Elementos gruesos
 Textura USDA : Arenas (Muy Gruesa, Gruesa, Media, Fino, Muy Fino), Limos (grueso y fino) y Arcilla
 Materia orgánica
 Nitrogeno
 Fósforo (Olsen)
 Caliza total y Caliza activa
 Fe para Índice de Poder Clorofante (IPC)
 Capacidad de Intercambio Catiónico, Bases de Cambio (Ca, Mg, Na, K) y, en su caso, Acidez y Al de cambio
 Conductividad Eléctrica (1:5)
 pH (1:5)
 Extracto Saturado (Sólo para CE > 200 dS/cm)
 Oligoelementos: B, Cu, Mn, Zn, Fe
 Capacidad de Campo y Coeficiente de marchitamiento
 Análisis Especiales: Mineralogía de arenas, Arcillas y curvas de pF con otros puntos

Figura 7. Relación de determinaciones de laboratorio y métodos referidos a USDA (2014) y a MAPA (1986) utilizados en los estudios de zonificación del terroir realizados por los autores.

Tipo de muestreo	Número de sectores (clases)	Número de plantas	Número de uvas por planta	Forma del racimo	Número de bayas	Muestra mínima	
						Bayas por clase	Total de bayas por parcela
Estratificado por clases	2-3	3	15	cilíndrico	18	810	1620-2430
Estratificado por clases	2-3	3	15	cónico	24	1080	2160-3240
Malla	0	16	15	cilíndrico	18	-	4320
Malla	0	16	15	Cónico	24	-	5760

Figura 8. Muestreo de plantas y uvas por parcela y sectores intra-parcela (clases) basada en la propuesta de la OIV (2015).

determinaciones recomendables en el caso de la aplicación de VP.

Por otra parte, el muestreo del viñedo está condicionado principalmente por el objetivo y por el tipo de análisis elegido. Así, se han realizado diferentes propuestas para normalizar este muestreo. Actualmente, en la OIV (2015) se están discutiendo la propuesta que se muestra en la figura 8.

4. REALIZACIÓN DEL MAPA DE VARIABILIDAD

La información para la realización del mapa de variabilidad de los *terroir* procede principalmente de la procedente del tratamiento de imágenes obtenidas mediante sensores remotos (**Percepción remota**), o de la obtenida por técnicas cartográficas que incluyen el muestreo de campo y los análisis de laboratorio y que son utilizadas por disciplinas como la Climatología, la Geología, la Geomorfología, la Edafología o la Botánica (**Método directo**). La importancia del muestreo y de las aportaciones de cada uno de los elementos a la realización de los mapas de variabilidad o zonificación se muestran en la figura 9.

De forma general se puede afirmar que la variabilidad del suelo es de onda muy corta y que por lo tanto es uno de los elementos del *terroir* que le aporta mayor variabilidad. La visibilidad en las fotos aéreas de diferentes elementos de gran importancia en la variabilidad horizontal del suelo y su tradicional uso en edafología debido también a que facilita la cartografía de su distribución geográfica forman parte de las causas más importantes de que la fotointerpretación aérea (FIA) sea un instrumento metodológico que sigue manteniendo su utilidad para la realización de mapas de variabilidad del *terroir* o zonificación de los *terroir* de media y pequeña escala (figura 10).

5. IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE PERCEPCIÓN REMOTA COMO MÉTODO DE DIFERENCIACIÓN

En los mapas de escalas grandes y muy grandes la importancia de la FIA es más limitada y la utilización del **método directo** adquiere mayor relevancia (figura 11). Este método y el tipo de muestreo en malla fija (*fixed grid*), en el que las observaciones se sitúan a lo largo de líneas imaginarias paralelas entre sí con igual (cuadrado) o diferente (rectángulo) separación que la existente entre las líneas, se reserva para estudios detallados y muy detallados a los que nos referimos cuando hablamos de variabilidad intraparcela (figura 12). El error en los límites entre sectores (precisión) queda definido por la mitad de la distancia entre líneas y de la distancia a lo largo de ellas.

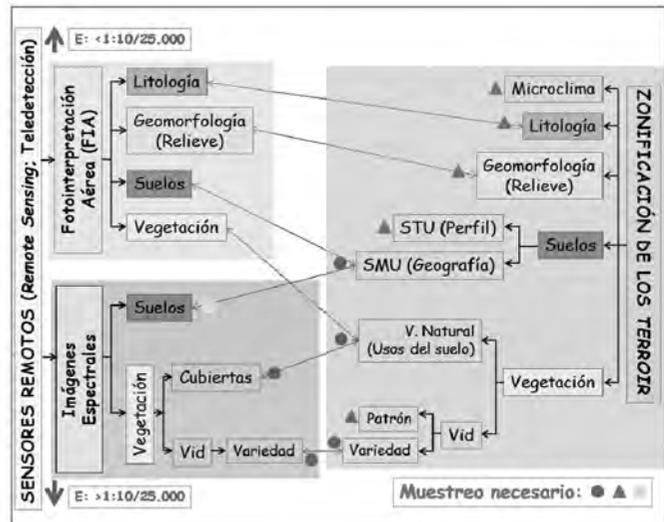


Figura 9. Metodología general para la realización de los mapas de variabilidad del *terroir* o zonificación de los *terroir*. Es sustancial destacar la importancia de los muestreos de campo en puntos clave del estudio entre las fuentes de información y el resultado final (compárese con las figuras 10, 11 y 15).

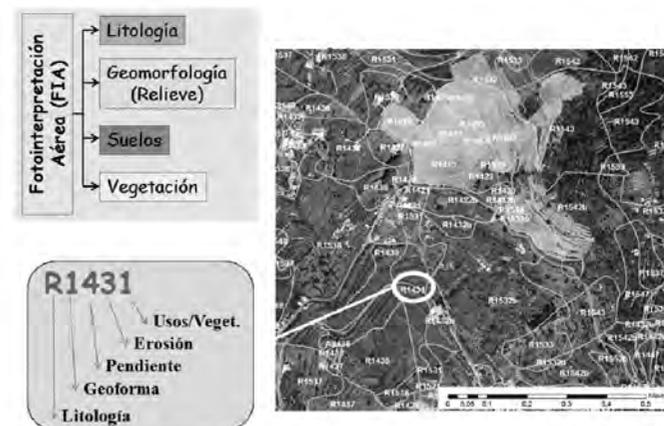


Figura 10. Aportación de la fotointerpretación aérea (FIA) a los mapas de variabilidad del *terroir* o zonificación de los *terroir* de media y pequeña escala. La visibilidad en las fotos aéreas de diferentes elementos permite configurar una leyenda decimal (en el ejemplo se destaca una unidad con cinco dígitos), que se puede correlacionar con la distribución geográfica de los suelos y por ello constituye un instrumento metodológico para la realización de mapas de variabilidad o zonificación del *terroir* (compárese con la figura 9).

En este contexto adquiere importancia y aparece en primer plano el empleo de determinados sistemas de percepción remota como método de diferenciación principalmente por su fácil acceso, pero también, porque aumenta la precisión de los límites entre sectores de diferenciación. En concreto nos referimos a los **sensores** que proporcionan **imágenes espectrales** de alta **resolución**.

Los sensores son aquellos elementos o equipos capaces de tomar energía (espectro electromagné-

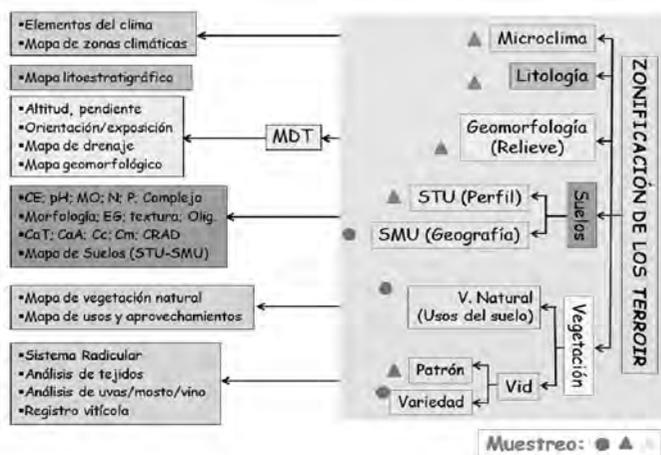


Figura 11. Esquema metodológico del método directo. Es destacable la importancia del muestreo en todas las fases del análisis y de la información disponible para el viticultor (compárese con la figura 9).

tico) proveniente de un objeto, y convertirla en una señal que pueda ser registrada y presentada de forma adecuada para extraer información: cámaras, videos, radar, sonar... La utilización de sensores (transportados por cualquier medio: satélites, aeronaves o aviones de alta, media o baja altitud, tripulados o no, automóviles...), y el conjunto de técnicas y procedimientos para la obtención de información sobre objetos o fenómenos (el medio natural) sin tener contacto entre el sensor y los objetos, es lo

que entendemos por percepción remota (*remote sensing*) o teledetección.

La resolución es una medida de la habilidad que posee un sistema sensor para distinguir entre respuestas que son semejantes espectralmente o próximas espacialmente. Existen varios tipos de resoluciones tal y como se indica a continuación. La *resolución espacial* mide la menor separación angular o lineal entre dos objetos y, por lo tanto, se refiere al tamaño del objeto o característica del terreno de menor tamaño que se puede distinguir en una imagen. La *resolución espectral* define las longitudes de onda en las que el sensor es capaz de medir la energía reflejada: el sensor 1 (0,4-0,45 μm) tiene menor resolución espectral que el sensor 2 (0,4-0,5 μm). La franja del espectro electromagnético más utilizada en percepción remota es la situada entre 0,3 y 15 μm (ultravioleta-visible-infrarrojo). La *resolución radiométrica* está asociada a la sensibilidad del sensor para distinguir niveles de intensidad de la señal de retorno: una resolución de 10 bits (1024 niveles digitales) es mejor que una de 8 bits. La *resolución temporal* es la periodicidad con que el sensor adquiere imágenes de la misma porción de la superficie terrestre y depende de las características del transportador del sensor (altura,

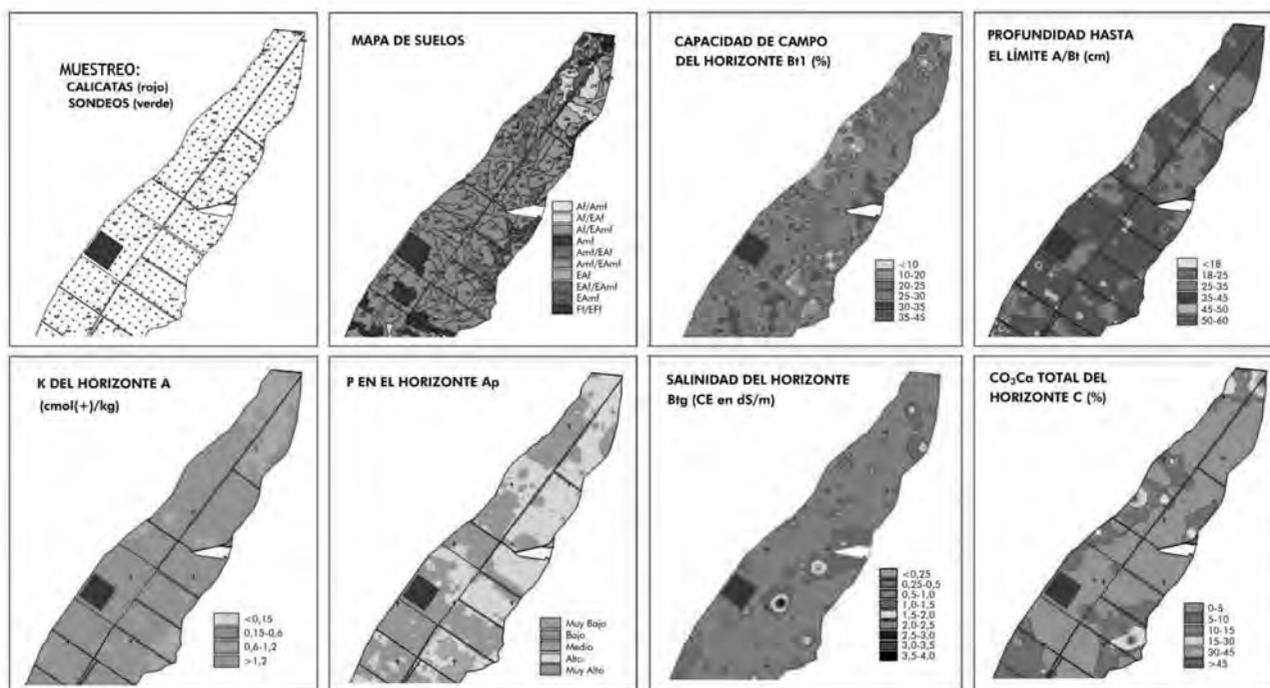


Figura 12. Aplicación del método directo con muestreo en malla fija cuadrada en un mapa de suelos (escala original 1:5.000) en el que se realizaron tres observaciones por cm^2 de mapa: distribución de algunas propiedades obtenidas por interpolación y parcelación (Gómez-Miguel, 2005).

velocidad e inclinación) y de su diseño (ángulos de observación y de cobertura).

Los tipos de resolución citados permiten la selección de imágenes adecuadas para un objetivo determinado sea este simple o ambicioso (figura 13 y 14). En Viticultura un *objetivo simple*, relacionado con un elemento concreto y previamente detectado y seleccionado y sin interferencias de los demás, puede ser cartografiado utilizando este tipo de recursos. Este tipo de objetivos suele estar relacionado con la mejora anual del producto (producción anual). Por ejemplo: plagas y enfermedades, carencias en el cultivo, estrés hídrico, zonas hidromórficas o encharcables/agua, factores de calidad puntual, maduración/vendimia, clorosis... (figura 15). Sin embargo, para abordar un *objetivo ambicioso* como es la optimización y homogeneización del producto se requiere la realización del mapa de variabilidad/zonificación del *terroir* para lo que se ha de utilizar coordinadamente el conjunto de técnicas previamente comentadas, es decir tanto el método directo como la teledetección. En concreto se trata de que a corto o medio plazo (futuro), mediante la gestión llevada a cabo con VP, los sectores de la parcela sean lo más homogéneos posible y así obtener también productos lo más homogéneos posibles.

6. ÍNDICES MULTIESPECTRALES

La extracción y manejo de la información de las imágenes espectrales que se relacione directamente con una de las propiedades que se pretende valorar, es una tarea que presenta ciertas dificultades. La cuestión se ha abordado desde múltiples puntos de vista y no siempre con éxito. La realización más o menos compleja de índices es la más utilizada actualmente. Los índices son combinaciones de las bandas espectrales registradas por los diferentes sensores. Se han utilizado índices que se relacionan con componentes del suelo como la textura, la humedad, la materia orgánica, los óxidos de hierro (Palacios-Orueta *et al.*, 1999; Zarco *et al.*, 2005) y teledetección térmica para evaluación del estado hídrico (Berni *et al.*, 2009; Bellvert *et al.*, 2014), entre otros. No obstante, sin duda los más utilizados en viticultura son los denominados índices de vegetación. Existen un número importante de índices de

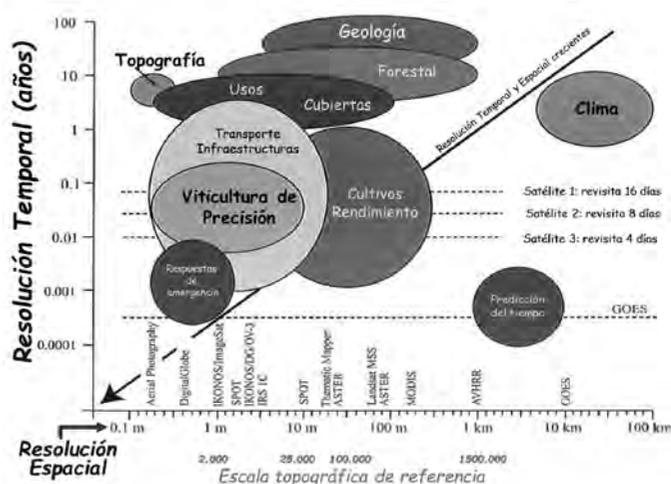


Figura 13. Resolución temporal y espacial de algunas fuentes para aplicaciones seleccionadas mod. de Jensen (2004): obsérvese la relación entre la resolución espacial nominal y la escala topográfica de referencia.

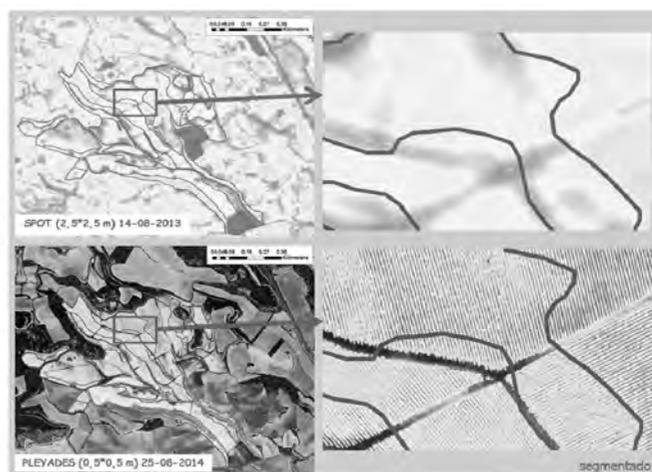


Figura 14. NVDI para dos satélites con diferente resolución espacial realizadas en una época similar en diferentes años.

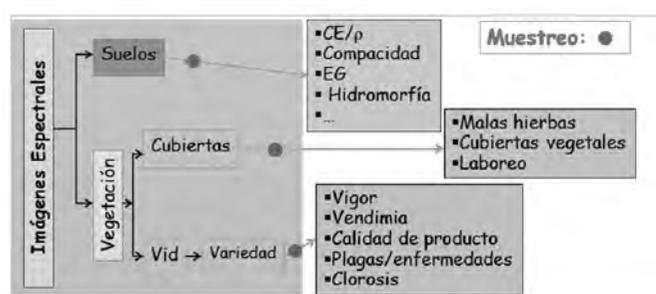


Figura 15. Metodología para la utilización de las imágenes espectrales en Viticultura y algunas de las propiedades para las que han sido empleadas con éxito cuando lo han sido con un muestreo correcto (ver las figuras 6, 7, 8 y 9).

vegetación (Zarco *et al.*, 2005) y es creciente el número de estudios que los comparan.

En Viticultura se ha utilizado frecuentemente el *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) que se ha relacionado con el contenido en clorofila (Zarco *et al.*, 2005), con la densidad foliar o el vigor (Hall *et al.*, 2003, Johnson *et al.*, 2003), con el estado hídrico de la planta (Möller *et al.*, 2007; Acevedo-Opazo *et al.*, 2008, Berni *et al.*, 2009; Bellvert *et al.*, 2013, 2014), con el índice de superficie foliar (Johnson *et al.*, 2003, Berni *et al.*, 2009), o con el rendimiento y la composición de la uva (Hall *et al.*, 2011), entre otros. Además, el vigor de la planta puede ser utilizado como indicador indirecto de la producción de la vid y la calidad de la uva (Hall *et al.*, 2002). Relacionados con el NDVI se han propuesto otros índices como el *Improved Soil Adjusted Vegetation Index* (MSAVI), *Simple Ratio Index* (SR) y el *Modified Simple Ratio Index* (MSR) que también se incluyen en la comparaciones (Martínez y Gómez-Miguel, 2015). Para el cálculo del NDVI se utiliza la región espectral que corresponde al rojo (R, Red) y al infrarrojo cercano (NIR, Near-InfraRed) de acuerdo con la relación $R_{IR} - R_R / R_{IR} + R_R$. Existen diversas maneras de trabajar con el resultado del cálculo de NDVI y en las figuras 14 y 16 se incluyen algunas de las más usuales (Da Costa *et al.* 2006).

Los problemas para la discriminación de sectores relacionados con la misma respuesta a propiedades diferentes y con respuestas diferentes a idénticas condiciones (figura 17), junto con la variabilidad temporal a las diferentes situaciones anuales (figura 18), y las diferentes situaciones de la vegetación por causa del propio ciclo o debido a condiciones climáticas, sanitarias..., son algunas de las causas que originan que las interpretaciones del resultado no sean fáciles y que a veces sean imposibles. La utilización de varios índices no suele ser una solución aunque si un complemento metodológico fácilmente asequible (Martínez y Gómez-Miguel, 2015).

*En definitiva, la variabilidad sólo puede ser considerada correctamente a partir de una cartografía suficientemente detallada en la que se califiquen y cuantifiquen todas las propiedades del terroir. Por estos motivos parece lo más sensato, como se ha dicho más arriba, utilizar el conjunto de las metodologías disponibles, particularmente el método directo y la propia teledetección, de forma complementaria y aprovechando las ventajas de ambas para la elaboración adecuada de los mapas de variabilidad del terroir o mapas de zonificación del terroir (figura 19; ver también Reynolds *et al.* 2007).*

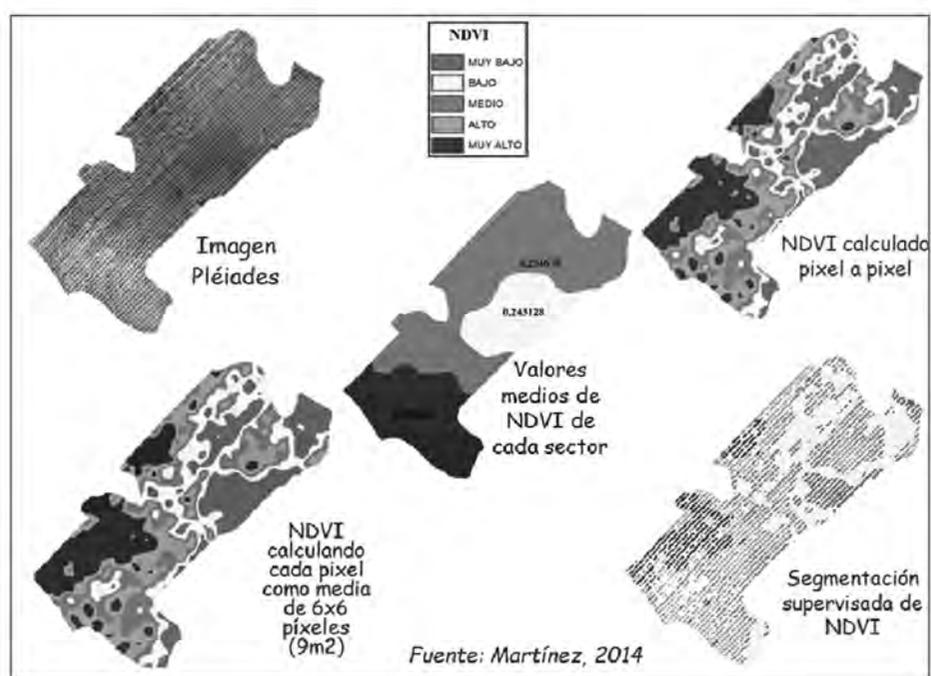


Figura 16. Diferentes presentaciones del NVDI para los resultados correspondientes a la imagen del mismo satélite.

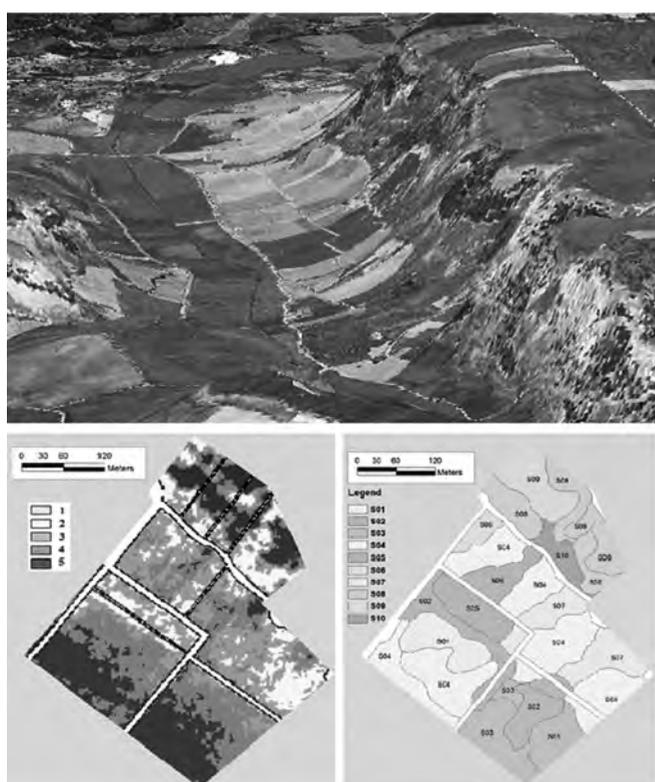


Figura 17. Confusión de sectores. Sectores que aparecen iguales de acuerdo con el NDVI son muy diferentes por diferencias del medio (Gómez-Miguel et al., 2012): (a) Mapa 3D y curvas de nivel (equidistancia 10m) en el que se aprecia una gran diferencia topográfica e incluso litológica entre las partes elevadas de gran pendiente y las partes bajas de la parcela (en rojo); (b) Mapa de agrupación de cinco clases homogéneas según el NDVI procedente de una imagen espectral del año 2011; (c) Mapa de unidades de suelos disímiles (escala original 1:5000).

7. CONCLUSIONES GENERALES

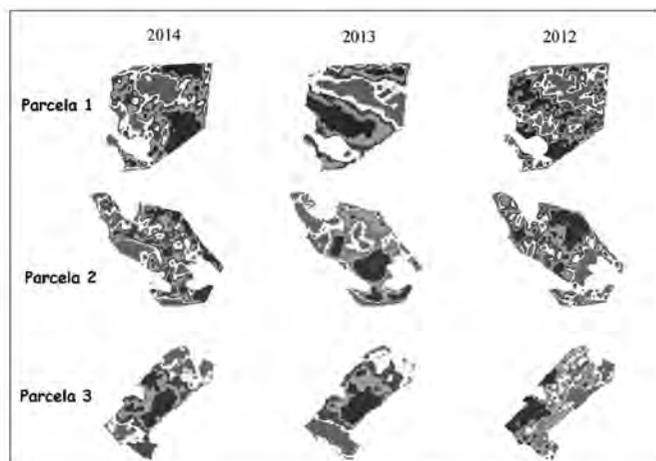


Figura 18. Mapas de variabilidad temporal del NDVI calculado pixel a pixel para tres parcelas a partir de imágenes de Pléiades (2012 y 2014) y SPOT 5 (2013) según Martínez (2014).

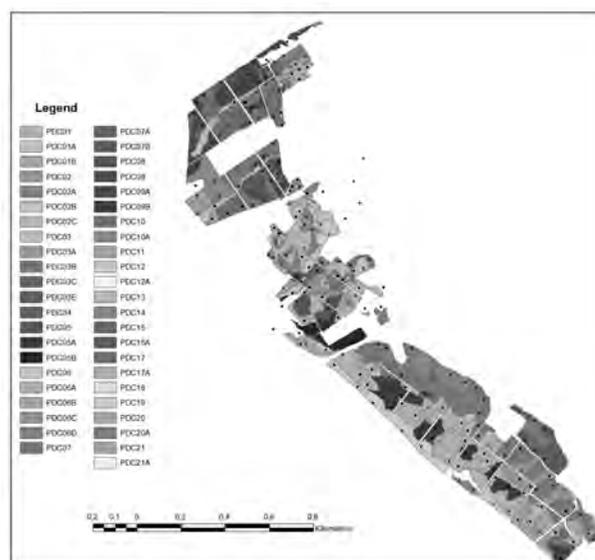


Figura 19. Mapa de variabilidad de la explotación realizado utilizando el método directo y la teledetección.

- Existen dos formas principales de gestión o manejo de la parcela/explotación: el Manejo Tradicional o Convencional y la Viticultura de Precisión. Aunque las exigencias tecnológicas de ambos sistemas de gestión son diferentes, tanto en uno como en otra es necesario el Mapa de Variabilidad del *Terroir* para la correcta definición de la diferenciación de los sectores.
- El Mapa de Variabilidad del *Terroir*, Mapa de los *Terroir* o Mapa de Zonificación del *Terroir* constituye la cartografía detallada de la parcela y permite conocer la delimitación y la caracterización de los diferentes sectores que constituyen su variabilidad.
- La Viticultura de Precisión gestiona de forma independiente y optimizada cada uno de estos sectores, permitiendo, entre otras muchas cosas, la optimización del diseño de la plantación, la selección de patrones, el laboreo, el manejo de cubiertas, la adecuación de la fertilización de fondo y mantenimiento, el ajuste de la nutrición hídrica, el diagnóstico y tratamiento de plagas y enfermedades, el seguimiento de la maduración, la elección del momento de la vendimia... y todo ello de manera localizada en función las características propias de cada sector.
- El Método Directo es la forma usual de conseguir el Mapa de Variabilidad del *Terroir*. El Mapa realizado a partir del Método Directo delimita y

caracteriza los diferentes sectores con eficacia y además aporta información sobre las propiedades del *terroir*, lo que permite diagnosticar las causas de la heterogeneidad y con ello la posibilidad de manejarlas adecuadamente.

- Los Mapas obtenidos de Imágenes Espectrales de Alta Resolución aportan información importante, son muy asequibles, facilitan la precisión de los límites y se obtienen más rápidamente que los realizados a partir del Método Directo. Sin embargo, este tipo de mapas separa zonas cuya diferenciación se debe a la respuesta de la planta a una determinada situación que puede estar originada por un sinfín de posibilidades y, por lo tanto varían con ellas. Estos mapas son incapaces de discriminar sectores por las propiedades de los factores del medio (clima, litología, geomorfología, suelo) que afectan a la variabilidad del *terroir*, lo que imposibilita la actuación directa sobre ellas.
- La ejecución del Mapa realizado a partir del Método Directo se encarece a grandes escalas (estudios muy detallados) debido a la dificultad de realizar adecuadamente las delineaciones (el error con *malla fija* es función de la longitud de los lados). Sin embargo, la tecnología del Mapa obtenido de Imágenes Espectrales de Alta Resolución permite amortiguar este problema y disminuir el coste.
- Tanto en los mapas obtenidos por el Método Directo como los obtenidos de Imágenes Espectrales de Alta Resolución, la calidad *del muestreo* es fundamental. Tanto la densidad de observaciones como el número de propiedades implicadas en el estudio determinan su utilidad y las directrices, a ser posible siguiendo normas internacionales, deben ser garantía de calidad.
- Ambas metodologías, Método Directo e Imágenes Espectrales, se complementan para la realización del Mapa de Variabilidad del *Terroir* y, una vez que se dispone del Mapa realizado a partir del Método Directo, son posibles las interpretaciones correctas de los Mapas obtenidos de Imágenes Espectrales de Alta Resolución, ya sean anuales, estacionales, en función del estado fenológico, o por cualquier otra circunstancia que pueda afectar a la variabilidad (plagas, estrés...).
- Se recomienda utilizar el conjunto de las metodologías disponibles, particularmente el Método Directo y la propia Teledetección, de forma complementaria para la elaboración adecuada de los Mapas de Variabilidad del *Terroir* o Mapas de Zonificación del *Terroir*.
- El Mapa de Variabilidad del *Terroir* así obtenido permite al viticultor abordar el objetivo más ambicioso: la optimización y homogeneización del producto. En concreto se trata de que a corto o medio plazo (futuro), y mediante la gestión llevada a cabo con la Viticultura de Precisión, la actuación sobre las propiedades del *terroir* en los diferentes sectores de la parcela se consiga la mayor homogeneidad posible, y así también el producto lo sea.

8. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo-Opazo, C. B. Tisseyre, S. Guillaume y H. Ojeda. 2008. The potential of high spatial resolution information to define within-vineyard zones related to vine water status. *Precis. Agric.* 9: 285-302.

Bellvert, J. P. Zarco, E. Feredes y J. Girona. 2014. Mapping crop water stress index in a "pinot-noir" vineyard: comparing ground measurements with thermal remote sensing imagery from an unmanned aerial vehicle. *Precision Agriculture Journal*, 15,4: 361-376.

Berni, J.A. P.J. Zarco, L. Suárez y E. Feredes. 2009. Thermal and Narrowband Multispectral Remote Sensing for Vegetation Monitoring From an Unmanned Aerial Vehicle. *IEEE Trans. On Geosc. And Rem. Sens*, 47, 3: 722-738.

Bramley, R. y R. Hamilton. 2004. Understanding variability in winegrape production systems 1. Within vineyard variation in yield over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research.*, 10: 32-45.

Bramley, R. y R. Hamilton. 2007. Terroir and precision viticulture: Are they compatible? *Journal International Des Sciences De La Vigne et Du Vin.*, 41: 1-8.

Cook, S. and R. Bramley. 1998. Precision agriculture - opportunities, benefits and pitfalls of site-specific crop management in Australia. *Aust. J. Exp. Agric.* 38: 753-763.

Da Costa, J.P. Ch. German, O. Laviaille, S. Homayouni y G. Grenier. 2006. Vine field monitoring using resolution remote sensing images: segmentation and characterization of rows of vines. *Vith Int. Terroir Congr. Montpellier*.

Gómez-Miguel, V. 2011. Terroir. In: J. Böhm (ed.) *Atlas das castas da Península Ibérica: história, terroir, ampelografia*. pp. 104-153. Dinalivro, Lisboa, Portugal.

- Gómez-Miguel, V. y V. Sotés. 1997. Delimitación de zonas vitícolas de la DO Ca Rioja. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Gómez-Miguel, V. 2005. Geología, Geomorfología y Edafología. Atlas Nacional de España. Instituto Geográfico Nacional. Madrid.
- Gómez-Miguel, V. M.L. González-SanJosé y V. Sotés. 2012. High Resolution Remote Sensing a Supplement to Micro-Zoning Studies. IXe Congrès International des Terroirs vitivinicoles 2012 / IXe International Terroirs Congress 2012, Francia.
- Hall, A. D. Lamb, B. Holzapfel y J. Louis. 2002. Optical remote sensing applications in viticulture - a review. *Aust.J.Grape Wine Res.* 8:36-47.
- Hall, A. D.W. Lamb, B.P. Holzapfel y J.P. Louis. 2011. Within-season temporal variation in correlations between vineyard canopy and winegrape composition and yield. *Precis.Agric.* 12:103-117.
- Hall, A. J. Louis y D. Lamb. 2003. Characterizing and mapping vineyard canopy using high-spatial-resolution aerial multispectral images. *Comput. Geosci.* 29:813-822.
- Jensen, J.R. 2004. Introductory digital image processing: a remote sensing perspective. Prentice Hall. New Jersey 526 pp.
- Johnson, L. D. Roczen, S. Youkhana, R. Nemani y D. Bosch. 2003. Mapping vineyard leaf area with multispectral satellite imagery. *Comput.Electron.Agric.* 38:33-44.
- MAPA (1986). Métodos oficiales de análisis de suelos y plantas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Mathews, A.J. y J.R. Jensen. 2013. Visualizing and Quantifying Vineyard Canopy LAI Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Collected High Density Structure from Motion Point Cloud. *Remote Sensing*, 5, 5: 2164-2183.
- Martínez, A. J. Cámara y V. Gómez-Miguel. 2014. Vegetation indices variability in vineyards of Rioja Alta (DO Ca Rioja) in different dates. X Int CongTerroir Tokai (Hungría).
- Martínez, A. y V. Gómez-Miguel. 2015. Vegetation index cartography as a methodology complement to the terroir zoning for its use in precisión viticulture (i.p.).
- Möller, M. V. Alchannatis, Y. Cohen, M. Meron, J. Tsipris, A. Nahor, V. Ostrovsky, M. Sprintsin y S. Cohen. 2007. Use of thermal and visible imagery for estimating crop water status of irrigated grapevine. *Jor. Of Experim. Botany*, 58:827-838.
- OIV. 2015. Preliminary Draft Resolution. VITI-TECVIT 14-xxx Et1. Version 01/2014 (a proposed by Bramley et al. 2005).
- OIV. 2015 (Mod). The OIV guidelines for sampling in vineyards. CI-TECVIT 2014-03 04.WD23 (propuesta).
- Ojeda, H. 2007. Precision irrigation of the vineyard. CON-CLIVIT. Zaragoza. España.
- Palacios-Orueta, A. J.E. Pinzón, S.L. Ustin, y D.A. Roberts. 1999. Remote sensing of soils in the Santa Mónica Mountains. *Rem Sensing of Environment*, 68: 138-151.
- Reynolds, A.G. I.V. Senchuk, C. Reest y Ch. Savigny. 2007. Use of GPS and GIS for elucidation of the basis for terroir: spatial variation in an Ontario Riesling vineyard. *Am. J. Enol. Vitic.*, 58,2:145-163.
- Taylor, J.A. 2004. Digital terroir and Precision Viticulture. PHD Thesis. MMIV. New South Wales Australia 255p.
- USDA. 2007. Precision Agriculture: NRCS support for emerging technologies. Agronomy Technical Note No.1, June 2007.
- USDA. 2014. Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual. USDA. Version 5.0.
- USDA. 2014. Soil Survey Field and Laboratory Methods Manual, USDA. Version 2.
- Vaudour, E. 2003. Les terroir viticoles. Editions La Vigne-DUNOD, Paris 294 pp.
- Zarco, P, A. Berjón, R. López-Lozano, J. Miller, P. Martín, V. Cachorro, M. González y A. de Frutos. 2005. Assessing vineyard condition with hyperspectral indices: Leaf and canopy reflectance simulation in a row-structured discontinuous canopy. *Remote Sens. Environ.*, 99, 3: 271-287.

ENFERMEDADES DE MADERA DE LA VID: COMPLEJIDAD Y CAMBIOS EN UN CULTIVO MILENARIO

M.^a Teresa Martín Villullas

Doctora en Biología. Investigadora en Patología. Consultoría Técnico Científica. Dueñas (Palencia)

1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades de madera de la vid constituyen un enorme problema para el viñedo, porque el final de sus efectos es la muerte de la planta, ya que hoy en día no existe ningún tratamiento curativo y muy pocos son preventivos. Grosman y Doublet (2012), en un estudio realizado en territorio vitivinícola francés, calculan que en 5 años la superficie improductiva ha pasado de un 6% a un 13% debido a la presencia de estas enfermedades. Los trabajos de investigación realizados mundialmente han permitido avanzar en distintos aspectos. Se sabe que estas enfermedades son de evolución lenta y conllevan una aparición errática de los síntomas foliares y que varían en función de factores climáticos y de cultivo. Se pueden diferenciar por: los síntomas externos, la época de su aparición y los hongos asociados.

En los últimos años su presencia está aumentando, lo que pudiera deberse entre otras causas a: la prohibición del uso del arsenito sódico (altamente tóxi-

co), las nuevas tendencias culturales con el estrés añadido que implican, el estado sanitario deficiente de las plantas en su origen...

Los efectos de las enfermedades de madera de la vid dan lugar a una disminución de la producción, en tal modo que los brazos enfermos, si dan fruto, este se seca o no madura adecuadamente, provocando una heterogeneidad en la maduración de la uva. En consecuencia, habrá pérdida de calidad, persistencia de focos de infección y, por ello, expansión de enfermedades y muerte prematura de la planta. En algún momento el aumento de plantas enfermas e improductivas o muertas hará que el viñedo deje de ser rentable.

2. SINTOMATOLOGÍA FOLIAR Y EN MADERA

En planta joven (< 5 años) se describen dos enfermedades. El Pie Negro (figura 1) produce retraso en la brotación, pámpanos débiles, hojas amarillentas y

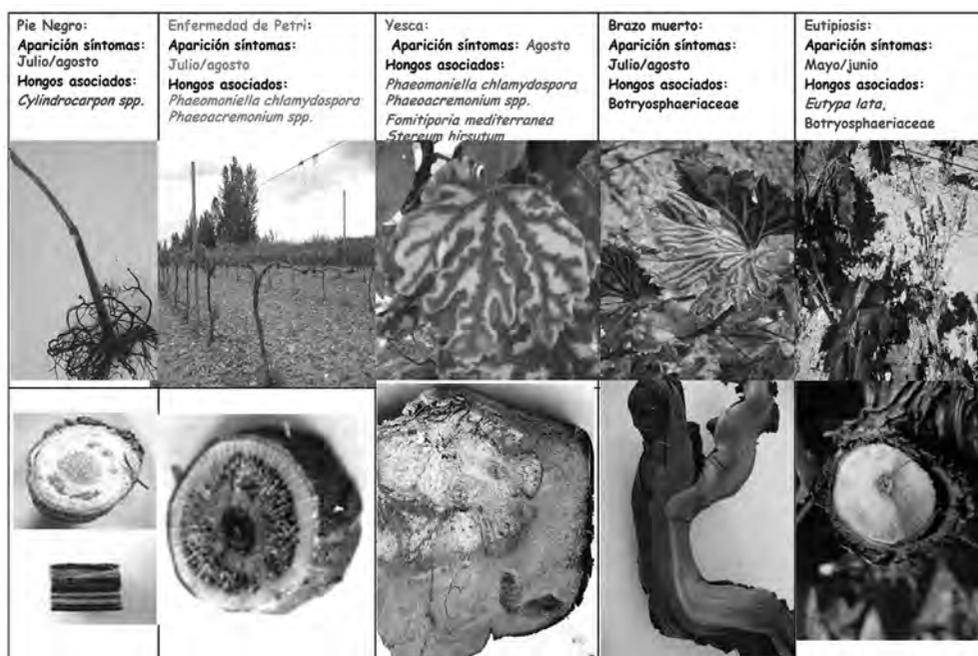


Figura 1. Enfermedades de madera de la vid.

raíces ennegrecidas. En los cortes de madera aparecen vasos y zonas oscuras de las que se aíslan e identifican especies del género *Cylindrocarpon* sp. En las zonas vitícolas de Castilla y León los síntomas se observan de julio a agosto. La enfermedad de Petri (figura 1), como en el caso del Pie negro, provoca retraso en la brotación, pámpanos débiles y hojas amarillentas. En los cortes de madera aparecen vasos con exudaciones gomosas y zonas oscuras. De estas zonas se aíslan e identifican mayoritariamente *Phaeomoniella chlamydospora* y *Phaeoacremonium* spp. También coincidiendo con el Pie negro, la mejor época para la observación de los síntomas son los meses de julio y agosto.

En plantas adultas (≥ 5 años) se diferencian tres enfermedades. La Yesca (figura 1), en su forma rápida o apoplejía, se presenta en cepas o brazos de vigor visualmente normal que se tornan mustios, tomando una coloración verde grisácea y que acaban secándose en pocos días en pleno verano. Los hongos que se identifican son: *P. chlamydospora*, *Phaeoacremonium* spp., *Fomitiporia mediterranea* y *Stereum hirsutum*. La Yesca en su forma más frecuente, forma lenta o crónica, presenta decoloraciones internerviales y en los bordes de las hojas, tornándose amarillentas o rojizas según sea la variedad, blanca o tinta. La madera afectada adquiere tonos oscuros, posteriormente amarillea en el centro y conserva un color oscuro en los bordes, finalmente los tejidos se desorganizan y se vuelven blandos. Al igual que en su forma rápida, la forma crónica de Yesca se observa claramente en agosto.

El Brazo muerto o BDA (*Black Dead Arm*) (figura 1), sobre el que actualmente no hay consenso en la descripción de los síntomas externos de la enfermedad, es descrito por algunos autores como la forma lenta de la Yesca en cuanto a la apariencia externa o foliar. Los síntomas en madera son más consensuados y muy similares a los que se describen para Eutipiosis, con madera ennegrecida y dura en forma de cuña. De dicha madera se aíslan e identifican distintas especies de Botryosphaeriaceae. La mejor época para la observación de estos síntomas es julio.

La Eutipiosis (figura 1) se observa en las semanas finales de mayo y las primeras de junio, cuando la vid se encuentra en los estados fenológicos F/G. Las cepas presentan pámpanos débiles, entrenudos cortos, hojas más pequeñas, deformadas, cloróticas y

necróticas. En los cortes de madera se observan, como ya se ha señalado anteriormente para el brazo muerto, cuñas de madera ennegrecida y dura de la que se aísla e identifica, entre otras especies, *Eutypa lata*.

La Excoriosis, causada por *Phomopsis viticola*, presenta síntomas de hojas deformadas con puntos de necrosis, corteza blanquecina con picnidios, brote joven con puntos de necrosis que resultan ser muy quebradizos. Los síntomas se pueden observar a lo largo de todo el año. Esta enfermedad se menciona en los estudios de enfermedades de madera ya que *Phomopsis viticola* también se aísla e identifica de plantas con síntomas de enfermedades de la vid (Martín y Cobos, 2007).

Por último, cabe señalar que más de una de estas enfermedades pueden afectar a una misma cepa, complicando así el diagnóstico, al mezclarse los síntomas externos y los hongos que los inducen.

3. EVOLUCIÓN DE LAS ENFERMEDADES DE MADERA DE LA VID

La aparición de los síntomas externos es errática debido a las condiciones abióticas, como los cambios bruscos de temperatura y humedad, también puede verse modificada por las intervenciones humanas (poda), por lo que los seguimientos se realizan durante varios años para obtener valores medios representativos. Durante los últimos años se ha producido un aumento de la incidencia de eutipiosis, yesca y brazo muerto en distintas Denominaciones de Origen de Castilla y León (figura 2), con una media en torno al 10%. La incidencia de eutipiosis es de 6% y la de yesca de 4%. Alguna de estas enfermedades está en uno de cada dos viñedos sometido al seguimiento realizado. El porcentaje de yesca es superior al de eutipiosis en los viñedos más viejos (Martín, 2013). En Francia, en los años 2003-2008, la presencia de eutipiosis varió de 30% a 52%; la presencia de yesca varía entre 50% y 83% de parcelas con síntomas típicos de estas patologías. En el mismo estudio se publica una incidencia de 2,54% a 3,35% de cepas afectadas por eutipiosis y de 1,04% a 3,25% de cepas afectadas por yesca. Además, los autores señalan la importancia del clima, el suelo y la variedad en la aparición de síntomas (Grosman y Doublet, 2012).

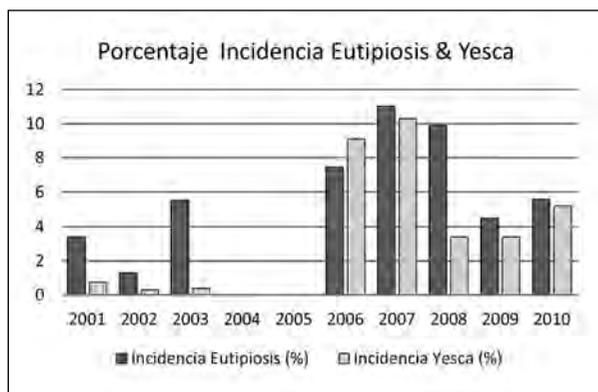


Figura 2. Incidencia de Eutipiosis y de Yesca en Castilla y León (Martin, 2013).

4. IDENTIFICACIÓN DE HONGOS ASOCIADOS

El procedimiento para el análisis de plantas recogidas en el campo (Cobos, 2008) es largo; consiste en cortar e identificar zonas de madera, poner a crecer astillas en medio de cultivo MEA (extracto de malta), dejar crecer los hongos, si se identifican hongos de interés aislarlos en placas de cultivo con PDA (Patata Dextrosa Agar), dejar nuevamente crecer, identificar la morfológica del cultivo y las esporas del hongo aislado y confirmar su identificación por vía molecular.

Una de las vías de identificación molecular es la amplificación de una secuencia de ADN, su secuenciación y comparación con las secuencias de las bases de datos como la del NCBI (*National Center for Biotechnology Information*). Estos métodos suelen ser necesarios para la identificación de las distintas especies de Botriosphaeriaceae. Métodos aún más rápidos son los basados en PCR específicas. En nuestros estudios, *Diplodia seriata* es la especie identificada con mayor frecuencia, por ello publicamos una PCR convencional que permite su identificación acortando los tiempos de análisis (Martin y Cobos, 2007; Martín et al., 2014).

La identificación de *P. chlamydospora* y *P. aleophilum* también se puede confirmar y acelerar por PCR a tiempo real, que permite la identificación tanto desde las esporas obtenidas en la placa de aislamiento del hongo como a partir de astillas infectadas con *P. chlamydospora*, evitando así poner a crecer astillas en medios de cultivo, el aislamiento y la identificación morfológica (Martin et al., 2012).

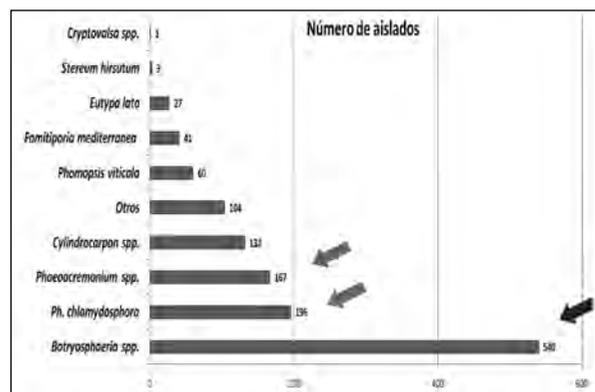


Figura 3. Principales especies de hongos asociados a las enfermedades de madera de vid aislados e identificados en Castilla y León.

Los hongos de interés identificados en Castilla y León entre los años 2003 y 2012 son Botriosphaeriaceae, *P. chlamydospora* y *P. aleophilum* (figura 3). La comparación de los hongos identificados en 149 muestras con los hongos en 160 muestras jóvenes, revela algunos resultados interesantes. En planta joven destaca *Cylindrocarpon* spp. Sólo en planta con síntomas de yesca aparece *F. mediterranea* y *S. hirsutum*. En los seguimientos de campo en Castilla y León se ve más eutipiosis que yesca, sin embargo se identifica pocas veces *E. lata*, hongo asociado a esta sintomatología (Martín, 2013). En Castilla y León, como en otras zonas vitivinícolas mundiales, se han ido describiendo nuevas especies de hongos asociadas a estas enfermedades (Martin et al., 2011).

5. OTRAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Los estudios de investigación básica que amplían y aceleran la investigación en general como pueden ser la secuenciación del genoma de una especie, la transcripción de sus genes y su expresión en proteínas. En la actualidad se ha secuenciado el genoma completo de *P. aleophilum* con 47,47 millones de bases que codifican unas 8.834 genes/proteínas (Blanco-Ulate et al., 2013a). El genoma de *E. lata* cuenta con 54,01 millones de bases y tiene un potencial de 11.685 genes/proteínas (Blanco-Ulate et al., 2013b). Y el genoma de *P. chlamydospora*, con 27,05 millones de bases y unos 6.907 genes/proteínas, ha sido secuenciado por Antonielli et al. (2014).

También están apareciendo estudios de proteómica, es decir el análisis, la identificación y la caracterización del conjunto de proteínas presentes en unas células que se encuentran en unas condiciones determinadas, así, el de *D. seriata* revela que varias de las proteínas identificadas son también factores de patogenicidad en otros microorganismos como *Botrytis cinerea*, *Penicillium chrysogenum*, *Erwinia chrysanthiorum*. Entre otras proteínas destacan glucosidasas y peptidasas que degradan la pared celular vegetal y proteínas Nep, que inducen una respuesta de necrosis en planta (Cobos et al., 2010).

Los avances de la microscopía han permitido visualizar la madera infectada por *P. chlamydospora*. Las hifas se localizan en el lumen de las fibras del xilema, alcanzan el borde interno de la pared secundaria que degradan, y como la células vegetales tratan de defenderse (Valtaud et al., 2009; Pouzoulet et al., 2013). Es una serie de fotografías en las que se ve la lucha entre el hongo y la madera, los efectos producidos por las numerosas enzimas y otros compuestos implicados en una interacción por la supervivencia celular de cada especie.

5.1. Investigando la lucha entre patógeno y huésped: Resistencia de *P. aleophilum* a fungicidas

Varios son los problemas de la lucha química contra los hongos asociados a las enfermedades de madera de la vid. En primer lugar está el número cada vez mayor de especies capaces de producir este tipo de síntomas. El segundo radica en que los productos químicos no son siempre respetuosos con el medio ambiente, además de que su acción es más o menos específica. Por último, estos productos son cada vez menos eficaces debido a la aparición de resistencia, como es el caso de *P. aleophilum* resistente a Escudo® o a carbendazima. En el estudio de Martín y Martín (2013), se utilizan 60 poblaciones de *P. aleophilum*, de las que 14 resisten, es decir que crecen en presencia de Escudo® o de carbendazima. La inoculación de plantas con individuos resistentes o sensibles de tres poblaciones muestran una mayor o menor severidad de los síntomas en ausencia de fungicida. Sin embargo en presencia de fungicida, solo los individuos resistentes (Y108-02-2z, Y161-19-2z e Y235-04-1w) causan lesiones en las plantas inoculadas (figura 4). La secuencia del gen de la beta-tubulina muestra una mutación en el codón

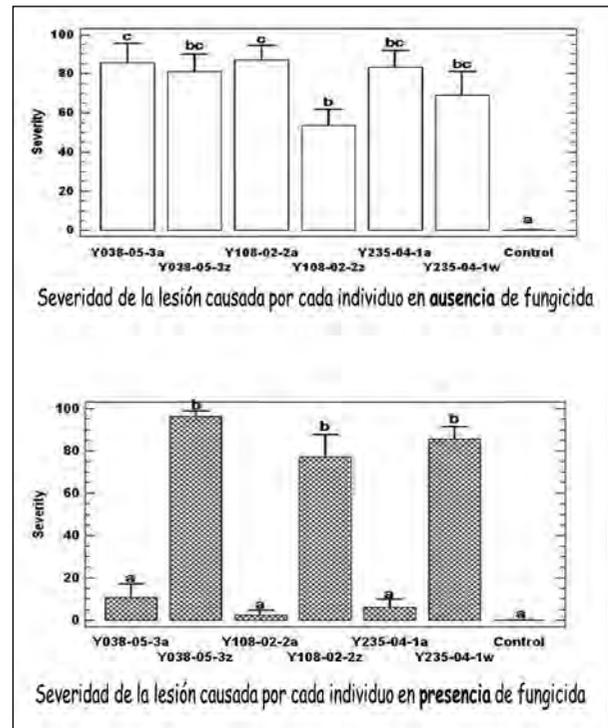


Figura 4. Tres poblaciones con individuos sensibles o resistentes a fungicida (Martín y Martín 2013).

Individuo:	secuencia	
Y108-02-2a	CAG CTG GAG AAC TCT GAG ACC TTC TGC ATT GAT AAC	Con formato: Inglés (Estados Unidos)
Y108-02-2z	CAG CTG GAG AAC TCT GGG ACC TTC TGC ATT GAT AAC	Con formato: Inglés (Estados Unidos)
Y161-19-2a	CAG CTG GAG AAC TCT GAG ACC TTC TGC ATT GAT AAC	Con formato: Inglés (Estados Unidos)
Y161-19-2z	CAG CTG GAG AAC TCT AAG ACC TTC TGC ATT GAT AAC	Con formato: Inglés (Estados Unidos)
Y235-04-1a	CAG CTG GAG AAC TCT GAG ACC TTC TGC ATT GAT AAC	Con formato: Inglés (Estados Unidos)
Y235-04-2w	CAG CTG GAG AAC TCT GAG ACC TTC TGC ATT GAT AAC	Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Tabla 1. Secuencia parcial del gen de la beta-tubulina en el que se señala la mutación del codón 198 de los individuos resistentes comparado con él de los individuos sensibles (Martín y Martín 2013).

198 relacionada con el carácter resistente (tabla 1). Este tipo de mutación ha sido descrito en *Monilinia fructicola* (Ma et al., 2003).

5.2. Control biológico

Debido a estos problemas, el control biológico de enfermedades de madera de la vid es un método alternativo al control químico. Los microorganismos implicados en el control biológico tienen diferente modo de acción: hiperparasitismo, depredación, antibiosis, protección cruzada, competencia por sitio y nutrientes, y resistencia inducida. Sin embar-

go, el uso comercial del control biológico es limitado ya que la eficacia de los tratamientos varía con las condiciones ambientales del campo. Quedan pues por desarrollar nuevas formulaciones de microorganismos de biocontrol con mayor grado de estabilidad y supervivencia (Heydari y Pessarakli, 2010).

La resistencia inducida es otra vía de lucha contra estos patógenos. Está basada en el concepto de que las plantas se defienden activamente y tienen resistencia inducida contra patógenos virulentos. Se conoce desde hace más de 100 años. Las investigaciones se orientan hacia la estimulación de los distintos sistemas de defensa de la planta. Se van conociendo los genes de defensa de la planta y poniéndose a punto sistemas de inoculación y detección, como por ejemplo el del trabajo publicado por Lambert et al. (2013). La transcripción de algunos genes de defensa, fenilalanina amonio liasa, sintasa estilbeno, poligalacturonasa, entre otros, se expresan en las primeras 24 horas, en variedades de *Vitis vinifera* más resistentes, como Merlot y Carignan, tras la inoculación de *P. chlamydospora*, sin embargo, Cabernet Sauvignon, más sensible, no expresa estos genes en las primeras 24 horas (tabla 2).

Los avances de las investigaciones más recientes confirman la complejidad de estas enfermedades, ya que son muchos los factores que pueden intervenir tanto en la patogenicidad como en la expresión de los síntomas y en las interacciones planta/patógeno. En unos 20 años de investigación se ha pasado de una escasa decena de hongos asociados a estas patologías, a más de 40 especies dife-

Genes / proteínas expresadas	"Resistente" Yesca		"Sensible" Yesca
	Merlot	Carignan	Cabernet Sauvignon
fenilalanina amonio liasa (PAL)	+++	+++	-
sintasa estilbeno (STS)	+++	+++	-
poligalacturonasa -inhibidor proteína (PGIP)	+	+++	-
inhibidor de la proteasa serina (PIN)	++	++	-
quitinasa de clase ácida IV (CHIT4c)	+++	-	-
beta-1,3-glucanasa (GLU)	++	++	+

Tabla 2. Genes y proteínas de defensa de la planta expresados en variedades resistentes como Merlot y Carignan en las primeras 24 horas post-inoculación de *P. chlamydospora* comparado con Cabernet Sauvignon, variedad más sensible (Lambert et al., 2013).

rentes. Se ha avanzado en los métodos de identificación de los hongos con el uso del conocimiento de distintas partes de los genomas de las especies más estudiadas. Se están abriendo paso nuevas líneas de investigación sobre la lucha contra estos hongos, los conocimientos de genes implicados en resistencia, la visualización de la lucha entre patógeno y planta... Todas ellas dan esperanza en cuanto a posibles soluciones en el control y el equilibrio entre planta sana, patógenos y medio ambiente. Actualmente es imprescindible tomar todas las medidas profilácticas posibles.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Antonielli, L. Compant, S. Strauss, J. Sessitsch, A. Berger, H. 2014. Draft Genome Sequence of *Phaeoconiella chlamydospora* Strain RRHG1, a Grapevine Trunk Disease (Esca)-Related Member of the Ascomycota.
- Blanco-Ulate, B. Rolshausenc, P.E. Cantua, D. 2013a. Draft Genome Sequence of the Ascomycete *Phaeoacremonium aleophilum* Strain UCR-PA7, a Causal Agent of the Esca Disease Complex in Grapevines.
- Blanco-Ulate, B. Rolshausenc, P.E. Cantua, D. 2013b. Draft Genome Sequence of the Grapevine Dieback Fungus *Eutypa lata* UCR-EL1.
- Cobos, R. Los decaimientos de la vid en castilla y león: aislamiento, caracterización y métodos de control de las enfermedades de la madera de la vid (*Vitis vinifera*). Tesis doctoral U. Salamanca, 2008.
- Cobos, R. Barreiro, C. Mateos, R.M. Coque, J.J.R. 2010. Cytoplasmic- and extracellular-proteome analysis of *Diplodia seriata*: a phytopathogenic fungus involved in grapevine decline. *Proteome Science* 8:46.
- Grosman, J. Doublet, B. 2012. Maladies du bois de la vigne: synthèse des dispositifs d'observation au vignoble, de l'observatoire 2003–2008 au réseau d'épidémiologie-surveillance actuel. *Phytoma* 651: 31–35.
- Heydari, A. Pessarakli, M. 2010. A Review on Biological Control of Fungal Plant Pathogens Using Microbial Antagonists. *Journal of Biological Sciences*, 10: 273-290. DOI: 10.3923/jbs.2010.273.290.
- Lambert, C. Khiok, I.L.K. Lucas, S. Télef-Micoulean, N. Mérillon, J.M. Cluzet, S. 2013. A Faster and a Stronger Defense Response: One of the Key Elements in Grapevine Explaining Its Lower Level of Susceptibility to Esca? *Phytopathology*, 103 (10): 1028-1034 doi.org/10.1094/PHYTO-11-12-0305-R.
- Ma, Z. Yoshimura, M.A. Michailides, T.J. 2003. Identification and Characterization of Benzimidazole Resistance in *Monilinia fructicola* from Stone Fruit Orchards in California. *Appl. Environ. Microb* 69 (12): 7145–7152.

Martín, L. Caracterización molecular, fenotípica, patogénica y medios de control de *phaeoacremonium aleophilum* y otros hongos asociados a los decaimientos de la vid en Castilla y León. Tesis doctoral U. León, 2013.

Martín, M.T. Cobos, R. 2007. Identification of fungi associated with grapevine decline in Castilla y León (Spain). *Phytopathol. Mediterr.* (2007) 46, 18–25.

Martín, M.T. Cobos, R. Martín, L. López-Enríquez, L. 2012. Real-times PCR detection of *Phaeoconiella chlamydospora* and *Phaeoacremonium aleophilum*. *Appl. Environ. Microb.* 78(1): 3985-3991.

Martín, M.T. Cuesta, M.J. Martín L, 2014. Development of SCAR Primers for PCR Assay to Detect *Diplodia seriata*. *Hindawi* doi:10.1155/2014/824106.

Martín, L. Martín, M.T. 2013. Characterization of fungicide resistant isolates of *Phaeoacremonium aleophilum* infecting grapevines in Spain. *Crop Protection*, 52:141-150.

Martín, M.T. Martín, L. Cuesta, M.J. García-Benavides, P. 2011. First Report of *Cylindrocarpon pauciseptatum* Associated with Grapevine Decline from Castilla y León, Spain. DOI: 10.1094/PDIS-10-10-0750. *Plant disease* 95 (3):361.

Pouzoulet, J. Pivovarov, A.L. Santiago, L.S. Rolshausen, P.E. 2014. Can vessel dimension explain tolerance toward fungal vascular wilt diseases in woody plants? Lessons from Dutch elm disease and esca disease in grapevine. *Front Plant Sci.* 2014; 5: 253 doi: 10.3389/fpls.2014.00253.

Valtaud, C. Larignon, P. Roblin, G. Fleurat-Lessard, P. 2009. Developmental and ultrastructural features of *Phaeoconiella chlamydospora* and *Phaeoacremonium aleophilum* in relation to xylem degradation in esca disease of the grapevine. *J. Plant Pathol.*, 91 (1), 37-51.

MANEJO PREVENTIVO Y ESTRATEGIAS CULTURALES FRENTE A LAS ENFERMEDADES DE MADERA DE LA VID

Jesús Yuste Bombín

Doctor Ingeniero Agrónomo. Especialista en Viticultura. ITACYL, Valladolid

1. PROBLEMÁTICA DE LAS ENFERMEDADES DE MADERA DE VID

Las enfermedades fúngicas de madera de la vid son un **problema muy grave** en el cultivo del viñedo debido a las importantes pérdidas de producción que acarrearán y los notables costes económicos adicionales que supone la necesidad de replantación de cepas muy afectadas o muertas. Son causadas por agentes patógenos que producen una alteración interna de la madera de la planta.

Los síntomas externos muestran los primeros indicios de las infecciones causadas por hongos de la madera, pero no son específicos, pudiendo incluso ser debidos a otros agentes o motivos (fisiopatías, nutrición...). Los síntomas son observables en las plantas cuando las mismas están ya infectadas internamente desde hace bastante tiempo, por lo que la presencia de hongos de madera en la planta que presente síntomas externos debe hacerse observando además los posibles síntomas internos en cortes efectuados en la madera de la propia planta (Armengol 2015).

La **complejidad** del problema de las enfermedades de madera de la vid se incrementa al tener en cuenta, por una lado, que en realidad existe una gran diversidad de enfermedades y hongos patógenos asociados a dichas enfermedades de madera, y por otro lado, que hay una presencia de infecciones conjuntas en las plantas y gran dificultad para relacionarlas con la expresión de los síntomas externos, los cuales, además, pueden mostrarse de forma errática a lo largo del ciclo y de campañas sucesivas.

En la práctica del cultivo, el mayor inconveniente reside en la enorme dificultad, o incluso imposibilidad real, de erradicar su presencia en las plantas que ya estén afectadas, hasta el punto de llegar a ser enfermedades **consideradas no curativas**, orientando su lucha, en el mejor de los casos, hacia la posible extirpación o eliminación de aquellas partes de la planta susceptibles de ser renovadas (brazos, tronco...).

2. DISPERSIÓN E INFECCIÓN DE LAS ENFERMEDADES

Los hongos de la madera de la vid se dispersan principalmente por **vía aérea**, a través del viento o la lluvia, penetrando por las heridas de poda, en forma de esporas. También se ha observado que las esporas de los hongos de madera pueden ser transportadas por artrópodos y por herramientas de poda, de ahí la importancia de atender al cuidado de las operaciones de poda, así como de otras operaciones de plantación o cultivo del viñedo que conllevan la utilización de herramientas de corte en las plantas. Asimismo, hay que tener en cuenta que la mecanización del cultivo de la vid produce daños físicos y heridas que pueden facilitar la entrada de esporas de hongos de madera en la vid.

Algunos de los hongos de madera son **hongos del suelo**, capaces de infectar a las plantas a través de las raíces, como los hongos asociados al Pie negro o a la Enfermedad de Petri. Por otro lado, hay que tener en cuenta que algunas malas hierbas pueden servir de reservorio de algunos hongos del suelo.

El **material vegetal de plantación** infectado procedente de vivero que se utilice para establecer nuevas plantaciones, es otra posible vía de dispersión de hongos de la madera, que compromete gravemente el estado fitosanitario del viñedo desde el mismo momento de la plantación. La posible fuente inicial de inóculo en este proceso de producción viverística serían los propios campos de pies madres de patrones y variedades o los campos de enraizamiento de injertos, además de los distintos utensilios y herramientas empleados en el proceso de producción de planta de vid.

Muchos de los hongos de madera sobreviven y presentan diferentes formas de producción de esporas en la madera muerta y en los **restos de poda** abandonados de las cepas, lo que puede constituir una notable fuente de inóculo de estas enfermedades (Armengol 2015).

3. MATERIAL DE PLANTACIÓN DE PRODUCCIÓN VIVERÍSTICA

El primer control de las enfermedades de madera puede ser a través del uso de material vegetal de adecuada **calidad fitosanitaria** para el establecimiento de nuevas plantaciones, ya que dicho material puede contener hongos asociados a enfermedades de madera de la vid.

En este sentido, hay que especificar que el **material certificado** sólo implica que se trata de un material sano libre de virus, pero no que esté libre de cualquier otra afección patogénica.

La precaución en el uso del material vegetal debería incluir la **verificación del estado sanitario** de las partidas concretas de plantas que van a ser utilizadas en la nueva plantación, pues las diversas partidas de plantas pueden tener un origen diferente. Es indudable que la mayor garantía sanitaria del material vegetal de un vivero es un estado sano de los campos de pies madres de patrones y de injertos de variedades viníferas.

La planta-injerto proveniente de vivero debe ser observada también visualmente antes de la propia plantación, para comprobar que tiene buen aspecto, un grosor adecuado en la parte del portainjerto, el callo bien cicatrizado, una distribución uniforme de raíces, la zona del injerto sin roturas y una cobertura uniforme de cera.

El vivero debe contemplar un **proceso de producción preventivo**, que incluya el análisis de control de hongos de las plantas que constituyen los campos de pies madres, así como de aquellos viñedos comerciales que sirven de fuente de multiplicación para la producción de planta-injerto estándar.

El vivero debe realizar operaciones que ayuden a garantizar el perfecto **estado sanitario del material**, como tratamientos a las plantas mediante termoterapia con agua caliente (en torno a 50 °C), fungicidas y/o agentes de biocontrol, ya que durante el proceso de producción de planta-injerto se producen heridas que pueden favorecer las infecciones causadas por hongos.

4. PREPARACIÓN DEL SUELO Y PLANTACIÓN DEL VIÑEDO

El **estado fitosanitario del suelo** es un aspecto decisivo para el desarrollo de las nuevas plantas,

dado que el propio suelo puede contener hongos de madera de la vid, como por ejemplo *Cylindrocarpon*, de tal manera que aunque la planta esté sana no se podrá evitar su infección posterior desde el propio suelo.

Con anterioridad a la realización de la plantación debe haberse procurado el mejor estado posible del suelo, algo que, sin duda, es más fácil conseguir habiendo concedido un **descanso de cultivo y la adecuada aireación** al suelo, ya que ambas cosas ayudan a la desecación de hongos, los cuales precisan del agua y son sensibles a las radiaciones UV... Si se ha detectado algún problema de cualquier tipo de hongos en el cultivo anterior, máxime si este ha sido de viñedo, conviene plantearse la desinfección del suelo, algo que también es muy corriente cuando se detecta la presencia de nematodos.

Si en la parcela donde se va a plantar el nuevo viñedo ha habido anteriormente un cultivo de vid o de otras especies leñosas, conviene retirar todos los **restos vegetales** de dicho cultivo, ya que pueden contener hongos. En definitiva, es muy conveniente una adecuada preparación del terreno, que facilite la aireación y el drenaje del mismo (Yuste 2014).

El establecimiento del nuevo viñedo debe hacerse mediante **labores de plantación** cuidadosas, procurando la máxima precaución para no causar heridas innecesarias en las plantas. Asimismo, resulta conveniente la aplicación de un baño fungicida o de agentes de biocontrol, inmediatamente después de recortar las raicillas de la planta recibida del vivero, justo en el momento antes de colocar dicha planta en el suelo.

5. VIÑEDO ANTIGUO, MÉTODOS DE CONTROL ANTIGUOS

Desde la prohibición del uso del **arsenito sódico**, en julio de 2003, no se ha encontrado ningún producto que presente una eficacia comparable –era un veneno muy agresivo, cuyo fundamento de acción no se conocía muy bien, pero su uso garantizaba la tranquilidad respecto a la existencia de la yesca en general–, ya que el principal problema para la lucha química contra los hongos que provocan estas enfermedades de madera en la vid, es que no hay un único agente causal, por lo que la única posibilidad de lucha directa pasaría por encontrar algún

fungicida con un espectro de acción muy amplio, que fuera eficaz contra hongos muy diferentes y capaz de ejercer su acción internamente en las plantas afectadas. Debido a esta enorme limitación de eficacia, lo más razonable es intentar seguir alguna estrategia que integre diferentes vías o métodos para afrontar estas enfermedades.

Un método muy rudimentario aplicado por los viticultores contra la yesca era el "método de la piedra", consistente en la apertura física, mediante sierra o hacha, de la cabeza de la cepa, formada en vaso. Se trataba de un remedio eventual, probablemente de eficacia limitada, que solía emplearse simultáneamente con la aplicación de arsenito sódico. Su fundamento de acción era facilitar la entrada de aire por la parte superior de la cepa, a través del corte practicado, en el cual se colocaba una piedra para mantener abierto dicho corte. De esta manera se favorecía la desecación de los hongos, los cuales necesitan humedad para su supervivencia y dispersión. La operación del corte de la cepa no suponía ningún perjuicio considerable, dado que dicha parte de la cepa solía estar muy envejecida, no siendo, en la práctica, fisiológicamente activa (Yuste 2014).

6. ALTERNATIVAS DE CONTROL DE LAS ENFERMEDADES DE MADERA

Los fungicidas químicos, procedentes de síntesis, que existen actualmente en el mercado se reducen a materias activas muy escasas, cuya eficacia se ve reducida a la acción de contacto, por lo que la limitación de la accesibilidad del producto dentro de la planta es el principal obstáculo para su utilidad práctica. Se puede decir que hay una ausencia de métodos de control (antifúngicos) efectivos, pues en la actualidad no se puede decir que exista en el mercado ningún tratamiento efectivo para controlar estas patologías.

Los productos antifúngicos naturales (ANs) se han comenzado a utilizar para el control de enfermedades basándose en ciertas propiedades antifúngicas de diversos tipos, siendo elogiada su menor impacto ambiental con respecto a los productos de síntesis. Dichas sustancias naturales provienen de extractos de plantas, aceites esenciales..., destacando el interés de algunas de ellas, como quitosán, extracto de ajo y vainillina. Estas sustancias no pueden con-

siderarse de carácter curativo, pero las expectativas de su desarrollo se orientan hacia su uso como protectores en las heridas de poda y las derivadas de cualquier otra operación de manejo del viñedo (Rubio-Coque et al. 2015).

Los agentes de control biológico o agentes de biocontrol (BCAs), son otra alternativa al uso de fungicidas químicos para el control de enfermedades de madera en vid. Se trata de la aplicación de microorganismos, algunos de los cuales son antagonistas de los hongos, cuya actividad perjudica y limita la acción y el desarrollo de los hongos.

Se han llevado a cabo iniciativas de lucha frente a hongos de madera con especies del género *Trycho-*derma, habiendo obtenido resultados inciertos en cuanto a eficacia con la especie *T. harzianum*, por lo que se está investigando la lucha con otras especies del mismo género que presentan interesantes expectativas.

Las actinobacterias, en particular las del género *Streptomyces*, muestran una elevada capacidad antagonista frente a numerosos hongos, incluidos fitopatógenos, debido a su gran capacidad de producción de antibióticos y enzimas extracelulares. Se encuentran en el suelo, pudiendo aislarse de la rizosfera de plantas, incluida la vid, y pueden proteger a las cepas frente a infecciones fúngicas, incluidas enfermedades de madera de la vid. Se han obtenido resultados interesantes con la aplicación de actinobacterias seleccionadas a injertos de vid, previamente al establecimiento del vivero en campo, reduciendo significativamente la infección de plantas de vid por hongos como *Phaeoaniella chlamydospora* y *Phaeoacremonium aleophilum* a través del aparato radicular (Rubio-Coque et al. 2015).

La tendencia en la lucha frente a las enfermedades se dirige hacia el desarrollo de métodos de lucha biológica.

La utilización de los denominados activadores fisiológicos es otra alternativa de control de las enfermedades de madera. Su acción se basa en la activación de la fisiología de la planta, lo que deprime al hongo enemigo, de tal manera que los resultados beneficiosos provienen de dos aspectos: bloqueo o reducción del desarrollo del patógeno, y formación de tejido vascular nuevo de la planta.

Se trata de compuestos que incluyen tanto elementos denominados fortificantes, entre los que se pueden incluir Cobre, Manganeso, Zinc, Molibdeno y Boro, como sustancias de cultivo de microorganismos, entre los que se pueden encontrar *Bacillus subtilis*, *Clonostachys rosea*, f. sp. *Catenulata* y *Trichoderma harzianum*, principalmente. Por tanto, dichos compuestos pueden tener acción bactericida y fungicida. La aplicación de tratamientos con estos productos es de carácter reiterativo, con la necesidad del consiguiente control del proceso a lo largo del ciclo para ir modificando y adaptando los tratamientos sucesivos al ritmo de respuesta y recuperación de las plantas del viñedo (Cabrerizo 2015).

7. VIÑEDO ESTABLECIDO: SEGUIMIENTO

El diagnóstico de las enfermedades en el viñedo es el punto de partida para conocer la existencia y la dimensión del problema. Es, por tanto, necesario que el viticultor conozca la sintomatología de dichas enfermedades, para poder evaluar su aparición, su incidencia y su dispersión, con la finalidad de plantear las posibles medidas preventivas y paliativas que eviten su expansión.

Los **síntomas** comunes externos de las enfermedades de madera de la vid son: decaimiento progresivo, crecimiento raquítrico, decoloraciones y deformaciones foliares (clorosis, necrosis marginales, marchitez, decoloraciones internerviales y de los bordes de las hojas amarillentas o rojizas de variedades blancas o tintas en el caso de la yesca...), incluso colapso total de la planta (apoplejía). Los síntomas internos en los tejidos son: oscurecimiento de los vasos xilemáticos en forma de estrías longitudinales y sectores con diferente color y textura, formación de tilosas o gomas en los vasos xilemáticos como respuesta a la invasión de hongos y bacterias (Martín 2012).

Las principales enfermedades, junto con los hongos asociados a las mismas y la época en que se pueden observar los síntomas visuales con mayor facilidad, son las siguientes:

- Yesca (*Fomitiporia punctata*, *Stereum hirsutum*, *Phaeoacremonium aleophilum*, *Phaeomoniella chlamydospora*, *Eutypa lata*), en julio-septiembre.
- Eutipiosis (*Eutypa lata*), en mayo-junio.

- Enfermedad de Petri (*Phaeoacremonium aleophilum*, *Phaeomoniella chlamydospora*), en junio-septiembre.
- Pie negro (*Cylindrocarpon spp*), en junio-septiembre.
- Brazo muerto (*Botryosphaeria spp*), en julio-agosto.

La observación de síntomas externos (hojas...) y el **seguimiento de cepas** individualizadas son, por tanto, las acciones básicas de partida para detectar y controlar la aparición y la incidencia de las enfermedades de madera, a fin de evitar su dispersión, a través de las posibles medidas preventivas y paliativas que puedan ser aplicadas o llevadas a cabo en cada viñedo.

El seguimiento continuado de las cepas requiere del etiquetado o señalización individualizada de la cepa, para poder proseguir con dicho seguimiento posteriormente y repetir la observación de síntomas y, en su caso, aplicar algún tipo de operación de reestructuración curativa.

8. VIÑEDO ESTABLECIDO: INTERVENCIONES

La opción de intervención más inmediata cuando se ha detectado la presencia de enfermedades de madera en una cepa es intentar la ejecución de una poda curativa de rejuvenecimiento, tratando de renovar la estructura de la cepa. En este caso, hay que mantener el etiquetado de la cepa, para proseguir con la comprobación de síntomas en años posteriores.

La **poda curativa** consiste en la ejecución de cortes de poda, primeramente en los brazos de la cepa, yendo "hacia atrás", es decir, desde el extremo de los brazos hacia el tronco o la base, situándose siempre hacia la parte basal del brazo con respecto a la zona de detección de síntomas visuales de la enfermedad, hasta encontrar madera aparentemente sana. Si fuese necesario, habría que avanzar con el corte de poda de renovación hasta la parte basal del propio tronco, con tal que la parte de la cepa que vaya a mantenerse muestre madera aparentemente sana. La posibilidad de rejuvenecimiento de la cepa a través de una poda curativa se verá favorecida mediante la utilización de chupones o brotes basales en el

tronco, los cuales podrán servir para la renovación de la estructura aérea de la cepa.

En el caso de que tampoco en el tronco se llegue a encontrar madera aparentemente sana, cabría la posibilidad de plantear el injerto del patrón con púas de material sano de la variedad vinífera deseada, siempre que dicho patrón no muestre síntomas de afección de enfermedades de madera en sus tejidos vasculares.

Toda la madera extraída de la cepa enferma, así como los restos de poda de la misma, deberá ser retirada inmediata y completamente del viñedo, no dejando ningún resto en el terreno, para evitar posibles focos de contagio a cepas adyacentes.

Tras la poda curativa, conviene aplicar algún aislante, con fungicida o agentes de biocontrol, en los cortes de poda, para evitar tanto que la cepa se pueda contagiar como que la misma pueda contagiar a otras cepas, ya que puede seguir conteniendo hongos de las enfermedades de madera de la vid.

El **arranque de la cepa** es conveniente cuando está totalmente afectada por enfermedades de madera, es decir, cuando se aprecian síntomas en la propia parte basal del tronco, afectando a la zona superior del portainjerto, y por tanto al propio sistema radicular, de manera que no hay posibilidad de regeneración curativa de la planta, lo que suele apreciarse a través de síntomas que se corresponden con un aspecto totalmente degradado de la cepa. El arranque de la cepa es conveniente para evitar la propagación de la enfermedad.

Las cepas muertas, que claramente muestran una total ausencia de actividad fisiológica, también deben ser arrancadas y retiradas del viñedo, para evitar el riesgo de dispersión de inóculo de hongos. En cualquier caso, tras el arranque de la cepa, todos los restos deben ser retirados cuanto antes y eliminados.

La **reposición de marras** es una posibilidad de reconstrucción del viñedo parcialmente afectado, aunque con limitadas posibilidades de éxito. Cuando se intente la reposición de marras deben considerarse los siguientes aspectos: excavar todo lo que se pueda en el lugar de replantación (para retirar todos los posibles restos vegetales y airear el suelo), plantear la posible desinfección del suelo con fungicidas u otros productos químicos, plantear la replantación mediante acodo (siempre que la planta

adyacente esté sana), utilizar planta-injerto asumiendo la enorme dificultad para el desarrollo de la nueva planta (como consecuencia de la competencia ejercida por las plantas adyacentes), poner el máximo cuidado y atención individualizada a la nueva planta (riego, fertilización...) para optimizar su crecimiento en las fases iniciales de su desarrollo (Yuste 2014).

9. HÁBITOS DE PODA

Ante la inexistencia en el mercado de productos realmente curativos de las enfermedades de madera de la vid (Martín 2012), actualmente la opción preferente para el mantenimiento de la sanidad del viñedo, frente a dichas enfermedades, es la **aplicación de medidas preventivas** para evitar, o reducir tanto como se pueda, la infección y la difusión de las mismas (Yuste 2014). En este sentido, se enumeran los siguientes consejos, medidas, prácticas y hábitos:

- La sección del corte de poda debe ser minimizada (los cortes de poda son la vía más directa de entrada de hongos en la planta), tratando de evitar heridas grandes en la madera.
- El corte de poda de los sarmientos normales no debe apurarse hacia el nudo inmediatamente inferior, a la vez que no se debe incurrir en la renovación de pulgares excesiva, pues conlleva una ejecución de cortes de poda innecesaria.
- Los cortes de poda de renovación de pulgares deben respetar una mínima parte basal de madera, para evitar que la sección del corte sea grande y que la inevitable necrosis, que se produce alrededor y hacia el interior del corte, provoque la desecación indeseable de la zona xilemática situada alrededor del corte en el brazo, pues este daño lleva progresivamente a la desecación y muerte de los brazos. El correspondiente tocón de madera dejado en la cepa, que puede ser de varios milímetros de espesor, deberá ser rebajado en la poda del año siguiente, cuando ya esté completamente seco.
- La poda de invierno de las cepas con síntomas de enfermedad se ejecutará antes que la poda de las cepas sanas, para evitar descuidos y mezclas en el viñedo, procurando la poda de las cepas adyacentes a las cepas sintomáticas también con

antelación a la poda de las cepas aparentemente sanas.

- La retirada de los restos de poda de las cepas con síntomas de afección debe ser inmediata y completa, para su destrucción y eliminación (por ej.: a través del quemado), a no ser que de forma rápida se vayan a retirar los restos de poda de toda la parcela (evitando dejar sarmientos triturados ni enterrados), en cuyo caso la retirada de los restos del material de poda de todas las cepas debe hacerse lo antes posible.
- La desinfección frecuente de las herramientas de poda (tijeras...) es recomendable, si es posible entre cepa y cepa, incluso entre cepas adyacentes aparentemente enfermas, y necesaria al pasar de cepas sintomáticas a cepas aparentemente sanas, para reducir el riesgo de propagación de enfermedades. Se puede hacer con diversos productos (alcohol, formol, lejía diluida...).
- La aplicación de algún aislante fungicida o de biocontrol (ej.: mástic) en los cortes de poda es muy conveniente, pero sobre todo en los cortes de madera de segundo año, en los de posible renovación de pulgares o brazos y en los de transformación, para evitar tanto que la cepa se pueda contagiar como que la misma pueda contagiar a otras cepas, ya que puede seguir conteniendo hongos de las enfermedades de madera de la vid.

10. ESTRATEGIAS PREVENTIVAS DE PODA

Las posibles estrategias de poda en el viñedo establecido deben ser encaminadas a dificultar la infección y la dispersión de las enfermedades de madera de la vid. Entre las diversas medidas preventivas que hay que mencionar, las hay relativas a distintos aspectos, como la temporalidad, la dimensión y la oportunidad de la operación. Las medidas de carácter más inmediato se recogen, de forma resumida, a continuación:

- Ejecutar la poda en tiempo seco, procurando evitar los días anteriores y posteriores a la lluvia o de muy alta humedad.
- Retrasar la poda tanto como sea posible, para reducir el tiempo de exposición de los cortes de

poda a la entrada de hongos y, consecuentemente, el riesgo de posible infección fúngica.

- Realizar prepoda, encaminada también al retraso de ejecución de la poda definitiva, procurando que sea larga, con el fin de disponer de mayor longitud de madera en el sarmiento de poda para que el recorrido del posible hongo entrante no llegue a la zona basal que permanecerá tras la poda definitiva.
- Considerar las operaciones en verde como posible fuente alternativa de mantenimiento (renovación de pulgares), y de posible reestructuración o rejuvenecimiento de la cepa (brazos o incluso tronco), tanto en cepas jóvenes como en cepas adultas o viejas.

11. ORIENTACIÓN EN EL MANEJO PREVENTIVO DEL VIÑEDO

El manejo del viñedo, bajo la consideración del peligro de las enfermedades de madera de la vid, debe enfocarse de manera preventiva. En este sentido, se cita a continuación una serie de ideas o sugerencias que deben ser tenidas en cuenta:

- Estado sanitario del suelo adecuado para nueva plantación.
- Material vegetal de plantación con suficiente garantía de calidad sanitaria.
- Realización cuidadosa de la plantación y de las operaciones de formación.
- Poda sencilla y limpia, sin grandes heridas ni reiterativa, que minimice el riesgo de infecciones fúngicas, en la época y las condiciones climáticas más adecuadas.
- Poda en verde precisa, como fuente alternativa de poda de formación y mantenimiento de la cepa.
- Prevención profiláctica de las operaciones en el viñedo, incluyendo la desinfección de herramientas de poda y la protección de las heridas de poda.
- Equilibrio de la cepa, sobre todo en la época juvenil de formación, evitando las posibles situaciones forzadas de cultivo y de estrés abiótico y biótico.

12. BIBLIOGRAFÍA

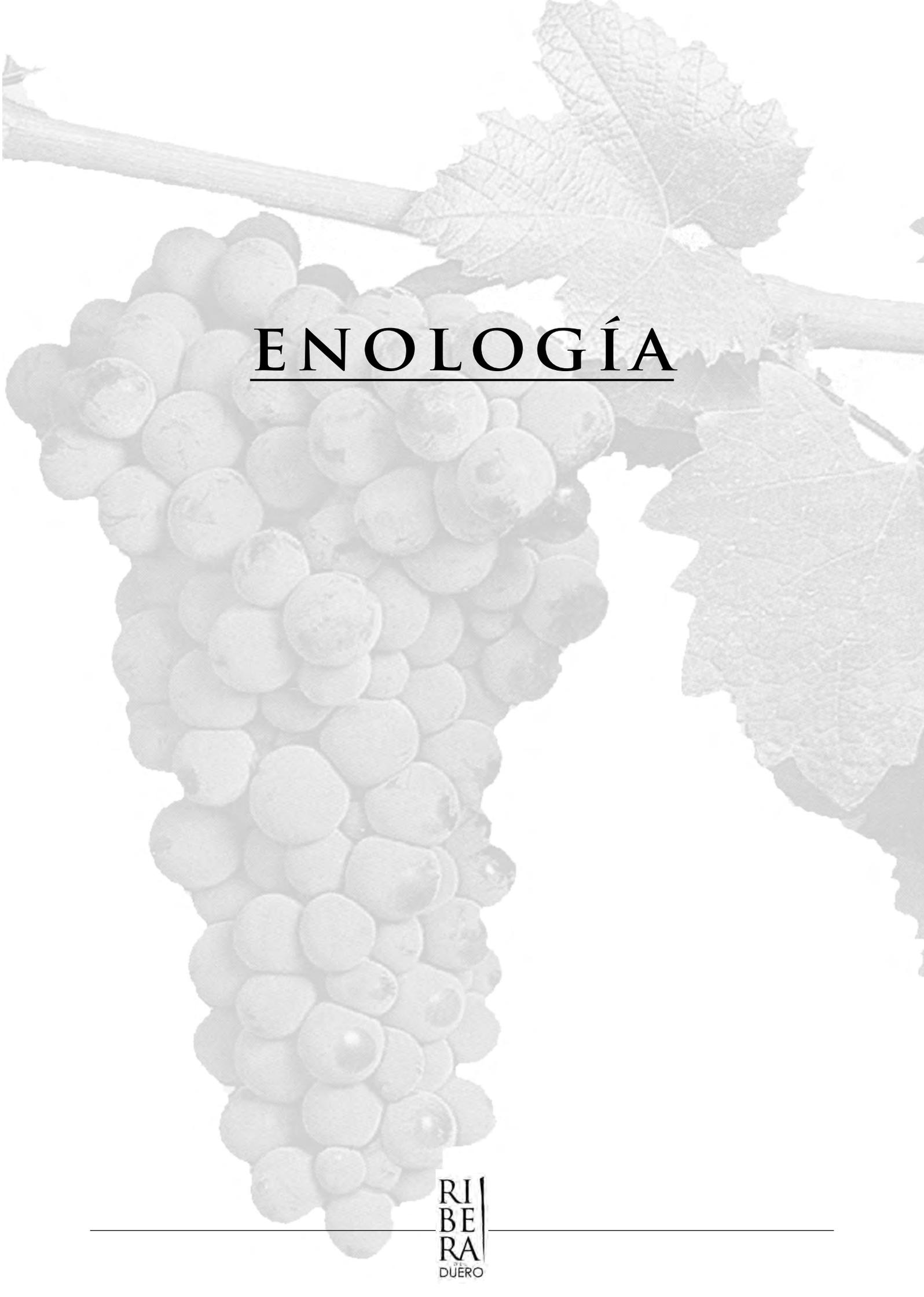
Armengol, J. 2015. Las enfermedades de la madera de la vid: una problemática compleja. En: X Encuentro de la Fundación para la Cultura del Vino (La búsqueda de la calidad de la uva), Madrid.

Cabrerizo, P. 2015. Tratamientos alternativos a las enfermedades de la madera en vid. En: X Encuentro de la Fundación para la Cultura del Vino (La búsqueda de la calidad de la uva), Madrid.

Martín-Villullas, T. 2012. Enfermedades de madera de la vid: problemática y manejo. En: Jornada técnica del C.R.D.O. Toro. Toro (Zamora), 13-6-2012.

Rubio-Coque et al. 2015. Desarrollo de estrategias naturales para el control de enfermedades de madera de vid. En: X Encuentro de la Fundación para la Cultura del Vino (La búsqueda de la calidad de la uva), Madrid.

Yuste, J. 2014. Manejo preventivo y estrategias culturales de control de las enfermedades de madera de la vid. En: Jornada técnica de “Enfermedades de la vid”, del C.R.D.O. Cigales. Cigales (Valladolid), 20-6-2014.



ENOLOGÍA

BASE QUÍMICA DE LA ASTRINGENCIA Y DEL SABOR AMARGO. INTERACCIONES SENSORIALES

Purificación Fernández-Zurbano

Profesora Titular de Química Analítica. Instituto de Ciencias de la Vid y el Vino. (Universidad de La Rioja-CSIC-CAR)

1. INTRODUCCIÓN

La calidad del vino se considera una variable compleja y multidimensional que está formada tanto por dimensiones intrínsecas como por dimensiones extrínsecas¹. Las dimensiones extrínsecas son propiedades que no son físicamente parte del vino, como región, añada, diseño de la etiqueta, enólogo, peso de la botella, presencia/ausencia de premios..., mientras que las dimensiones intrínsecas son las relacionadas con el vino en sí y no pueden modificarse una vez que se embotella el producto. Estas últimas están vinculadas a propiedades organolépticas tales como el aroma, sabor, color o sensación en la boca^{2,3}. Teniendo en cuenta que en la actualidad el vino desempeña principalmente un papel hedónico, la calidad está muy relacionada con sus propiedades organolépticas y por tanto con las propiedades intrínsecas ligadas a la experiencia global del flavor percibido durante su consumo⁴. La percepción del flavor es el resultado de la combinación de todas las sensaciones percibidas en las cavidades bucal y nasal, incluyendo aroma, sabor y sensaciones táctiles.

En los últimos años, la bibliografía elaborada en torno al vino revela la importancia que los investigadores dan al conocimiento de las características sensoriales de los vinos. Una gran mayoría de los trabajos se refieren a la implicación de los compuestos volátiles en el aroma mientras que en lo referente a las moléculas no volátiles y el gusto la bibliografía es más limitada. A pesar de la impor-

tancia de conocer la implicación real de la composición no volátil en el flavor del vino, en la actualidad esta cuestión no está resuelta, si bien, su importancia se ha puesto de manifiesto en repetidas ocasiones en la bibliografía. Así, Breslin⁵ señala que los compuestos no volátiles, principalmente responsables del sabor y de las sensaciones táctiles, crean la base psicológica-sensorial del flavor sobre la que se construye el aroma, y de ahí la importancia que tiene el conocimiento no sólo de la composición volátil, sino también del sabor y las sensaciones táctiles para llegar a comprender el flavor. Por lo tanto cabe preguntarse cuál es el peso de las características organolépticas percibidas por la vista, nariz y boca en el concepto de calidad que construyen los expertos al degustar un vino. Si la precepción en boca está implicada en el concepto de calidad de los expertos, la siguiente cuestión es preguntarse cuáles son las características en boca más importantes en la calidad percibida por los expertos. Para tratar de contestar a la primera cuestión se diseñó un trabajo con un panel sensorial en el que los jueces debían evaluar la calidad de 17 vinos tintos en 4 condiciones distintas: 1) en base solo a la percepción del aroma ortonasal (en nariz y con copa negra); 2) en base solo a la percepción en boca (copa negra, nariz tapada); 3) en base solo a la percepción visual (sin oler y sin probar el vino y copa transparente), y 4) evaluación global de la calidad (en copa transparente y oliendo y probando el vino) (figura 1). El resultado de este trabajo muestra que las tres fases (visual, aroma y sabor) que los exper-



Figura 1. Evaluación de la calidad en base a 1) aroma ortonasal, 2) percepción en boca (con pinza en la nariz), 3) percepción visual (sin oler y sin probar el vino y copa transparente), y 4) evaluación global de la calidad (en copa transparente y oliendo y probando el vino).

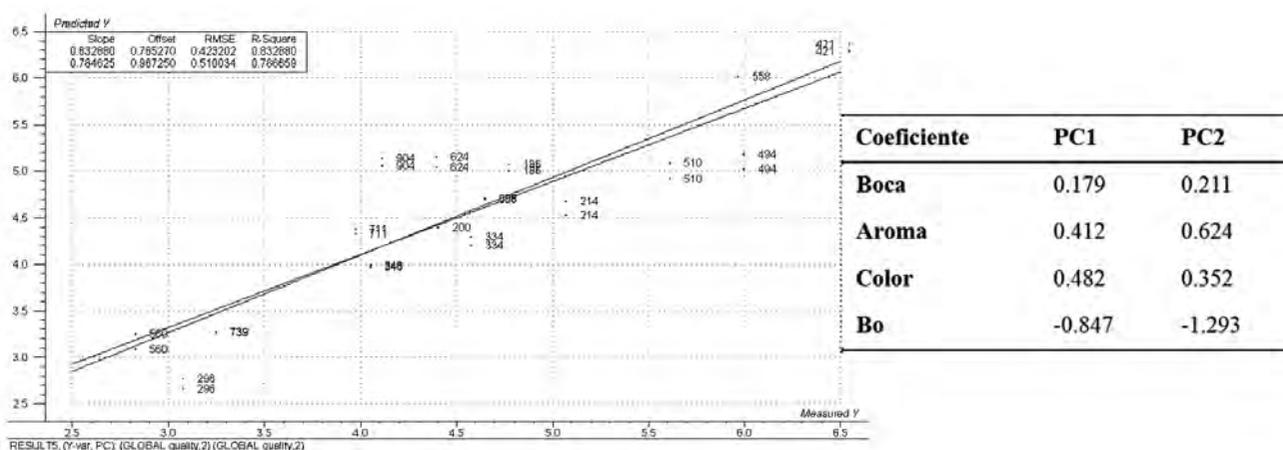


Figura 2. La calidad global percibida por los expertos es predicha a partir de las tres evaluaciones de calidad hechas (calidad del aroma orthonasal, calidad en boca, y calidad visual).

tos emplean en la evaluación sensorial del vino están significativamente correlacionadas con la evaluación global de la calidad. Sin embargo, existen diferencias, ya que el mayor coeficiente de correlación se encuentra entre la calidad global y la calidad evaluada en base al aroma orthonasal, y el menor coeficiente de correlación corresponde a la relación entre la calidad global y la calidad evaluada en boca. No obstante, para la predicción global de la calidad es necesaria la información obtenida en las tres fases incluida la percepción en boca⁶ (figura 2).

En esta línea, y en relación con las características en boca, muy habitualmente se utiliza la expresión "estructura del vino". Si esta es adecuada se incrementará la calidad percibida, en el caso contrario muy probablemente la evaluación de la calidad será baja. No hay una definición única para la estructura del vino, pero podemos aceptar que una buena estructura en boca significa que los sabores y las sensaciones en boca aparecen a la vez potentes y equilibrados.

En relación con los distintos atributos evaluados en boca podemos decir que se han encontrado diferentes resultados en función del segmento de precio de los vinos evaluados. Así estudiados tres grupos de vinos que corresponde cada uno con un segmento de precio distinto (*Gama alta*, entre 15-20 €; *Gama media*, entre 6-14 €; y *Gama baja*, entre 1-5 €); se encontró que en los tres casos la calidad estuvo correlacionada con la persistencia y la intensidad global en boca. En los vinos de mayor precio la calidad se mostró además correlacionada con la acidez y la astringencia, mientras que en los

vinos de precio medio la calidad estuvo correlacionada con la acidez, pero no con la astringencia. En los vinos de precio bajo la calidad no estuvo correlacionada ni con la acidez, ni con la astringencia ni con el amargor⁷. En los dos primeros grupos de vinos los panelistas no fueron consistentes en su evaluación del amargor.

2. BASES QUÍMICAS DE LA ASTRINGENCIA EN EL VINO

2.1. Modelos predictivos de la astringencia

La astringencia es definida como una sensación táctil percibida en la cavidad bucal que ha sido descrita con distintas subpropiedades^{8,9}. Gawel y col.⁸ presentaron un vocabulario estructurado elaborado por un panel de catadores experimentados para describir las sub-cualidades de la astringencia, incluyendo términos como "aterciopelada", "secante" o "rugosa". Entre los compuestos químicos presentes en el vino es la composición no volátil, principalmente la composición polifenólica, la que siempre se ha relacionado con la sensación de astringencia. Resulta por lo tanto muy importante para la industria vitivinícola determinar la implicación de estos compuestos en la astringencia de los vinos. Con el fin de encontrar qué compuestos no-volátiles están implicados en la sensación de astringencia y determinar la capacidad predictiva de estos compuestos en la astringencia, los tres grupos de vinos de distintos segmentos de precios anteriormente citados fueron analizados química y sensorialmente^{7, 10, 11}. De

todos los compuestos analizados se seleccionaron aquellos que podían tener una implicación en la astringencia. Esta selección se realizó en base a tres criterios: 1) La relación entre la concentración de un compuesto y la concentración umbral de ese compuesto (DoT) debe ser mayor de 1; 2) la relación entre la concentración máxima y la mínima debe ser mayor de 2 en, al menos, uno de los vinos del grupo; y/o 3) correlación de Pearson significativa entre la puntuación dada para la astringencia en cada grupo de vinos y la concentración del compuesto. Estos criterios permitieron hacer una selección de compuestos con posible implicación sensorial en la astringencia y construir un modelo predictivo mediante regresión de mínimos cuadrados para cada grupo de vinos. Los modelos obtenidos se muestran en la tabla 1.

En los tres modelos obtenidos el peso de los parámetros relacionados con las proantocianidinas (PAs) es alto lo que permite afirmar que estos compuestos tienen un peso importante en la predicción de la astringencia de los tres grupos de vinos. En relación con el resto de la composición no volátil, los modelos de los vinos de gama alta y gama media son más parecidos entre sí ya que en ambos son retenidos el ácido aconítico, ácidos hidroxicinámicos (Cutárico y Caftárico) y el contenido en alcohol. Las diferencias más importantes entre ambos modelos son los azúcares reductores y un flavanol retenidos en el modelo de los vinos de gama alta, y el ácido protocatéquico en el modelo de los vinos de gama media. En el caso de los vinos de gama baja, los compuestos polifenólicos de bajo peso molecular retenidos son claramente diferentes a los otros modelos.

2.2. Validación de los modelos obtenidos

Una cuestión importante que aporte información enológica de interés a los modelos matemáticos obtenidos es validar la implicación sensorial de los compuestos retenidos en los modelos. Para ello se ha realizado la adición de los compuestos con capacidad predictiva a un vino neutro, es decir, un vino comercial sin defectos y sin destacados atributos sensoriales en boca ni en nariz. Este vino fue analizado en los compuestos de interés antes y después del correspondiente dopaje. Una vez realizado el dopaje del vino con el compuesto objeto de estudio se procedió a una evaluación sensorial en boca empleando un test triangular¹¹. En la tabla 2 se muestran las 24 pruebas de adición o fortificación que se realizaron tanto en vino neutro, como en disoluciones acuosas. En las pruebas 1 y 2 (ver tabla 2); la fracción de proantocianidinas o taninos aislada a partir de un vino muy astringente se añadió al vino tinto neutro. La adición de dicha fracción induce diferencias sensoriales significativas en la matriz del vino neutro. La muestra fortificada fue descrita como más astringente por el 100% de los panelistas en la prueba 1, donde la adición de PAs o taninos se llevó a cabo a concentraciones reales presentes en los vinos. En la prueba 2, el vino neutro fue fortificado con la fracción de PAs diluida 1:10. El análisis sensorial mostró que en esta prueba 2, la muestra fortificada fue identificada no sólo como más astringente (50% de las respuestas) sino también como más ácida (60% de las respuestas). Estos resultados confirman la destacada relevancia sensorial de este grupo de compuestos en las propiedades sensoriales de astringencia y sabor de los vinos tintos. El resto de los resultados obtenidos en las pruebas de adición o fortificación fueron sor-

<p><u>Vinos gama alta</u> Astringencia = 0,269*Etanol + 0,203*Azúcares_Reductores + 0,185*PAs poliméricas + 0,167*t-Aconítico + 0,179*Cutárico + 0,184*Quercetina-Galactósido</p>
<p><u>Vinos gama media</u> Astringencia = - 0,016 + 0,37*Etanol + 0,29*Procatéquico + 0,23*Cutárico + 0,50*PAs poliméricas + 0,07*c-Aconítico + 0,05*Caftárico</p>
<p><u>Vinos gama baja</u> Astringencia = 1,316 + 0,0037 Ácido gálico + 0,013 Procianidina B1 + 0,0004 Catequina - 0,0038 Procianidina B2 - 0,010 Epicatequina + 2,518 LPP + 0,144 PAs + 0,005 PAs poliméricas</p>

Tabla 1. Modelos matemáticos predictivos obtenidos para la astringencia a partir de la composición química no volátil de tres grupos de vinos pertenecientes a distintos segmentos de precio.

prendentes y revelaron la existencia de interacciones perceptivas extremadamente complejas entre los diferentes compuestos no volátiles sensorialmente activos. Cabe destacar, que la adición de ácido *c*-aconítico tanto en vino como en agua (pruebas 4 y 5, tabla 2) no pudo ser detectada por nuestro panel, lo que está en claro contraste con los resultados obtenidos en otros trabajos^{10, 12, 13} y también está en aparente contradicción con el papel

que este compuesto parece desempeñar en la astringencia atendiendo al modelo de los vinos de gama alta. Del mismo modo, la adición de ácido *t*-caftárico al vino (prueba 13, tabla 2), no pudo ser detectada, por lo tanto no se confirma la implicación que ambos modelos atribuyen a este compuesto. El éster etílico del ácido protocatéquico y el ácido cutárico, también presentes en los modelos de astringencia, no pudieron ser verificados debido a la

Test	Matriz	Compuesto	concentración en vino neutro (mg L ⁻¹)	concentración en vino dopado (mg L ⁻¹)	trans/cis- aconitic ^a	P ^b
1	vino	Proantocianidinas/Taninos	84.25 ^b	333.22 ^c		99.9%
2	vino	Proantocianidinas/Taninos	84.25 ^b	145.75 ^c		95%
3	agua	Sacarosa	nd	5.00 ^d		ns
4	vino	Ácido <i>cis</i> -aconítico	1.27	4.34	1.29	ns
5	agua	Ácido <i>cis</i> -aconítico	nd	5.55	nd	ns
6	vino	Ácido <i>trans</i> -aconítico	5.39	11.26	8.86	95%
7	agua	Ácido <i>trans</i> -aconítico	nd	5.86	5.86	95%
8	vino	Ácido <i>cis</i> -aconítico + Ácido <i>trans</i> -aconítico	1.27 + 5.39	4.67 + 11.20	2.39	ns
9	agua	Ácido <i>cis</i> -aconítico + Ácido <i>trans</i> -aconítico	nd	5.39 + 6.65	1.23	ns
10	vino	Ácido <i>cis</i> -aconítico + Ácido <i>trans</i> -aconítico + Sacarose	1.27 +5.39 +0.0	4.67 +11.20 +5	2.39	ns
11	vino	Ácido <i>trans</i> -cafeico	14.55	24.85		ns
12	vino	Ácido <i>trans</i> -cafeico	14.55	34.97		95%
13	vino	Ácido <i>trans</i> -caftárico	15.79	75.62		ns
14	vino	Ácido <i>cis</i> -aconítico + Ácido <i>trans</i> -aconítico + Ácido <i>trans</i> -cafeico	1.27 +5.39 +14.55	4.67 +11.20 +24.85		ns
15	vino	Ácido <i>cis</i> -aconítico + Ácido <i>trans</i> -aconítico + Ácido <i>trans</i> -cafeico + Sacarosa	1.27 +5.39 +14.55 +0.0	4.67 +11.20 +24.85 +5		ns
16	vino	Ácido protocatéquico	2.21	8.61		ns
17	vino	Ácido protocatéquico	2.21	16.56		ns
18	vino	Quercetin-3- <i>O</i> -galactosido	nd	4.10		ns
19	agua	Quercetin-3- <i>O</i> -galactosido	nd	4.90		90%
20	vino	Quercetin-3- <i>O</i> -glucosido	nd	8.34		95%
21	agua	Quercetin-3- <i>O</i> -glucosido	nd	8.51		ns
22	vino	Quercetin-3- <i>O</i> -glucuronido	5.88	16.49		95%
23	vino	Quercetin-3- <i>O</i> -galactosido + Quercetin-3- <i>O</i> -glucosido	nd	3.52 +8.22		ns
24	agua	Quercetin-3- <i>O</i> -galactosido + Quercetin-3- <i>O</i> -glucosido	nd	5.81 +8.60		ns

^a relación de concentración de los ácidos *trans*- / *cis*- aconítico

^b significatividad del efecto; ns: no significativo. Efecto significativo marcado en negrita

^c expresado en g L⁻¹ of PAs medidos por el índice de la vanillina.

^d expresado en g L⁻¹

Tabla 2. Tests triangulares para validar el efecto de la adición de compuestos con capacidad predictiva en la astringencia.

falta de la cantidad necesaria de estándar o patrón para llevar a cabo las pruebas sensoriales. La complejidad del problema se muestra perfectamente con los experimentos sensoriales realizados con los ácidos *t*-aconítico y *c*-aconítico (pruebas 4-10, tabla 2), con las llevadas a cabo también con los ácidos cafeico y caftárico (pruebas 11-15, tabla 2), y con las que se realizaron con diferentes flavonoles (pruebas 18-24, tabla 2). Mientras el ácido *t*-aconítico pudo ser detectado significativamente a los niveles máximos que se encuentran en el conjunto de muestras (pruebas 6 y 7, tabla 2), esto no ocurrió en el caso del *c*-aconítico. Inicialmente, se hipotetizó que ambos isómeros ejercerían un efecto aditivo, por lo que la adición simultánea de ambos compuestos sería fácilmente detectada por el panel sensorial. Por el contrario, lo que se ha observado repetidamente, ya que todos estos experimentos fueron replicados, es que la adición de la mezcla de dos isómeros tanto a vino (prueba 8, tabla 2) como a agua (prueba 9, tabla 2) no pudieron ser detectados. Esta falta de aditividad en las respuestas sensoriales provocadas por compuestos de la misma familia fue observada también en el caso de los ácidos hidroxycinámicos y de los flavonoles. Los resultados fueron, sin embargo, bastante diferentes cuando la adición de los ácidos se llevó a cabo junto con un compuesto de carácter dulce. La presencia de una cantidad no detectable de sacarosa (prueba 3, tabla 2) en una mezcla de *t*-aconítico y *c*-aconítico (prueba 10, tabla 2), o de los ácidos *t*-aconítico y *t*-cafeico (prueba 15, tabla 2), produjo un aumento significativo (a un nivel del 95%) en el número de panelistas (16 de los 36 panelistas), que fueron capaces de diferenciar entre el vino y la muestra fortificada en comparación con las pruebas 8 o 14, donde sólo los ácidos estaban presentes en la muestra fortificada. Mientras que todos estos resultados ciertamente parecen confirmar la pobre aditividad de las señales sensoriales relacionadas con la astringencia, también revelan la posible existencia de interacciones entre las distintas sensaciones (dulzor x astringencia).

2.3. Interacción de otros atributos sensoriales en la astringencia

Con el objetivo de evaluar la posible implicación de otros atributos sensoriales en la percepción de la astringencia, se procedió de forma similar a lo descrito para la obtención del modelo matemático de

la astringencia construido a partir de la composición química de los 36 vinos estudiados. Por lo tanto, a partir de los atributos sensoriales descritos en estos vinos por el panel sensorial se construyó un modelo predictivo mediante regresión de mínimos cuadrados con validación cruzada completa. Tres atributos en boca: "amargor", "intensidad global", "persistencia", y un término aromático "especies", fueron retenidos en el modelo. En la regresión, la segunda componente explicó el 64% de la varianza total (62% de la varianza cruzada) con un RMSE de 0,44. El modelo matemático calculado fue el siguiente:

$$\text{Astringencia} = - 6,371 + 0,583 \text{ Amargor} + 0,619 \text{ Persistencia} + 0,029 \text{ Especies} + 0,857 \text{ Intensidad global}$$

En este modelo de predicción, se observó una contribución positiva de los cuatro atributos sensoriales considerados. La "intensidad global" fue la variable que presentó un mayor peso en el modelo, seguido de la "persistencia". Es importante destacar que el término combinado "especies" estuvo formado por siete términos individuales, tales como "especies", "regaliz", "vainilla", "mentol/fresco", "pimienta", "clavo" y "nuez moscada"¹⁴.

Por último, se construyó un modelo predictivo a partir de siete compuestos químicos y cuatro atributos sensoriales. La segunda componente explicó el 77% de la varianza total (71% de la varianza cruzada) con un RMSE de 0,35. El modelo obtenido fue:

$$\text{Astringencia} = - 4,818 + 0,002 \text{ Ácido gálico} + 0,529 \text{ Amargor} + 0,0035 \text{ Procianidina B1} + 0,01 \text{ Especies} - 0,0004 \text{ Catequina} - 0,0023 \text{ Procianidina B2} - 0,009 \text{ Epicatequina} + 1,125 \text{ LPP} + 0,094 \text{ PAs polisacáridas complejas} + 0,0027 \text{ PAs poliméricas} + 0,482 \text{ Persistencia}$$

El modelo recoge once variables significativas, de las cuales todas las variables contribuyen positivamente a la astringencia percibida a excepción de la catequina, la epicatequina y la procianidina B2 que contribuye negativamente. Los pigmentos poliméricos grandes fué la variable de mayor peso en el modelo seguido del atributo "amargor".

3. BASES QUÍMICAS DEL SABOR AMARGO EN EL VINO

3.1. Modelos predictivos del sabor amargo

Entre los atributos evaluados en boca y que contribuyen a la estructura de los vinos el amargor es, a día de hoy, el sabor sobre el que menor conocimiento existe acerca de los compuestos químicos responsables del mismo y, de hecho, en la bibliografía se encuentran resultados controvertidos en relación con los compuestos implicados en el mismo¹⁵⁻¹⁷. En general, se apunta a los compuestos polifenólicos como compuestos responsables del sabor amargo, en concreto los compuestos polifenólicos de bajo peso molecular, así como las proantocianidinas más pequeñas (dímeros y trímeros). Sin embargo, muchos de estos compuestos están presentes en los vinos por debajo del umbral sensorial del sabor amargo, aunque Hufnagel y Hofmann¹⁷ apuntan que, a pesar de esto, compuestos como los ésteres etílicos de los ácidos fenólicos y flavanoles, contribuyen al sabor amargo de los vinos tintos. Además, de la posible contribución al amargor de los vinos de compuestos presentes en concentraciones por debajo de su valor umbral, existen otras dificultades en el estudio de este sabor como que los paneles entrenados no son consistentes en el sabor amargo, o que los vinos no presentan suficientes diferencias en este atributo. Con el fin de evaluar la implicación de los compuestos citados en el amargor, se trabajó con un panel de dieciocho catadores seleccionados por su capacidad para detectar el sabor amargo, de acuerdo al test de Tepper¹⁸. Seguidamente se evaluaron sensorialmente 36 vinos tintos jóvenes a partir de los cuales se

seleccionaron seis vinos en base a sus diferencias significativas en el amargor percibido por los panelistas. Estos seis vinos fueron desaromatizados y fraccionados por cromatografía preparativa de permeación en gel, de acuerdo al método descrito por Gonzalo-Diago *et al.*,¹⁹. Este fraccionamiento generó dos fracciones F-1 y F-2 (evaluados sensorialmente por el panel entrenado), mientras la primera fue evaluada como amarga, la segunda fue evaluada con menos de 1 (sobre 9) en este sabor. Posteriormente, la fracción F-1 fue subfraccionada mediante extracción en fase sólida¹⁹, separando por un lado los azúcares y los ácidos orgánicos, y por otra los compuestos fenólicos de bajo peso molecular. Estas subfracciones se denominarán F-1₁ y F-1₂. Ambas fracciones fueron liofilizadas y redisueltas en agua mineral a un factor de concentración respecto al vino de partida de 1:4 para su posterior evaluación sensorial. Los resultados de la evaluación sensorial se muestran en la figura 3. La única subfracción evaluada amarga fue F-1₂, esta subfracción fue analizada químicamente y los resultados correlacionados con los datos sensoriales del amargor.

Los resultados mostraron que el amargor evaluado en los vinos no estaba correlacionado con el amargor evaluado ni en la fracción F-1, ni en la subfracción F-1₂. Sin embargo, los compuestos analizados en la fracción (polifenoles de bajo peso molecular y PAs menores de tres unidades), mostraron capacidad predictiva del amargor evaluado en la subfracción F-1₂. En la bibliografía tanto en trabajos realizados con disoluciones de un solo compuesto²⁰, como con vinos^{21,22}, se apunta la implicación de otros atributos sensoriales en el sabor amargo.

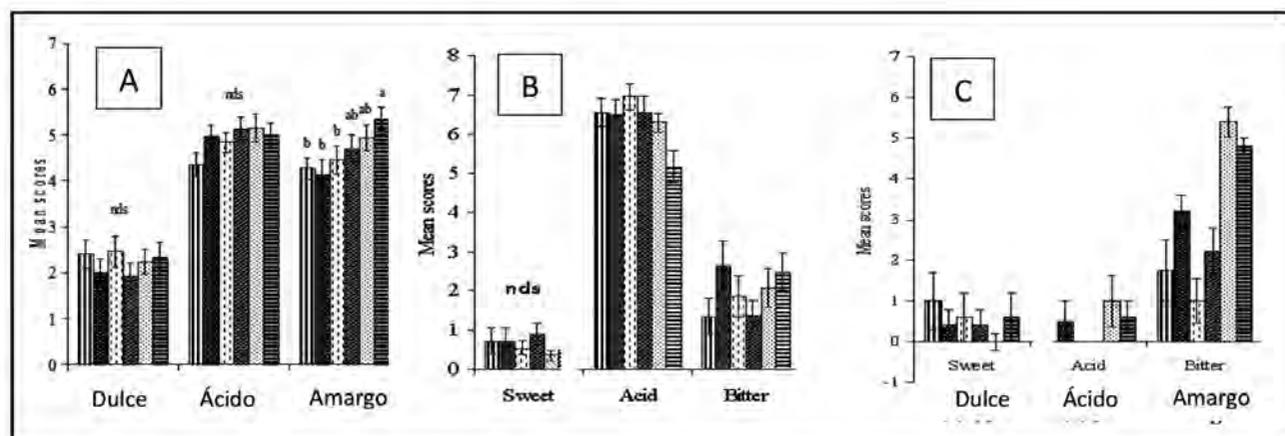


Figura 3. Evaluación en boca de 6 vinos y sus correspondientes 6 fracciones y: A) vinos, B) fracción F-1, C) fracción F-1₂ (amara).

3.2. Interacción de otros atributos sensoriales en el amargor

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de la fracción amarga muestran que el amargor evaluado en esta fracción no permite explicar el amargor percibido en los vinos iniciales, por lo que otros atributos sensoriales podrían estar implicados en la percepción de dicho sabor. Para profundizar en esta cuestión se realizó el análisis sensorial (nariz y boca), y químico, de 36 vinos tintos jóvenes. En primer lugar se realizaron las correlaciones entre el amargor de los vinos con los compuestos químicos analizados. Los resultados muestran que el sabor amargo está correlacionado significativamente con la procianidinas B1 y A2, ácidos *trans*-caftárico y gálico, catequina, epicatequina, la quercetina-3-O-glucósido, la miricetina y los pigmentos de mediano y gran tamaño (MP). El modelo predictivo obtenido explica el 69% de la varianza (61% por varianza cruzada), con un raíz del error cuadrático medio (RMSE) de 0,164.

$$\begin{aligned} \text{AMARGOR} = & 14,082 + 0,278 \text{ Procianidina B1} \\ & - 0,446 \text{ Ácido } \textit{trans}\text{-caftárico} \\ & + 0,177 \text{ Quercetina-3-O-glucósido} \\ & + 0,380 \text{ Miricetina} + 0,261 \text{ MP} \end{aligned}$$

En segundo lugar se realizaron las correlaciones entre el amargor de los vinos y el resto de atributos sensoriales (aroma y boca). Como primera aproximación, seis variables sensoriales, "acidez", "astringencia", "persistencia", "fruta pasa", "animal" y "vegetal", fueron utilizadas como variables predictivas por presentar una correlación significativa con el sabor amargo. El modelo matemático realizado con dichos atributos retuvo los atributos "vegetal", "acidez" y "astringencia". Este modelo predictivo explica el 80% de la varianza original (76% por varianza cruzada), con un raíz del error cuadrático medio (RMSE) de 0,149.

$$\begin{aligned} \text{AMARGOR} = & 5,019 + 0,369 \text{ Vegetal} \\ & + 0,162 \text{ Acidez} + 0,678 \text{ Astringencia} \end{aligned}$$

Con el objetivo de evaluar la capacidad predictiva de los compuestos no volátiles y atributos sensoriales, se construyó un modelo predictivo mediante una regresión de mínimos cuadrados con validación cruzada completa. El tercer modelo obtenido es:

$$\begin{aligned} \text{AMARGOR} = & 5,957 + 0,189 \text{ Procianidina B1} \\ & - 0,206 \text{ Ácido } \textit{trans}\text{-caftárico} \\ & + 0,083 \text{ Quercetina-3-O-glucósido} \\ & + 0,277 \text{ Miricetina} + 0,150 \text{ MP} + 0,299 \text{ Acidez} \\ & + 0,288 \text{ Astringencia} \end{aligned}$$

Este modelo muestra siete variables significativas; "astringencia", "acidez", procianidina B1, quercetina-3-O-glucósido, miricetina, MP y el ácido *trans*-caftárico. Todas las variables contribuyeron positivamente al sabor amargo, a excepción del ácido *trans*-caftárico que contribuye negativamente. Siendo, los dos atributos en boca "acidez" y "astringencia" las variables que presentaron un mayor peso en el modelo, seguidas de la miricetina.

Es importante resaltar, que la capacidad predictiva del amargor a partir de la composición no volátil es menor que la obtenida a partir de los atributos sensoriales en el sabor amargo. De hecho, la capacidad predictiva del sabor amargo a partir de atributos sensoriales y la composición no volátil, mejora las varianzas explicadas en los modelos obtenidos por separado.

4. BIBLIOGRAFÍA

- 1 Charters, S. & Pettigrew, S. (2007). The dimensions of wine quality. *Food Quality and Preference*, 18, 997–1007.
- 2 Sáenz-Navajas, M.P. Ballester, J. Peyron, D. & Valentín, D. (2014). Extrinsic attributes responsible for red wine quality perception: A cross-cultural study between France and Spain. *Food Quality and Preference*, 35, 70–85.
- 3 Sáenz-Navajas, M.P. Ballester, J. Pêcher, C. Peyron, D. & Valentín, D. (2013). Sensory drivers of intrinsic quality of red wines. Effect of culture and level of expertise. *Food Research International*. 54, 1506–1518.
- 4 Yegge, J.M. & Noble, A.C. (2001). In The identification of sensory and non-sensory attributes of California Chardonnay wines that influence acceptance and purchase intent for differing segments of consumers. *Proceedings of the American Society for Enology and Viticulture, 50th Anniversary Annual Meeting, Seattle, WA, 2001, American Society for Enology and Viticulture: Seattle, WA*, 28–31.
- 5 Breslin, P.A.S. (2001). Human gustation and flavour. *Flavour and Fragrance Journal*, 16, 439–456.
- 6 José Miguel Avizcouri Inac. Avances en el conocimiento de la percepción sensorial de vinos tintos y su relación con

- la composición química no volátil. Evolución químico-sensorial en la etapa de embotellado. Tesis doctoral. 1014.
- ⁷ Marivel González Hernández. Características sensoriales y composición no volátil de vinos tintos: Avances en la exploración de la calidad. Tesis Doctoral. 2016.
- ⁸ Gawel, R. Iland, P.G. & Francis, I.L. (2001). Characterizing the astringency of red wine: a case study. *Food Quality and Preference*, 12, 83-94.
- ⁹ Vidal, S. Courcoux, P. Francis, L. Kwiatkowski, M. Gawel, R. Williams, P. Waters, E. & Cheynier, V. (2004). Use of an experimental design approach for evaluation of key wine components on mouth-feel perception. *Food Quality and Preference*, 15, 209-217.
- ¹⁰ Sáenz-Navajas, M.P. Tao, Y.S. Dizy, M. & Ferreira, V. Fernández-Zurbano, P. (2010). Relationship between nonvolatile composition and sensory properties of premium Spanish red wines and their correlation to quality perception. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, 12407-12416.
- ¹¹ Sáenz-Navajas, M.P. Avizcuri, J.M. Ferreira, V. & Fernández-Zurbano, M.P. (2012). Insights on the chemicals basis of the astringency of Spanish red wines. *Food Chemistry*, 134, 1484-1493.
- ¹² Hufnagel, J.C. & Hofmann, T. (2008). Orosensory-directed identification of astringent mouthfeel and bitter-tasting compounds in red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 1376-1386.
- ¹³ Sáenz-Navajas, M.P. Ferreira, V. Dizy, M. & Fernández-Zurbano, P. (2010). Characterization of taste-active fractions in red wine combining HPLC fractionation, sensory analysis and ultra performance liquid chromatography coupled with mass spectrometry detection. *Analytica Chimica Acta*, 673, 151-159.
- ¹⁴ Sáenz-Navajas, M.P. González-Hernández, M. Campo, E. Fernández-Zurbano, P. & Ferreira, V. (2012). Oronasal aroma characteristics of Spanish red wines from different price categories and their relationship to expert quality judgements. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 18, 268-279.
- ¹⁵ Peleg, H. Gacon, K. Schlich, P. Noble, A.C. (1999). Bitterness and astringency of flavan3-ol monomers, dimers and trimers. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79, 1123-1128.
- ¹⁶ Kallithraka, S. Bakker, J. Clifford, M.N. (1997). Evaluation of bitterness and astringency of (+)-catechin and (-)-epicatechin in red wine and in model solution. *Journal of Sensory Studies* 12, 25-37.
- ¹⁷ Hufnagel, J.C. Hofmann, T. (2008). Quantitative reconstruction of the nonvolatile sensometabolome of a red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9190-9199.
- ¹⁸ Tepper, B.J. Christensen, C.M. Cao, J. (2001). Development of brief methods to classify individuals by PROP taster status. *Physiology and Behavior* 73, 571-577.
- ¹⁹ Gonzalo-Diago, A. Dizy M. Fernández-Zurbano, P. (2014). Contribution of low molecular weight phenols to bitter taste and mouthfeel properties in red wines. *Food Chemistry*, 154, 187-198.
- ²⁰ Caporale, G. Policastro, S. Monteleone, E. (2004). Bitterness enhancement induced by cut grass odorant (cis-3-hexen-1-ol) in a model olive oil. *Food Quality and Preference* 15, 219-227.
- ²¹ Sáenz-Navajas, M.P. Campo, E. Avizcuri, J.M. Valentín, D. Fernández-Zurbano, P. & Ferreira, V. (2011). Contribution of non-volatile and aroma fractions to inmouth sensory properties of red wines: Wine reconstitution strategies and sensory sorting task. *Analytica Chimica Acta*. 732, 64-72.
- ²² Sáenz-Navajas, M.P. Avizcuri, J.M. Ferreira, V. & Fernández-Zurbano, M.P. (2014). Sensory changes during bottle storage of Spanish red wines under different initial oxygen doses. *Food Research International*, 66, 235-246.

BASES QUÍMICAS DEL CARÁCTER MINERAL A NIVEL OLFATIVO Y GUSTATIVO EN VINOS BLANCOS Y TINTOS

Antonio Tomás Palacios García

Doctor en Ciencias Biológicas. Laboratorios Excell Ibérica S.L. de La Rioja

1. RESUMEN

El concepto que transmite el término mineralidad en los vinos es ciertamente uno de los atributos más misteriosos desde el punto de vista químico. La mineralidad en los vinos está frecuentemente asociada al concepto "terroir", a menudo con claros fines comerciales donde la expresión vinculada al suelo permite justificar o argumentar la autenticidad de origen del vino. Sería por tanto fácil vincular el término sensorial mineralidad a la composición y contenido de minerales presentes en un vino, si bien no existen estudios previos suficientemente fundamentados como para establecer dicha asociación directa. El objeto de este estudio es la caracterización química y sensorial de vinos catalogados sensorialmente como minerales. Para realizar el presente estudio 17, vinos procedentes de diversas áreas vitivinícolas del mundo fueron analizados en base a su composición química de metales, compuestos aromáticos, tanto positivos como negativos, acidez, succínico, sulfuroso y ácidos orgánicos, entre otros. Todos ellos contaban con un nexo común, haber sido catalogados como vinos minerales a nivel internacional, tanto por profesionales del sector vitivinícola como por prescriptores del sector comercial y periodístico del vino. Con el objeto de evitar polémicas se ha omitido el nombre de los productores y marcas de los vinos, definiendo estos únicamente por regiones y variedades de uva. Posteriormente, se realizó un análisis estadístico del conjunto de datos referentes a las composiciones químicas estudiadas. Finalmente, se encontraron 11 compuestos químicos que destacaron y se clasificaron en tres categorías con una relación directa con el descriptor mineralidad.

2. INTRODUCCIÓN

Durante la última década el término mineralidad ha gozado de un espectacular auge por parte de críticos, enólogos, sumilleres y especialistas en la comercialización del sector vitivinícola. Los aromas

frutales, florales, especiados o de madera son de gran importancia en la descripción de los clasificados como grandes vinos, pero sin duda, el término mineralidad ocupa hoy en día el primer lugar entre los atributos de vinos de alta gama. En el mercado, el uso del término mineral es normalmente sinónimo de un escalón superior de calidad.

Sin embargo, aún teniendo este elevado estatus, el término mineralidad ha sido definido muy vagamente hasta la fecha, existiendo actualmente un enorme vacío en la identificación de los compuestos químicos responsables o asociados a la sensación aromática y gustativa definida como mineral.

Frecuentemente este término viene acompañado por descriptores del tipo salino, humo de cerilla, pedernal o sílex que produce chispas que huelen, como la piedra de un mechero para definirlo. En base a esta descripción se podría establecer como hipótesis que fueran los elementos metálicos, y sobre todo los cationes del suelo de un viñedo los responsables de este aroma y sabor mineral.

Para tener un visión más completa y consistente sobre el significado del término mineral es imprescindible definirlo desde la perspectiva que ofrece la ciencia geológica. La Asociación de Mineralogía Internacional (IMA), define un mineral como un elemento o compuesto químico, normalmente en forma cristalina, que ha sido formado por el resultado de un proceso geológico y que posee un grado de pureza determinada.

Se conocen más de 4.000 minerales, de los cuales 100 son los que más comúnmente se encuentran en la composición del suelo y otros 50 se encuentran ocasionalmente¹ En relación al vino, estos elementos minerales se clasifican según la necesidad fisiológica de la planta en macronutrientes y micronutrientes. En el suelo, los minerales son degradados en moléculas más simples y de menor tamaño a través del contacto con el agua, la atmósfera, los cambios de temperatura y la acción de los microorganismos, entre otros factores². Es importante remarcar que solamente los elementos químicos que son

solubles en agua pueden ser absorbidos por las raíces de la planta.

Si bien la apariencia de los suelos de las viñas puede ser a simple vista muy diferente, estos suelen presentar dentro de un margen una composición parecida a nivel químico³. Cabe destacar que para que los bioelementos necesarios para el metabolismo de la planta (nutrición, supervivencia y desarrollo), sean introducidos dentro de la vid, estos deben encontrarse en estado iónico. Así la planta, mediante complejas reacciones de tipo redox y el uso de bombas de absorción de elementos ionizados específicas y selectivas presentes en sus raíces, consigue que estos elementos químicos fluyan al interior y se distribuyan por todos los tejidos celulares de la vid, incluida la uva. Para que esto suceda es imprescindible que los metales o elementos minerales sean solubles en agua. Sin embargo, es fundamental resaltar que la planta absorbe lo que necesita, no lo que se encuentra en cada tipo de suelo de forma fortuita.

La distribución y proporción de estos elementos en las bayas de uva es aproximadamente un 40% en la piel, 50% en la pulpa y 10% en las semillas. Por tanto, los minerales son componentes que están presentes de forma natural en las uvas, en consecuencia en el mosto y finalmente en el vino. Pero el origen y la presencia de estos elementos no está únicamente en la naturaleza química del suelo de la viña, sino también en los tratamientos que reciben por aplicaciones del viticultor (fertilizantes, pesticidas, herbicidas, fungicidas...) y del enólogo durante el proceso de elaboración del vino (adiciones, rectificaciones y otros posibles tratamientos).

De todos los elementos comunes presentes en el suelo, los cationes más relevantes en términos de concentración son el potasio⁴, seguido del calcio y del magnesio. Estos elementos se encuentran normalmente involucrados en la neutralización de los ácidos en las uvas, en el mosto y finalmente en el vino. Es el potasio, dado su carácter mayoritario, el que mayor efecto tiene en los cambios de acidez y pH, tanto en mosto como en vino.

En numerosas notas de cata se suele relacionar la percepción gustativa de mineralidad con vinos caracterizados por acidez elevada. A nivel de boca, el gusto ácido puede estar relacionado no solo con el parámetro de pH, sino también con la acidez

total del vino, en la cual se toman en cuenta la totalidad de los ácidos orgánicos (formados por la vid o de origen fermentativo) presentes en este. Investigaciones previas también han asociado el término mineralidad con la presencia de un ácido en concreto, el ácido succínico⁵ por ejemplo, responsable a nivel gustativo de producir una sensación salina en el paladar. De hecho, el ácido succínico, a pesar de ser un ácido, tiene más gusto salado que ácido. La aparición de este ácido es debida al metabolismo bioquímico de las levaduras fermentativas a través del ciclo de Krebs⁶, así como químicamente mediante la descarboxilación del ácido α -cetoglutárico por reacciones químicas oxidativas⁷.

El objeto del presente estudio es la identificación de los compuestos químicos presentes en el vino que son responsables de la interpretación de mineralidad. El aprendizaje sobre estos compuestos asociados con el aroma y/o sabor mineral, tanto en vinos blancos como en tintos, permitirá sin duda aportar un mayor conocimiento frente a esta peculiar percepción sensorial, asociando el término a una base química responsable de su percepción.

Para llevar a cabo este estudio se seleccionó un conjunto de 17 vinos, entre los que se encontraban blancos y tintos de diferentes añadas y regiones vitivinícolas, escogidos por su fama como vinos minerales. El conjunto de vinos seleccionados fueron estudiados metódicamente mediante técnicas de cromatografía de gases/espectrometría de masas, cromatografía ICP/masas, y técnicas enzimáticas, además de otros análisis de tipo rutinario frecuentemente utilizados en el sector enológico. Adicionalmente, los vinos elegidos fueron sometidos a un profundo análisis sensorial mediante dos paneles de cata cualificados, uno formado por enólogos y otro por profesionales del sector no elaboradores de vino. Ambos paneles no recibieron información alguna sobre el objetivo de la cata, evitando así influencias, sugerencias y preferencias para lograr así la máxima objetividad en las sesiones de cata. Por último, la matriz de datos resultante se analizó a través de herramientas estadísticas multifactoriales como es el Análisis de Componentes Principales (ACP).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se contó con 17 vinos comercializados y presentes en el mercado que fueron seleccionados por haber

Nº	Tipología	variedad	Añada	Región vinícola/ estilo de producción
1	Vino blanco	Godello	2011	Valdeorras (Spain)
2	Vino blanco	Sauvignon blanc	2008	Loire Valley (France)
3	Vino blanco	Treixadura	2011	Ribeiro (Spain)
4	Vino blanco	Godello	2011	Ribera Sacra (Spain)
5	Vino blanco	Riesling	2008	Niederösterreich (Austria)
6	Vino blanco	Garnacha gris	2011	Empordà (Spain)
7	Vino blanco	Ribolla	2010	Primorska (Slovenia)
8	Vino blanco	Xarel-lo	2011	Penedès (Spain)
9	Vino blanco	Riesling	2010	Mosel (Germany)
10	Vino blanco	Riesling	2009	Mosel Trocken (Germany)
11	Vino blanco	Riesling	2009	Mosel Kabinett (Germany)
12	Vino tinto	Tinta del país	2007	Vino submarino (Spain)
13	Vino tinto	Blaufränkisch	2008	Burgenland (Austria)
14	Vino tinto	Syrah	2008	Ródano Norte (France)
15	Vino tinto	Poulsard	2010	Jura (France)
16	Vino tinto	Garnacha, Syrah	2011	Montsant (Spain)
17	Vino tinto	Syrah	2007	Aragón (Spain)

Tabla 1. Descripción de los vinos utilizados en el estudio.

sido catalogados como minerales. La lista de los vinos empleados en dicho estudio aparece descrita en la tabla 1.

La determinación de compuestos aromáticos mayoritarios fue realizada siguiendo el método propuesto por Ortega López, Cacho y Ferreira⁸, mediante cromatografía de gases masas y detector FID:

- Los análisis de compuestos minoritarios se realizaron mediante el método de preparación de muestras propuesto por López, Aznar, Cacho y Ferreira⁹, y detección mediante cromatografía de gases masas.
- Los compuestos volátiles de la madera se analizaron mediante extracción líquido-líquido y posterior análisis por cromatografía de gases/espectrometría de masas.
- Los compuestos aromáticos responsables de defectos organolépticos en el vino se cuantificaron mediante cromatografía de gases masas por micro extracción en fase sólida (SPME).
- Para la cuantificación de los compuestos químicos con azufre contenido en su estructura química se utilizó la técnica de cromatografía de gases con detector fotométrico de llama o también conocida por sus siglas GC-FPD.
- La determinación de metales fue desarrollada

mediante espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP/MS).

- Los parámetros rutinarios como la determinación de grado alcohólico, pH, acidez total, intensidad colorante, índice de polifenoles totales y dióxido de azufre libre y total, se analizaron siguiendo las directrices de los métodos oficiales de análisis de vinos publicados en el BOE número 1988-11256.
- Los ácidos orgánicos fueron analizados por métodos enzimáticos mediante analizador Y-15, y manualmente mediante espectrofotometría (ácido succínico).

Para poder interpretar de una manera objetiva la matriz de datos de compuestos químicos obtenida, se utilizó un software estadístico de tipo ANOVA y Análisis de Componente Principales (ACP) mediante técnicas discriminantes.

El análisis de la validez de uno de los dos paneles de cata participantes en el estudio, perteneciente al grupo de enólogos, fue estudiado mediante el software "Panel Check" desarrollado por la Universidad de Dinamarca. Los datos obtenidos de las sesiones de cata fueron analizados en conjunto mediante ANOVA, Análisis de Componente Principales (ACP), por técnicas discriminantes y regresión lineal.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis sensorial mediante paneles entrenados de catadores

Para la realización de la parte sensorial del estudio se contó con la ayuda de dos paneles de cata distintos, uno en Rioja y otro en Barcelona, formados por 20 jueces sensoriales cada uno y entrenados en análisis sensorial. El primero de ellos formado por enólogos y el segundo por profesionales del sector vitivinícola no elaboradores. El objetivo fue obtener una visión de la mineralidad del vino por parte de elaboradores, profesionales y consumidores al mismo tiempo, y comprobar si se percibían de forma evidente en ambos grupos, tanto las diferencias como las similitudes en el uso e interpretación del término mineralidad.

A los dos paneles de catadores se les dieron a catar los 17 vinos seleccionados por su reputación como vinos minerales en el mercado internacional. Entre las preguntas que se les realizaron durante las dos sesiones de cata se introdujo el término mineralidad como adjetivo, pero sin aparecer como un atributo de mayor relevancia respecto a los demás. La cata se desarrolló totalmente a ciegas para evitar influencias e interpretaciones subjetivas previas. El objetivo de esta fase previa fue seleccionar de entre todos los vinos elegidos un conjunto de 6 vinos, entre blancos y tintos, que hubieran sido definidos de manera consensuada como los vinos más minerales en su percepción sensorial por ambos paneles de cata. De la misma forma se estableció como objetivo localizar 2 vinos, uno blanco y uno tinto, cuya definición se alejara claramente del término mineralidad en su percepción para ser utilizados a modo de muestras control, es decir como referencia opuesta a la percepción de mineralidad.

4.1.1. Fase aromática de la cata

En los vinos blancos ambos paneles de cata coincidieron en identificar a los vinos numerados en la tabla como 2 (Sauvignon blanc, Loira central 2008) y 11 (Riesling, Mosel Kabinett 2009) como los más minerales, uno de los paneles señaló también la muestra número 10 (Riesling, Mosel Trocken 2009) con dicho atributo. Los vinos blancos más jóvenes fueron los más alejados del descriptor "mineralidad", mientras que los que llevaban más tiempo en botella parecían ser los más minerales.

Se observó un claro consenso entre ambos paneles de cata para la fase aromática de los vinos tintos objeto del estudio. En esta ocasión los vinos 12 (Tinta del País, submarino 2007) y 14 (Syrah, Ródano Norte 2008) fueron los elegidos por ambos paneles para categorizarlos como minerales. Sin embargo, la muestra 15 (Poulsard, Jura 2010) se alejaba en su descripción del atributo mineralidad en el mapa sensorial obtenido por ambos paneles.

4.1.2. Fase gustativa de la cata

En boca, ambos paneles identificaron a los vinos blancos 2 (Sauvignon blanc, Loira central 2008) y 10 (Riesling, Mosel Trocken 2009) como minerales, mientras que el vino blanco 11 (Riesling, Mosel Kabinett 2009) fue definido como bajo en este atributo por uno de los paneles. Alejado del término mineral se localizó el vino blanco 7 (Ribolla, Primorska 2010) que quedó de esta manera indicado como vino control en el caso de los vinos blancos.

El análisis sensorial de vinos tintos por ambos paneles de cata mostró en la fase gustativa una nueva concordancia al elegir los vinos 12, 14 y 16 (Tinta del País 2007, Syrah 2008, Garnacha y Syrah) como los más minerales. La figura 1 muestra la disposición de atributos dentro de la fase gustativa del panel de expertos del sector vitivinícola enólogos (expertos en elaboración de vino). Enmarcados en rojo se encuentra la disposición en coordenadas del atributo mineralidad (gráfico izquierda) y los vinos 12 y 16 que están próximos a este atributo (gráfico derecha). Enmarcado en verde la muestra 15 (Poulsard, Jura 2010), cuyas respuestas por parte de los jueces sensoriales lo alejan en la disposición de variables estadísticas del término mineralidad, encontrándose más cercano solo al atributo acidez. La figura 2 muestra la disposición de atributos dentro de la fase retronasal del panel enólogos (expertos en elaboración de vino).

La tabla 2 muestra un resumen de los vinos blancos y tintos que de manera consensuada se encontraron por ambos paneles de cata más próximos (en rojo), o más alejados (en verde), al término mineralidad según el estudio de la varianza realizado mediante Análisis de Componentes Principales.

Con el objetivo de validar la competencia de los paneles de cata, el panel de catadores enólogos fue validado mediante el software informático Panel Check. En la figura 3 se muestra el estudio de posi-

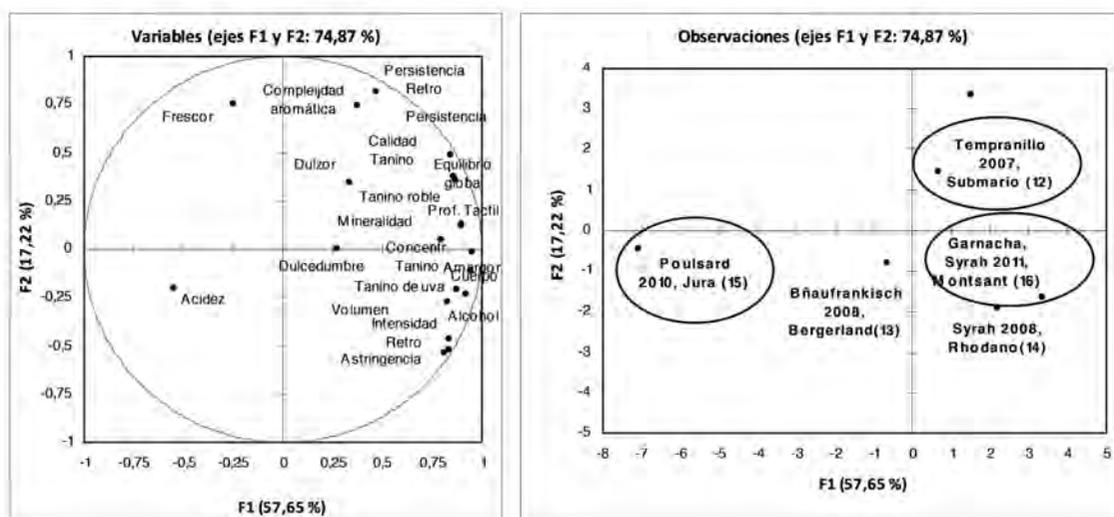


Figura 1. Resultados de análisis mediante ACP y coordenadas de las posiciones encontradas del análisis sensorial de los vinos tintos por panel de cata de profesionales del sector vitivinícola para la fase gustativa. Los ejes explican el 74,87% de la varianza. En verde los vinos con menor carácter mineral y en rojo los que más.

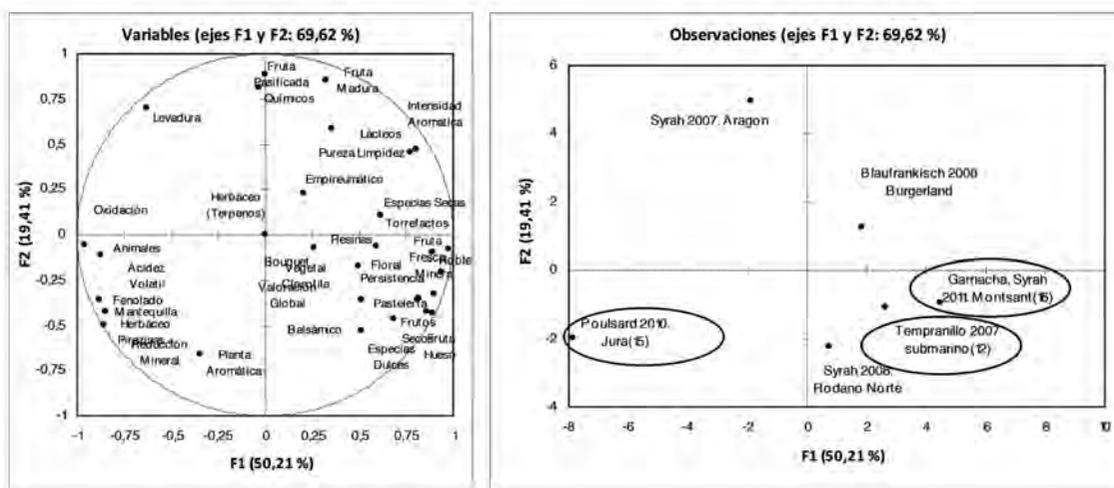


Figura 2. Resultados de análisis mediante ACP y coordenadas de las posiciones encontradas del análisis sensorial de los vinos tintos por el panel de enólogos para la fase aromática. Los ejes explican el 69,62% de la varianza. En verde los vinos con menor carácter mineral y en rojo los que más.

Vinos blancos			Vinos tintos		
Cercano al atributo mineralidad	Alejado del atributo mineralidad		Cercano al atributo mineralidad	Alejado del atributo mineralidad	
2	Sauvignon blanc, Loira central, 2008	7	12	Tinta del país, 2007, vino submarino	15
10	Riesling 2009, Mosel Trocken		14	Syrah, 2008, Ródano norte	
11	Riesling 2010, Mosel Kabinett		16	Garnacha, Syrah, 2011, Montsant	
					Poulsard 2010, Jura

Tabla 2. Resumen de los resultados del estudio sensorial donde se definen los vinos más cercanos y alejados al concepto mineralidad según los paneles de cata colaboradores del estudio.

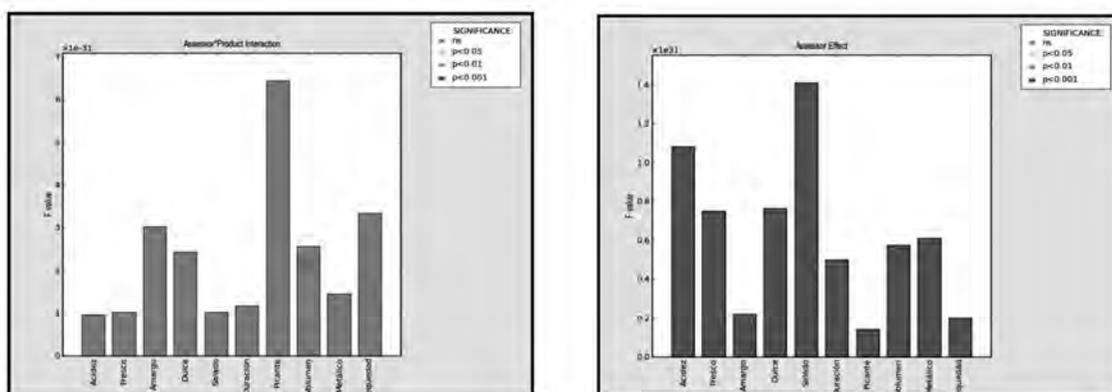


Figura 3. Resultados de validación del panel sensorial mediante el software Panel Check. Las gráficas muestran los resultados del panel de cata de la Universidad de La Rioja. El cuadro de la izquierda muestra las posibles interacciones entre jueces y producto. El cuadro de la derecha muestra las interacciones entre jueces.

bles interacciones entre los jueces sensoriales y los productos. El cuadro de la izquierda en color gris que enmarca ambas figuras indica que no existe una interacción significativa entre estos factores y por tanto se pueden considerar como satisfactorios los resultados obtenidos.

4.2. Análisis de la composición química

El conjunto de los 17 vinos fue analizado en su composición química pormenorizada mediante diferentes técnicas analíticas con el objetivo de caracterizar su composición. En base a los resultados del análisis sensorial, donde se definieron 6 vinos como minerales y 2 vinos como alejados de dicho atributo, se trató de localizar los compuestos químicos que caracterizaban y diferenciaban los vinos entre sí, y así definir la huella química de la mineralidad. Partiendo además de la hipótesis de que el atributo "mineralidad" no fuera el resultado de la presencia de un solo compuesto químico, sino también de la posible sinergia establecida por la presencia de varios componentes químicos o familias de compuestos.

4.2.1. Análisis enológicos rutinarios

Estudios previos realizados apuntan a la posible interacción entre la composición de ácidos orgánicos en el vino y la sensación de acidez del mismo, con el descriptor mineralidad.

La acidez del vino se debe a su composición en ácidos orgánicos, todos ellos sintetizados por la planta o provenientes del metabolismo microbiano y, en

ocasiones, modificadas sus concentraciones por correcciones o intervenciones en la bodega.

En la uva hay dos ácidos principales, el ácido tartárico que es el más abundante, y el ácido málico, cuyo contenido es muy cambiante en función de la variedad, de las condiciones climáticas, de los rendimientos obtenidos, estado de madurez de la vendimia y del estrés hídrico y térmico de la viña. Normalmente el ácido málico está en concentraciones bastante más bajas que el ácido tartárico e incluso puede estar ausente en aquellos vinos que han realizado la fermentación maloláctica de forma total o parcial. Durante la fermentación alcohólica y maloláctica se generan también otros ácidos que no están presentes inicialmente en las uvas ni en el mosto. De estos ácidos los más importantes son el ácido láctico, de carácter más suave y lácteo, el ácido acético, que produce una sensación punzante y agria, y el ácido succínico, que tiene un gusto intenso y salado. Sensorialmente, los ácidos tartárico, láctico y málico inducen presumiblemente a aumentar la sensación de astringencia, sobre todo éste último.

Para esta sección se estudiaron los parámetros rutinarios de los vinos analizados mediante métodos oficiales. Los ácidos orgánicos fueron analizados mediante técnicas enzimáticas.

A continuación se presentan los esquemas de representación del Análisis de Componentes Principales (ACP) en las figuras 4 y 5, que mostraron la relevancia de la presencia del ácido succínico en los vinos 10 y 16, así como la importancia de parámetros relacionados, como la acidez total, pH y dióxido de azufre libre, particularmente en los vinos 2, 11 y 12.

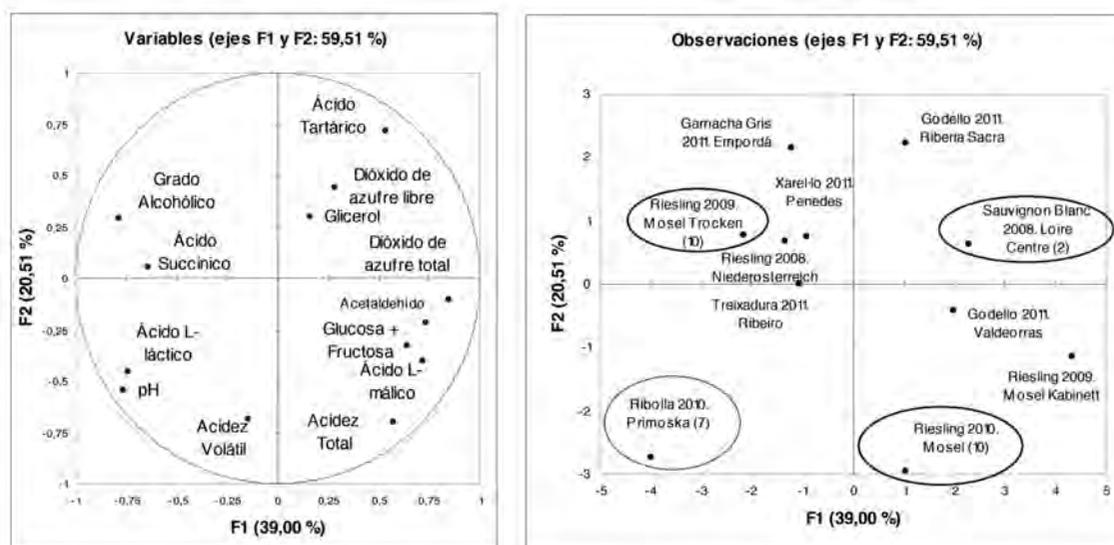


Figura 4. ACP de vinos blancos, composición en ácidos orgánicos y parámetros rutinarios.

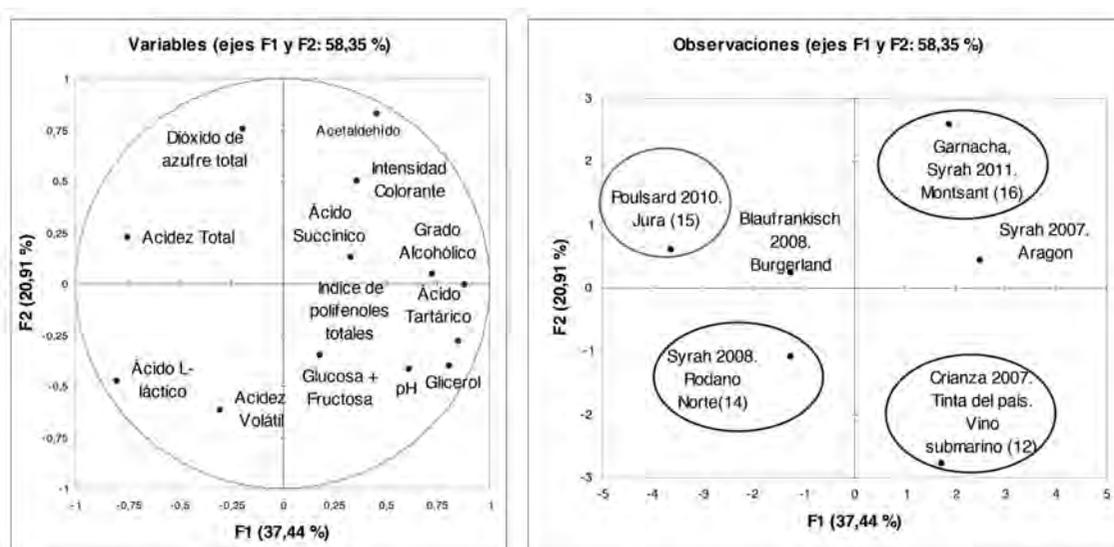


Figura 5. ACP de vinos tintos, composición en ácidos orgánicos y parámetros rutinarios.

Estos resultados coinciden con estudios previos que ya apuntaban a la relación entre el término mineralidad y la sensación de acidez o salinidad en boca.

4.2.2. Análisis del contenido en metales

El propio término mineralidad, permite fácilmente asociar en la cata que su percepción puede ser debida al contenido en minerales de un vino y por ende, que su composición en metales pueda ser el origen de dicha percepción mineral, tanto a nivel olfativo como gustativo.

Las tablas 3 y 4 muestran las concentraciones medias expresadas respectivamente en ppb (partes

por billón), y ppm (partes por millón) de los elementos metálicos más abundantes en vinos blancos y tintos. Con esta premisa se decidió analizar mediante espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (ICP/MS), la concentración de metales presentes en los vinos estudiados. En los resultados obtenidos, tanto en vinos blancos como en tintos, representados en las figuras 6 y 7 se observa una dispersión de las muestras definidas como minerales, no encontrándose agrupadas en el mismo cuadrante o próximas entre sí. Si bien en las muestras 10 y 11 parece relevante su concentración en cobre, potasio, zinc y fósforo, y en la muestra 14 su concentración en zinc.

Elemento	Vinos tintos	Vinos blancos	Elemento	Vinos tintos	Vinos blancos
Co	2,1	2,33	Li	2,35	4,9
Ni	22,1	16,1	Rb	856	479
Cu	66,1	73,2	Cs	2,92	1,97
Zn	444	444	Sr	610	449
As	7,11	5	Ba	193	101
Mo	14,2	6,5	La	0,56	0,66
Ag	0,023	0,023	Ce	0,97	1,37
Cd	0,61	0,51	U	0,37	0,58
Pb	17,8	13,2	Th	0,047	0,096
Bi	0,49	0,34	V	29,1	21

Tabla 3. Concentraciones medias (ppb) en vinos blancos y tintos de elementos metálicos.

Elemento	Vinos tintos	Vinos blancos
K	1110,9	344,6
Mg	135,8	96,4
Ca	90,3	75,2
Na	18,2	30,3
Fe	3,98	1,64

Tabla 4. Concentraciones medias (ppm) en vinos blancos y tintos de elementos metálicos.

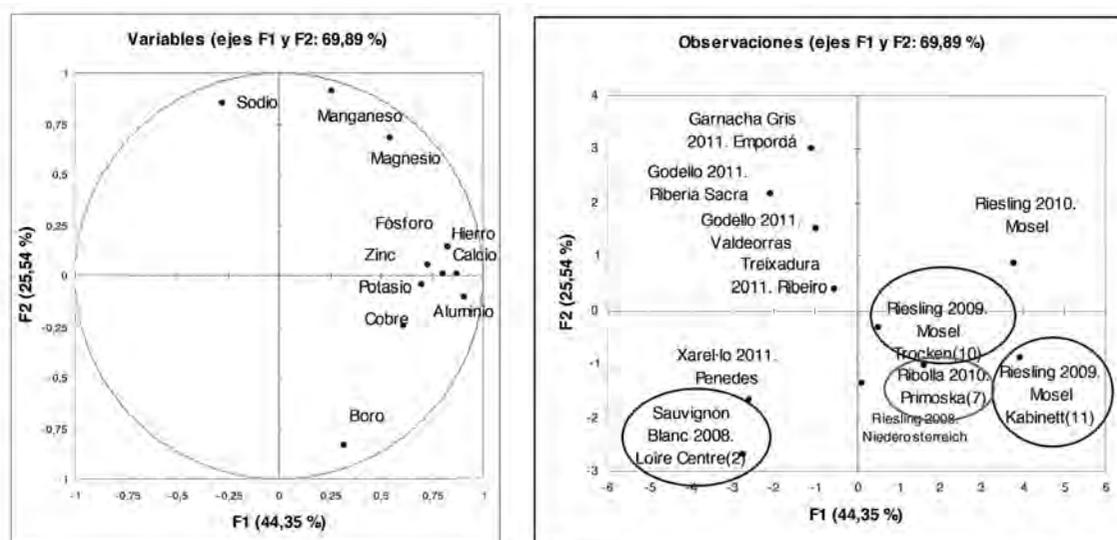


Figura 6. ACP de vinos blancos, composición en metales.

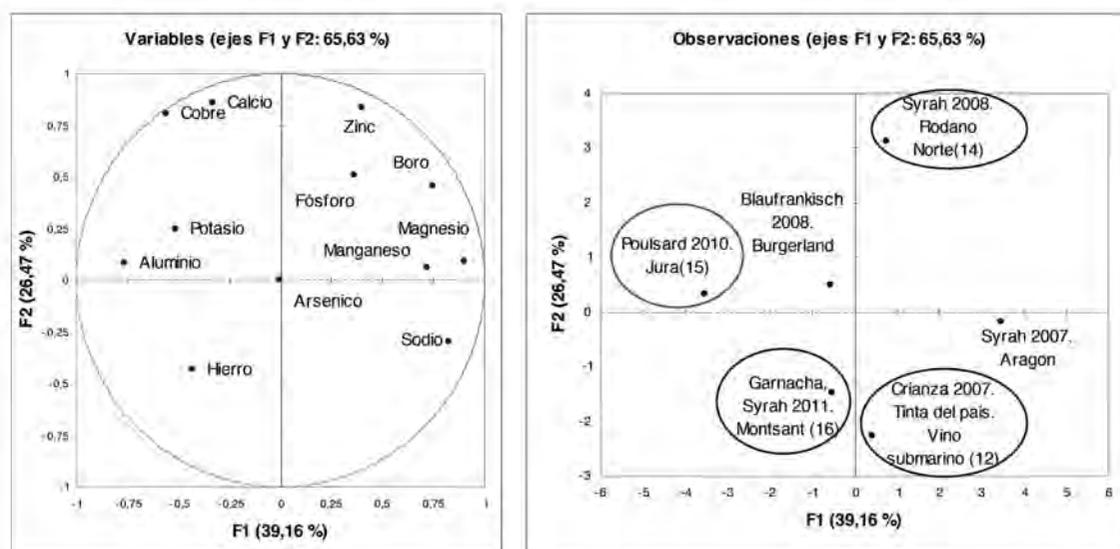


Figura 7. ACP de vinos tintos, composición en metales.

4.2.3. Análisis de compuestos aromáticos mayoritarios, minoritarios y tiólicos de los vinos

Son muchas las formas en las que se podrían clasificar los vinos según sus aromas, si bien una clasificación muy extendida es la de tratar los aromas según las fases del proceso de elaboración en la que aparecen.

- **Aromas Varietales:** Esta clasificación incluiría primero los aromas varietales o procedentes de las uvas. En este apartado se incluyen compuestos como el linalol, que huele a madera de rosa; el nerol, que huele a rosa; el α -terpineol, que tiene un olor alcanforado; limoneno, o el citronelol, de nota dominante cítrica, y el óxido de rosa cis, con aromas que recuerdan a esa flor. Otros compuestos importantes varietales de relevancia organoléptica son los C13-norisoprenoides como la β -damascenona, con un olor que varía desde helado de mora, manzana, hasta ciruelas pasas, y la β -ionona, con olor a violetas. También las pirazinas, con aromas vegetales del tipo pimienta.

Una clasificación aparte merecen los denominados tioles varietales cuya concentración en los vinos, aunque ínfima, aporta aromas frutales a maracuyá, fruta de la pasión y notas herbáceas como las provenientes de la presencia de 4-mercapto-2-metilpenta-2-ona, con aroma a boj. El análisis estadístico para estos compuestos al igual que para los compuestos varietales, no muestra una relación clara de su presencia con

las percepciones en vinos minerales, tanto para el subgrupo de vinos blancos como de tintos.

- **Aromas Fermentativos:** En la familia de los aromas fermentativos, entre los más importantes se encuentran el acetato de isoamilo, con un aroma a plátano, y los acetatos de isobutilo, hexilo y feniletilo (los tres de carácter afrutado y floral). Los compuestos de isobutirato e isovalerato de etilo, con aromas de fresa y piña. También son importantes a destacar en este grupo los compuestos como el ácido isobutírico (olor de queso curado, mantequilla rancia), y el ácido isoaléxico (sudor y queso curado). Por otra parte se engloban los ácidos grasos de notas aromáticas que recuerdan a queso, mantequilla, grasa, como el lactato de etilo, y los ésteres etílicos de aromas afrutados como el hexanoato de etilo con aroma de manzana, el acetato de 3-metil butilo, de olor a plátano y el octanoato de etilo, con notas de piña.
- **Aromas de Envejecimiento y Evolución:** Por último, los aromas procedentes de la madera y maduración por parte del oxígeno durante la crianza del vino. Entre los aldehídos destaca el fenilacetaldéhidido con aromas a miel o a cera de abejas (común en vinos blancos envejecidos), y el eugenol con aroma a clavo (común en vinos tintos envejecidos en roble). Entre los compuestos más conocidos que cede la bodega son las whisky-lactonas con aromas característicos a coco, floral y de madera. La vainillina con aroma a vainilla y caramelo, y el vainillato de etilo que recuerda al polen.

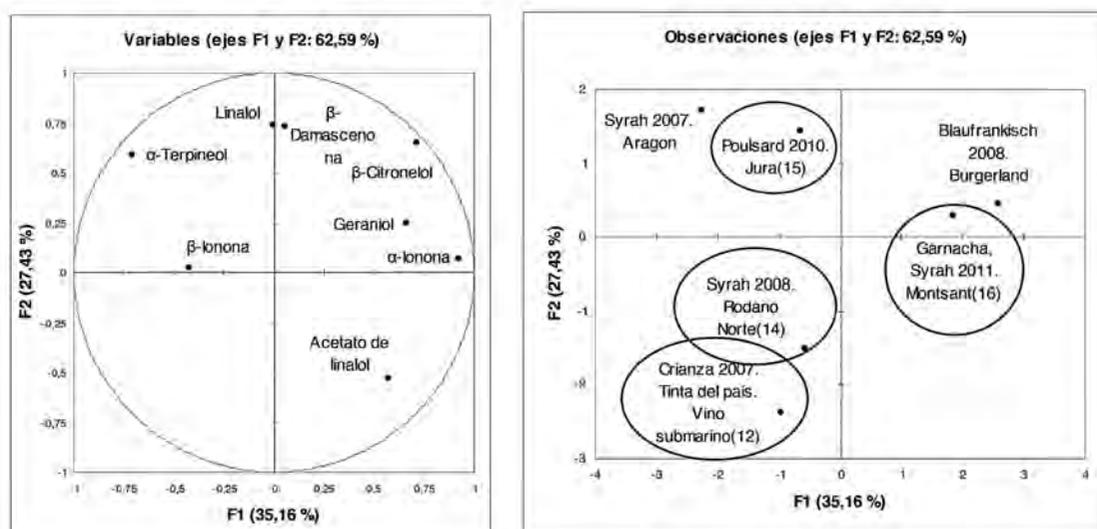


Figura 8. ACP de vinos tintos sobre compuestos aromáticos varietales.

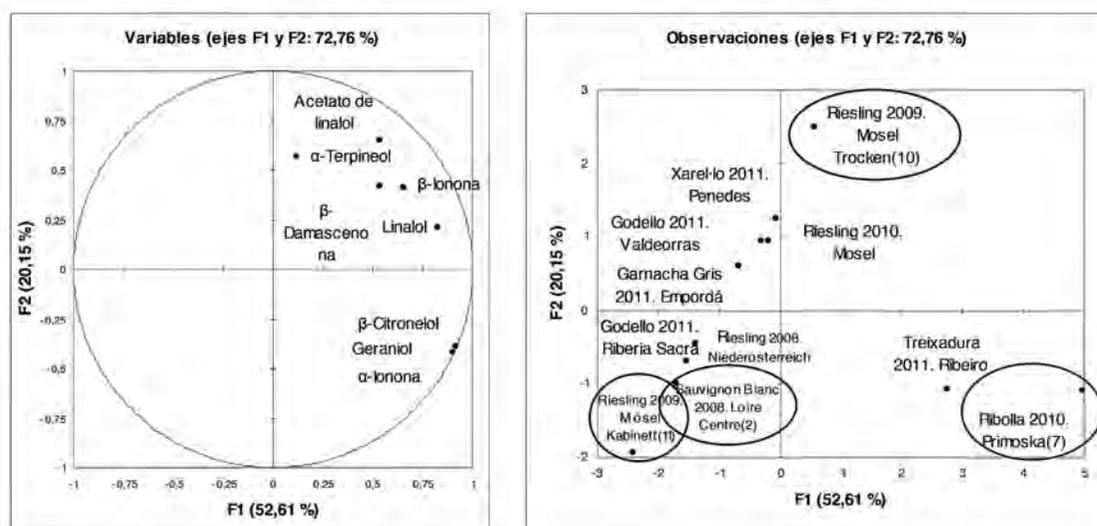


Figura 9. ACP de vinos blancos sobre compuestos aromáticos varietales.

En base a esta clasificación se analizaron el conjunto de los 17 vinos en su fracción aromática varietal, prefermentativa, fermentativa y de envejecimiento. Para poder simplificar el tratamiento de los datos se analizaron estadísticamente tomando por separado los compuestos aromáticos mayoritarios, minoritarios y típicos de los vinos blancos y tintos.

Cabe remarcar que algunos compuestos odorantes pueden dominar en la concentración química de un vino o ser estos muy intensos olfativamente, pero lo que normalmente percibe un catador es el efecto de conjunto de todos los compuestos odorantes. Interpretar dicha percepción tomando por separado cada uno de los componentes no permite una interpretación ajustada con la realidad.

En los resultados representados en las figuras 8 y 9 se puede observar la disposición en los gráficos ACP de los resultados analíticos de aromas varietales. En la representación de los vinos blancos (figura 8), se muestra una disposición alejada de los vinos minerales de dichos compuestos. Así los vinos blancos seleccionados como minerales (2, 10 y 11), se encuentran situados en el cuadrante opuesto a las posiciones de los compuestos varietales como el linalol o α -terpineol. Algo similar se observa en la disposición de aromas varietales para los vinos tintos (figura 8), donde los vinos 12 y 14 se encuentran posicionados en el cuadrante opuesto a las coordenadas encontradas para los compuestos varietales. Esta evidencia parece corroborar estudios previos donde

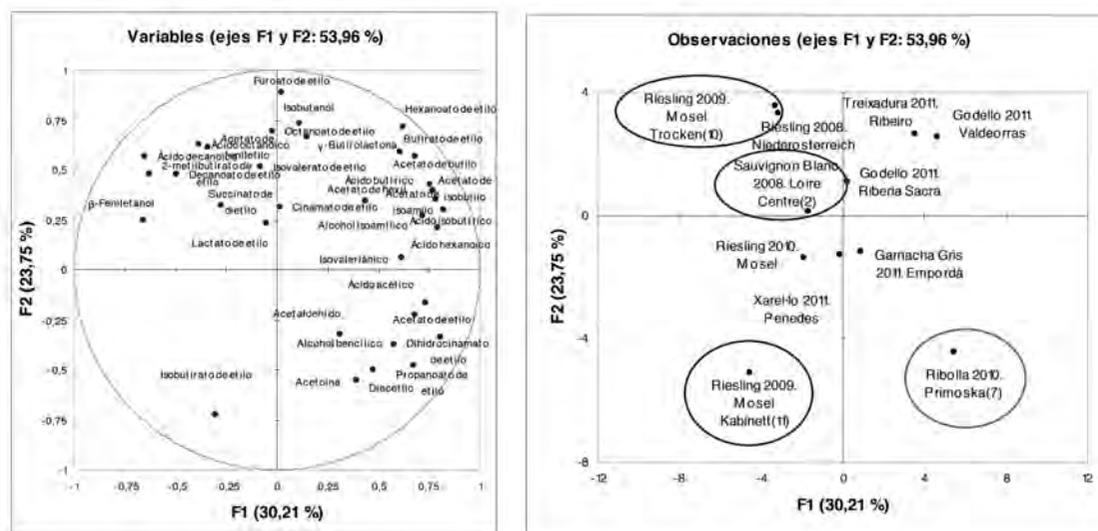


Figura 10. ACP de vinos blancos, compuestos aromáticos fermentativos.

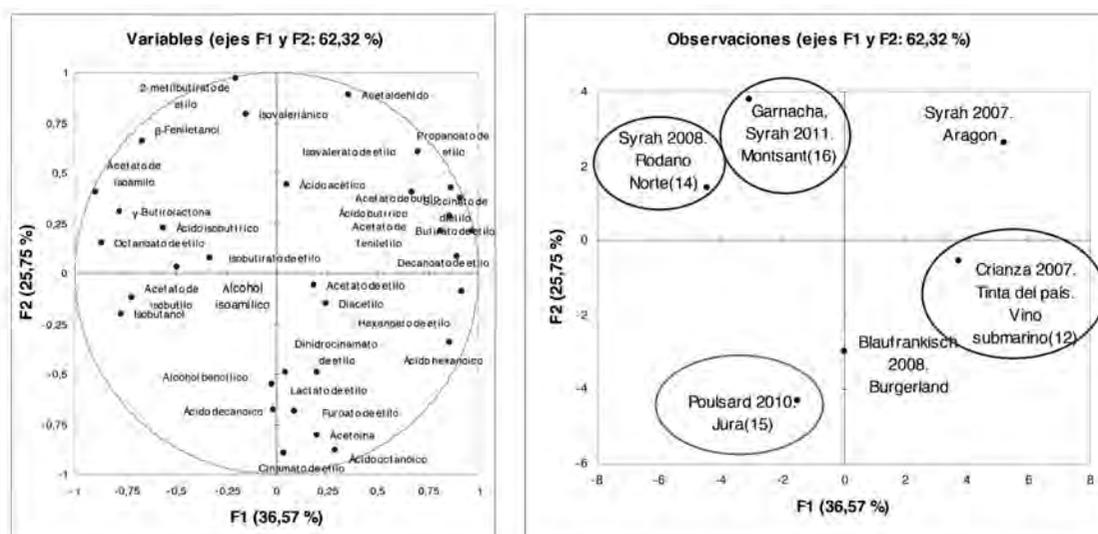


Figura 11. ACP de vinos tintos, compuestos aromáticos fermentativos.

se desvincula la mineralidad de los aromas frutales y varietales.

Los aromas prefermentativos y fermentativos de los vinos blancos de carácter mineral, señalan compuestos como los ácidos grasos: ácido octanoico (jabón, lácteo rancio) y decanoato de etilo (fruta, disolvente), así como el ester succinato de etilo y el derivado benzoico del β-feniletanol, relacionados con el carácter mineral (figura 10). El vino blanco más alejado de la mineralidad se sitúa en diferente cuadrante y se relaciona con aromas de oxidación como el acetaldehído. Para los vinos tintos (figura 11) la correlación se establece con compuestos como el m-cresol (fenólico, humo), β-feniletanol (floral: rosa, azahar) y γ-butirolactona.

En las figuras 10 y 11 se muestran el Análisis de Componentes Principales para los aromas relacionados con el proceso fermentativo, tanto para los vinos blancos como para los tintos.

Para finalizar con la fase de aromas del vino se analizaron los compuestos volátiles procedentes del envejecimiento y que se desarrollan a continuación en el punto 4.2.4. Ambos tipos de vinos blancos y tintos con percepción mineral parecen relacionarse con la presencia de γ-decalactona (coco, fruta), responsable de los aromas a nuez de coco, así como con la presencia de aromas animales producidos por los fenoles volátiles 4-etilfenol (animal) y 4-etilguayacol (animal).

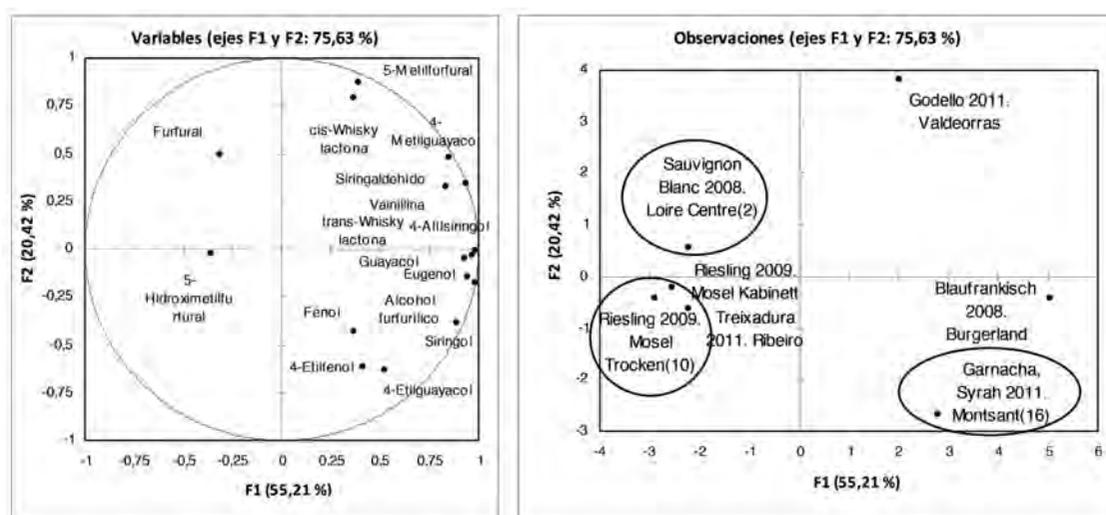


Figura 12. ACP de vinos blancos y tintos teniendo en cuenta los compuestos volátiles de la madera.

4.2.4. Análisis de compuestos volátiles provenientes de la madera

El estudio de compuestos cedidos por el envejecimiento en madera de roble del vino fue realizado sobre 7 de los 17 vinos del estudio, aquellos que tuvieron contacto con la misma: 5 vinos blancos y 2 vinos tintos. Dos de las muestras de vinos blancos clasificados como minerales (2 y 10), fueron relacionadas con los aldehídos furfural (almendras), y 5-metilfurfural (almendras); el vino tinto 16 se encontraba posicionado cercano a compuestos volátiles con aromas animales, tales como el 4-etilfenol y el 4-etilguayacol. Los resultados estadísticos se indican en la figura 12.

4.2.5. Análisis de compuestos responsables de defectos organolépticos del vino

Otro aspecto importante a tener en cuenta en la clasificación aromática de los vinos es la presencia de ciertos compuestos químicos volátiles responsables de la aparición potencial de defectos organolépticos. Además, ya es de sobra conocido que el efecto potencial negativo de estos compuestos depende de sus concentraciones en el vino. En determinados casos, a bajas concentraciones, estos pueden contribuir a la percepción de complejidad, rompiendo el equilibrio del *buffer* aromático cualitativo cuando se incrementa su concentración. No son pocos los catadores y consumidores que toleran e incluso les agrada, cierta presencia de contaminación de etilfenoles producidos por *Brettanomyces* en algunos vinos.

Los principales atributos negativos de los vinos tranquilos pueden clasificarse en diversas familias de grupos aromáticos:

- **Vegetal:** Aquí se encontrarían las familias vegetales (con aromas a herbáceo, pimienta verde y hiedra), donde las principales moléculas implicadas en su causa son la isobutilmetoxipirazina (IBMP), con connotaciones vegetales. Algunos mercados como Chile o Argentina toleran su presencia en cata, sin embargo Burdeos lo penaliza.
- **Moho-terroso:** En la familia de los aromas moho-terrosos (tierra húmeda, característico sabor a corcho), de este apartado son características las moléculas de geosmina y tricloroanisol (TCA y derivados los haloanisoles). La geosmina está generada por bacterias (*Streptomyces coelicolor*), cianobacterias, y algunos hongos (*Penicillium expansum*). El suelo es una estructura compleja, rico en minerales y materia orgánica, así como en organismos microbiológicos (bacterias, levaduras y hongos). El olor característico del suelo se ha reducido en nuestro caso a este componente denominado geosmina. Esta sustancia es sintetizada por los microorganismos del suelo y produce aromas que recuerdan a tierra recién labrada o húmeda, y que además presenta un umbral sensorial extremadamente bajo, del orden de 50 ng/l, es decir con un notable poder odorante.
- **Acetales:** La tercera familia de aromas asociada a típicos defectos es la del acético/acetato, con vinos caracterizados por picado acético (vinagre), o aromas acecentes de pegamento (acetato de etilo).

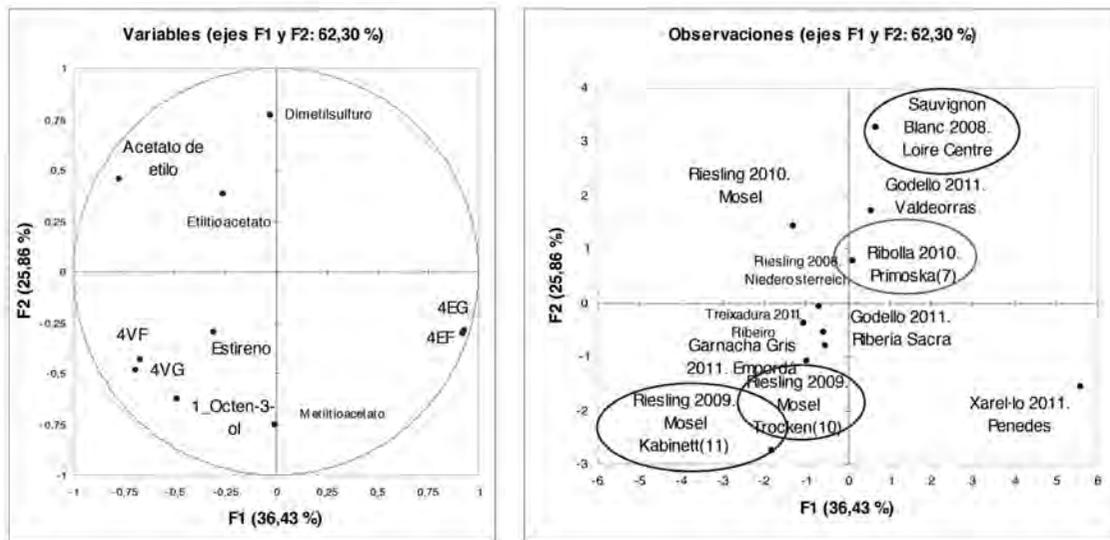


Figura 13. ACP de vinos blancos en relación a los compuestos químicos asociados a defectos organolépticos en el vino.

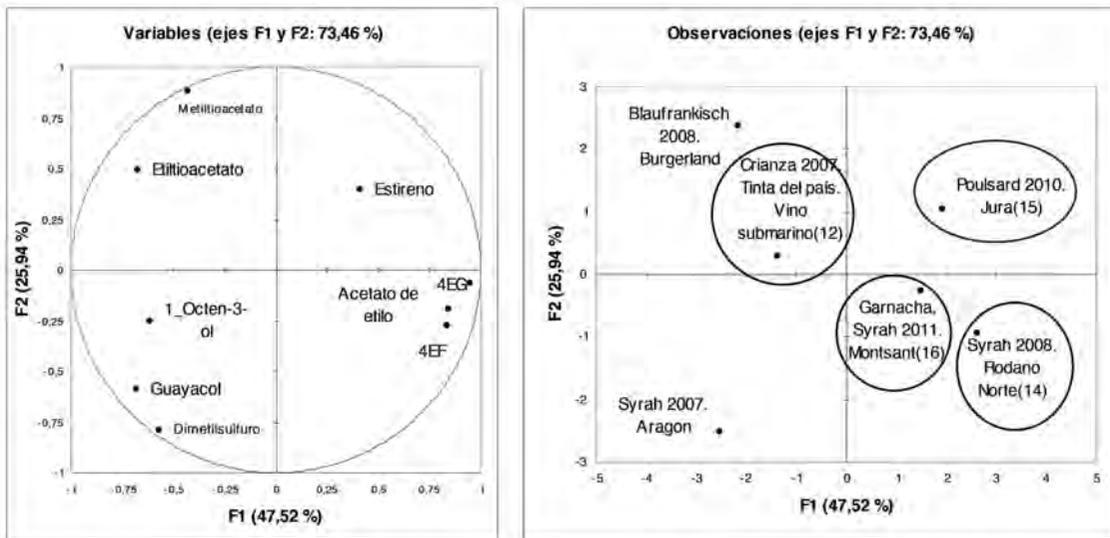


Figura 14. ACP de vinos blancos y tintos en relación a los compuestos químicos asociados a defectos organolépticos en el vino.

- **Compuestos Azufrados:** También se estudiaron defectos de reducción acontecidos por la presencia de complejos compuestos azufrados, con olores que recuerdan a huevos podridos, como el sulfhídrico y los mercaptanos, aromas de gas, cocido, ajo y col.
- **Animal:** La familia de aromas animales con olores a caballeriza, cuero, fenolado, sudor de caballo, siendo las moléculas asociadas el 4-etilfenol y 4-etilguayacol, comúnmente el resultado de contaminación microbiológica por *Brettanomyces*.
- **Lácteos:** La familia de los aromas lácticos desagradables (mantequilla y leche agria), representados

por el diacetilo en elevadas concentraciones cuando la fermentación maloláctica sufre desviaciones.

En las figuras 13 y 14 se muestran los resultados estadísticos obtenidos para estas familias de compuestos. Se aprecia que ambos tipos de vinos (blancos y tintos), se correlacionan de nuevo con la presencia de los fenoles volátiles 4-etilfenol (animal) y 4-etilguayacol (animal). Dos de los vinos blancos aparecen al igual que en la sección de aromas de envejecimiento unidos a la presencia de aromas a nuez de coco provenientes del compuesto γ -decalactona (coco, fruta).

4.2.6. Análisis estadístico mediante regresión lineal

El análisis estadístico de regresión lineal es utilizado para corroborar que existe una interrelación lineal entre dos variables permitiendo determinar el rango de dependencia entre ambas. Con esta premisa se ejecutó este análisis estadístico para cada uno de los compuestos químicos analizados en los 17 vinos del estudio, y las puntuaciones medias obtenidas de las sesiones de cata de ambos paneles. Para simplificar el tratamiento de los datos se establecieron hipótesis asociativas entre los compuestos químicos y el descriptor mineralidad a nivel olfativo y gustativo. En las tablas 5 y 6 se representan a modo de resumen los resultados de la regresión lineal obtenidos sobre los vinos blancos y tintos, cuya probabilidad de estar relacionados era superior al 80%. En la primera columna se representa el grupo analítico al que pertenece cada compuesto, en la segunda se especifica con que tipo de descriptor se encuentra relacionado, y en la cuarta columna se representa la probabilidad de relación lineal hallada entre ambas variables. Resaltado en negrita se encuentran aquellos parámetros coincidentes en mostrar una probabilidad mayor al 80% de relación lineal.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Numerosos factores intervienen en la definición de una percepción olfativa/gustativa: genética del individuo, su evolución antropológica y en especial como catador, conocimientos y riqueza de vocabulario, habilidad en la cata, experiencia adquirida, preferencias y creencias, predisposiciones, influencia que otras personas hayan podido tener en su formación, estado físico y anímico, además de otros factores externos que también influyen en la definición final de la percepción del aroma. Esta complejidad adherida al sistema de percepción e interpretación de estímulos externos captados por los sentidos humanos hace que la mineralidad del vino pueda ser una realidad "cognitiva" irrefutable. Ahora bien, poco se sabe aún acerca de la naturaleza química del vino que actúa a nivel de receptores químicos, y del extremadamente complejo sistema de conexión e interrelación neuronal del cerebro (córtex, amígdala, hipotálamo), y su relación en la percepción y zonificación a nivel de mapa cerebral. No cabe duda de que según el nivel psicológico en el que nos encontramos, este ejerce una notable influencia en la interpretación cerebral de los estímulos recibidos. Las variaciones en las interpretaciones sensoriales de un catador evaluando un mismo vino en un corto periodo de tiempo son un hecho.

GRUPO ANALÍTICO	DESCRIPTOR MINERALIDAD	PARÁMETRO	% PROBABILIDAD
Enológicos	Gustativa	Ph	82,88
Enológicos	Gustativa	Ac tartarico	86,06
Enológicos	Gustativa	IPT	93,54
Aromátic. prefermentativos	Aromática	m-cresol	82,10
Aromáticos fermentativos	Aromática	Acido butírico	88,51
Aromáticos fermentativos	Aromática	Acido hexanoico	90,29
Aromáticos fermentativos	Aromática	Isovalerato de etilo	80,33
Aromáticos fermentativos	Aromática	Butirato de etilo	84,67
Aromáticos fermentativos	Aromática	Decanoato de etilo	92,94
Aromáticos fermentativos	Aromática	Isobutanol	81,00
Aromáticos fermentativos	Aromática	Hexanoato de etilo	92,84
Aromáticos envejecimiento	Aromática	4-Etilguayacol	91,77
Aromáticos envejecimiento	Aromática	cis-whisky-lactona	96,70
Aromáticos envejecimiento	Aromática	Eugenol	92,03
Aromáticos envejecimiento	Aromática	δ-ctalactona	81,88
Aromáticos envejecimiento	Aromática	2,6-dimetoxifenol	89,55
Aromáticos envejecimiento	Aromática	4-allyl-2,6-dimetoxifen	88,58
Aromáticos envejecimiento	Aromática	Vanillato de metilo	94,70
Defectos	Aromática	4-Etilguayacol	89,80
Defectos azufrados	Aromática	Etiltioacetato	97,59
Tioles	Aromática	2-Metil-3-furantiol	99,15
Tioles	Aromática	2-Furfuriltiol	91,07
Tioles	Aromática	4-Mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona	94,62
Tioles	Aromática	3-Mercaptohexanol	95,39
Metales	Gustativa	Boro	80,01

Tabla 5. Resumen de los resultados obtenidos en el análisis estadístico de regresión lineal sobre vinos tintos. Compuestos asociados a la mineralidad con un 80% de probabilidad.

GRUPO ANALÍTICO	DESCRIPTOR MINERALIDAD	PARÁMETRO	% PROBABILIDAD
Enológicos	Gustativa	Grado Alcohólico	80,99
Enológicos	Gustativa	pH	88,36
Enológicos	Gustativa	Glucosa + Fructosa	86,44
Enológicos	Gustativa	Dióxido de azufre total	95,50
Enológicos	Aromática	Dióxido de azufre total	80,28
Enológicos	Gustativa	Acetaldehído	95,54
Aromáticos varietales	Aromática	β -Citronelol	91,71
Aromáticos varietales	Aromática	α -Ionona	91,64
Aromáticos varietales	Aromática	β -Ionona	85,90
Aromáticos varietales	Aromática	Acetato de linalol	89,77
Aromáticos fermentativos	Aromática	Ácido butírico	97,96
Aromáticos fermentativos	Aromática	Ácido isobutírico	98,81
Aromáticos fermentativos	Aromática	Ácido hexanoico	94,67
Aromáticos fermentativos	Aromática	β -Feniletanol	94,70
Aromáticos fermentativos	Aromática	Alcohol bencílico	96,05
Aromáticos fermentativos	Aromática	Acetato de isoamilol	89,88
Aromáticos fermentativos	Aromática	Butirato de etilo	85,80
Aromáticos fermentativos	Aromática	Acetato de etilo	92,37
Aromáticos fermentativos	Aromática	Alcohol isoamilico	99,03
Aromáticos fermentativos	Aromática	Hexanoato de etilo	85,72
Aromáticos fermentativos	Aromática	Ácido acético	96,52
Aromáticos fermentativos	Aromática	Ácido decanoico	91,82
Aromáticos fermentativos	Aromática	Isovaleriánico	98,44
Aromáticos fermentativos	Aromática	Isobutirato de etilo	94,07
Aromáticos fermentativos	Aromática	Acetato de isobutilol	95,97
Aromáticos envejecimiento	Aromática	trans-whisky-lactona	86,90
Aromáticos envejecimiento	Aromática	cis-whisky-lactona	87,98
Aromáticos envejecimiento	Aromática	Eugenol	95,53
Aromáticos envejecimiento	Aromática	o-cresol	90,94
Aromáticos envejecimiento	Aromática	4-vinilguayacol	87,12
Aromáticos envejecimiento	Aromática	2,6-dimetoxifenol	89,17
Aromáticos envejecimiento	Aromática	Vanillato de metilo	98,60
Aromáticos envejecimiento	Aromática	Vanillato de etilo	86,32
Defectos	Aromática	4 Vinilguayacol	94,79
Tioles	Aromática	4-Mercapto-4-4-metil-2-2-pentanona	90,10
Tioles	Aromática	Acetato de 3-mercaptohexilo	89,21
Tioles	Aromática	3-Mercaptohexanol	91,62
Tioles	Aromática	Bencilmercaptano	97,56
Metales	Gustativa	Magnesio	84,79

Tabla 6. Resumen de los resultados obtenidos en el análisis estadístico de regresión lineal sobre vinos blancos. Compuestos asociados a la mineralidad con un 80% de probabilidad.

El problema se centra entonces en el resultado de la relación entre la composición química del vino y su percepción olfativa, y en este contexto contempla además y necesariamente aspectos relacionados con:

- El suelo y su composición química.
- Tratamientos en viñedo (fertilizantes, herbicidas, pesticidas, fungicidas) que afectan a la fisiología y síntesis de compuestos orgánicos de la vid como son los norisoprenoides, las pirazinas y los precursores tiólicos.
- La uva y su composición química final, considerando también su estado de madurez, que puede variar según las condiciones climáticas de cada añada, rendimientos y estado de madurez de la vendimia.
- La influencia de la enología a nivel de tratamientos (coadyuvantes, aditivos, rectificaciones, bentonitas, estabilizaciones tartáricas con resinas catiónicas, *spinning cones*, osmosis inversa...) aplicados en mosto y vino.
- Las fermentaciones alcohólica y maloláctica, ambas producen compuestos químicos resultantes del metabolismo microbiano que tienen gran influencia e impacto sensorial aromático y gustativo en el vino.
- La evolución química del vino durante su maduración, tanto en bodega como en botella, que también tiene posiblemente una fuerte influencia en la mineralidad del vino, vinculada a potenciales reacciones químicas de oxidación-reducción.

Todo esto deja ver con claridad que la composición química del vino es muy variada y compleja. La ciencia ya ha aislado e identificado hasta el momento más de 900 elementos químicos diferentes en su composición volátil (olfativa), y la mayoría ya están agrupados por familias que se relacionan entre sí. Muchos de ellos están ampliamente estudiados y caracterizados dado que su presencia aporta marcadas características aromáticas y/o gustativas en el vino. Sin embargo, algunos descriptores como es el caso de la "mineralidad" permanecen aún sin un claro consenso científico sobre las bases en las que se cimienta este término, aunque los resultados apuntan a que su origen está en la formación de compuestos químicos de síntesis por parte de la fisiología de la planta, las fermentaciones, el pH y acidez del vino, además de complejos compuestos como los azufrados. Aún así, no se puede decir que la mineralidad se trate de una falsedad ni de una realidad fehaciente, sino de un aspecto enriquecedor dentro de todas las interpretaciones sensoriales articuladas posibles del vino, lo que es una auténtica caja de sorpresas. Aquí nace la necesidad de este estudio científico, al que deben seguir otros que aporten más precisión aún sobre el tema.

Sin embargo, aunque caigamos en la tentación de trasladar las características del suelo a las características sensoriales del vino, va a ser muy difícil explicarlo de una forma científica para justificarlo. La vid solo toma elementos minerales en forma iónica disueltos en el agua y lo hace además de forma selectiva, de tal forma que no absorbe nada directamente de la roca, la arena o la arcilla, solo cationes y aniones disueltos. Se deduce de ello que viñedos de secano, clima cálido y baja disponibilidad de agua ven limitada la absorción de estos nutrientes. La selectividad del transporte de elementos según sus necesidades fisiológicas como vegetal, hace que además no lo haga de forma desprogramada según la composición del suelo, sino según su demanda por necesidad particular como ser vivo. No obstante puede haber desequilibrios a nivel de excesiva abundancia o carencias que marquen diferencias en la nutrición de la planta, y por tanto en su comportamiento fisiológico (crecimiento vegetativo y producción de uva).

Los factores edafoclimáticos que más imponen su efecto en un viñedo y por tanto en los vinos que se obtienen de él son: las características geológicas del

suelo, su estructura y tamaño de los agregados que la constituyen, capacidad de drenaje y retención de agua, aireación, y composición química; por otro lado, las condiciones climáticas con temperaturas medias, diferencias térmicas durante el ciclo vegetativo, y la distribución anual de la pluviometría, que determina la disponibilidad de agua durante el ciclo vegetativo. Pero entre estos aspectos también se deduce que la composición química (minerales y materia orgánica), puede tener efecto en la calidad y perfil organoléptico del vino que se obtiene de las uvas de un viñedo en concreto, aunque ello no implica necesariamente un vínculo directo con la percepción de la "mineralidad" en la cata.

Una vez asociado el concepto teórico "*terroir*" a un vino, es fácil para los prescriptores asociar el término "mineral" en ellos, especialmente en vinos blancos secos con alta acidez y poca expresión de aroma a fruta. Como ejemplo, la ausencia de elementos aromáticos muy marcados (ésteres, terpenos...) y los elevados niveles de acidez, abren la puerta de la percepción de mineralidad a vinos con este perfil, que normalmente surgen de zonas geográficas vinculadas a climas fríos, vendimias tempranas y en ocasiones a suelos pedregosos.

El simple hecho de vincular a un vino las piedras, rocas, cantos rodados visibles o los constituyentes minerales no visibles de un viñedo para argumentar su percepción sensorial mineral no es suficiente, siendo estrictos a nivel de curiosidad científica. Aunque es comprensible que estas imágenes en la retina favorezcan por asociación y predisposición vinculada psicológica del catador a las descripciones del efecto "*terroir*" a nivel de mercado; esto puede crear dudas y sensación de ambigüedad si es poco precisa o no evidente dicha percepción mineral en la cata del vino.

Es cierto que el estado físico-químico por el que pasan algunos vinos durante sus diferentes fases de maduración y evolución, además de los tratamientos enológicos o técnicas de vinificación específicas aplicadas, pueden ejercer influencia al mostrar un perfil asociado a descriptores que los catadores con frecuencia definen como "humo de cerilla", "pedernal o sílex", "piedra de mechero"... A menudo se utiliza el término "mineral" para definir y englobar estos descriptores bajo una misma terminología.

En el siglo XXI el sector del vino debe progresar, ir más allá y verificar cuáles son los compuestos químicos que puedan realmente asociarse a la descripción de mineralidad del vino. En la actualidad este término ya no tiene porque estar vinculado a este tipo de descriptores asociados a piedras o rocas, muy conocidos en el mundo de la cata, ya que en muchas ocasiones está asociado al estado reducido (complejos compuestos azufrados) del vino.

Existen prácticas enológicas aplicadas en bodegas que muestran una predisposición a ensalzar la mineralidad del vino, tales como: la maceración prefermentativa de la uva, la fermentación de mostos altos en turbidez, el ajuste máximo de adición de nutrientes a lo estrictamente necesario, el empleo de determinadas levaduras seleccionadas, crianza del vino con potencial redox (Ev) bajo, crianza prolongada sobre lías finas, determinadas dosis de SO₂, pH, manejo del oxígeno y el estado reductor del vino, crianza en roble o maduración en recipiente estanco e inerte. Por tanto la mineralidad también es una cuestión de bodega y de elaboración vinculada al arte, conocimiento y saber hacer del bodeguero. Ejemplos de manejo enológico en búsqueda de la mineralidad se pueden encontrar en Borgoña con Chardonnays de determinados productores, y que intentan ser imitados en otros rincones del planeta.

Por tanto, cabría esperar que la mineralidad estuviera asociada a ciertas distinciones como el pH más bajo y la acidez más elevada en blancos, sobre todo procedentes de las latitudes más septentrionales o marginales frías por efecto de la altitud, o en el caso de los vinos tintos el sistema de vinificación sin aireación, donde se acumula más ácido succínico, un elemento químico muy asociado a la percepción de mineralidad, principalmente por su efecto gustativo claramente salado, que por defecto se suele asociar en cata a sales o minerales.

Así, de los resultados obtenidos de la cata realizada por los dos paneles de catadores, elaboradores y profesionales no elaboradores, se seleccionaron como minerales tanto a nivel olfativo como gustativo tres vinos blancos, dos de ellos pertenecientes a la variedad Riesling del Mosel (Alemania), y otro de la variedad Sauvignon blanc del Valle del Loira (Francia). Entre los tintos, los vinos seleccionados estaban elaborados con las variedades Syrah y Garnacha de Montsant (España). Por otra parte se

seleccionó un vino blanco de la variedad Ribolla de Primorska en Slovenia, y un vino tinto de la variedad Poulsard del Jura en Francia, estos dos vinos por encontrarse muy alejados y casi opuestos al término mineralidad en los juicios emitidos por ambos paneles de cata.

Una vez obtenidas las representaciones gráficas de los compuestos químicos en componentes principales (ACP), y elegidos aquellos compuestos que quedaron más próximos a los 6 vinos marcados como minerales, se concluye que los compuestos más relacionados con la mineralidad del vino, distinguiendo entre blancos y tintos, en este estudio son los siguientes:

- **Mineralidad gustativa:** dentro de los parámetros rutinarios aparece, entre otros, el ácido succínico, así como medidas analíticas relacionadas con la acidez.
- **Mineralidad aromática:** Dentro de los aromas cabe destacar algunos compuestos aromáticos como el alcohol β-feniletanol (floral: rosa, azahar), y los fenoles volátiles, como los compuestos 4-etilfenol y 4-etilguayacol (animal). Los vinos con poca carga aromática de carácter afrutado, son susceptibles de ser interpretados como minerales si además están reducidos, muestran SO₂ libre elevado y presentan un pH bajo y acidez total elevada, (ver tabla 5).

Por otra parte, el estudio de regresión lineal realizado compuesto a compuesto, muestra aquellos que están relacionados fuertemente con el término mineralidad. Así, en vinos tintos mostraron una robusta relación con el uso del término a nivel olfativo los compuestos volátiles: 2-metil-3-furantiol y 3-mercaptohexanol, y con el compuesto aromático de envejecimiento y aroma a nuez de coco cis-whisky-lactona. Sin embargo, en vinos blancos se observa una relación diferente que abarca un mayor número de compuestos y que son de naturaleza diferente a los hallados para los vinos tintos. En el caso de los vinos blancos aparecen compuestos de la familia de los ácidos orgánicos, como el ácido butírico e isobutírico, alcoholes como el alcohol isoamílico, tioles como el bencilmercaptoetanol, y compuestos provenientes del envejecimiento en madera como el vainillato de metilo y el 4-vinilguayacol.

Clasificación química	Vinos blancos	Vinos tintos
Parámetros rutinarios	Dióxido de azufre libre	Dióxido de azufre libre
	Acidez total y pH	Acidez total y pH
	Ácido succínico	Ácido succínico
Aromas prefermentativos	β -feniletanol	β -feniletanol
	Succinato de dietilo	m-cresol
	Decanoato de etilo	γ -butirolactona
Aromas de envejecimiento	γ -decalactona	γ -decalactona
	4-etilfenol	4-etilfenol
	4-etilguayacol	4-etilguayacol
	Furfural/ 5-metilfurfural	Furfural/ 5-metilfurfural

Tabla 7. Resumen de los compuestos químicos seleccionados por su relevancia en vinos blancos y tintos definidos como minerales y seleccionados mediante Análisis de Componentes Principales (ACP).

El estudio que ha sido diseñado abordando tanto la estructura química de los vinos estudiados como sus características organolépticas, abre una puerta a futuras investigaciones mucho más amplias y desarrolladas en la relación del concepto de percepción sensorial de mineralidad en vinos, y su relación con el "terroir" de la zona u origen geológico donde han sido recolectadas las uvas.

Los resultados preliminares parecen apuntar a que la relación del "terroir" y el concepto mineral en vinos no están estrechamente relacionados con los niveles de materiales minerales presentes en la composición química del suelo, al menos como único factor, existiendo otros compuestos también ligados a este término y con mayor impacto sensorial (compuestos de síntesis de la planta y de origen fermentativo, compuestos complejos azufrados, pH bajo y ácidos, geosmina, pirazinas...). Esta afirmación contrasta con la creencia popular de que son las características del suelo las que aportan una mayor concentración de minerales en su forma metálica o formando parte de otros compuestos orgánicos, siendo estos los responsables de la mineralidad del vino. Los resultados en concentración de compuestos metálicos contenidos en el conjunto de vinos estudiados, muestran que la concentración de minerales no es un factor determinante en su composición química en relación a los vinos definidos con este atributo "vino de carácter mineral", existiendo otras familias de compuestos químicos que puedan explicar mejor

este concepto. Es posible por tanto que en la composición química volátil del vino existan moléculas que de una forma u otra recuerden, olfativa o gustativamente, al mundo de los minerales, si bien el suelo no parece ser el origen de los mismos.

Pero todo esto es muy complejo y, además, a nivel de mercado los consumidores finales no buscan piedras ni minerales cuando van a comprar un vino para beberlo, así que para que obcecarse en dirigirlos hacia su búsqueda. El consumidor por si mismo andará el camino y si encuentra esta percepción de forma fortuita, tendrá a su disposición la información actual, pero es importante no complicar demasiado la vida del consumidor con lecciones de edafología, geología, climatología o cristalografía mineral o química. En este caso merece la pena que el sector sea prudente y honrado con el mercado y transmitir los mensajes con claridad y sencillez. La interpretación fisiológica de los sentidos por el momento puede ser suficiente.

Lo que parece entonces más lógico y evidente en relación al impacto del *terroir* sobre la percepción de mineralidad es que más que la composición química del suelo, son los factores geológicos de profundidad, textura, pendiente, capacidad de retención de agua, junto a las condiciones climáticas y prácticas de viticultura en su conjunto, lo que marcan realmente la predisposición de la uva a producir vinos con este perfil sensorial de carácter mineral.

Dados los resultados obtenidos en este estudio auspiciado por Outlook Wine y Excell Ibérica sin ningún tipo de subvención y con recursos propios para mantener la máxima objetividad, podría deducirse a continuación que: la planta que ha sufrido cierto grado de estrés (suelos arenosos o rocosos, viñedos en pendientes, cobertura vegetal, suelos pobres en capa freática y retención hídrica...) produce una uva con una composición del mosto a nivel de precursor-

res aromáticos (aminoácidos y nitrógenos asimilable entre otros), que influirá en el metabolismo microbiano que va a transformarlo en vino, haciendo de puente fundamental en la aparición de compuestos volátiles que posteriormente se interpretan como aromas minerales, y moléculas en solución o estado coloidal, que se traducen en sabor potencialmente mineral.

Nº	Tipología	Grado Alcohólico	Acidez Total	Acidez Volátil (g/L)	pH	Ácido L-láctico (g/L)	Ácido L-málico (g/L)	Ácido Succínico (g/L)	Ácido Tartárico (g/L)	Glucosa + Fructosa (g/L)	SO2 libre mg/L	SO2 total mg/L	Acetaldehído mg/L	Glicerol (g/L)	Intensidad colorante	IPT
1	Vino blanco	11,9	7,51	0,52	3,12	0,1	1,6	0,33	1,7	3	3	112	76	7,12	-	-
2	Vino blanco	10,0	8,69	0,49	3,11	0,2	3	0,38	2,6	0,7	13	91	45	7,6	-	-
3	Vino blanco	13,3	6,37	0,29	3,38	0,6	1,6	0,44	1,5	0,9	3	64	51	7,4	-	-
4	Vino blanco	12,5	6,3	0,3	3,14	0,1	1,4	0,35	2,9	1,4	14	83	42	6,6	-	-
5	Vino blanco	11,7	6,4	0,3	3,22	1,2	0,8	0,53	2	1,6	3	56	35	8,4	-	-
6	Vino blanco	13,2	5,2	0,17	3,26	0,1	0,8	0,71	2,1	0,5	6	67	38	9,2	-	-
7	Vino blanco	12,8	7,54	1	3,61	1,78	0,1	0,71	0,9	0,19	3	53	33	5,7	-	-
8	Vino blanco	11,9	4	0,22	3,28	1,1	0,2	0,59	2	0,2	3	91	60	6,1	-	-
9	Vino blanco	11,0	10,97	0,38	3,46	1,2	4,4	0,34	0,7	15,5	6	93	51	7,5	-	-
10	Vino blanco	12,3	4,84	0,24	3,44	1,6	0,6	0,59	1,7	4,9	6	70	32	9,8	-	-
11	Vino blanco	7,5	9,58	0,46	3,12	0,1	2,8	0,53	2,7	73,3	3	104	75	8,9	-	-
12	Vino tinto	13,3	4,25	0,76	3,68	1,3	0,1	0,59	2,7	0,7	3	6	4	11,1	10,3	68,6
13	Vino tinto	12,4	6,12	0,6	3,67	1,7	0,1	0,53	1,9	1	3	21	16	8,1	8,7	51,9
14	Vino tinto	13,4	7,01	0,84	3,63	2,1	0,1	0,52	2,3	0,1	3	11	5	8,9	57	57
15	Vino tinto	10,8	6,18	0,66	3,44	1,8	0,1	0,67	2	0,2	3	13	6	7,7	24,6	24,6
16	Vino tinto	13,9	5,46	0,62	3,6	0,6	0,1	0,66	2,9	0,1	3	21	24	8,8	62	62
17	Vino tinto	13,8	4,84	0,51	3,62	1	0,1	0,88	2,3	0,6	3	9	16	11,8	58,5	58,5

Tabla 8. Detalle de la composición química de parámetros enológicos de los 17 vinos usados en el estudio.

Nº	Tipología	Linalol (µg/L)	β-Citronelol (µg/L)	Geraniol (µg/L)	GRUPO VARIETAL					GRUPO PREFERMENTATIVO					
					α-Terpineol (µg/L)	α-Ionona (µg/L)	β-Ionona (µg/L)	β-Damascenona (µg/L)	Acetato de linalol (µg/L)	δ-decalactona (µg/L)	1-Hexanol (mg/L)	cis-3-hexen-1-ol (mg/L)	1-butanol (mg/L)	Metionol (mg/L)	m-cresol (µg/L)
1	Vino blanco	5,91	nd	nd	9,32	nd	0,33	5,81	0,54	nd	1,05	0,06	0,99	0,33	0,50
2	Vino blanco	1,37	nd	0,49	11,65	nd	0,27	261,00	0,42	nd	1,24	0,34	0,72	0,44	nd
3	Vino blanco	20,02	3,20	5,78	34,76	0,18	0,31	5,47	0,45	nd	1,77	0,08	0,75	0,59	0,78
4	Vino blanco	5,30	nd	nd	18,27	nd	0,22	3,41	0,46	nd	1,16	0,07	0,61	0,49	0,33
5	Vino blanco	1,07	nd	nd	26,68	nd	0,19	6,15	0,42	nd	1,01	0,03	0,87	0,42	1,33
6	Vino blanco	3,96	nd	nd	13,91	nd	0,32	3,93	0,57	nd	0,54	0,07	0,68	0,53	nd
7	Vino blanco	20,87	5,51	7,19	20,29	0,32	0,32	6,95	0,58	nd	1,70	0,07	0,46	0,48	3,38
8	Vino blanco	4,16	nd	nd	7,22	nd	0,36	5,62	0,58	nd	0,86	0,15	0,36	0,58	nd
9	Vino blanco	6,18	nd	nd	44,14	nd	0,29	6,36	0,50	nd	1,28	0,04	0,45	0,20	0,70
10	Vino blanco	22,88	nd	nd	169,97	nd	0,27	5,92	0,53	nd	1,20	0,03	0,66	0,68	0,82
11	Vino blanco	1,13	nd	nd	25,71	nd	0,21	3,28	0,25	nd	0,94	0,02	0,36	0,12	nd
12	Vino tinto	2,10	1,64	nd	8,56	nd	0,24	2,08	0,24	nd	1,85	0,18	1,23	0,75	0,67
13	Vino tinto	11,87	4,61	3,46	12,15	0,15	0,25	2,39	0,27	nd	1,65	0,02	1,09	1,66	1,00
14	Vino tinto	8,28	2,53	nd	17,68	0,05	0,30	1,66	0,28	nd	1,19	0,18	0,70	1,97	1,51
15	Vino tinto	7,79	3,84	0,83	21,31	nd	0,23	5,19	0,22	nd	1,05	0,11	0,43	0,95	1,69
16	Vino tinto	6,59	5,11	nd	5,93	0,18	0,25	4,37	0,25	nd	0,49	0,01	1,13	1,15	0,65
17	Vino tinto	12,87	3,24	nd	33,40	nd	0,30	3,55	0,22	nd	2,37	0,18	3,98	0,91	0,60

Tabla 9. Detalle de la composición química en compuestos aromáticos varietales y prefermentativos de los 17 vinos usados en el estudio.

Nº	Tipología	Ácido butírico (mg/L)	Ácido isobutírico (mg/L)	Ácido hexanoico (mg/L)	Ácido octanoico (mg/L)	Acetato fenilético (mg/L)	Acetato de hexil (mg/L)	Succinato de dietilo (mg/L)	Isovalerato de etilo (µg/L)	β- Feniletanol (mg/L)	Alcohol bencílico (mg/L)	Acetato isoamilo (mg/L)	Butirato de etilo (mg/L)	γ- Butirolactona (mg/L)	Decanoato de etilo (mg/L)
GRUPO FERMENTATIVO I															
1	Vino blanco	2,07	1,92	5,92	7,21	0,12	0,02	3,48	49,87	14,10	0,02	0,63	0,33	5,42	0,15
2	Vino blanco	0,80	1,06	2,69	4,91	0,28	nd	7,22	50,49	15,01	nd	0,07	0,15	6,01	0,17
3	Vino blanco	2,85	1,05	4,50	5,93	0,10	0,03	3,80	36,10	17,86	0,03	0,60	0,45	9,12	0,14
4	Vino blanco	1,32	0,95	3,92	6,43	0,09	0,01	4,73	53,15	18,88	0,01	0,30	0,24	7,77	0,23
5	Vino blanco	1,15	1,04	3,98	11,44	0,28	nd	8,20	50,48	96,05	nd	0,06	0,22	7,25	0,23
6	Vino blanco	1,72	1,17	4,43	4,71	0,10	nd	6,60	73,00	25,42	0,01	0,22	0,25	5,01	0,09
7	Vino blanco	1,41	1,56	4,26	4,77	0,02	nd	6,10	22,97	24,60	0,08	0,28	0,25	6,21	0,14
8	Vino blanco	0,95	1,05	3,60	5,36	0,05	nd	4,17	52,83	28,84	0,01	0,24	0,18	6,79	0,19
9	Vino blanco	0,77	0,75	3,24	6,41	0,03	0,02	2,80	38,16	28,30	nd	0,19	0,22	5,31	0,23
10	Vino blanco	0,97	1,08	2,55	8,18	0,16	nd	8,18	53,36	125,64	nd	0,11	0,30	8,02	0,43
11	Vino blanco	0,51	0,23	2,93	5,93	0,05	nd	3,73	21,93	73,98	nd	0,05	0,11	4,30	0,15
12	Vino tinto	1,49	2,21	2,01	1,74	0,25	nd	21,89	71,23	30,44	0,01	0,19	0,23	10,45	0,38
13	Vino tinto	1,04	2,82	1,85	1,62	0,11	nd	9,88	42,82	29,29	0,04	0,19	0,15	14,71	0,28
14	Vino tinto	0,84	4,02	1,13	1,15	0,14	nd	14,05	49,53	34,97	nd	0,31	0,11	38,23	0,12
15	Vino tinto	0,84	2,21	1,35	1,64	0,09	nd	11,32	13,41	27,82	0,01	0,23	0,13	13,86	0,06
16	Vino tinto	1,09	2,46	1,02	0,81	0,06	nd	8,32	45,12	37,54	0,01	0,31	0,14	20,22	0,09
17	Vino tinto	1,55	2,49	1,79	1,07	0,36	nd	22,80	84,59	28,08	nd	0,17	0,24	11,10	0,37

Tabla 10. Detalle de la composición química en compuestos aromáticos fermentativos de los 17 vinos usados en el estudio.

Nº	Tipología	Acetaldehído (mg/L)	Acetato de etilo (mg/L)	Propanoato de etilo (mg/L)	Diacetilo (mg/L)	Isobutanol (mg/L)	Alcohol isoamílico (mg/L)	Hexanoato de etilo (mg/L)	Acetoina (mg/L)	Lactato de etilo (mg/L)	Octanoato de etilo (mg/L)	Ácido acético (mg/L)	Ácido decanoico (mg/L)	Isovaleránico (mg/L)	Isobutirato de etilo (µg/L)
GRUPO FERMENTATIVO II															
1	Vino blanco	16,70	93,76	0,10	nd	23,97	164,95	0,80	2,10	23,25	0,81	312,15	1,13	1,04	29,90
2	Vino blanco	6,05	77,58	0,10	nd	26,41	112,79	0,46	2,18	17,67	0,46	260,62	1,30	0,65	21,37
3	Vino blanco	11,10	59,63	0,09	nd	22,44	180,33	0,74	1,03	91,96	0,57	222,02	1,11	0,85	27,41
4	Vino blanco	4,73	63,78	0,10	nd	21,01	154,34	0,63	1,37	23,35	0,92	239,77	1,43	0,82	30,73
5	Vino blanco	10,04	53,63	0,06	0,52	21,81	105,71	0,60	10,05	177,73	0,94	179,55	2,22	0,44	25,09
6	Vino blanco	15,88	47,11	0,16	nd	19,52	189,70	0,49	1,39	17,63	0,46	125,23	0,73	1,54	29,57
7	Vino blanco	17,79	145,92	0,19	4,34	16,49	155,97	0,52	70,81	189,75	0,54	492,86	0,77	0,83	34,39
8	Vino blanco	36,83	43,45	0,09	1,75	24,16	159,86	0,48	25,24	87,42	0,70	127,44	0,91	1,01	31,13
9	Vino blanco	11,93	80,61	0,09	0,27	16,57	90,92	0,52	5,44	134,80	0,67	127,19	1,53	0,43	42,48
10	Vino blanco	4,92	58,38	0,07	nd	25,78	141,37	0,54	8,65	227,21	0,80	138,35	1,96	0,58	22,15
11	Vino blanco	10,82	44,23	0,07	nd	10,34	68,46	0,31	11,73	5,96	0,38	132,34	1,29	0,29	70,33
12	Vino tinto	17,96	121,01	0,20	1,67	35,89	214,97	0,27	26,00	211,09	0,14	424,87	0,45	1,38	243,81
13	Vino tinto	13,04	73,21	0,08	11,15	66,41	302,19	0,22	34,26	198,82	0,13	302,96	0,74	1,51	224,31
14	Vino tinto	19,56	103,86	0,09	0,85	113,42	282,05	0,15	10,07	266,16	0,16	407,15	0,39	1,44	296,09
15	Vino tinto	12,79	85,80	0,04	1,83	71,19	213,17	0,15	18,65	212,56	0,15	288,44	0,39	0,42	83,70
16	Vino tinto	21,33	74,82	0,08	4,20	47,31	245,88	0,13	1,06	53,46	0,16	345,55	0,22	2,57	189,56
17	Vino tinto	26,76	83,24	0,24	5,90	35,92	246,55	0,25	4,95	180,13	0,12	335,00	0,30	1,49	26,66

Tabla 11. Detalle de la composición química en compuestos aromáticos fermentativos de los 17 vinos usados en el estudio.

Nº	Tipología	Acetato de isobutilo (µg/L)	2-metilbutirato de etilo (µg/L)	Acetato de butilo (µg/L)	Furoato de etilo (µg/L)	Dihidrocinnamato de etilo (µg/L)	Cinnamato de etilo (µg/L)
GRUPO FERMENTATIVO III							
1	Vino blanco	34,70	29,68	10,13	30,45	0,53	1,26
2	Vino blanco	26,35	42,04	3,86	28,05	nd	nd
3	Vino blanco	35,09	25,93	5,04	40,73	0,51	1,39
4	Vino blanco	23,47	37,04	4,56	25,76	0,50	nd
5	Vino blanco	18,37	54,06	4,09	33,16	0,68	2,91
6	Vino blanco	14,61	54,11	4,89	12,11	0,73	nd
7	Vino blanco	32,49	15,58	4,48	8,98	1,69	1,61
8	Vino blanco	19,02	36,91	3,63	20,25	nd	nd
9	Vino blanco	21,51	34,70	3,10	14,89	nd	0,62
10	Vino blanco	23,87	55,76	4,50	30,53	nd	1,35
11	Vino blanco	8,97	31,74	nd	13,10	0,53	0,95
12	Vino tinto	40,28	47,30	nd	11,21	0,88	1,28
13	Vino tinto	67,07	30,02	nd	7,61	0,55	1,05
14	Vino tinto	119,17	71,39	nd	11,26	0,66	0,87
15	Vino tinto	61,98	13,82	nd	20,72	2,04	1,52
16	Vino tinto	44,40	89,36	nd	4,69	0,56	0,63
17	Vino tinto	34,92	62,72	10,43	9,81	1,27	0,67

Tabla 12. Detalle de la composición química en compuestos aromáticos fermentativos de los 17 vinos usados en el estudio.

Nº	Tipología	Guayacol (µg/L)	4-Etil guayacol (µg/L)	trans-whisky lactona (µg/L)	Cis-whisky lactona (µg/L)	Eugenol (µg/L)	4-Etilfenol (µg/L)	Benzal dehidro (µg/L)	δ-octa lactona (µg/L)	o-cresol (µg/L)	γ-nona lactona (µg/L)	4-propil guayacol (µg/L)	γ-deca lactona (mg/L)	4-vinil guayacol (µg/L)	2,6-dimetoxi fenol (µg/L)
GRUPO DE ENVEJECIMIENTO I															
1	Vino blanco	28,78	0,84	90,19	116,72	15,12	0,48	17,29	1,88	1,29	4,22	nd	5,42	66,94	47,48
2	Vino blanco	6,14	nd	25,70	36,28	5,68	0,34	10,24	0,86	nd	1,88	nd	6,01	15,85	10,15
3	Vino blanco	11,92	0,33	1,56	1,33	5,97	1,00	38,67	0,68	1,13	7,03	nd	9,12	85,13	10,29
4	Vino blanco	6,90	nd	2,94	4,12	1,57	0,32	8,43	1,18	0,52	3,08	nd	7,77	39,44	3,80
5	Vino blanco	10,80	0,37	2,34	nd	1,09	1,18	71,19	3,23	0,57	7,21	nd	7,25	88,42	nd
6	Vino blanco	9,28	nd	2,17	nd	0,89	0,82	14,73	0,70	0,65	3,11	nd	5,01	81,41	4,34
7	Vino blanco	32,36	13,57	57,49	97,26	17,46	8,42	44,83	0,59	2,58	6,88	0,01	6,21	48,90	89,47
8	Vino blanco	10,60	119,45	nd	nd	2,02	101,74	10,43	0,61	0,55	1,93	nd	6,79	30,55	5,29
9	Vino blanco	11,29	0,23	nd	nd	0,74	0,53	44,88	0,81	0,44	4,55	nd	5,31	121,31	3,94
10	Vino blanco	15,05	0,25	1,64	nd	0,83	0,59	53,57	3,77	0,44	12,38	nd	8,02	140,55	8,25
11	Vino blanco	11,38	0,28	nd	3,79	1,03	0,63	25,76	nd	0,48	7,80	nd	4,30	75,68	6,09
12	Vino tinto	30,80	0,69	87,87	224,59	31,83	2,22	12,76	1,13	1,29	10,62	nd	10,45	20,18	84,00
13	Vino tinto	44,22	15,52	144,58	183,14	37,55	28,06	70,21	1,12	1,74	6,85	0,03	14,71	29,56	87,13
14	Vino tinto	41,37	91,50	116,81	147,74	24,92	773,76	29,91	1,10	1,92	23,02	0,04	38,23	50,51	67,25
15	Vino tinto	16,93	105,38	27,95	52,04	7,70	259,62	44,58	0,57	1,31	9,85	0,01	13,86	22,05	21,21
16	Vino tinto	16,27	74,29	89,25	127,64	19,84	652,64	8,56	0,70	1,42	18,09	0,08	20,22	145,50	50,67
17	Vino tinto	41,50	14,06	60,80	114,82	20,43	71,46	10,95	1,13	2,02	12,33	0,01	11,10	74,09	72,33

Tabla 13. Detalle de la composición química en compuestos aromáticos procedentes de la fase de envejecimiento de los 17 vinos usados en el estudio.

Nº	Tipología	Isoeugenol II (µg/L)	4-vinilfenol (µg/L)	4-allyl-2,6-dimetoxifen (µg/L)	Vanillato de metilo (µg/L)	Vanillato de etilo (µg/L)	Acetovanillona (µg/L)
GRUPO DE ENVEJECIMIENTO I I							
1	Vino blanco	nd	158,93	13,13	8,53	15,67	41,35
2	Vino blanco	nd	51,28	3,24	7,31	1,51	11,92
3	Vino blanco	nd	230,64	15,70	9,06	18,06	57,27
4	Vino blanco	nd	54,85	3,21	10,72	3,69	17,20
5	Vino blanco	nd	162,44	1,46	97,79	5,36	62,80
6	Vino blanco	nd	94,25	1,58	30,13	15,36	76,06
7	Vino blanco	nd	221,36	30,54	28,78	32,02	70,45
8	Vino blanco	nd	73,20	3,06	2,86	2,96	41,19
9	Vino blanco	nd	201,87	nd	99,94	5,99	52,24
10	Vino blanco	1,60	193,12	1,10	146,15	19,84	64,73
11	Vino blanco	nd	114,27	0,77	97,60	6,49	52,74
12	Vino tinto	nd	154,35	26,95	10,34	163,19	75,24
13	Vino tinto	nd	44,15	38,92	62,04	950,58	175,16
14	Vino tinto	nd	150,29	23,29	60,88	451,68	84,45
15	Vino tinto	nd	53,05	5,21	85,89	106,43	182,51
16	Vino tinto	nd	127,17	16,22	25,31	243,49	92,18
17	Vino tinto	nd	121,19	17,87	44,48	343,05	62,27

Tabla 14. Detalle de la composición química en compuestos aromáticos procedentes de la fase de envejecimiento de los 17 vinos usados en el estudio.

Nº	Tipología	2-Metil-3-furantiol*	2-Furfuriltiol	4-Mercapto-4-4-metil-2-pentanona	Acetato de 3-mercaptohexilo	3-Mercaptohexanol	Bencilmercaptano
GRUPO DE TIPOLES AROMÁTICOS							
1	Vino blanco	340,4	16,6	14,4	13,9	113,5	5,0
2	Vino blanco	154,9	3,8	28,3	12,6	81,1	5,4
3	Vino blanco	465,7	4,1	34,1	10,7	312,8	4,5
4	Vino blanco	148,2	3,8	8,4	2,9	43,5	2,7
5	Vino blanco	587,4	5,8	92,5	4,0	341,4	8,1
6	Vino blanco	370,1	1,2	12,3	3,4	67,6	4,3
7	Vino blanco	427,5	3,4	18,7	5,0	73,4	3,8
8	Vino blanco	241,8	2,0	15,7	4,5	140,8	5,1
9	Vino blanco	257,5	2,2	18,7	2,1	217,3	10,6
10	Vino blanco	432,0	3,0	110,1	2,6	863,7	15,6
11	Vino blanco	199,9	0,9	69,5	3,7	371,0	8,0
12	Vino tinto	843,5	19,5	75,4	7,4	1406,8	4,3
13	Vino tinto	341,5	12,2	20,9	14,1	109,6	11,5
14	Vino tinto	89,7	5,2	20,7	13,1	76,8	6,7
15	Vino tinto	88	8,0	17,9	6,9	109,9	5,7
16	Vino tinto	97,7	2,5	11,4	1,5	102,7	1,7
17	Vino tinto	234,5	4,1	20,3	4,5	393,4	5,2

Tabla 15. Detalle de la composición química en compuestos aromáticos de composición química tiólica de los 17 vinos usados en el estudio.

Nº	Tipología	Guayacol	4-Metilguayacol	Fenol	Eugenol	Isoeugenol	4-Alilsiringol	Maltol	Siringol	Furfural	Alcohol furturillico
GRUPO DE COMPUESTOS VOLÁTILES DE LA MADERA I											
3	Vino blanco	3,1	nd	nd	4,5	nd	nd	nd	17,5	91,2	69,6
1	Vino blanco	7,9	5,7	nd	11,3	nd	9,7	nd	21,3	959	663
2	Vino blanco	2,3	nd	4,1	nd	nd	nd	nd	7,2	1871	nd
10	Vino blanco	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	170	nd
11	Vino blanco	1,9	nd	7,4	nd	nd	nd	nd	nd	1144	67,5
13	Vino tinto	nd	16,6	4,1	36,8	nd	32	nd	53,9	294	1557
16	Vino tinto	nd	9,1	2,5	17,8	nd	11,2	nd	61,6	78	1170

Nº	Tipología	5-Metilfurfural	5-Hidroxi-5-metilfurfural	Siringaldehído	cis-Whisky lactona	trans-Whisky lactona	Vainillina	4-Etilguayacol	4-Etilfenol
GRUPO DE COMPUESTOS VOLÁTILES DE LA MADERA II									
3	Vino blanco	3	167	13,2	nd	nd	11,9	nd	nd
1	Vino blanco	150	866	194	558	84,6	115	nd	nd
2	Vino blanco	37,6	2012	22,1	3,8	6,7	68,6	nd	nd
10	Vino blanco	4,5	506	4,6	nd	nd	4,7	nd	nd
11	Vino blanco	23,2	27802	6	nd	nd	54,4	nd	nd
13	Vino tinto	38	393	186	26	182	147	16,8	30
16	Vino tinto	17,7	597	118	77,7	95,5	73	84,9	791

Tablas 16 y 17. Detalle de la composición química en compuestos volátiles de la madera de 7 de los 17 vinos usados en el estudio.

Nº	Tipología	Acetato de etilo mg/L	1-Octen3ol µg/L	(+) Fenchona µg/L	(+) Fenchol µg/L	Guayacol µg/L	2MIB ng/L	Geosmina ng/L	2M3SDP ng/L	IPMP ng/L	IBMP ng/L	TCA ng/L	TeCA ng/L	TBA ng/L	PCA ng/L
GRUPO DE COMPUESTOS RESPONSABLES DE DEFECTOS ORGANOLÉPTICOS I															
1	Vino blanco	112	2,6	nd	nd	6,7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2	Vino blanco	114	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3	Vino blanco	94	10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
4	Vino blanco	108	4,9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
5	Vino blanco	78	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
6	Vino blanco	99	6,9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
7	Vino blanco	128	8,5	nd	nd	20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
8	Vino blanco	52	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
9	Vino blanco	111	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
10	Vino blanco	88	9,8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
11	Vino blanco	104	17,4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
12	Vino tinto	110	nd	nd	nd	37,1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
13	Vino tinto	98	8,5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
14	Vino tinto	118	nd	nd	nd	20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
15	Vino tinto	113	7,2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
16	Vino tinto	108	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
17	Vino tinto	102	16,6	nd	nd	47,6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Tabla 18. Detalle de la composición química en compuestos asociados con defectos organolépticos de los 17 vinos usados en el estudio.

Nº	Tipología	4EF µg/L	4EG µg/L	4VF µg/L	4VG µg/L	Diacetilo mg/L	2-amino acetofenona µg/L	Dimetilsulfuro µg/L	2-etoxi-3,5- hexadieno µg/L	Estireno µg/L	Indol µg/L
GRUPO DE COMPUESTOS RESPONSABLES DE DEFECTOS ORGANOLÉPTICOS II											
1	Vino blanco	nd	7	8	nd	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
2	Vino blanco	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	nd
3	Vino blanco	nd	nd	217	42	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
4	Vino blanco	nd	nd	112	46	nd	nd	nd	nd	0,2	nd
5	Vino blanco	nd	nd	144	58	nd	nd	nd	nd	1,5	nd
6	Vino blanco	nd	nd	97	56	nd	nd	nd	nd	0,2	nd
7	Vino blanco	nd	16	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
8	Vino blanco	102	139	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	nd
9	Vino blanco	nd	nd	150	71	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
10	Vino blanco	nd	nd	150	71	nd	nd	nd	nd	0,2	nd
11	Vino blanco	nd	nd	143	70	nd	nd	nd	nd	1,1	nd
12	Vino tinto	nd	0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
13	Vino tinto	26	21	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
14	Vino tinto	997	117	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,3	nd
15	Vino tinto	254	106	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1	nd
16	Vino tinto	762	90	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	nd
17	Vino tinto	74	23	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,2	nd

Tabla 19. Detalle de la composición química en compuestos asociados con defectos organolépticos de los 17 vinos usados en el estudio.

Nº	Tipología	Metanotiol (µg/L)	Etanotiol (µg/L)	Dimetilsulfuro (µg/L)	Diethylsulfuro (µg/L)	Metilacetato (µg/L)	Etilacetato (µg/L)	Dimetildisulfuro (µg/L)	Diethyldisulfuro (µg/L)	Dimetiltrisulfuro (µg/L)	Benzotiazol (µg/L)
GRUPO DE COMPUESTOS AZUFRADOS RESPONSABLES DE DEFECTOS ORGANOLÉPTICOS											
1	Vino blanco	nd	nd	26,1	nd	nd	4,1	nd	nd	nd	nd
2	Vino blanco	nd	nd	84,4	nd	nd	4	nd	nd	nd	nd
3	Vino blanco	nd	nd	18,8	nd	nd	3,6	nd	nd	nd	nd
4	Vino blanco	nd	nd	11,1	nd	6,3	5,2	nd	nd	nd	nd
5	Vino blanco	nd	nd	27,4	nd	0	3,4	nd	nd	nd	nd
6	Vino blanco	nd	nd	2,5	nd	4,4	3,8	nd	nd	nd	nd
7	Vino blanco	nd	nd	17	nd	4,1	8,4	nd	nd	nd	nd
8	Vino blanco	nd	nd	7,1	nd	4,8	2,6	nd	nd	nd	nd
9	Vino blanco	nd	nd	27,6	nd	nd	17,9	nd	nd	nd	nd
10	Vino blanco	nd	nd	11,9	nd	3,6	4,2	nd	nd	nd	nd
11	Vino blanco	nd	nd	17,1	nd	10	2,9	nd	nd	nd	nd
12	Vino tinto	nd	nd	36,5	nd	4,5	5,4	nd	nd	nd	nd
13	Vino tinto	nd	nd	27,6	nd	9,8	6,3	nd	nd	nd	nd
14	Vino tinto	nd	nd	37,5	nd	nd	4,1	nd	nd	nd	nd
15	Vino tinto	nd	nd	14,1	nd	4,4	3,4	nd	nd	nd	nd
16	Vino tinto	nd	nd	24,5	nd	nd	4,4	nd	nd	nd	nd
17	Vino tinto	nd	nd	77,9	nd	nd	4,3	nd	nd	nd	nd

Tabla 20. Detalle de la composición química en compuestos asociados con defectos organolépticos causados por compuestos azufrados de los 17 vinos.

Nº	Tipología	Aluminio (mg/L)	Arsénico (mg/L)	Boro (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Cobre (mg/L)	Hierro (mg/L)	Manganeso (mg/L)	Níquel (mg/L)	Plomo (mg/L)	Zinc (mg/L)
GRUPO DE METALES I											
1	Vino blanco	0,73	< 0,1	1,88	< 0,01	0,09	0,69	2,24	< 0,1	< 0,05	0,65
2	Vino blanco	0,82	< 0,1	4,23	< 0,01	0,09	0,49	0,37	< 0,1	< 0,05	0,50
3	Vino blanco	1,16	< 0,1	2,61	< 0,01	0,09	1,34	2,10	< 0,1	< 0,05	0,40
4	Vino blanco	0,67	< 0,1	1,59	< 0,01	0,09	0,49	2,13	< 0,1	< 0,05	0,65
5	Vino blanco	1,33	< 0,1	4,45	< 0,01	0,14	0,83	0,67	< 0,1	< 0,05	0,95
6	Vino blanco	0,93	< 0,1	2,35	< 0,01	0,09	0,86	2,86	< 0,1	< 0,05	0,59
7	Vino blanco	1,44	< 0,1	4,58	< 0,01	0,14	1,68	1,42	< 0,1	< 0,05	0,94
8	Vino blanco	0,49	< 0,1	4,30	< 0,01	0,09	0,58	0,48	< 0,1	< 0,05	0,30
9	Vino blanco	2,28	< 0,1	3,70	< 0,01	0,09	1,92	2,53	< 0,1	< 0,05	1,06
10	Vino blanco	0,82	< 0,1	4,50	< 0,01	0,09	0,66	2,03	< 0,1	< 0,05	0,81
11	Vino blanco	3,05	< 0,1	4,04	< 0,01	0,40	1,64	1,34	< 0,1	< 0,05	0,75
12	Vino tinto	0,49	0,09	3,84	< 0,01	0,09	0,89	1,67	< 0,1	< 0,05	0,27
13	Vino tinto	0,49	0,09	7,02	< 0,01	0,13	1,32	0,93	< 0,1	< 0,05	0,55
14	Vino tinto	0,49	0,09	7,34	< 0,01	0,15	0,62	1,58	< 0,1	< 0,05	1,05
15	Vino tinto	0,76	0,09	4,29	< 0,01	0,15	1,90	0,57	< 0,1	< 0,05	0,61
16	Vino tinto	0,49	0,09	4,94	< 0,01	0,09	3,12	0,86	< 0,1	< 0,05	0,25
17	Vino tinto	0,49	0,09	9,92	< 0,01	0,09	1,11	1,36	< 0,1	< 0,05	0,93

Tabla 21. Detalle de la composición química en metales de los 17 vinos usados en el estudio.

Nº	Tipología	Mercurio (mg/L)	Calcio (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Magnesio (mg/L)	Potasio (mg/L)	Sodio (mg/L)
GRUPO DE METALES II							
1	Vino blanco	< 0,01	74,2	189	88,0	338	22,7
2	Vino blanco	< 0,01	59,3	55,3	54,5	558	12,6
3	Vino blanco	< 0,01	65,9	153	72,4	811	24,5
4	Vino blanco	< 0,01	66,3	107	84,7	419	47,7
5	Vino blanco	< 0,01	96,4	125	84,0	418	14,5
6	Vino blanco	< 0,01	61,6	116	93,8	625	59,5
7	Vino blanco	< 0,01	55,7	214	78,8	893	14,9
8	Vino blanco	< 0,01	61,3	77,0	75,7	487	16,8
9	Vino blanco	< 0,01	141	181	93,9	1033	21,1
10	Vino blanco	< 0,01	94,1	193	84,1	761	13,7
11	Vino blanco	< 0,01	119	235	89,6	736	16,5
12	Vino tinto	< 0,01	42,2	130	98,4	893	21,6
13	Vino tinto	< 0,01	53,8	215	89,6	1232	9,99
14	Vino tinto	< 0,01	80,6	226	114	1181	12,6
15	Vino tinto	< 0,01	69,9	140	60,3	792	9,99
16	Vino tinto	< 0,01	57,0	219	106	1060	17,2
17	Vino tinto	< 0,01	51,6	197	118	118	42,7

Tabla 22. Detalle de la composición química en metales de los 17 vinos usados en el estudio.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Nickel, Ernest H. (1995). The definition of a mineral. *The Canadian Mineralogist*, Vol 33 pp. 689-690, <http://can-min.geoscienceworld.org/> (Accessed 29 April, 2012).
- ² Konhauser, Kurt. (2007). *Introduction to Geomicrobiology*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- ³ Gadd, Geoffrey M. (2009). Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and microremediation. <http://mic.sgmjournals.org/content/156/3/609.full> (Accessed 18 March 2012).
- ⁴ Riéreau-Gayon, P. Dubourdieu, D. Doneche, B. Lonvaud, A. (2006). *Handbook of enology. Volume II: The chemistry of wine and stabilization treatments*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- ⁵ Peynaud, E. (1987). *The taste of wine: The art and science of wine appreciation*. San Francisco, CA: The Wine Appreciation Guild.
- ⁶ Arikawa, Y. Kuroyanagi, T. Shimosaka, M. Muratsubaki, H. Enomoto, K. Kodaira, R. Okazaki, M. (1999). Effect of gene disruptions of the TCA cycle on production of succinic acid in *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 87:28-36.
- ⁷ Kamzolova, S.V. Yusupova, A.I. Vinokurova, N.G. Fedotcheva, N.I. Kindrashova, M.N. Finogenova, T.V. Morgunov, I.G. (2009a). Chemically assisted microbial production of succinic acid by the yeast *Yarrowia lipolytica* grown on ethanol. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 83: 1027-1034.
- ⁸ Ortega, C. Lopez, R. Cacho, J. & Ferreira, V. (2001). Fast analysis of important wine volatile compounds. Development and validation of a new method based on gas chromatographic-flame ionisation detection analysis of dichloromethane micro extracts. *Journal of Chromatography A*, 923(1-2), 205-214.
- ⁹ Lopez, R. Aznar, M. Cacho, J. & Ferreira, V. (2002). Determination of minor and trace volatile compounds in wine by solid-phase extraction and gas chromatography with mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography A*, 966(1-2), 167-177.
- ¹⁰ Araujo, I. E. de Rolls, E. T. Velazco, M. I. Margot, C. Cayeux, I. (2005). Cognitive Modulation of Olfactory Processing. *Neuron* Vol. 46, pp. 671-679, http://www.oxcns.org/papers/381_DeAraujo+Rolls+++05.pdf (Accessed 15 April, 2012).
- ¹¹ Ashley, R. *Grapevine Nutrition – an Australian perspective*. Foster's Wine Estates Americas, <http://ucanr.org/sites/nm/files/76731.pdf> (Accessed 18 May, 2012).
- ¹² Baron, M. Fiala, J. (2012). Chasing after Minerality: Relationship to Yeast Nutritional Stress and Succinic Acid Production. *Czech Journal of Food Science*, Vol. 30 2012, No.2 pp. 188-193, Prague, Czech Republic.
- ¹³ Bird, David. (2005). *Understanding Wine Technology*. Newark, Nottinghamshire, UK: DBQA Publishing.
- ¹⁴ Bryant, Jason. (2012). Can you taste minerals in wine? Unscrewed – The Independent New Zealand Wine Review, <http://www.unscrewed.co.nz/can-you-taste-minerals-in-wine/> (Accessed 1 May 2012).
- ¹⁵ Campbell, N. Reece, J. (2004). *Biology*. 7th ed. Essex, UK: Pearson Education Publishing.
- ¹⁶ Cox, Jeff. (2008). *The Minerality in Wines*. Decanter.com, <http://www.decanter.com/people-and-places/wine-articles/485746/the-Minerality-in-wines> (Accessed 16 March, 2012).
- ¹⁷ Department of Health, Canada. (1979). *Taste, in the assessment of drinking water quality*, <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/taste-gout/index-eng.php> (Accessed 29 April, 2012).
- ¹⁸ EcoChem Inc. (2012). *Plant Micronutritional functions*, http://www.ecochem.com/t_micronutrients.html (Accessed 3 March 2012).
- ¹⁹ Gilbert, Karen. (2006). The smell of metal can be deceiving. Virginia Tech, <http://phys.org/news82229855.html> (Accessed 23 May 2012).
- ²⁰ Goode, Jamie. (2005). *The Science of Wine: From Vine to Glass*. London, UK: The Octopus Publishing Group Ltd.
- ²¹ Goode, Jamie. (2009). *Clangers and Clang: Minerality in Wine*. *The World of Fine Wine*, Issue 24 2009, WFW, London, UK.
- ²² Hudelson, John. (2011). *Wine Faults, Causes, Cures, Effects*. San Francisco, CA: The Wine Appreciation Guild.
- ²³ IMA, Industrial Minerals Association of North America. (2012). *What is Feldspar*, <http://www.ima-na.org/feldspar> (Accessed 1 May 2012).
- ²⁴ Karakasis, Ioannis. (2012). Minerality in wine: taken for granite? <http://palatepress.com/2012/03/wine/Minerality-in-wine-taken-for-granite/> (Accessed 29 April, 2012).
- ²⁵ Lewin, Benjamin M.W. (2010). *Wine Myths and Reality*. Dover, UK: Vendange Press.
- ²⁶ Maltman, Alex. (2008). The Role of Vineyard Geology in Wine Typicity. *Journal of Wine Research*, 2008, Vol. 19, pp. 1-17, Abstract, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09571260802163998> (Accessed 18 March 2012).
- ²⁷ Nickel, Ernest H. (1995). The definition of a mineral. *The Canadian Mineralogist*, Vol. 33 pp. 689-690 <http://can-min.geoscienceworld.org/> (Accessed 29 April, 2012).
- ²⁸ Nicolini, G. Larcher, R. Pangrazzi, P. Bontempo L. (2004). Changes in the contents of micro and trace elements in wine due to winemaking treatments. *Vitis*, Volume 43, pp. 41-45, <http://www.vitis-vea.de/admin/volltext/e040707.pdf> (Accessed 12 March, 2012).
- ²⁹ Nunez, M. Pena, R.M. Herrero, C. Garcia-Martin, S. (2000). Analysis of some metals in wine by means of electrophoresis: Application to the differentiation of Ribeira Sacra Spanish red wines. *Facultad de Ciencias, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo, Spain*.
- ³⁰ Greenough, J.D. Flier, B.J. (2005). Regional trace element fingerprint of Canadian wines. *Geoscience, Canada* 2005.
- ³¹ Laurie, V.F. Hortellani, M. A. (2010). Analysis of major metallic elements in Chilean wines by atomic absorption spectroscopy. *Ciencia e investigación agraria* 2010.



VARIOS

VIÑEDO, PAISAJE Y PATRIMONIO

José M. García Queijerio

Profesor Titular de Edafología. Departamento Biología Vegetal y Ciencia del Suelo. Facultad de Ciencias de Ourense. Universidad de Vigo

1. ENOTURISMO Y PATRIMONIO

El mundo del vino sigue de moda y mantiene su atractivo para los medios de comunicación. Esa circunstancia (y el crecimiento continuado de las exportaciones) le permitió, al menos en algunas zonas, permanecer relativamente al margen de la crisis y mantener su atractivo para una cierta franja de consumidores.

Para aprovechar ese tirón muchas regiones vitícolas han desplegado una variada oferta de actividades y formas de ocio dirigidas al *enoturismo*, término que se ha puesto de moda desde hace algunos años y que, en realidad no es más que otra modalidad de turismo temático y que por lo tanto, está emparentado con el turismo rural y/o cultural (Elías Pastor, 2006; 2008; 2015). Los especialistas en turismo saben desde hace mucho tiempo que ciertos productos turísticos son perecederos y que para mantener el favor del público necesitan renovarse periódicamente, algo que normalmente se suele hacer incorporando actividades nuevas a los paquetes turísticos comercializados, o adaptando otras actividades que han demostrado que funcionan en otros sectores turísticos.

Cuando algunos aficionados y turistas que buscaban algo más que los comentarios del enólogo o responsable comercial, empezaron a interesarse por el ciclo productivo, las características de los viñedos o el proceso enológico (Rochard, 2015), algunos responsables de la atención al cliente de ciertas bodegas tuvieron la perspicacia de detectar la existencia de una demanda insatisfecha y su potencial como fuente de actividades económicas (Dubrule, 2007), y se pusieron a trabajar para incorporar experiencias que conocían de otros países, para ampliar o completar su propia oferta enoturística.

Con el tiempo pudieron comprobar lo acertado de esa decisión y también, que los recursos propios o específicos de la actividad vitivinícola (fundamentalmente el vino y las variantes del proceso produc-

tivo), tenían un gran potencial para ser utilizados en la generación de distintos tipos de actividades destinadas a los turistas.

Se trataba entonces de ir más allá de la visita y cata/degustación en la bodega, que, lógicamente, debía de seguir ocupando un lugar preeminente en la oferta enoturística.

Los especialistas distinguen hasta 3 etapas en el desarrollo de la oferta enoturística: una etapa inicial en que la oferta gira alrededor del vino y las bodegas, en la que primaban los aspectos relacionados con el producto y el patrimonio monumental; la segunda etapa en que la oferta se fue enriqueciendo con elementos materiales propios de la tradición vitivinícola (patrimonio material), que encuentra sus mejores argumentos en los museos del vino, y una tercera etapa en la que novedad es la incorporación del patrimonio inmaterial (paisajes, tradiciones, saberes..., vinculados al vino y las viñas).

2. VALOR PATRIMONIAL DEL PAISAJE

El término de *patrimonio* se utiliza normalmente para referirse al conjunto de *bienes y derechos, cargas y obligaciones pertenecientes a una persona física o jurídica* y que esa persona puede utilizar o legar a su descendencia.

Inicialmente el concepto se reservó para referirse a las propiedades o elementos materiales (fincas, edificios, monumentos...) de una persona o familia, pero con el tiempo se amplió para incluir también, a los elementos de propiedad colectiva incluyendo a los elementos inmateriales, es decir a otras manifestaciones humanas (paisajes, tradiciones, costumbres...) que forman parte del legado de sus antepasados y que, de alguna forma contribuyen a definir la identidad colectiva y que la comunidad se esfuerza en preservar para el disfrute de las futuras generaciones.

En esta segunda acepción el concepto de patrimonio es más amplio y también tiene mucho de construcción social, puesto que los elementos que lo componen no están fijados ni son inmutables, puesto que se puede ir ampliando para incorporar nuevos activos en el momento en que esos activos alcanzan un cierto grado de reconocimiento por parte de la población, reconocimiento que por otra parte, puede variar con el tiempo.

La UNESCO consagró el concepto de *patrimonio cultural* para referirse a *la herencia cultural de una comunidad, con la que esta vive en la actualidad y que transmite a las futuras generaciones.*

La preocupación por el deterioro del medio ambiente, llevó a la UNESCO a convocar la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural (París, 1972), en la que se definieron los conceptos de Patrimonio cultural y natural en los siguientes términos:

- *Patrimonio cultural: "conjunto de monumentos, construcciones y sitios que tienen un valor histórico, estético, arqueológico, científico, etnológico o antropológico".*
- *Patrimonio natural: "formaciones físicas, biológicas y geológicas extraordinarias..., zonas de valor excepcional desde el punto de vista de la ciencia, la conservación de la belleza natural y los hábitats de las especies animales y vegetales amenazados".*

3. EL VALOR CULTURAL DEL PAISAJE

Las primeras referencias al *valor patrimonial del paisaje* se remontan a la Carta de Florencia (1982), en la que se consideran paisajes patrimoniales... *"a los jardines..., anexos a monumentos arquitectónicos".*

En la Carta del Paisaje Mediterráneo, aprobada con motivo de la Exposición Universal de Sevilla en 1992, se define que el paisaje es *"el resultado de la combinación de aspectos naturales, históricos, funcionales y culturales"*. Ese componente cultural se asocia inicialmente a una cierta capacidad (del paisaje), para informar sobre las interrelaciones que se establecían entre la población, el territorio y su ambiente, y sobre su evolución con el tiempo (por

ejemplo el paisaje puede aportar información sobre la propiedad de la tierra, el sistema de herencia...).

Este último aspecto es importante porque el paisaje es un elemento dinámico, que cambia a corto plazo cuando lo hacen las estaciones o las actividades que soporta, y también a largo plazo ya que prácticamente todos los paisajes europeos son paisajes artificiales, humanizados, que cambiaron con la llegada de nuevos cultivos y sistemas agrícolas, con la evolución de los métodos de labranza o más recientemente, por el abandono de muchas zonas rurales.

En ocasiones esos cambios pueden comprometer su propia existencia y continuidad ya que los paisajes son frágiles, y en muchos casos dependen estrechamente de las actividades humanas para su preservación. Además su fragilidad también los pone en peligro porque la capacidad del hombre para cambiar, destruir, alterar el paisaje, nunca fue tan importante en toda la historia de la humanidad.

Afortunadamente también está cambiando la actitud del hombre respecto al paisaje, y la implicación de los particulares y las administraciones en su cuidado y protección. También ese caso resultan decisivos los componentes culturales y patrimoniales, asociados a la concienciación e identificación de la población con su territorio y sus paisajes, o con el reconocimiento del papel jugado por sus antepasados en la construcción y el mantenimiento de esos paisajes.

En 1995 la UNESCO define el *paisaje cultural* como *"la unidad en la que se integran las actividades humanas y el medio natural, estableciendo una interacción dinámica que se manifiesta en hechos y rasgos físicos, testimonios del transcurso de una sociedad sobre un determinado territorio."*

Hoy la UNESCO distingue tres clases de paisajes culturales en las candidaturas a Patrimonio de la Humanidad (Francioni y Lenzerini, 2008):

- Los paisajes creados por el hombre para su deleite y/o contemplación, como muchos jardines y parques que suelen estar asociados monumentos o espacios monumentales.
- Los paisajes evolutivos que son el resultado de la acción colectiva de muchas generaciones actuando sobre el territorio. Son paisajes característicos, identitarios en los que se reconocen los cambios experimentados a lo largo del tiempo e incluyen

a paisajes agrícolas, forestales y ganaderos, que reflejan la evolución social, técnica y económica de esos territorios.

- Los paisajes culturales asociados a manifestaciones religiosas, rituales o culturales vinculadas al territorio y que su población valora especialmente.

4. VIÑEDO, PAISAJE Y PATRIMONIO

Unos años después la UNESCO declara que los paisajes culturales representan "*la acción conjugada entre la naturaleza y el ser humano*", y crea una nueva categoría para su declaración como Patrimonio Mundial, de la que al poco tiempo, se benefician algunos paisajes de viñedo, como los de la Costa Amalfitana y la Cinque Terre en Italia (1997), Saint Emilion (1999) y el Valle del Loira en Francia, el Alto Douro (2001) y la Zona de Pico (Azores, 2004) en Portugal, la región de Renania-Palatinado (2002) en Alemania, Tokaj (2002) en Hungría, la zona del Lavaux (2007) en Suiza, entre otras.

En todos los casos la UNESCO valoró la relación entre la actividad humana y la transformación del paisaje, así como la continuidad y sostenibilidad de la actividad vitivinícola y su contribución al mantenimiento de la calidad medioambiental. También se valoró la fama de sus vinos, que refuerza la idea de que resulta compatible una producción de calidad, con las políticas de protección y respeto al medio ambiente.

5. EL PAISAJE COMO RECURSO

La mayoría de los clientes atraídos por las formas de turismo distintas de la tradicional de sol y playa (turismo de la naturaleza, enoturismo...), defienden la necesidad de cuidar la naturaleza y proteger los paisajes. Se puede decir entonces que los espacios rurales añaden así a sus funciones tradicionales de soporte para la producción de alimentos y materias primas, nuevas funciones que algunos califican de "*culturales*", porque utilizan sus recursos (y entre ellos el paisaje), con fines educativos, lúdicos o turístico-recreativos.

El paisaje es un recurso con múltiples facetas por lo que puede convertirse en el centro o soporte de diferentes actividades, que los visitantes pueden



Figura 1. Diagrama de flujo con las interacciones que se establecen entre los diferentes actores sociales y los componentes del patrimonio agrario y natural en el campo del enoturismo.

aprovechar para profundizar y disfrutar con el conocimiento del territorio y los usos, costumbres y tradiciones de sus habitantes.

También está su potencial educativo que lo hace atractivo para todos los grupos de edad, entre otras razones porque su carácter sintético le permite integrar diferentes tipos de informaciones y características relativas a los medios físico y biótico, la historia y las tradiciones, las actividades productivas...

Algunos entusiastas lo califican de recurso ideal para profundizar en el conocimiento de cualquier región, entre otras razones porque las iniciativas dirigidas a su estudio y conocimiento, terminan salpicando a sus propios habitantes e instituciones, que de ese modo se "contagian" y se van implicando en su defensa y conservación.

Además el conocimiento del paisaje ha demostrado su eficacia (Consejo de Europa, 2006), a la hora de reforzar y consolidar la imagen de producto (el vino), y de las regiones vitícolas, por lo que suele ocupar un lugar preferente en las estrategias de comunicación de muchas empresas y organismos (DOs) vitivinícolas.

6. LA PROTECCION DEL PAISAJE

España asumió compromisos internacionales que nos obligan a la protección y conservación del paisaje al suscribir en octubre del 2000 el **Convenio Europeo del Paisaje** (en adelante CEP), que entró en vigor el 1 de marzo de 2008. El CEP amplía y desarrolla

anteriores acuerdos internacionales, y vertebrada la protección del paisaje a partir de dos principios básicos: el paisaje como factor de calidad de vida en todo el territorio, y el paisaje como integrante de la identidad cultural de cada sociedad.

Define el paisaje como: "*cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción e interacción de factores naturales y/o humanos*", y distingue tres aspectos fundamentales:

- La base natural y los ecosistemas (que podemos asimilar a los componentes que justifican su interés como patrimonio natural).
- Su condición de producto o resultado de la acción de las sociedades que lo ocuparon a lo largo del tiempo (que está indisolublemente unido a los componentes asociados a su valor como patrimonio cultural).
- La percepción humana, que le confiere diversos valores estéticos, simbólicos o utilitarios, que son los que determinan su aprecio y valoración por parte de la población residente y los visitantes.

Lo novedoso del CEP es que incluye a todos los paisajes europeos independientemente de sus particularidades o su singularidad, desde el punto y hora en que considera que todos los paisajes, incluso los que no reúnen elementos singulares o distintivos, son valiosos, al menos para los habitantes que viven y desarrollan sus actividades en ese territorio.

Otro aspecto a destacar es el gran protagonismo que el CEP reserva a los habitantes de cada territorio en el cuidado y la gestión de sus paisajes, al considerar que la implicación en el cuidado de los paisajes de su entorno inmediato, ayuda a la población residente a apreciarlos y a implicarse en su cuidado y preservación y también, a valorar lo que los paisajes ajenos representan como expresión de la identidad y la cultura de cada pueblo.

7. INICIATIVAS PARA LA PROTECCIÓN DE LOS PAISAJES DEL VIÑEDO

En junio del año 2003 se celebró en Fontevraud (Val de Loire), el primer Coloquio Internacional sobre paisajes vitícolas (Interloire, 2003), en el que participaron científicos y representantes de la mayoría

de las zonas vitícolas que habían conseguido su inclusión en la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO. El encuentro estuvo coordinado por el INAO y patrocinado por la OIV, y entre sus resultados destaca la aprobación de la Carta Internacional de Fontevraud para la protección de los paisajes vitícolas.

La Carta proponía la creación de una red internacional de regiones interesadas en los problemas de gestión y conservación de los paisajes vitícolas, coordinada por el INAO francés. Los firmantes también se comprometían a trabajar conjuntamente para dar a conocer los paisajes vitícolas que aportaban al vino valor añadido, encerraban un notable potencial para generar distintas actividades económicas y contribuían a consolidar y a reforzar la identidad y el atractivo turístico de sus territorios. Con el tiempo esa red, coordinaría posteriormente diversos proyectos europeos (INAO, 2006; IFV, 2015; Herbin, 2015), en los que participaron regiones e instituciones españolas y extranjeras.

Aunque como tuvimos ocasión de comentar con anterioridad algunos de los paisajes declarados Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO se corresponden con paisajes de viñedos, por el momento en esa relación no figura ningún paisaje vitícola español, a pesar de que hay muchos paisajes de viñedos sobresalientes en este país (algunos de los cuales están preparando sus candidaturas), que en algunos casos, ya están protegidos al amparo de otras figuras legislativas por parte de las administraciones autonómicas.

Llegados a este punto conviene recordar que, aunque España suscribió en el año 2000 el CEP, para cuando este entró en vigor (2008), las competencias en protección del paisaje ya estaban transferidas a las CCAA (MMA, 2008), algunas de las cuales aprobaron diferentes iniciativas legislativas destinadas a proteger paisajes y construcciones relacionadas con el mundo de la vid y el vino.

Ocurrió por ejemplo en Cataluña (Busquets, 2003), siempre pionera en todo lo relacionado con la protección del paisaje, que ya en 2002 comenzó a proteger las edificaciones, bodegas y otras construcciones relacionadas con el mundo del vino. De esa época es el trabajo titulado "*Análisis Geográfico y establecimiento de criterios generales para la intervención y la gestión del paisaje vitivinícola de*

la *Denominación de Origen Penedés*", del que se extrajeron importantes pautas y enseñanzas que posteriormente se incorporarían a diversas iniciativas de planeamiento territorial.

En la Rioja (nuestra DO más potente), las primeras iniciativas de protección del Patrimonio material e inmaterial relacionado con la cultura de la viña, surgen a raíz de la aprobación de la *Ley sobre Patrimonio Histórico* en el año 2004, en la que se menciona expresamente la necesidad de proteger *las técnicas constructivas, formas y tipos tradicionales relacionadas con la cultura del vino, las bodegas, construcciones semiexcavadas, o cualquiera otras destinadas a labores vinícolas y agropecuarias, las bodegas de vino con más de cien años de antigüedad*.

En esa ley se recurría a la figura jurídica de Bien Cultural de Interés Regional, para la protección preventiva, entre otros de:

- *Bodegas de vino con más de cien años de antigüedad*.
- *"Paisaje Cultural de Viñedo" (paisajes representativos de la interacción del trabajo humano con la naturaleza)*.

Otras comunidades apuestan por la vía de la Declaración de sus paisajes como Patrimonio de la Humanidad, por ejemplo, con el consorcio formado por los gobiernos de La Rioja y Euskadi para promover la *"Candidatura para la Declaración del Paisaje Cultural del Vino y del Viñedo de la Rioja y la Rioja Alavesa"*, que ha sido desestimada recientemente (2015), pero que con toda probabilidad volverá a presentarse con una candidatura mejorada. En Galicia también estamos trabajando para conseguir eso mismo para el Paisaje de la Ribeira Sacra, y algo similar ocurre en otras denominaciones de origen (Utiel-Requena, por ejemplo).

En resumen y a modo de conclusión, muchos de los paisajes de viñedos encierran un potencial considerable para dar soporte a numerosas actividades ligadas al mundo del vino y la viña, que pueden ser importantes para completar y llenar de contenido la oferta enoturística. Hoy disponemos de una amplia gama de instrumentos jurídicos que se pueden utilizar para recuperar, proteger y garantizar la conservación de esos paisajes a diferentes escalas territoriales y que deberían de ser suficientes para garantizar



Figura 2. Laderas (riberas) abancaladas en la DO Ribeira Sacra.

su sostenibilidad a medio y largo plazo. La combinación de enoturismo y paisaje en una oferta diferenciada y de calidad, puede contribuir a reforzar el liderazgo de nuestro país como destino turístico, especialmente entre la franja de visitantes con mayor poder adquisitivo. La asociación de nuestros vinos con paisajes emblemáticos, también ofrece oportunidades para reforzar la posición/imagen de nuestros vinos en los mercados de exportación.

8. BIBLIOGRAFIA

Busquets, J. 2003. Una propuesta orientada a la Elaboración de un Plan de Gestión del Paisaje de la viña. En Banco de Buenas prácticas en geografía, n° 1, mayo. Se puede consultar en: <http://www.geografos.org/images/stories/interes/BBuenasPracticasPyOT.pdf>.

Consejo de Europa. 2006. Landscape and sustainable development: challenges of the European Landscape Convention. Ediciones Consejo de Europa. Estrasburgo.

Dubrulle, P. 2007. L'Oenotourisme: Une valorisation des produits et du patrimoine vitivinicoles. E-lettre, La Lettre de Vitisphère, n° 239.

Elías Pastor, L.V. 2008. Paisaje del viñedo: patrimonio y recurso. Pasos. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural. Número Especial Vol. 6 N° 2 págs. 137-158.

Elías Pastor, L.V. 2014. El paisaje del viñedo: su papel en el enoturismo. RIVAR, IDEA-USACH, V 1 n° 3, pp.12-32.

Elías Pastor, L.V. 2006. El turismo del vino. Otra experiencia de ocio. Documentos de Estudios de Ocio, n°30. Publicaciones de la Universidad de Deusto. Bilbao. 256 pp. Consultable en <http://www.deusto-publicaciones.es/deusto/pdfs/ocio/ocio30.pdf>.

Francioni, F. y Lenzerini, F. 2008. The 1972 World Heritage Convention, A Commentary. Oxford Commentaries on International Law. Oxford University Press. 600 pag.

Herbin, C. 2015. Laboratoires Paysages Viticoles: Méthodologie de gestion des paysages viticoles a l'échelle des territoires. Actas Giesco 2015, 234-242.

INAO. 2006. Appellation d'origine Contrôlée & Paysage. Ministerio de l'agriculture et de la peche et INAO. Se puede consultar en http://www.inao.gouv.fr/Institut-national-de-l-origine-et-de-la-qualite-INAO/Ouvrages-sur-les-signes-de-qualite-ou-d-origine#eztoc_2_2_1.

Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV). 2015. Gestion des paysages viticoles. Guide méthodologique de la démarche à destination des territoires. 88 pag. Se puede visitar <http://www.vignevin.com/recherche/developpement-durable/paysages-viticoles/laboratoires-paysages-viticoles.html>.

Interloire. 2003. Paysages de vignes et de vins –patrimoine-enjeux- valorisation. Actas du colloque international. Abbaye royale de Fontevraud, julio de 2003.

Ministerio de Medio Ambiente. 2008. Convenio Europeo del Paisaje: textos y comentarios, Editorial Secretaria Técnica del Ministerio de Medio Ambiente.

Rochard, J. 2015. Bases de l'Éco-Oenotourisme: du paysage à la biodiversité des terroirs. Actas Giesco 2015, 754-769.

PRESENTACIÓN DE LOS VINOS DE TARRAGONA

Montserrat Nadal Roquet-Jalmar

Doctora en Biología. Profesora Titular de Fisiología Vegetal. Grupo Vitivinicultura. Facultad de Enología. Universidad Rovira i Virgili

1. INTRODUCCIÓN. DENOMINACIÓN DE ORIGEN

La provincia de Tarragona es la zona vitivinícola que cuenta con el mayor número de Denominaciones de Origen en este sector. Situada en el sur de Cataluña se distingue por una orografía variada, con dos cordilleras paralelas a la costa (pre-litoral y litoral) y cerrando, el delta del Ebro colindante con Castellón. Disfruta de diversos mesoclimas que permiten el cultivo de diferentes variedades viníferas adaptadas a condiciones edafoclimáticas específicas; Siete Denominaciones de Origen protegidas de vinos y la DO Cava: DO Tarragona, DO Terra Alta, DO Conca de Barberá, DO Montsant, DOCa Priorat, DO Cataluña, DO Penedés (zona del bajo Penedés) y la DO genérica Cava.

Los datos más relevantes sobre el clima expresados en medias son: temperatura media anual de 15 °C, con posibilidad de medias de máximas absolutas de 35 °C y de mínimas absolutas de -2 °C. El índice de la integral térmica eficaz (I.T.E.), calculada en base a las temperaturas medias diarias (menos de 10 °C) registradas durante el período vegetativo de la cepa, desde marzo a octubre, está comprendida entre 1.400 y 2.400 grados/día. Las precipitaciones predominantes son en primavera, durante los meses de abril-mayo; y otoño, entre septiembre-noviembre, con medias anuales que oscilan entre 300 y 600 mm.



Figura 1. Denominaciones de Origen en España.

2. DO TARRAGONA

La Denominación de Origen Protegida (DOP) de Tarragona fue reconocida el año 1942. Es una de las denominaciones de origen históricas de Cataluña. La región comprende actualmente las comarcas del Tarragonés, Alt i Baix Camp, una parte de la Ribera d'Ebre y un municipio Masllorenç, del Baix Penedès. Es decir, se trata de una región en la cual se pueden distinguir dos áreas bien diferenciadas: una zona costera y una de interior.

El ánfora que aparece en el logotipo de la DOP Tarragona sintetiza la presencia milenaria de la vitivinicultura en esta región, a la vez que ilustra la vocación exportadora que ha tenido siempre. Y lo cierto es que a partir del siglo I dC, desde Tarraco, capital y centro político de una extensa provincia de Hispania, y puerto comercial de primer orden, zarpaban muchos barcos cargados de ánforas llenas de vino en dirección a la capital del Imperio, pero también había muchas que iban hacia la Galia, Germania o Britannia, los mismos destinos donde, siglos más tarde, llegarían los vinos y aguardientes elaborados en este territorio.

A partir de mediados del siglo XVII, comerciantes ingleses y holandeses se establecieron en el Campo de Tarragona, en ocasiones haciendo sociedad con

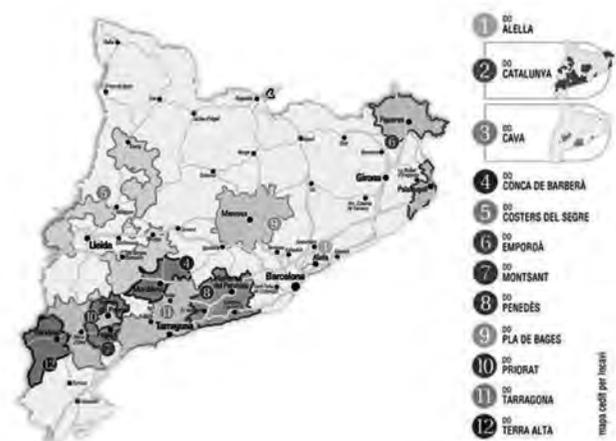


Figura 2. Denominaciones de Origen en Cataluña.

negociantes catalanes, para garantizar los envíos, sobre todo de aguardiente, hasta sus países desde donde se reenviaban hasta los puertos del mar Báltico, escandinavos, alemanes, polacos o rusos. En la segunda mitad del siglo XIX, de la región tarraconesa salieron ingentes cantidades de vino para proveer la creciente demanda francesa en unos momentos en que las viñas del país vecino estaban siendo destruidas (desde 1863) por la filoxera. Este floreciente período económico permitió la construcción de grandes cooperativas de estilo modernista, atribuidas a un grupo de discípulos de Gaudí, capitaneados por César Martinell, que se extendieron por Tarragona desde Nulles hasta las zonas de Conca de Barberà y Terra Alta.

La producción máxima admitida es de 12.000 kg/ha para las variedades blancas y 10.000 kg/ha para las variedades tintas. El rendimiento de extracción del vino no debe ser superior a 70 litros por cada 100 kg de vendimia, es decir, que el rendimiento máximo sea de 70 hl/ha para variedades tintas y 84 hl/ha para las variedades blancas.

Variedades blancas: Chardonnay, Garnacha blanca, Moscatel de grano menudo o de Frontignan, Moscatel de Alejandría, Parellada (Montonenc o Montonega), Sauvignon blanco, Subirant parent o malvasía, Macabeo, Xarello, Cartoixà: como sinonimia de Xarello, Xarello vermell, Sumoll blanc, Vinyater, Malvasía de Sitges o Malvasía Grossa

Variedades tintas: Cabernet sauvignon, Garnacha, Merlot, Monastrell o garrut, Pinot noir, Samsó o carignan, Sumoll, Syrah, Ull de llebre.

La DOP Tarragona produce vinos secos blancos, rosados, tintos y vinos de licor, a destacar entre estos últimos:

- a) Mistela blanca.
- b) Mistela negra.
- c) Vino dulce natural: moscatel, garnatxa dulce, vinos de misa, vimblanc.

Elaborados preferentemente a partir de las variedades de uva Garnacha blanca, Garnacha tinta, Garnacha peluda, Macabeo, Moscatel de Alejandría y Moscatel de grano menudo.

- d) Vino rancio. Elaborado a partir de vinos blancos o tintos, obtenidos a partir de las variedades blancas

Garnacha blanca y/o Macabeo, o de la variedad tinta Garnacha tinta.

- e) Vino garnacha. Elaborado a partir de uva sobremadurada, con un grado alcohólico volumétrico natural mínimo de 14% vol. y de máximo de 20% vol. Se envejece en barriles de madera de roble.

- f) Vino espumosos de calidad

- g) Vino de aguja

Los suelos de la zona del Tarragonés, formados por materiales originarios arcillosos vienen acompañados de una corteza calcárea zonal que impide el cultivo de los sectores más expuestos a la erosión, favoreciendo los cóncavos que, enriquecidos por el aporte lateral, son ocupados por viña. En cualquier caso, no hay muchos bancales, aunque se han transformado las superficies originales mediante una ligera nivelación. La Ribera presenta una viña distribuida en terrazas necesarias para paliar el desnivel del terreno. Los suelos vitícolas proceden de materiales calcáreos: arcillas, margas, calizas, areniscas y conglomerados. En esta zona, hay un mayor déficit hídrico que explicaría un menor volumen de cosecha por hectárea y una mayor graduación en las zonas de interior.

En cuanto a los análisis químicos, los suelos tienen un contenido normal en caliza activa que oscila entre 2,5% y un 27,75%. El valor del pH complementa el significado de la caliza activa ya que se encuentra situado entre 7,11 y el 8,63 (pH en agua), son ligeramente básicos. La cantidad de materia orgánica de los suelos se sitúa entre 0,7% y 1,3%, son terrenos con un contenido relativamente bajo en materia orgánica. El tipo de terreno dominante, en referencia a la textura, son los francos.

La existencia de la Cordillera Prelitoral obstaculiza las influencias climáticas de tipo homogéneo, teniendo repercusiones agrarias por la creación de numerosos microclimas dentro de la misma región, principalmente la división del sector litoral, de influencia marítima, y el sector interior, con influencia continental. La combinación del tipo de suelo y la climatología diferente en el Camp de Tarragona y en la comarca de La Ribera d'Ebre, dan lugar a que los vinos que se producen sean claramente diferentes entre estas dos subzonas.

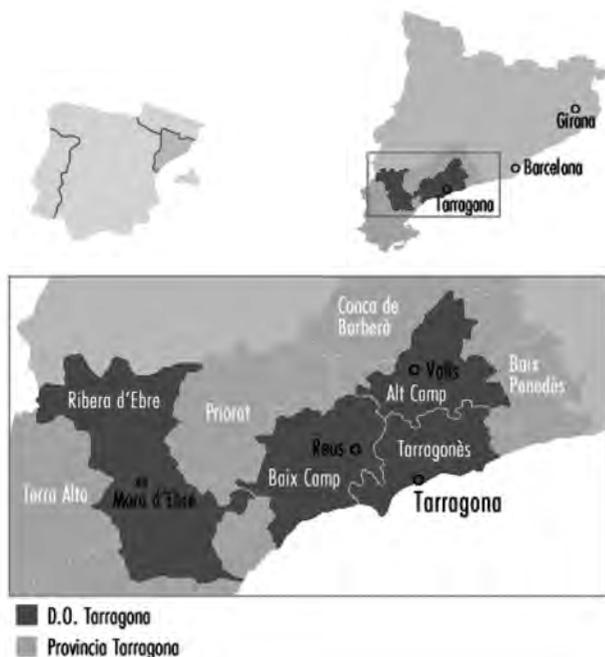


Figura 3. Denominación de Origen protegida Tarragona: subzona Tarragona y subzona Ribera de Ebre.

3 DO Conca de Barberà



Designation of Origin Regulatory Council
CONCA DE BARBERÀ
 C. Sant Andreu, 18 - 43000 MONTBLANC
 Tel: 977 86 12 32 - Fax: 977 86 24 24
 www.concadebarbera.com
 or@concadebarbera.com



Figura 4. Denominación de Origen protegida Conca de Barberà.

3. DO TERRA ALTA

La DOP "Terra Alta" fue reconocida provisionalmente el año 1972. La zona de producción y elaboración de la DOP "Terra Alta" está situada en el sur de Cataluña, entre el río Ebro y la frontera con tierras aragonesas y comprende los 12 términos municipales de la comarca de la Terra Alta: Arnes, Batea, Bot, Caseres, Corbera d'Ebre, La Fatarella, Gandesa, Horta de Sant Joan, El Pinell de Brai, La Poble de Massaluga, Prat de Comte y Vilalba dels Arcs. La altitud sobre el nivel del mar oscila entre los 250 y los 1.000 metros. No obstante, por toda la zona geográfica las plantaciones de viña se encuentran en altitudes comprendidas entre los 350 y los 550 metros, aproximadamente.



1972 // 12 municipis, 47 cellers, 9.224 ha



Figura 5. Denominación de Origen protegida Terra Alta.

Se distingue por su tradición vitivinícola casi milenaria (la Orden de los Templarios a través de las Costumbres de Orta, de 1296, y las Costumbres de Miravet, de 1319, ya dejaba constancia del cultivo de la viña y la producción de vino en la región), unos municipios con vida e identidad vitivinícola propia, el patrimonio familiar de viñas y bodegas (a

menudo asociado al cooperativismo), la pasión, la humildad y el esfuerzo en el trabajo, son los rasgos destacables que perfilan el saber hacer de los productores y elaboradores de la DOP "Terra Alta". Posiblemente y, a pesar de la importancia y calidad de los vinos tintos, el testimonio más evidente de esta cultura es necesario buscarla en el vino blanco. Durante la primera mitad del S. XIX, el célebre escritor Joan Perucho, e incluso Pablo Picasso, sabían que los vinos de la Terra Alta se distinguían entre vírgenes o "brisats", que se caracterizaban por ser vinos obtenidos por la fermentación de uva blanca entera estrujada (mosto y hollejos fermentan conjuntamente).

En el periodo precedente a la revolución tecnológica (que tuvo su comienzo en la década de los 80), se habían hecho populares los vinos denominados como "de Gadesa" o "de Batea", especialmente blancos brisados, pero también tintos.

Es a través de las garnachas donde se hace más evidente uno de los rasgos diferenciadores de la zona: el predominio de las variedades tradicionales. Destaca aquí un testimonio histórico fechado en 1647 que deja constancia de una plantación de "Vernatxa", en el término municipal de Gadesa. La **Garnacha blanca**, la **Garnacha tinta** y la **Garnacha peluda** son las variedades de uva predominantes. De hecho la zona es la región vitivinícola mundial con mayor concentración de la variedad Garnacha blanca. Estas, junto con el **Macabeo**, la **Parellada** y el **Samsó**, suman tres cuartas partes de la superficie de cultivo. Hay que destacar que de forma agronómica, todas las garnachas y el Samsó están perfectamente adaptadas en los emplazamientos tradicionales de cultivo. La clasificación de estas como "recomendadas" evidencia el fomento de estas plantaciones por parte del Consejo Regulador. Por lo que respecta a las demás variedades de uva clasificadas, en carácter general, las características del terruño hacen que sean de época de maduración media y tardía las que permiten desarrollar la viticultura característica de la zona de producción en emplazamientos no tradicionales. También es destacable la existencia de plantaciones de edad adelantada de la variedad de uva tinta denominada "**Morenillo**", la cual se encuentra en proceso de reconocimiento y clasificación.

Cabe diferenciar las variedades recomendadas y las autorizadas (introducidas recientemente):

Variedades Blancas: Garnacha blanca, Macabeo y Parellada.

Variedades Tintas: Garnacha negra, Garnacha peluda y Samsó (sinónimos: Mazuela, Carignan).

Variedades de uva autorizadas:

- Blancas: Chardonnay, Chenin blanco, Moscatel de grano grande (sinónimo: Moscatel de Alejandría), Moscatel de grano menudo (sinónimo: Moscatel de Frontignan), Pedro Ximénez y Sauvignon blanco.
- Tintas: Cabernet franc, Cabernet sauvignon, Garnacha tintorera, Merlot, Syrah y Ull de llebre.

En cuanto a los vinos, destacar los siguientes productos:

Vino blanco: entre 12,5 y 15% vol., con excepción de los obtenidos exclusivamente de la variedad Parellada donde el mínimo será de 11.

Vino rosado: entre 12 y 15% vol.

Vino tinto: entre 12,5 y 15% vol.

Vinos de licor: entre 15 y 20% vol.

Vino espumoso: entre 11 y 12,5% vol.

Vino de aguja: entre 11 y 12,5% vol.

La producción máxima admitida por hectárea es de 10.000 kilogramos para las variedades blancas y 8.000 kilogramos para las variedades tintas. La producción según rendimiento en vino admitida por hectárea resultante es de 70 y 56 hl/ha para blancos y tintos, respectivamente.

Los suelos más profundos se encuentran en los emplazamientos del tipo banal, mientras que en los costeros y los llanos, la profundidad es mucho más variable. En términos más generales los suelos vitícolas de la zona presentan un predominio de texturas francas, medias o moderadamente grandes (franca, franco-arcillosa, franco-arenosa y franco-limosas); tienen una capacidad de retención de agua media, limitada en algunos casos por la profundidad y la presencia de elementos gruesos; son pobres en materia orgánica y ricos en carbonato cálcico y caliza activa. Con todo eso, la fertilidad de los suelos vitícolas de la Terra Alta oscila entre baja y moderada. De entre todos los perfiles, destacan los denominados localmente de "**Panal**", muy equilibrados a nivel de todas las propiedades anteriormente descritas y con menor contenido de caliza.

El clima de la zona geográfica es del tipo Mediterráneo Seco, no obstante, los inviernos fríos y amplitud térmica elevada nos llevan a decir que la zona se caracteriza por cierta continentalidad. Las lluvias oscilan entre 485-592 mm anuales; el Cierzo, viento seco de componente Noroeste, domina durante el periodo Septiembre-Junio, mientras que durante el periodo Junio-Agosto el viento dominante es el denominado localmente "Garbinada". La garbinada representa el conjunto de marinadas, vientos de mar hacia tierra, de componente Sur y Sureste, que no se tienen que confundir con el denominado Ábrego (viento de componente Suroeste).

Igual que a Tarragona, se producen vinos de licor; en su elaboración se adiciona alcohol vínico de calidad con un grado alcohólico volumétrico superior a 95% vol. e igual o inferior a 96% vol. Los vinos alcanzan al final de su elaboración graduaciones entre 14 y 16% vol.

Hoy día, la Terra Alta promueve con éxito la garnacha blanca; es la variedad estrella de la DO Terra Alta y ha sido premiada en diversos concursos mundiales. Dispone de un distintivo de garantía específico para los vinos de garnacha blanca, para ello los vinos han de cumplir dos requisitos ineludibles: que estén elaborados 100% con garnacha, y además, que obtengan un mínimo de 85 puntos en el examen del comité de degustación. En Gandesa, la capital de la Terra Alta y epicentro del sector, se celebra "la Festa del Vi", durante el fin de semana de todos santos (1 de noviembre).

4. DOCA PRIORAT

La comarca del Priorato cuenta con una extensión de aproximadamente 496 km² y una orografía caracterizada por montañas de pendientes pronunciadas como lo son la sierra de Llavería, de Santa Marina y parte de la sierra de Montsant. La Denominación de Origen se estableció el 23 de julio de 1954, y posteriormente por la alta calidad de los vinos producidos obtiene la Denominación de Origen Calificada, el 18 de diciembre del 2000. No todos los municipios de la comarca del Priorato pertenecen a la Denominación de Origen Calificada. En total son unas 1.970 hectáreas, según datos del Consejo Regulador.

La primera expansión de la viña en los pueblos y territorios que actualmente forman parte de la comarca del Priorato tuvo lugar durante la Edad Media, especialmente con la conquista y repoblación de la zona, hasta entonces en manos de los árabes, por parte de los ejércitos cristianos. El pueblo de Siurana fue el último enclave musulmán de Cataluña, no fue reconquistado hasta 1153. A pesar de todo, fue durante la cristianización cuando, de la mano de los monjes cartujanos de Scala Dei, el cultivo se convirtió en indisoluble de esta tierra, aportando nuevas técnicas de cultivo que potenciaron el crecimiento de las viñas por toda la zona. La implantación de la Cartuja fue lo bastante importante como para dar nombre en toda una comarca geográfica: Priorato (tierras del prior), en la que actualmente conviven dos denominaciones de origen protegidas (DOcaPriorat y DO Montsant).

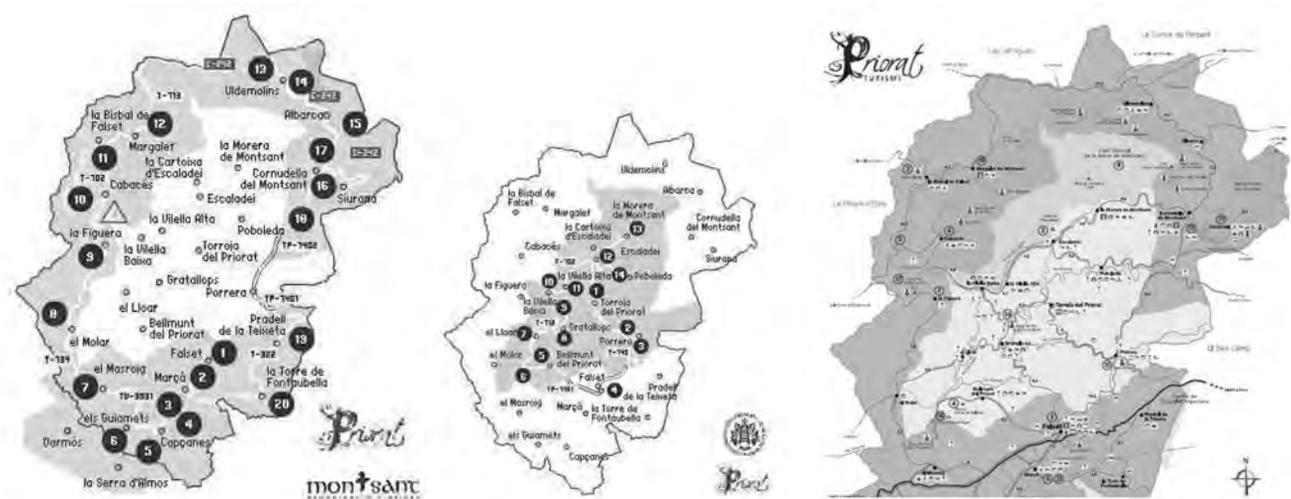


Figura 6. Denominación de Origen protegida Montsant y Denominación de Origen protegida Calificada Priorat.

El comercio con los países extranjeros a través de Reus contribuyó durante siglos a sus éxitos internacionales. El punto álgido de este comercio llegó el siglo XIX, cuando los vinos de Priorat se exportaban a Francia, destinados a los comerciantes de Burdeos. Estos vinos estuvieron presentes y premiados en las grandes Exposiciones Universales del siglo XIX y principios del XX. A finales del siglo XIX, la plaga de la filoxera desencadenó una larga crisis en el sector. Este hecho propició la aparición de cooperativas, al principio del siglo XX, que contribuyeron a mantener el cultivo en la zona y evitó la despoblación.

Varietades: El Priorat era conocido desde la segunda mitad del s XIX por la elaboración de vinos tintos a partir de las variedades garnacha negra, garnacha peluda y cariñena, mientras que las variedades blancas representaban un débil porcentaje del total con garnacha blanca como mayoritaria y, la existencia de cepas testimoniales de macabeo, escanyavella, taladrado blanco y pedro ximenes entre otros. Los vinos tintos eran potentes, con elevado grado alcohólico, ásperos y de un color rojo muy oscuro, de los cuales existía un importante mercado en la exportación. Las dos variedades base de los vinos del Priorat se complementan a la perfección, la garnacha aportando el aroma y grado, la cariñena, contribuyendo con el elevado contenido de polifenoles en el cuerpo del vino y dando la acidez que le falta a la primera.

Las variedades autóctonas de la región por antonomasia son las variedades tintas garnacha y cariñena. En tiempos pasados la garnacha era más abundante que cariñena, puesto que era apreciada por ser más delicada y disfrutar de una elevada concentración en azúcares. Además de las variedades autóctonas típicas de la zona, garnacha negra, garnacha peluda y cariñena, coexisten las de origen foráneo como cabernet sauvignon, la más extendida, y otras como merlot y syrah.

En cuanto a las blancas autóctonas, garnacha blanca, macabeo y la pedro ximenez (en un porcentaje muy pequeño); y la recientemente introducida en la DOCa de origen francés la chenin, que también representa un porcentaje muy débil.

Varietades tintas recomendadas:

- Garnatxa negra.
- Samsó o Mazuela o Cariñena.

Varietades tintas autorizadas:

- Garnatxa peluda.
- Cabernet sauvignon.
- Cabernet franc.
- Ull de llebre.
- Pinot noir.
- Merlot.
- Syrah.
- Picapoll negre.

Varietades blancas autorizadas:

- Garnatxa blanca.
- Macabeo.
- Pedro Ximénez.
- Chenin.
- Moscatel de Alejandría.
- Moscatell de gra petit.
- Pansal.
- Picapoll blanc.

Dependiendo de la pendiente que presente el terreno, la viña puede estar con el sistema de conducción en vaso o en espaldera, pero este último sistema estará sobre terrazas construidas artificialmente con taludes de diferentes alturas, limitando las vendimias a hacerlas en forma manual. Las producciones autorizadas son de 6.000 kg/ha y de 8.000 kg/ha para espalderas. Las densidades de plantación no superan las 6.500 vides/ha.

El rendimiento del vino respecto de la vendimia no tiene que superar el 70%. La crianza de los vinos blancos y tintos se establece en un año en madera de roble, que en caso de los tintos se amplía a dos años, uno de ellos al menos en madera y el resto en botella. Según el consejo regulador de la DOCa Priorat, establece para el tipo de vino tinto, un grado alcohólico volumétrico adquirido de 13,50% vol.

Los vinos que se elaboran en la DOCa tienen que alcanzar una graduación alcohólica determinada según los diferentes tipos:

Blancos y Rosados: graduación mínima de 13% vol.

Tintos: graduación mínima de 13,5% vol.

Vinos de licor: las mistelas, una graduación mínima de 14,5% vol.; los vinos dulces y semidulces con una graduación mínima de 15% vol.; los rancios, una graduación mínima de 14,5% vol.

Desde el punto de vista agronómico los suelos son pedregosos y arenosos, poco fértiles, pobres en materia orgánica, el carácter metamórfico de los

materiales gruesos facilita el rompimiento de las pizarras en la dirección de las capas de estratificación, y por ello se forman piedras de licorella aplanadas que cubren el suelo. En las pendientes estas piedras ayudan a evitar la erosión. Se podría hablar de dos grupos de suelos geológicos: los suelos de licorella y los graníticos, donde en el primer grupo son terrenos desarrollados sobre esquistos paleozoicos del carbonífero y a veces se alternan con materiales silicios o cimientos calcáreos. El segundo grupo son suelos graníticos formados por material descompuesto procedente del granito precámbrico. El suelo del Priorato está se pueden clasificar en 3 tipos: la licorella, el sauló y calcáreas.

5. DO MONTSANT

Las primeras Denominaciones de Origen vinícolas españolas fueron reconocidas el año 1932, en el Estatuto del Vino promulgado por el gobierno estatal, entre las que figuraban DOP Priorat y DOP Tarragona. En 1954 se aprobó el primer reglamento de la DOP Priorat, circunscrita a la zona central de la comarca que históricamente estaba bajo el dominio de la Cartuja de Scala Dei; anteriormente, en 1945 se había aprobado el reglamento de la DOP Tarragona, que abarcaba una amplia zona de la provincia. Dentro de los límites de la DOP Tarragona se diferenciaba la "subzona Falset", que se situaba en la zona actual de la DOP Montsant. Finalmente, teniendo en cuenta las características específicas de nuestros vinos y la importancia del cultivo de la viña en la zona, el año 2001 se aprobó la creación de la Denominación de Origen Montsant.

El territorio que configura la DOP Montsant está delimitado por un semicírculo de montañas que, visto sobre un mapa, le confieren una forma singular. Por el norte la Denominación de Origen Protegida queda configurada por las sierras de Montsant y La Llena, que la conectan con las frondosas Montañas de Prades. Por levante, los límites los marca la cordillera prelitoral de Argentera, la Mola de Colldejou y Llaberia, que nos anuncian la presencia próxima del mar; en el lado opuesto, a poniente, encontramos las sierras de La Figuera y del Tormo. En el sur, el territorio se vuelve más abierto hacia el río Ebro, donde se encaminan los ríos Siurana y Montsant, que junto con la riera de Capçanes son los cursos de agua que riegan nuestro territorio.

La elaboración de vinos protegidos se realizará exclusivamente con uvas de las variedades de *Vitis vinifera* autorizadas y recomendadas relacionadas a continuación:

Variedades blancas:

Chardonnay.
Garnacha blanca.
Macabeo.
Moscatel de grano menudo.
Pansal.
Parellada.

Variedades tintas:

Cabernet sauvignon.
Samsó, mazuela, carignane.
Garnacha tinta.
Garnacha peluda.
Merlot.
Monastrell.
Picapoll tinto.
Syrah.
Ull de llebre.

La producción máxima admitida por hectárea es de 88,8 hl para las variedades blancas, y 74 hl para las variedades tintas, (12.000 kg de uva para las variedades blancas y 10.000 kg de uva para las variedades tintas). La formación de la cepa y su conducción deberá ser la que se considere óptima para obtener la máxima calidad y riqueza aromática de los vinos, con una densidad de plantación máxima de 6.000 cepas/ha.

La orografía de la DOP Montsant es variada, accidentada y abrupta en general, aunque se vuelve suave en algunas zonas, especialmente hacia el sur. También las características de los suelos presentan una gran diversidad de orígenes y de composición, alternándose como un mosaico. En el caso de Montsant, este terreno accidentado y el predominio de variedades como la garnacha o cariñena contribuyen a dibujar vinos con mucho cuerpo y una marcada personalidad. Vinos que se apoyan en la profundidad de las viñas viejas y en estructuras vnicas más duraderas.

La vendimia se realizará con el grado de madurez necesario para la obtención de vinos con una graduación alcohólica volumétrica natural igual o superior al 10% vol. Para los vinos secos y 12% vol. para los vinos de licor.

Los vinos tintos son, sin ningún tipo de duda, los reyes de la DOP. Tanto la cariñena como la garnacha tinta se encuentran en toda la DOP. Dan vinos con cuerpo, muy aptos para la crianza, sobre todo si se controla el rendimiento de la cepa y se vinifican adecuadamente. La variedad ull de llebre predomina en la zona sur, más cálida. El resto de variedades tintas (cabernet sauvignon, garnacha peluda, merlot, monastrell, picapoll tinto, syrah), en mucha menor cantidad, se adaptan bien a las diferentes viñas de la DOP, dando productos de calidad, equilibrados, aromáticos y con cuerpo, que aportan el rasgo diferenciador en las diferentes mezclas. Los vinos blancos están elaborados casi exclusivamente con las dos variedades tradicionales de la zona, la garnacha blanca y el macabeo. Mientras que el macabeo da vinos más finos, la garnacha blanca, con más cuerpo y estructura, es muy apta para hacer crianzas o fermentar en barricas de roble, a pesar de la tendencia natural a oxidarse. El resto de variedades blancas (chardonnay, garnacha encarnada, moscatel de grano menudo, parellada y picapoll blanco), aportan matices en la mezcla final.

Suelos: Podemos distinguir principalmente tres tipos de terrenos:

- Suelos compactos, de carácter calcáreo, donde predominan los materiales sedimentarios provenientes de la acción de la erosión y de la sedimentación de los ríos. También encontramos terrenos rojizos, con un alto contenido de arcillas, situados en la periferia de la denominación. Estos suelos aportan complejidad a los vinos de la DOP.
- Suelos disgregados formados por arenas graníticas que provienen de la erosión de masas de conglomerados. Los encontramos principalmente en la zona de Falset. Son terrenos con baja proporción de materia orgánica y poca capacidad de retención de agua. Estos suelos aportan suavidad a los vinos blancos y rosados y más estructura en general en todos los vinos.
- Suelos pedregosos formados por pizarras silíceas que en la zona se conocen como "llicorella". Son terrenos pobres en materia orgánica. De la erosión de estas piedras también encontramos tierras rojas de arcillas más compactas.

Este tipo de suelos aportan mineralidad y amplitud de tonalidades en los vinos.

La climatología de la DOP Montsant viene marcada por el perfil accidentado de las montañas, la influencia del río Ebro (especialmente en la zona sur), y por los vientos de mar. Por estos motivos, el clima mediterráneo resulta marcado por una cierta continentalidad. El efecto de las montañas, que protegen parcialmente de la influencia marítima, se traduce en un contraste bastante acusado entre las temperaturas diurnas y nocturnas en el momento de la maduración de la uva. Esta diferencia ayuda a elevar el nivel de polifenoles para producir vinos más consistentes, en los vinos blancos, rosados y tintos jóvenes se convierten en afrutados y frescos, y en los vinos tintos de crianza, ganan en complejidad aromática. La temperatura media de las mínimas es en torno a los 7 °C, y las medias de las máximas no superan los 20 °C. En general, los inviernos son fríos y los veranos secos y calurosos.

Las precipitaciones de entre 500-600 litros/m² anuales se distribuyen de manera desigual durante el año, concentrados especialmente en primavera y otoño. En verano, los vientos húmedos que llegan del mar empiezan a soplar por la tarde. Esta aportación de humedad ayuda a las viñas durante la seca temporada de maduración. Esta climatología es muy adecuada para la elaboración de vinos de licor de uvas ligeramente sobremaduradas a partir de la Garnacha tinta y de la garnacha blanca. Dada la orografía de la DOP Montsant, podemos encontrar infinidad de microclimas que hacen que cada parcela vitícola tenga características especiales.

6. PRESENTACIÓN Y CATA DE LOS VINOS DE TARRAGONA

DO Tarragona



2014 Blanco aromático URV.

Bodega experimental URV (Universidad Rovira i Virgili).

VARIETADES: Malvasía y moscatel grano pequeño.

Nota de cata:

Vino suave, terpenico (destacan los aromas florales de jazmín y rosa); entrada fresca y agradable, con carácter mediterráneo que se percibe al final de boca, en sutiles notas vegetales. Vino adecuado para beber al inicio de las comidas para despertar el apetito.

DO Tarragona



Vino espumoso URV: Blanc de blancs.
Bodega experimental URV (Universidad Rovira i Virgili).

VARIEDADES: macabeu, xarello y parellada.

Nota de cata:

Espumoso de burbuja fina, fresco, con notas anisadas procedentes del macabeu y un punto ligero de amargor al final de boca que le da carácter de cava brut. En el embotellado se añaden solo 5 gramos por litro de azúcares, que corresponde al nivel más bajo de concentración dentro de la categoría "brut".

Campo experimental y bodega de la URV (Facultad de Enología de Tarragona:

Dispone de las infraestructuras mínimas necesarias para procesar los 50.000 Kg de uva procedente de las 15 variedades viníferas que han sido plantadas en el campo experimental. La amplia distribución varietal, junto con la necesidad de plantear diferentes vinificaciones con fines docentes ha condicionado el dimensionamiento de los equipos de la bodega.

La existencia de diversas variedades con ciclos de maduración de diferente duración permite la realización progresiva de vendimias y acomoda el trabajo en bodega de estudiantes y profesores, actividad que tiene lugar desde mediados de agosto hasta finales de septiembre. La diversidad varietal y la multiplicidad de técnicas aplicadas en la producción de vinos facilitan la obtención de una extensa gama de vinos

DO Terra Alta

Blanco joven de Garnatxa Blanca y Viognier.

Bodega: Barbara Forès.

VARIEDADES: Garnacha Blanca y 3% de Viognier.

2014: Comenzó la vendimia el día 3 de septiembre y a lo largo del periodo de maduración se dieron importantes cambios en el clima; intercalándose episodios de calor, lluvia, humedad... Estos condicionantes retrasaron la

fecha de vendimia de la garnacha respecto a años anteriores.



El 3 de septiembre se vendimió el Viognier, y la Garnacha Blanca entre el 8 y el 20 de septiembre. Maceración pelicular en frío durante 24 horas y posterior prensado. 15 días de fermentación en depósitos de acero inoxidable.

Nota de cata:

Color limón pálido con reflejo acerado. Nariz intensa, fragante, aromas de fruta blanca (pera), flores blancas (cerezo, almendro), hierba fresca recién cortada e hinojo. Boca untuosa, carnosa, fresca.

DO Conca de Barberà

Tinto joven: Cuca de Ilum.
Succès Vinícola.

VARIEDADES: Trepat 100%.



La edad media de las cepas de trepat es de unos 35 años. Se practica una viticultura tradicional racional, respetando al máximo el ecosistema y realizando las variaciones oportunas de las técnicas vitícolas anuales en función de la añada.

Vendimia manual en cajas. Selección manual de la uva. Fermentación espontánea en depósitos de acero inoxidable. Maceración de aproximadamente unos 35 días. Maloláctica espontánea en barricas de 300 y 500 litros.

Nota de cata:

Vino joven de capa media donde destaca la fruta y el frescor, cualidad que nos permite acompañar entrantes y carnes blancas. La trepat es una variedad de contenido medio en tanino, de carácter mediterráneo, con aromas suaves de cereza y frutas. Al final de boca, la buena acidez y la fruta le confieren frescor y juventud al vino.

DO Tarragona

Tinto Syrah.
Vinya Janine.

VARIEDADES: Syrah.

Vino varietal, pequeña producción, cosecha manual, vendimia a mediados de septiembre de 2011. Fermentación con temperatura controlada. Larga extracción-maceración con hollejos.



Nota de cata:

Color cereza bien cubierto y vivo, con toques claramente violáceos.

En nariz aromas de fruta madura (moras y ciruelas), con un cierto carácter mineral sobre un fondo discreto de madera. En boca es franco, con buen cuerpo y equilibrado, sabroso, taninos muy maduros perfectamente fundidos con el cuerpo y acidez ajustada. En postgusto, presenta buena persistencia, con notas especiadas y de cacao.

Medalla de oro con el SYH 2013. Vino tinto semi-crianza y monovarietal de syrah (CWWSC)

DO Tarragona



Tinto criança URV (aniversario 25 años Facultat d'Enologia).

Bodega experimental URV (Universidad Rovira i Virgili).

VARIETADES: Cabernet sauvignon, Merlot, Tempranillo (ull de llebre).

Nota de cata:

Color granate y capa media-alta. Vino afrutado y goloso, con notas especiadas y tostados. En boca se perciben los taninos ocupando toda la cavidad bucal. Buen cuerpo y persistencia.

DO Montsant



Tinto Furvus.

Vinyes Domenech.

VARIETADES: Garnatxa, Merlot.

Nota de cata:

Color rubí con ribete púrpura. Destaca por los aromas intensos de frutas rojas y negras. Amplio en la boca, con cuerpo y estructura. Un vino con elegancia y untuosidad, debido a sus taninos. Post-gusto largo y afrutado.

DOCa Priorat



La fuina 2007.

Bodega Els pins vers.

VARIETADES: Cabernet sauvignon (45%), Garnatxa (35%), Cariñena (20%).

Fecha de vendimia: Según variedades y el año, entre el 10 de septiembre y el 15 de octubre.

Nota de cata:

Color cereza picota, de capa intensa. En nariz destacan en primer lugar los aromas frutales de moras y cassis, que dejan paso a notas elegantes de especias tipo clavo, canela y cacao. Al final surgen aromas suaves de frutos secos y notas balsámicas de la familia de los mentoles.

En boca, el vino presenta una corpulenta estructura con taninos persistentes que envuelven toda la cavidad bucal dejando un recuerdo final de frutos secos y especias.

DOCa Priorat



Lo givot 2011.

Bodega Celler del Pont.

VARIETADES: Garnatxa, Cariñena (mazuela-samsó), Cabernet sauvignon, Syrah.

Vendimia de garnatxa es en la primera semana; syrah en la segunda semana, y cabernet y cariñena al final del mes de septiembre. Fermentación en depósitos pequeños de 1.000, 1.500 y 2.000 litros. Maceración y pigéage entre 15 y 35 días según variedades.

Envejecimiento de 12 a 14 meses en barricas nuevas y de segundo vino, de roble francés (90%) y americano (10%).

Nota de cata:

En nariz nos llegan aromas de frutas negras, notas elegantes de especias y tostados procedentes del paso del vino por barrica. En agitación de la copa surgen pinceladas de aroma balsámico y de mineral en la retronasal.

En boca buen ensamblaje de grado y acidez, fresco, con taninos maduros y persistentes.

7. BIBLIOGRAFÍA

<http://www.fichasddoo.com/denominacion/41/terra-alta/>

<http://www.fichasddoo.com/denominacion/34/conca-de-barbera/>

<http://www.fichasddoo.com/denominacion/40/tarragona/>

<http://www.fichasddoo.com/denominacion/33/cataluna/>

<http://www.dotarragona.cat/es/>

J.A. Lopez-Bustins, E. Pla, M. Nadal, F. De Herralde, R. Savé. (2014). Global change and viticulture in the Medite-

rranean region: a case of study in north-eastern Spain, Spanish Journal of Agriculture Research, Vol: 12 (1) 1-12.

Edo, M. Nadal, M. et Sánchez-Ortiz, A. Anthocyanin composition in carignan and grenache grapes and wine as affected by plant vigour and bunch uniformity. 2014. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin. ISSN: 1151-0285. Vol. 48 No. 3, 201- 217. (2014).

Edo, M. Nadal, M. Sánchez-Ortiz, Lampreave, M. Vine vigor and cluster uniformity on *Vitis vinifera* L. seed procyanidin composition in a warm Mediterranean climate. Spanish Journal of Agricultural Research ISSN: 1695-971X Vol. 12 No. 3, 772:786. (2014).

Nadal, M. Sánchez-Ortiz, A. Repercusiones del Cambio Climático en la composición de la uva y del vino de la variedad Mazuela en la DOCa Priorato. Enoviticultura. Spanish Wine Magazine. Diciembre 2014. ISSN 2013-6099.

Nadal, M. et Sánchez-Ortiz, A. Variabilidad Parcelar y maduración fenólica de *Vitis vinifera* cv. Garnacha en viticultura de terrazas en la DOCa Priorato. Enoviticultura. Spanish Wine Magazine. December 2014. ISSN 2013-6099.

Nadal, M. Sánchez-Ortiz, Lampreave, M. Edo, de Herralde, F. Analyse Inter parcellaire de la maturité des raisins et la composition des vins de Carignan dans l'AOC Priorat. 9^{ème} Symposium International d'œnologie, Bordeaux. Editorial: Dunod (<http://www.dunod.com/>) 255-260 (2012) ISBN: 978-2-10-057.

Nadal, M. et Sánchez-Ortiz, A. Territorios de vino: el Priorat. Territoires du vin [en ligne], 03.2011: Los territorios del vino en España, 28 février 2011. <http://revuesshs.ubourgogne.fr/territoiresduvin/document.php?id=942>. ISSN: 1760-5296.

Nadal, M. Sánchez-Ortiz, A. de Herralde, F. C. Biel. Carignan growth and wine quality influenced by steep slopes and stony soils in the AOC Priorat, northeast Spain. EGU European Geosciences Union. Vienna 27 April – 02 May 2014.

Nadal, M. Sánchez-Ortiz, A. de Herralde, F. Efectos del cambio climático en la fenología y calidad fenólica de uva y vino en viticultura de terrazas. DOCa Priorato, Tarragona. Gienol 2013, Madrid, 18-21 junio.

Nadal, M. Sánchez-Ortiz, A. Lampreave, M., Savé, R. de Herralde, F. Vintage effect of phenology, yield and wine composition of cv *vitis vinifera* Carignan in a warm region (AOC Priorat, Spain). IXe Congrès International des Terroirs Vitivinicoles. Dijon (FRANCIA) 2012.

—XVI—

MUCHO MÁS QUE VINO



VITICULTURA

VARIEDAD Y PORTAINJERTO: INTERACCIÓN CON EL TERROIR

Jesús Yuste Bombín

Especialista en Viticultura. ITACYL, Valladolid

1. INTRODUCCIÓN, CONCEPTO DE TERROIR

El objetivo o propósito de cultivar viñedo para producir uva y vino implica un "continuo" de factores y procesos que interaccionan entre sí. Basándose en dicho concepto, la conjunción de la variedad vinífera con el medio ambiente (lugar, suelo, clima) es lo primero, después continúa con el diseño de la plantación, la formación de la cepa, la poda, la conducción y el manejo del viñedo, el tipo de vendimia..., es decir las técnicas de cultivo. Finalmente, sigue con los métodos de prensado, fermentación y envejecimiento, es decir las técnicas de vinificación, lo que da como resultado final el producto acabado (Yuste 2012).

En el cultivo del viñedo existen numerosos condicionantes, así hay diversas limitaciones culturales, como la reglamentación de variedades por zonas, las tradiciones regionales de cultivo y elaboración, e incluso restricciones legales, así como aspectos relacionados con la imagen comercial de la zona. Este proceso "continuo" es a menudo asimilado a la noción de "terroir", en que tanto los factores físicos como los culturales interaccionan para definir estilo y calidad del vino producido en un lugar, una zona o una región.

La interacción del *terroir* con la variedad está ampliamente reconocida, pues el *terroir* condiciona

la respuesta de la variedad, de tal manera que la expresión de esta varía sustancialmente de unas regiones a otras, e incluso de unos lugares a otros, debido a los condicionantes medioambientales. Las características y la calidad de la uva, por tanto del vino, están íntimamente asociadas al lugar, algo que resulta esencial para la identificación cualitativa del consumidor.

2. EL CLIMA, EL MEDIO Y LAS VARIETADES

El clima ejerce probablemente el efecto más decisivo en la capacidad de una zona o un lugar para producir uva y vino de calidad. El clima de una región determina en gran medida las variedades aptas para cultivar y el estilo de vino, mientras que las variaciones interanuales de producción y calidad están mayormente afectadas por factores del lugar, decisiones de cultivo y variabilidad climática a corto plazo. Hay que entender que el tiempo es la variación diaria de calor, frío, lluvia, nieve, sol, nubosidad o viento, que como tal afecta, de forma inmediata al viñedo. Es una "fuente" de conversación sin fin y un instrumento para los "previsores" de eventos meteorológicos. El clima es el patrón medio del tiempo, que define modelos de tiempo esperados en un lugar o área determinados, y que

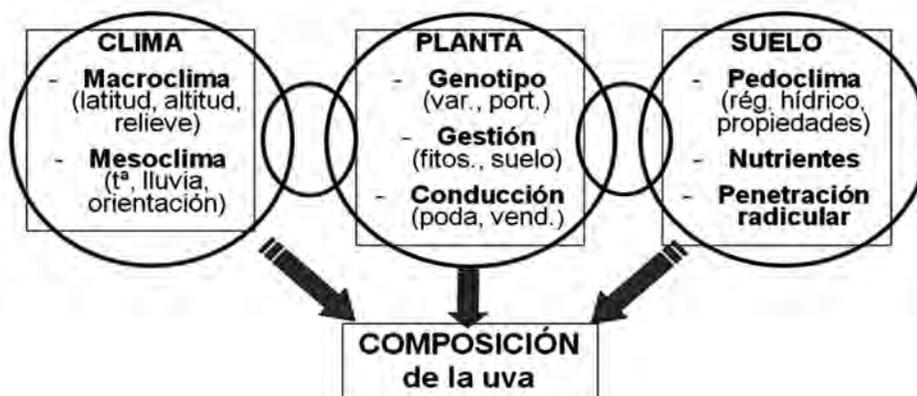


Figura 1. Factores del efecto del *terroir* en la calidad.

así describe las características más o menos generales en una zona o región.

Se puede entender que cultivar, por ejemplo, una variedad de ciclo muy largo en el norte de Alemania sería inviable, pues dicha región tiene un clima con bajo potencial heliotérmico de maduración. El tipo de vino a producir depende, por tanto, del clima de la región. En contraste, las variaciones interanuales de producción y calidad de la uva dependen más de factores del lugar que del clima regional como tal, pues se ven más afectadas por las decisiones de cultivo y la variabilidad climática a corto plazo, como se hace patente al encontrarse unos años con buena maduración de la uva y otros con una maduración escasa en una misma parcela de viñedo. Por tanto, no hay que confundir el clima con el tiempo.

La influencia del clima en el cultivo de la vid es tal que, por ejemplo, las grandes zonas térmicas de la Tierra limitan su viabilidad. Así, en términos generales, la vid es cultivada entre las líneas isotermas de 12 y 22 °C, tanto en el Hemisferio Norte como en el Hemisferio Sur. En las últimas décadas, estas líneas isotermas se han desplazado varios cientos de metros hacia el Norte y hacia el Sur de ambos hemisferios a causa del cambio climático (Jones y Schultz 2016), lo que ha conllevado, asimismo, la expansión del cultivo de la vid hacia zonas nuevas, de mayor latitud, que antes resultaban inviables o poco viables para producir vino de cierto nivel de calidad (Chabin *et al.* 2007). Esta situación de cambio climático también está suponiendo el desplazamiento de algunos viñedos hacia zonas de mayor altitud, lo que refleja que los efectos de dicho son una realidad que afecta al desarrollo del viñedo. Desde 1950, se han observado los siguientes efectos (Jones *et al.* 2005):

- Temperatura durante el ciclo vegetativo: +1,7 °C.
- Descenso del nº de días de helada en todas las estaciones (6-32 días).
- Adelanto de la última helada de primavera (9-38 días) y retraso de la primera helada de otoño (4-18 días).
- Niveles de precipitación anual y estacional muy variables, pero con episodios de sequía estival de mayor magnitud, sobre todo en el Sur, lo cual conlleva un notable déficit hídrico y plantea la necesidad de riego.

- Tendencias de calentamiento más significativas y de mayor magnitud en el Hemisferio Norte que en el Hemisferio Sur.
- Adelanto fenológico derivado del aumento de T^a (5-10 días/°C), que puede suponer 10-20 días de reducción de duración del ciclo hasta la madurez.

Esta situación de cambio climático pone en evidencia la importancia que tiene el conocimiento de las variedades para evaluar sus posibilidades de cultivo y las expectativas sobre el tipo de uva que se puede llegar a producir en cada zona de producción.

2.1. Las variedades y los condicionantes medioambientales

Cada variedad presenta una serie de características que le confieren un potencial determinado que debe ser tenido en cuenta cuando se trata de valorar sus posibilidades de cultivo. Por esta razón, cuando se conoce fehacientemente el comportamiento de una variedad en una zona determinada, como puede ser el Tempranillo en la Ribera del Duero, no ha lugar el planteamiento de comprobar su viabilidad ni adaptabilidad en dicha zona. De otro modo, se trataría de valorar el potencial que alguna variedad podría tener en esta zona y deducir cómo se expresaría a partir de sus características intrínsecas. En definitiva, sería oportuno analizar y evaluar previamente las posibilidades de una variedad para su posible cultivo en un lugar diferente al de su cultivo habitual.

En relación con este planteamiento, hay que destacar la interacción que se produce entre la variedad y el medio ambiente. La conjunción de una variedad vinífera con un lugar concreto, el suelo y el clima de dicho lugar, es el primer factor a considerar en la producción de uva y, posteriormente, de vino. A partir de dicha consideración, se deberá contemplar la posible adaptación de la variedad al lugar o a la zona concreta, teniendo en cuenta las diferentes técnicas de cultivo a aplicar: diseño de la plantación, elección del portainjerto, formación de la cepa, poda, conducción, manejo de la vegetación y técnicas de vendimia. En el final del proceso, el producto también es una respuesta a la aplicación de determinadas técnicas de vinificación: prensado, fermentación y envejecimiento. Por tanto, el conjunto integrado de

todos estos factores derivará al final en las características del producto acabado.

2.2. La producción de uva y vino y su relación con el lugar

Si se plantea la posibilidad de introducir una variedad en una zona determinada, procedente de otro lugar, más o menos alejado, hay que contemplar diversas ataduras, como por ejemplo la reglamentación sobre variedades autorizadas en dicha zona. Así, por ejemplo, el nivel de acidez de la variedad Monastrell podría ser interesante para su mezcla con Tempranillo, en particular atendiendo al incipiente cambio climático, pero si la reglamentación no permite el cultivo de dicha variedad, esta no podría ser incluida actualmente para aprovechar la mencionada ventaja cualitativa. Además, hay que considerar la tradición de cultivo y elaboración de cada zona, así como las restricciones legales específicas. También hay que considerar aspectos relacionados con la imagen comercial de cada zona, es decir, la identificación de esta con un producto y una variedad, como ocurre, por ejemplo, en la Ribera del Duero principalmente con Tempranillo, lo cual condiciona otras posibilidades, que podrían ser viables. Por otro lado, aquí hay que tener en cuenta el concepto de *terroir*, como el conjunto continuo de factores, tanto físicos como culturales, que interaccionan para definir el estilo y la calidad del vino en un lugar determinado o en una región determinada, que hacen que el vino se asocie a unas características específicas. Es evidente que el *terroir* condiciona la respuesta de la variedad, pues una variedad no responde igual en un *terroir* que en otro, en una región que en otra o, incluso, en un lugar que en otro de la misma, debido a las condiciones medioambientales.

2.3. Índices climáticos para variedades de vid

La valoración de las posibilidades o el potencial de un lugar para el cultivo de una variedad exige la utilización de ciertos índices medioambientales, preferentemente los índices climáticos. Estos índices permiten analizar a priori si el lugar es adecuado para el cultivo y la maduración de una nueva variedad. A la vez, estos índices permiten conocer la variación fenológica del viñedo (estado del ciclo vegetativo y de maduración, nivel de azúcares y acidez...), en la campaña 2016, en un lugar deter-

minado, en comparación con la media histórica. Por ejemplo, en el año 2012 la floración sufrió un pequeño retraso en el valle del Duero, debido a que la brotación fue tardía, pero a finales de junio el ciclo prácticamente se había normalizado, habiéndose situado en torno a la fecha típica de la zona. Hay diversos factores que afectan al ciclo fenológico y a la maduración, como son la temperatura, la lluvia, la lejanía de las grandes masas de agua, la altitud o la latitud. Dado que todos ellos influyen en el viñedo, todos podrían ser susceptibles de ser incluidos en algún índice. No obstante, se plantea el problema de la elección de un índice climático que pueda permitir una evaluación sencilla de las posibilidades de cultivo adecuado para una variedad en un nuevo lugar. Las alternativas pueden ser el índice de calor acumulado, el índice de relación entre la temperatura del mes más cálido y la del mes de maduración, el índice de relación entre la latitud y la temperatura del mes más cálido, el índice térmico de duración del ciclo vegetativo...

2.3.1. Índice de grados-día

El índice de calor acumulado (medido como sumatorio de grados-día acumulados) parte de la temperatura mínima de crecimiento, que en el viñedo es de 10 °C, ya que la vid no vegeta hasta que no se supera dicha temperatura media, que es denominada "cero vegetativo". Este índice, en su forma más simple, se calcula mediante el sumatorio de temperaturas medias mensuales, a cada una de las cuales se le resta 10, multiplicadas por el número de días del mes; dando como resultado la cantidad de "grados-día acumulados". También se puede calcular con base diaria, sumando directamente las temperaturas de los días que han superado la media de 10 °C, a cada una de las cuales se le resta, lógicamente, los 10 °C. Aunque se trata de un índice de mediados del siglo XX, el índice más utilizado basado en la acumulación de calor es el de Amerine y Winkler, quienes clasificaron las regiones de I a V en función de dicho índice térmico. Como ejemplo, se puede citar que la región alemana de Geisenheim es una zona fría que estaría en el nivel I, con menos de 1.390 grados-día acumulados; la Ribera del Duero estaría en la región II alta (1.390 a 1.667) o III baja (entre 1.667 y 1.945 grados-día); mientras que en el extremo más caluroso estaría la región V, como en el caso de la zona de Palermo, en Sicilia, que acumula más de 2.200 grados-día.

2.4. Exigencia térmica y respuesta de las variedades

Cada variedad tiene unas exigencias determinadas y presenta unas características de maduración. Así, las variedades *Pinot Gris*, *Gewurztraminer*, *Riesling* o *Pinot Noir* son de ciclo muy corto, por lo que se cultivan en zonas donde pueden aprovechar los escasos recursos térmicos. Sin embargo, la Garnacha Tinta es de ciclo largo y tiene que ubicarse en una zona con temperatura media de 17 a 19 °C durante su ciclo, de abril a octubre en el Hemisferio Norte, por lo que esta variedad no podría madurar en las zonas típicas de producción de *Pinot Noir* o *Riesling*, ya que no sumaría los suficientes grados-día acumulados para completar la maduración. La clasificación térmica de las variedades según su exigencia de grados-día permite saber al viticultor, teniendo en cuenta las características de su zona de cultivo y la temperatura acumulada media de su región, qué variedades pueden ser apropiadas para su cultivo adecuado en la propia zona.

Está comprobado que en regiones frías difícilmente se pueden cultivar variedades de mayor exigencia térmica o de ciclo más largo. En zonas cálidas se pueden cultivar, desde el punto de vista productivo, todas las variedades, de ciclo más corto o más largo, aunque otro aspecto a considerar sería el tipo de uva que se obtenga y la calidad del vino resultante. Las variedades de clima frío cultivadas en clima cálido tienden a perder la finura y la elegancia que pueden presentar en sus lugares habituales de cultivo. En la Ribera del Duero, por ejemplo, se enfatiza en la frescura de las noches del final del verano como factor que ayuda a que la maduración sea adecuada para obtener vinos más finos.

Cada variedad responde de forma distinta en las diferentes zonas de cultivo, dependiendo de su plasticidad. Por ejemplo, *Chardonnay* se cultiva en un abánico amplio de áreas climáticas en la región I, generando buenos aunque diferentes vinos, pero también produce vinos muy apreciados en la región II. En esta misma línea, cabría considerar, según las características de la variedad Tempranillo, la idoneidad de su cultivo en zonas como Valdepeñas o La Mancha, claramente diferentes de la Ribera del Duero o de la Rioja. Asimismo, *Riesling* y *Cabernet Sauvignon* presentan un ritmo de maduración (azúcares, ácidos) similar, pero *Riesling* produce los vinos más finos en áreas con otoño fresco, mientras que *Cabernet Sauvignon* puede madurar en la

región I pero produce los vinos más finos y con más cuerpo en la región II. Se deduce que los índices térmicos pueden ser muy útiles para valorar si un lugar es propicio para ciertas variedades, pero también hay que considerar otros factores: régimen de lluvias, cubierta vegetal, carga de cosecha...

De forma global, en un clima más cálido de lo ideal para una variedad, su desarrollo fenológico tiende a ser excesivamente rápido y da lugar a una maduración rica en azúcares, de forma que mientras se produce el desarrollo fenológico y aromático deseado, se produce una pérdida de acidez por respiración, lo que suele dar lugar a vinos desequilibrados difícilmente corregibles o ajustables en bodega, que finalmente resultarían, además, poco aptos para el envejecimiento por exceso de alcohol y escasa acidez.

3. EL PORTAINJERTO, NECESIDAD Y CONVENIENCIA

El nombre de portainjerto procede de la función que desempeña, que es "sujetar" el injerto (variedad de *Vitis vinifera* que se desea cultivar). Se define como una planta del género *Vitis* y de las especies americanas *V. riparia*, *V. rupestris*, *V. berlandieri*... , o de cruzamientos entre estas, que aporta la parte radicular a la planta injerto de vid.

La invasión filoxérica 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 (Reynier 2002). Donde más se ha desarrollado la actividad de mejora de portainjertos ha sido en Francia y en California (Estados Unidos). Actualmente los portainjertos se emplean, necesaria y 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, lógicamente, y los nematodos, cuyo control se venía haciendo mediante la aplicación de productos químicos (más efectivos contra nematodos que contra filoxera) (Walker 1992), que tienen la desventaja de ser altamente tóxicos, atender contra la sanidad de las aguas y del suelo, además de su elevado coste (Aballay y Montedónico 2000), de ahí el interés por el uso de portainjertos resistentes o tolerantes a nematodos.

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 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*, aunque también entran en juego especies como *V. rotundifolia*, *V. cordifolia*, *V. solonis*, *champinii*... 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.

3.1. El portainjerto y la adaptación del viñedo al terreno

La elección del portainjerto debe ser considerada bajo el enfoque de conseguir la adaptación de la vid al entorno cuando se presentan problemas relacionados con el suelo, causados por agentes abióticos (sequía, salinidad, encharcamiento...), por el uso defectuoso de algunos nutrientes (nitrógeno), o simplemente, se pretende controlar el vigor, la productividad y la maduración. Todos estos problemas relacionados con el entorno serán factores que limiten la elección del portainjerto (Albuquerque 200X).

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 sanidad tanto de la uva como de la madera de las cepas, el tiempo necesario para completar la maduración tecnológica y fenólica, la resistencia a nemátodos, la adaptación del viñedo a terrenos donde se practica replantación...

La conveniencia de elegir correctamente el portainjerto a emplear en una plantación de vid se basa en la valoración de los posibles condicionantes, o incluso factores limitantes, por lo que deben tenerse en cuenta las siguientes características del portainjerto:

- Resistencia a la filoxera.
- Tolerancia a nemátodos.
- Resistencia o tolerancia a la caliza.
- Tolerancia a la sequía y a la humedad.
- Compatibilidad con la variedad vinífera.
- Vigor conferido a la variedad injertada.
- Facilidad de estaquillado y de injerto.
- Tolerancia a la salinidad y a la acidez.
- Acción sobre el ciclo vegetativo de la variedad.
- Acción sobre la composición de la uva y, lógicamente, del vino.

3.2. Portainjertos recomendados y usados en España

El Ministerio de Agricultura publica, y actualiza cuando se considera necesario, la lista de portainjertos que pueden ser empleados en el cultivo de la vid en España, que en la última década ha estado compuesta por:

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
13-5 E.V.E. Xerez	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

Evidentemente, la elección del viticultor o productor irá encaminada a encontrar la mayor afinidad posible entre portainjertos y variedades y clones, a través de la cual se pueda conseguir la mejor adaptación productiva al terreno donde se instalará el viñedo.

En este sentido, hay que tener presentes algunas incompatibilidades (o falta de afinidad) entre portainjerto y vinífera observados en diversas situaciones:

110 R	Garnacha, Pinot noir, Syrah
Rupestris du Lot	Clairette
161-49 C	Servant
5 BB	Cabernet franc, Colombard
SO4	Garnacha tinta
SO4 (clon 5)	Syrah (clon 101)
140 Ru	Garnacha tinta
1103 P	Verdejo

3.3. Resultados agronómicos de portainjertos en situaciones diversas

Para llegar a conocer la respuesta de un viñedo con un determinado portainjerto en un lugar concreto es ineludiblemente necesario llevar a cabo un trabajo de experimentación, a lo largo de varios años, con el material vegetal en cuestión. En este sentido, algunos autores han publicado resultados que pueden ser orientativos para las nuevas plantaciones, los cuales se describen en los párrafos siguientes.

3.3.1. Sampaio y Vasconcelos (2005)

Sampaio y Vasconcelos (2005) ensayaron con 9 portainjertos y cepas a pie franco, en 4 variedades viníferas. El ensayo se situó en Oregon (EE.UU.), disponiendo de parcelas elementales que constaban de 25 cepas para cada combinación cv/portainjerto, con 5 repeticiones. Los resultados obtenidos dieron lugar a las siguientes conclusiones:

- Tasa de fotosíntesis menor en Riparia Gloire de Montpellier (RGM).
- Estrés hídrico superior en las cepas según orden 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.

3.3.2. Agut et al. (2005)

Agut et al. (2005) establecieron un ensayo con 12 portainjertos sobre Syrah, con cepas en marco de 2,25 x 1,10 m (4.040 cepas/ha), en Avignon (Francia), que estudiaron durante el periodo de 1995 a 2001.

Encontraron que la combinación de Syrah con 101-14 M era la mejor opción cualitativa y la mejor adaptada para las condiciones de terroir del ensayo realizado en "Côtes du Rhône".

3.3.3. Sampaio et al. (2007)

Sampaio et al. (2007) establecieron un ensayo con 19 portainjertos y cepas de pie franco, con Pinot noir, en Oregon (EE.UU.), que estudiaron durante el periodo de 2002 a 2005. Los resultados que obtuvieron les permitieron afirmar que:

- Los taninos en la baya son independientes del vigor impuesto por los portainjertos.
- La concentración de taninos fue superior en 420 A, 110 R y 1313, mientras que fue menor en Schwarzmann, 161-49 C y 3309 C.
- 420 A, SO4 y 5C tuvieron los niveles más altos de antocianos.
- La composición fenólica en el vino no reflejó completamente la del mosto.
- La mayores tasas de extracción de compuestos fenólicos del vino se encontraron con 110 R, 101-14 M y en cepas de pie franco.

No obstante, el estado hídrico de las cepas contribuyó directamente y en gran medida a las diferencias encontradas entre portainjertos (Sampaio et al. 2007).

3.3.4. Grupo de Investigación en Viticultura del ITACYL (2016)

El Grupo de Investigación en Viticultura del ITACYL ha establecido y llevado a cabo diversos ensayos con numerosos portainjertos, empleando tanto la variedad Tempranillo como otras variedades, que han permitido conocer algunos resultados relevantes en diversas zonas productoras de Castilla y León en los últimos años, como ha sido expuesto por Yuste et al. (2016) en diversos foros. Los resultados agronómicos básicos más destacados derivados de

tales ensayos se presentan a continuación en forma de representación gráfica.

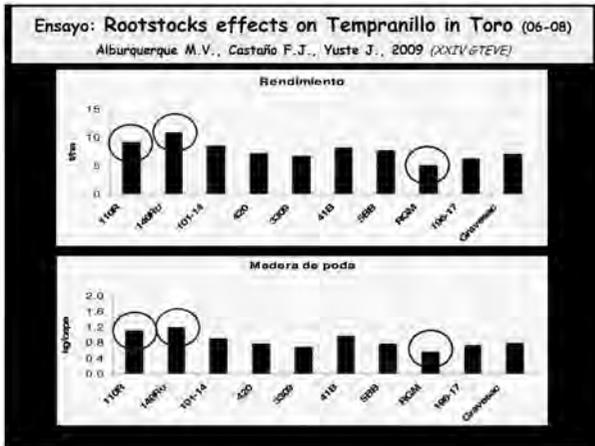


Figura 2. Efecto de los portainjertos en cv. Tempranillo en la D.O. Toro.

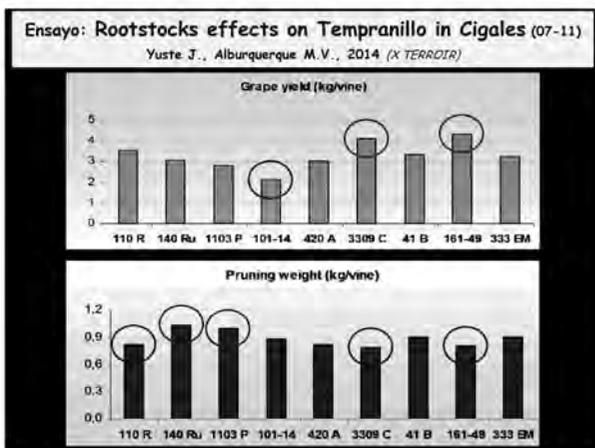


Figura 3. Efecto de los portainjertos en cv. Tempranillo en la D.O. Cigales.

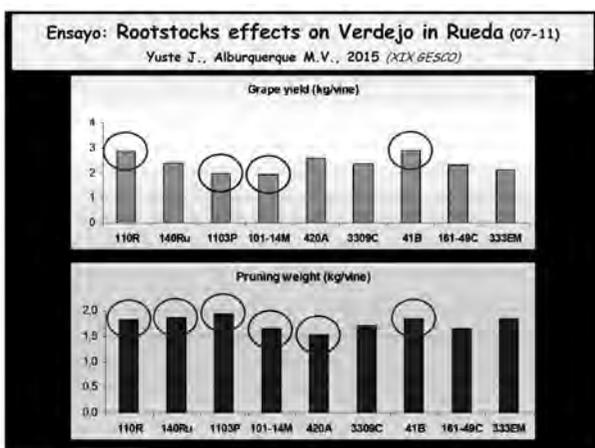


Figura 4. Efecto de los portainjertos en cv. Verdejo en la D.O. Rueda.

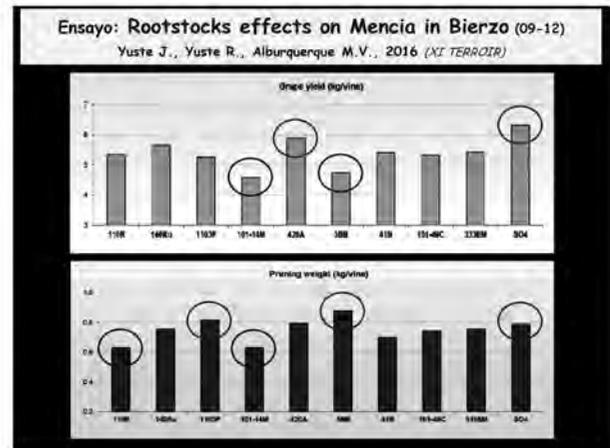


Figura 5. Efecto de los portainjertos en cv. Mencia en la D.O. Bierzo.

3.4. Aplicaciones técnicas en situaciones de terreno reales

Teniendo en cuenta la información encontrada en diversas fuentes bibliográficas, la recogida en este mismo documento a partir de los ensayos mencionados y la obtenida a través de la experiencia de muchos viticultores en diversas zonas, se exponen a continuación las propuestas de uso de portainjertos y de manejo del cultivo que pueden dar una respuesta adecuada para la adaptación del viñedo en diversas situaciones reales que frecuentemente se pueden encontrar para el cultivo de viñedo (Alburquerque 2007). Con el ánimo de simplificar los posibles planteamientos más frecuentes en la mayor parte de España, se presentan los cuatro supuestos siguientes:

3.4.1. Supuesto 1: Viñedo con exceso de producción y de vigor

- Control de dicho exceso a través de la elección del material vegetal de vinífera adecuado, así como del empleo de un portainjerto que permita cierto control del crecimiento y de la maduración, según la duración del ciclo vegetativo, como por ejemplo 101-14 M.
- Portainjerto que no sea vigoroso, adaptado a altas densidades de plantación: 3309 C, 161-49 C.
- Portainjerto que limite el vigor incluso en terrenos fértiles y profundos: 420 A, 5 BB.
- Aplicación de técnicas específicas de cultivo: control de la carga de poda, despampanado, aclareo, despunte...

3.4.2. Supuesto 2: Adaptación del viñedo al "terroir"

- Suelos arcillosos, fértiles y profundos: 420 A, 3309 C, RGM.
- Suelos ligeros, arenosos y poco fértiles:
 - Clima húmedo o regadío: 99 R.
 - Clima seco: 110 R, 140 Ru, 1.103 P.
- Suelos ácidos: 196-17 Cl, Gravesac.
- Suelos básicos: 140 Ru, 161-49 C.

3.4.3. Supuesto 3: Adaptación a la caliza

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

3.4.4. Supuesto 4: Adaptación a otros factores limitantes

- A) Suelos con capa freática alta:
 - En seco: 1103 P, 333 EM.
 - En regadío: S04, 3309 C, 101-14 M.
- B) Suelos con salinidad: 196-17 Cl, 140 Ru, 1103 P, S04.
- C) Replantación de viñedo (posible presencia de nemátodos):
 - En seco: Gravesac, 1103 P, 140 Ru, Ramsey.
 - En regadío: S04, 99 R, 5 BB, RGM.

4. BIBLIOGRAFÍA

Abballay, E. Montedónico, G. (2000). Evaluación de la resistencia de trece portainjertos de vid a *Meloidogyne spp.* en una viña de seis años. www.gie.uchile.cl

Agut, C. Rodríguez-Lovelle, B. Fabre, F. (2005). Effect of rootstock on Syrah behaviour. Proceedings of XIV GiESCO, June 23-27, Geisenheim (Germany): 148-154.

Alburquerque, M.V. (2007). Portainjertos: alternativas para la gestión del viñedo. VII Curso de verano de Viticultura y Enología, de la Universidad de Burgos. Aranda de Duero (Burgos).

Alburquerque, M.V. Castaño, F.J. Yuste, J. (2009). Influencia de 10 portainjertos de vid sobre el desarrollo productivo y vegetativo y la calidad de la uva de Tempranillo (sin. Tinta de Toro). XXIV Reunión GTEVE, 5-6 Mayo, Madrid.

Chabin, J.P. Madelin, M. Bonnefoy, C. (2007). Les vignobles beaunois face au réchauffement climatique. Actes du

colloque international et pluridisciplinaire "Réchauffement climatique, quels impacts probables sur les vignobles?" sous l'égide de la chaire UNESCO Vin et Culture, 2007; 13 p.

Jones, G.V. Duchêne, E. Tomasi, D. Yuste, J. Braslavksa, O. Schultz, H. Martínez, C. Boso, S. Langellier, F. Perruchot, C. Guimberteau, G. (2005). Changes in European Winegrape Phenology and Relationships with Climate. XIV GiESCO International Congress, June 23-27, Geisenheim (Germany).

Jones, G.V. Schultz, H.R. (2016). The development of cool climate viticultural areas, past and future. IX International Cool Climate wine Symposium, May 26-28, Brighton (England).

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 of XIV GiESCO, June 23-27, Geisenheim (Germany): 115-119.

Sampaio, T. Kennedy, J. Vasconcelos, C. (2007). The effect of rootstocks on anthocyanins and proanthocyanidins in grapes and wine. Proceedings of XV GiESCO, June 20-23, Porec (Croatia): 322-332.

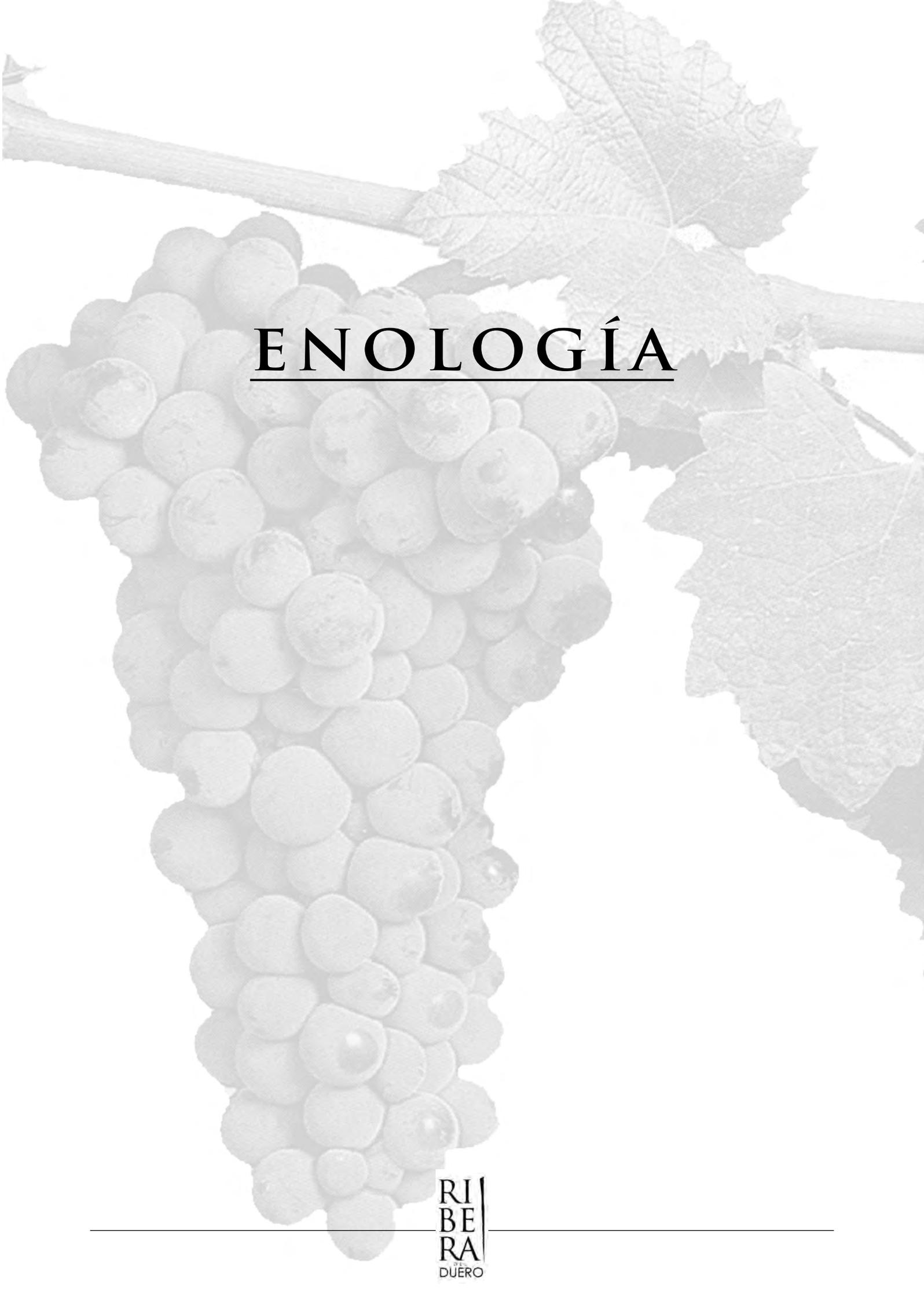
Walker, A. (1992). Future directions for rootstock breeding. Proceedings of the Rootstock seminar: A worldwide perspective. June 24, Reno, Nevada (USA).

Yuste, J. (2012). La interacción de la variedad y el portainjerto con el *terroir*. Conferencia en I Foro de la viña ("Terroir y viticultura de precisión"), de BASF, 12 abril, Briones (Rioja).

Yuste, J. Alburquerque, M.V. (2014). Effect of 9 grapevine rootstocks on vegetative development, production and grape quality of cv. Tempranillo in the A.O. Cigales (Spain). X Terroir Congress, July 7-11, Tokaji (Hungary).

Yuste, J. Alburquerque, M.V. (2015). Rootstocks of grapevines: effects on vegetative development, production and grape quality of cv. Verdejo in the D.O. Rueda (Spain). XIX GiESCO International Congress, June 1-5. Gruissan (France).

Yuste, J. Yuste, R. Alburquerque, M.V. (2016). Ten grapevine rootstocks: effects on vegetative development, production and grape quality of cv. Mencia in the D.O. Bierzo (Spain). XI Terroir Congress, July 7-11, Oregon (USA).



ENOLOGÍA

GESTIÓN DE LA MADUREZ DE LAS UVAS TINTAS. ASPECTOS PRÁCTICOS DE LAS SENSACIONES

Víctor Puente López

Licenciado en Ciencias Biológicas. Enólogo. Director Técnico Laffort España, S.A.

1. INTRODUCCIÓN

Cada nueva vendimia, el enólogo debe adaptar sus itinerarios de elaboración a las condiciones específicas de la añada, conseguir su madurez técnica y fenólica óptima. Este hecho, de más en más, viene condicionado por los factores climáticos y tecnología vitícola empleada, con desajustes térmicos que provocan cambios y alteraciones en el crecimiento vegetativo de la vid y en la maduración de las uvas. El incremento de las temperaturas debidas al cambio climático surgido en los últimos años, ha ocasionado en la gran mayoría de las zonas vitivinícolas mundiales, multitud de variaciones en los procesos de maduración tecnológica y fenólica de las uvas.

Sin embargo, no sólo estos hechos deben preocupar al enólogo en la toma de sus decisiones. Vendimias donde la presión microbiológica por agentes alterantes, llámese *Oidium* o *Mildiu*, pueden favorecer la colonización de la vid por agentes oportunistas como *Aspergillus* o *Penicillium*, hongos de contaminación sobre todo muy habituales en uvas con cierto grado de infección de *Botrytis cinerea*. Estos hechos, indudablemente acarrearán las consiguientes desviaciones organolépticas en los vinos elaboradas con esas uvas.

Vinculado a este hecho, estas infecciones, de alguna manera modifican el hábitat y el ecosistema fermentativo, generando una amplia población microbiológica, que compite por el nicho ecológico, y de alguna manera debilita el ecosistema, sus nutrientes, y genera metabolitos, en numerosas ocasiones, perjudiciales para el resto de organismos, llámese *Saccharomyces cerevisiae*, llámese *Oenococcus oeni*, necesarios para el correcto desarrollo de la fermentación alcohólica y maloláctica respectivamente.

Durante este seminario, repasaremos las moléculas invasivas propias de las deficiencias originadas por la inmadurez de la uva, por contaminaciones microbiológicas y deficiencias del ecosistema nutricional del mosto, que sin tenerlas previstas en el inicial

desarrollo de un proceso fermentativo, están científicamente ligadas a desviaciones organolépticas que modificarán el perfil buscado en un vino tinto y que enmascararán con su presencia, los caracteres positivos de los procesos tecnológicos de fermentación de un vino tinto.

2. MOLÉCULAS LIGADAS A DESEQUILIBRIOS DE LA MADUREZ DE LA UVA

La madurez tecnológica, madurez de la pulpa donde una concentración de azúcares máxima es alcanzada, no siempre se ajusta con la máxima expresión fenológica de la uva. Hay que tener en cuenta más factores que marcarán las características de los vinos obtenidos, situaciones diferentes donde la "pericia del enólogo" debe entrar en escena. En este punto, se pueden identificar tres escenarios posibles:

- Óptima madurez tecnológica, correspondiente a la madurez de la pulpa y al contenido máximo en azúcar o a un valor límite de acidez.
- Óptima madurez aromática, con una concentración óptima en precursores de aromas varietales sin perjuicio de aromas indeseables.
- Óptima madurez fenólica, que corresponde a la madurez del hollejo (antocianos, taninos) y a la madurez de las pepitas (taninos).

La madurez tecnológica, aquella donde se concentra el máximo potencial de azúcares y equilibrio en acidez, es la primera que todo viticultor busca, aquella que potencia la máxima optimización del proceso productivo de la vid. Sin embargo, esta lógicamente se encuentra ligada a tres factores climáticos que marcan el devenir de la vendimia, el calor, el agua y la irradiación solar. Estos "estímulos", marcarán que esta madurez avance o se ralentice conforme a otras moléculas endógenas, y propias de la vid, que de igual manera se pueden acumular y por tanto, ser cedidas durante la elabo-

Moléculas responsables	Descriptor	Origen posible
Clorofila	Hierba fresca, espinaca	Inmadurez
2-Aminoacetofenona	Naftalina, mueble	Estrés hídrico (derivado de oxidación HC indol-acético)
Hexenal, hexenol	Hojas tomate, césped cortado	Inmadurez, frío o heladas

Tabla 1. Moléculas ligadas a los desequilibrios de la madurez de la uva, (madurez tecnológica).

ración, al vino resultante final. Varias moléculas pueden incidir sobre esta inmadurez tecnológica como muestra la tabla 1.

Moléculas como la clorofila, la cual desciende de manera paulatina durante el envero, pueden todavía llegar a estar presentes en la uva durante su estado final de madurez. Reminiscencias verdes en el color de la pulpa o bien en las pepitas, nos pueden indicar que esta, todavía se encuentra en las uvas, y por tanto incidir sobre con notas verdes al gusto final del vino, proporcionando notas a espinaca o hierba fresca.

Otro compuesto directamente relacionada con esa inmadurez tecnológica es la 2-aminoacetofenona, molécula derivada del ácido indol-acético, con un marcado carácter a naftalina, y con un gusto amargo intenso. Cuando existe un déficit nutricional y sobre todo de agua, la vid produce esta hormona de crecimiento como mecanismo rebote para paliar la deficiencia nutricional e hídrica y compensar así su crecimiento. Esta puede por vía oxidativa, pasar a la uva y de ahí al vino, apareciendo notas sensoriales de madera barnizada y naftalina al vino.

No nos podemos olvidar de moléculas como el hexenol o aldehídos derivados, el hexenal, moléculas derivadas de ácidos grasos, que por oxidación pueden llegar a producirse, y marcar un inherente carácter vegetal al vino. Potenciar la maceración de

raspones, hojas y partes leñosas marcará su presencia y su acumulación en los mostos y vinos, incluso en partes finales de la elaboración de un vino tinto.

Durante la madurez aromática, ciertos precursores cisteínicos y glicosídicos, se acumulan durante el proceso de envero. Sin embargo estos, no necesariamente alcanzan un máximo en el mismo espacio de tiempo que el máximo tecnológico. Esto conllevará que únicamente basándonos en la madurez tecnológica, el vino resultante puede tener un carácter más "tiológico", más "terpénico" o más "fermentativo". Entre estos aromas, una familia de moléculas varietales y con cierto carácter vegetal, puede llegar a aparecer, moléculas muy presentes en variedades como el cabernet sauvignon, que en grandes cantidades, pueden ejercer un rol excesivamente marcado. Son las denominadas metoxipirazinas, (tabla 2).

En esta familia, la 2-Isobutil-3-metoxipiracina (IBMP), es la más conocida, aunque existen otras secundarias como la 3-isopropil-2-metoxi-piracina. Su concentración está muy ligada a la climatología, y como no, a la maduración, disminuyendo gradualmente tras su máxima acumulación antes del envero. El vendimiar en el momento óptimo de maduración, conlleva un control de estas moléculas con carácter de "pimiento verde" muy definido.

En cuanto a la madurez fenólica, siempre se ha considerado que un vino con elevado IPT (índice de

Moléculas responsables	Descriptor	Origen posible
Metoxipirazinas	Pimiento verde	Variedad y la madurez

Tabla 2. Moléculas ligadas a los desequilibrios de la madurez de la uva, (madurez aromática).

Moléculas responsables	Descriptores	Origen posible
Epicatequina 3-O galato	Astringencia	Maceración pepitas
Flavonoles (quercetina, miricetina...)	Amargor, vegetal	Maceración hojas y restos de raspones en FA

Tabla 3. Moléculas ligadas a los desequilibrios de la madurez de la uva, (madurez fenólica).

polifenoles totales), era un indicador suficiente como para poder considerar a un vino apto para el envejecimiento, y por tanto consistente en cuanto a su equilibrio fenólico. Con los años este hecho se ha desmitificado. Como la cantidad, la calidad fenólica influye tanto o más en el color y longevidad de un vino tinto. Una uva inmadura, cuando se estresa, se concentra, y el vino obtenido puede tener mucho color y un alto valor de IPT, pero puede llegar a ser un concentrado de taninos verdes y astringentes. Dos son las moléculas más influyentes a las que se les debe acechar como pueden verse en la tabla 3.

Durante el proceso de maduración, los taninos, pertenecientes a la familia de los flavan-3-oles, se acumulan en el hollejo a la vez que disminuyen en las pepitas, limitándose a la par la sensación de dureza en boca. Una molécula como la epicatequina 3-galato, molécula presente en las pepitas y potenciadora de la astringencia, tiende por tanto a disminuir durante el proceso de maduración. A su vez, "el tamaño", el peso molecular de los taninos del hollejo tiende a aumentar mientras que el de las pepitas a disminuir, modulándose la sensación de amargor de estos últimos fenoles, hechos necesarios y fundamentales para alcanzar un correcto equilibrio fenólico en los vinos resultantes. Estos dos hechos, conllevan que uvas en su óptimo de madurez fenólica, presenten mejores equilibrios en cuanto a su concentración fenólica hollejo/pepita, y por tanto, mejores equilibrios gustativos en los vinos macerados con ellos.

Otras moléculas fenólicas que aunque minoritarias, son relativamente influyentes, son los flavonoles, como la quercetina o miricetina, moléculas que normalmente representan menos del 5% de todos los fenoles de un vino tinto, pero que por su carácter amargo, pueden incidir en el perfil organoléptico del vino. Evitar la maceración de hojas y partes leñosas, disminuirá su presencia durante el proceso fermentativo y equilibrará fenólicamente los vinos resultantes.

3. MOLÉCULAS LIGADAS A DESEQUILIBRIOS MICROBIOLÓGICOS

Es conocido que el desarrollo de una fermentación alcohólica espontánea, no es resultado de una única especie ni mucho menos de una cepa de levadura específica. El vino es el resultado de acciones fermentativas de diferentes especies que colonizan el medio durante un proceso fermentativo en sucesión teóricamente aleatoria, con un resultado único e inimitable. Los vacíos microbiológicos, bien durante el proceso fermentativo, bien durante el proceso maloláctico, pueden provocar que la colonización de ese nicho ecológico sea anárquica y sin control, siendo habituales bacterias y hongos que colonizan el medio y se desarrollan aleatoriamente, provocando que metabolitos excretados por ellos, incidan organolépticamente en el vino final. Varios son los que pueden ser encontrados sobre los vinos finales según puede verse en la tabla 4 (pág. siguiente).

Sobre todo cuando la humedad y las lluvias en fase final de vendimia, inciden sobre las uvas, la presencia de hongos de infección como *Botrytis cinerea*, pueden originar el desarrollo de otros oportunistas como *Penicillium* y *Aspergillus*. La colonización de los granos por estos, provoca que ellos mismos así como otros presentes, puedan liberar moléculas contaminantes como la geosmina o la 1-octen-3-ona, que inciden en caracteres organolépticos descritos como hojarasca o champiñón sobre los vinos resultantes. Controlar los procesos fermentativos y limitar la presencia a través de elaboraciones rápidas y precisas, limitará su presencia en los vinos.

Por la misma razón, cuando el nicho está colonizado por una gran cantidad de oportunistas, la presión bacteriana es más importante. Aunque las bacterias lácticas son necesarias en la elaboración de un vino tinto para el desarrollo del proceso malo-

Moléculas Responsables	Descriptor	Origen posible
Geosmina, 1-octen-3-ona	Champiñón, papel mojado	Penicillium, Aspergillus
Lactato de etilo, diacetilo	Mantequilla, sebo	Pediococcus, lactobacillus
4-etilfenol, 4-vinifenol,	Establo, cuero	Brettanomyces
Acetaldehído	Manzana verde	Acetobacter, Glucanobacter

Tabla 4. Moléculas ligadas a desequilibrios microbiológicos.

láctico, no todas son igual de interesantes. Cepas de los géneros *Pediococcus* o *Lactobacillus*, pueden incidir sobre manera sobre el vino, con la subsiguiente producción de grandes cantidades de lactato de etilo o diacetilo, moléculas con notas de mantequilla y de sebo, y modificar de esta manera el perfil organoléptico de los vinos tintos.

Uno de los microorganismos más oportunista es *Brettanomyces*, hongo presente ya desde la uva y que puede resistir bastante bien la presencia del anhídrido sulfuroso. Combatirlo a través de impedir su reproducción, limitando los vacíos ecológicos a través de siembras rápidas y directas de *Saccharomyces* y *Oenococcus* específicos, incluso en sistemas de co-inoculación, se han mostrado efectivos. Estos procesos, limitarán la presencia de moléculas como el 4-etilfenol, molécula de bajo umbral de detección, y con un marcado carácter a cuadra o establo, liberada por *Brettanomyces* durante su "infección", que limita la fruta roja de los vinos y aumenta el carácter amargo de los mismos.

De la misma manera, los huecos microbiológicos entre procesos alcohólicos y malolácticos, así como lentitud en el control post-fermentativo con el sulfuroso, pueden originar la aparición de microorganismos de metabolismo oxidativo como *Acetobacter*

y *Glucanobacter*. Este hecho conlleva la aparición de notas oxidativas como el acetaldehído, originando las notas desagradables y especialmente llamativas de manzana verde en los vinos tintos.

4. MOLÉCULAS LIGADAS A DESEQUILIBRIOS NUTRICIONALES

Dependiendo de la añada, así como del suelo, o incluso de la variedad sembrada, déficits nutricionales provocaran que los procesos fermentativos desarrollados por los microorganismos, no evolucionen correctamente, generando moléculas de estrés metabólico que incidirán negativamente sobre el perfil de los vinos. Algunas de las principales a considerar se muestran en la tabla 5.

El compuesto más habitual suele ser el ácido sulfhídrico (SH_2), compuesto que marca un carácter reductor importante, y que en caso extremos aportará al vino un marcado aroma a huevos podridos. La falta o déficit de nutrición hacia la levadura, provocará su aparición al no poder esta, incorporar en su metabolismo aminoacídico el azufre recogido del medio, liberándolo al mosto-vino en forma de sulfhídrico. La presencia de agentes microbianos

Molécula(s) responsable	Descriptor	Origen posible
Ácido sulfhídrico (SH_2)	Huevo podrido	Déficit nitrógeno y vitamina ácido pantonénico (Vit-B5)
Dimetil sulfuro (DMS)	Col, calabaza	Déficit de nitrógeno

Tabla 5. Moléculas ligadas a desequilibrios nutricionales.

competidores, pueden incluso ser los causantes de este déficit, por luchar nutricionalmente por los recursos del mosto. El dimetil sulfuro o DMS, proviene de las últimas etapas de la reducción, normalmente por no haber luchado eficazmente en la desaparición del SH₂ y por tanto, también ligado al metabolismo nutricional de *Saccharomyces*.

En este punto, es importante señalar la crucial importancia ya no solo de la correcta nutrición, si no de moléculas especiales y necesarias como lo son las vitaminas B1 y B5, en la limitación de estos compuestos de reducción, dado que ambos están relacionados con el metabolismo nitrogenado de *Saccharomyces cerevisiae*. Estos compuestos reductores, y por tanto, limitadores de la fruta y de la expresividad de los vinos tintos, limitan la calidad organoléptica final de los vinos. Una correcta nutrición así como un preciso control del proceso fermentativo, limitarán ambas deficiencias.

5. CONCLUSIÓN

Durante este seminario, se han repasado y se han degustado, una serie de moléculas que por su marcado carácter diferenciador "negativo", influyen en el perfil organoléptico de los vinos tintos. Su conocimiento, su origen, su vía de producción metabólica, así como su limitación, conllevarán su control y por tanto, la limitación de su desarrollo durante el proceso de elaboración de los vinos tintos.

LA IMPORTANCIA DEL POTASIO EN EL VINO

Juan Alberto Iniesta Ortiz

Licenciado en Ciencias Químicas. Director Departamento de Innovaciones Tecnológicas y Marketing. AGROVÍN, S.A.

1. APORTACIONES DE K^+ AL VINO

El ión potasio se encuentra en los primeros 60 cm del estrato, siendo absorbido por las raíces más superficiales de la cepa. En años de pluviometría normal o elevada, las raíces no tienen que profundizar en la búsqueda de agua, por lo que se produce una mayor absorción de K^+ . Otros factores, como la fertilización, la variedad, el portainjerto o la cantidad de ácido abscísico influirán en las cantidades finales de potasio en la baya que estarán repartidas de diferente manera entre el hollejo, la pulpa y la pepita.

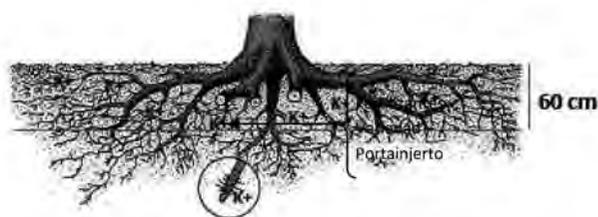


Figura 1. Raíces superficiales de la cepa.

El K^+ presente en la baya se encuentra principalmente en el hollejo y en el raspón, es por eso que durante las maceraciones se cede una parte muy importante del K^+ .

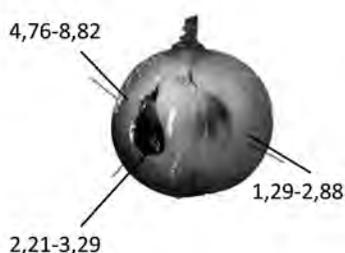


Figura 2. mg de K^+ /gr seco de baya.

Los vinos tintos tienen mayores concentraciones de potasio por estar en contacto con el hollejo, así como los elaborados con la técnica de la maceración carbónica debido al contacto del raspón con el mosto, que puede incrementar en 100 mg/l la cantidad de K^+ . El pH de un vino estará directamente relacionado con la cantidad de K^+ que contenga.

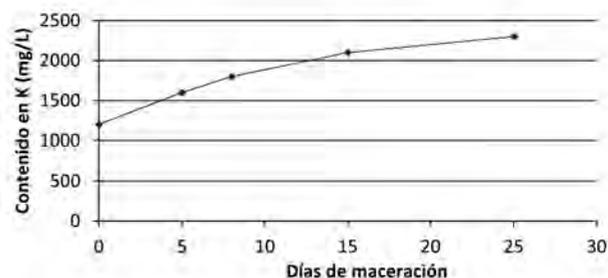


Figura 3. Incremento de la cantidad de K^+ durante la maceración.

Ácido tartárico (meq/L)	K^+ (g/L)	pH vino
107	1110	3.39
119	1520	3.41
113	1700	3.65
102	2100	3.85

Figura 4. El pH está relacionado con la cantidad de K^+ .

La obtención de mostos menos ricos en potasio, reside en varias prácticas:

- Elección del suelo de cultivo más adecuado. Con bajas cantidades de K^+ y con bajas necesidades de fertilizantes.
- Elección de variedades y portainjertos que tengan baja capacidad de absorción de K^+ .
- Técnicas de cultivo (control del riego, carga, poda...).
- Maceraciones más cortas.
- Prensados suaves.
- Eliminación de cationes a través del sistema Free K^+ .

2. RESINAS E INTERCAMBIO CATIONICO

Las resinas son sustancias granulares con diferentes propiedades según su composición y el grupo funcional que actúe de centro activo. Las resinas de los sistemas Free K^+ están formuladas a partir de copolí-

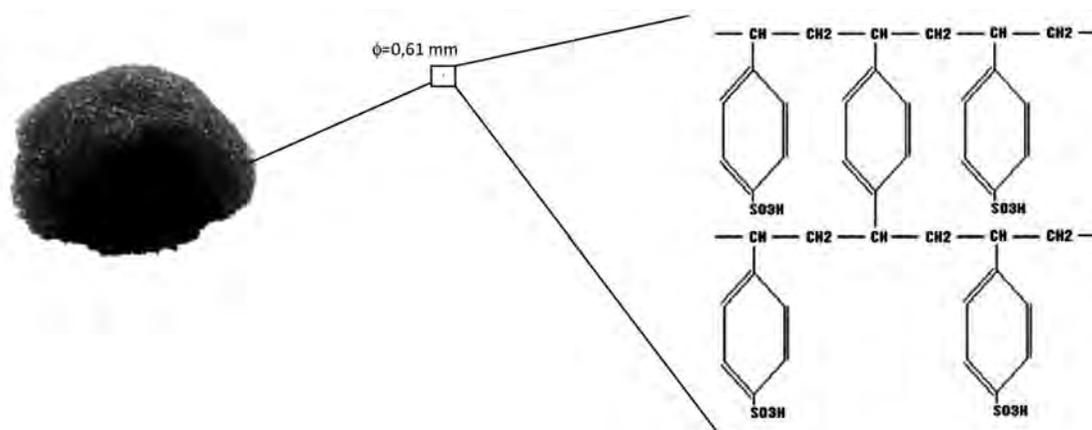


Figura 5. Composición química de la resina.

meros de estireno y de divinilbenceno cuyos grupos funcionales se basan en el ácido sulfónico, una de las composiciones permitidas por la legislación para el intercambio catiónico (OENO 43/2000), (figura 5).

El intercambio iónico se basa en la sustitución de iones del mismo signo entre una fase móvil, el vino, y una estacionaria, la resina, a través de sus grupos funcionales. Estos grupos funcionales actúan como centros activos capaces de captar del vino los cationes, como K^+ y Ca^{+2} entre otros, cediendo a su vez iones protón (H^+), (figura 6).

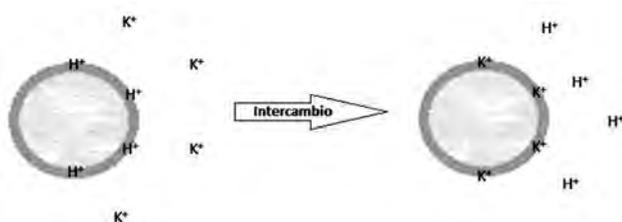


Figura 6. La resina capta K^+ cediendo a su vez H^+ .

A medida que el vino pasa a través de la resina, los cationes presentes desplazan a los de los grupos funcionales hasta que la resina queda colmatada. Una vez colmatada, la resina se regenera en ciclo ácido mediante el uso de clorhídrico o sulfúrico. En el caso de la regeneración con ácido sulfúrico es

necesario un lavado con agua descalcificada para evitar la formación de sales de sulfato de calcio que disminuyan la vida útil de la resina, además de un gran consumo de agua para refrigerar el sistema tras la regeneración. En el caso de la regeneración con ácido clorhídrico, tras el lavado no quedan residuos de cloro en la resina, siendo imposible la contaminación del vino, (figura 7).

3. APLICACIONES ENOLÓGICAS

Eliminación de iones K^+ y Ca^{+2} -> Quebras tartáricas

Eliminación de cationes Fe y Cu -> Catalizadores de procesos de oxidación

Cesión de protones (H^+) -> Aumento de acidez total y disminución de pH

3.1. Eliminación de iones de K^+ y Ca^{+2}

El ácido tartárico en el vino esta dissociado en un equilibrio químico dando lugar a los iones bitartrato y tartrato. Estos iones unidos a los cationes K^+ y Ca^{+2} son los responsables de las quebras tartáricas.

Cuando la concentración de los iones de bitartrato y potasio superan el producto de solubilidad del

Legislación	
Estabilización tartárica: OENO 43/2000 y CE 606/2009	Acidificación de mostos y vinos: OENO 442/2012-443/2012 y CE 144/2013
Restricciones: Máximo tratado por la resina del 30%. Diminución máxima del pH de 0,3.	Restricciones: Acidificación máxima total permitida en la transformación de 54 meq/l (4,05 gr/l TH_2).
Elementos Regenerantes: Ácidos Food Grade	Elementos Regenerantes: Ácidos Food Grade

Figura 7. Legislación aplicable.

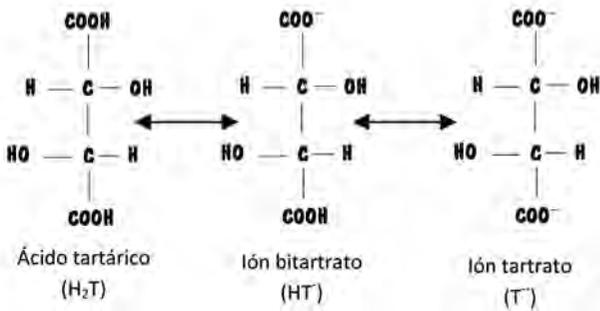


Figura 8. El ácido tartárico se disocia dando lugar a los iones responsables de las quebras tartáricas.

bitartrato potásico, se produce la precipitación de la sal. El grado alcohólico, la temperatura y el pH, además de algunos compuestos coloidales, influirán en la solubilidad de las sales tartáricas, permitiendo que algunos vinos acepten cantidades mayores de potasio que otros.

Eliminación de K⁺ en vino

El tratamiento con el sistema FreeK⁺ permitirá eliminar el potasio de una fracción del vino, siendo innecesario el paso de la totalidad del vino por el equipo. Disminuyendo la cantidad de K⁺ impedimos que se alcance el producto de solubilidad, por lo que la sal no precipita.

En función del pH, la acidez total y la concentración de iones K⁺, se determinará el porcentaje a tratar, variando en la mayoría de los casos entre un 5-30%. El tratamiento, mejora la estabilidad tartárica no sólo por la disminución de la concentración de iones K⁺, sino porque la bajada de pH, (efecto de la adición de iones H⁺), hace que esta sal sea más soluble, (figuras 9 y 10).

Las resinas retienen una media del 95% del K⁺ y un 90% de Ca⁺² mejorando la estabilidad tartárica no sólo referida a la formación de bitartrato de potasio, sino también a los cristales de tartrato de cal-

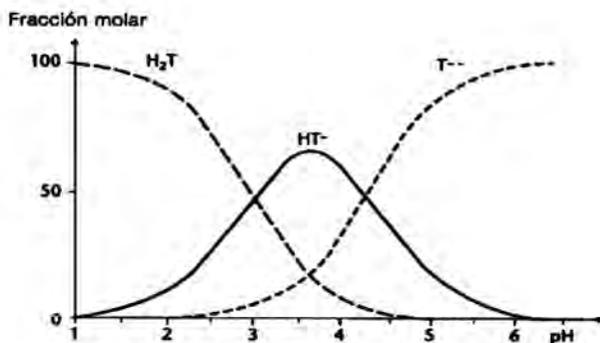


Figura 9. Formas iónicas del ácido tartárico en el vino.

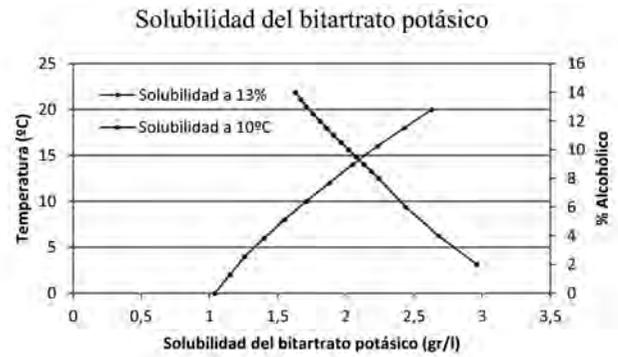


Figura 10. La solubilidad de las sales tartáricas disminuyen con el aumento del grado alcohólico y aumentan con el aumento de la temperatura.

cio. Las quebras de tartrato de calcio, son más difíciles de solventar, ya que ni los tratamientos por frío, ni la adición de productos enológicos los suele evitar, (figura 11).

	Contenido K	Conductividad
Blancos y Rosados	600-500 mg/L	1,45mS/cm
Tintos	1100-900 mg/L	1,90mS/cm

Figura 11. Valores aproximados de Potasio y de conductividad en vinos.

3.2. Eliminación de otros cationes

La resina está específicamente desarrollada para cationes K⁺, aunque no siendo selectiva es capaz de retener sobre un 85% de los iones de Fe y Cu. Estos metales además de ser responsables de las quebras férricas y cúpricas cuando están en gran cantidad, también actúan, en menores concentraciones, de catalizadores de las oxidaciones.

Las oxidaciones de blancos y rosados son las causantes del pardeamiento de los vinos, por ello, la

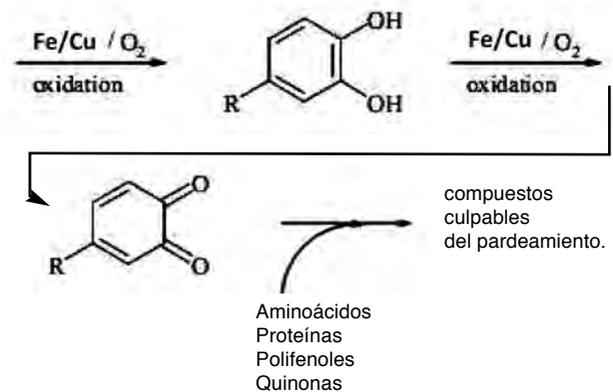


Figura 12. Influencia del Fe y Cu en el pardeamiento de los vinos.

eliminación de estos metales puede alargar la vida de los vinos al disminuir los procesos de oxidación. Por otra parte, respecto a los vinos tintos, se ha comprobado que estos metales están implicados en procesos de oxidación de la materia colorante disminuyendo su estabilidad, (figura 11, pág. anterior).

3.3. Acidificación de mostos y vinos

El pH del vino interviene en diversos procesos químicos y microbiológicos que se dan en él. Un vino con pH ácido (por debajo de 3,6), será más estable microbiológicamente y facilitará el desarrollo de algunas prácticas como las clarificaciones y estabilizaciones. Además el pH influye en el potencial redox y está relacionado con la tonalidad, (figuras 13, 14 y 15).

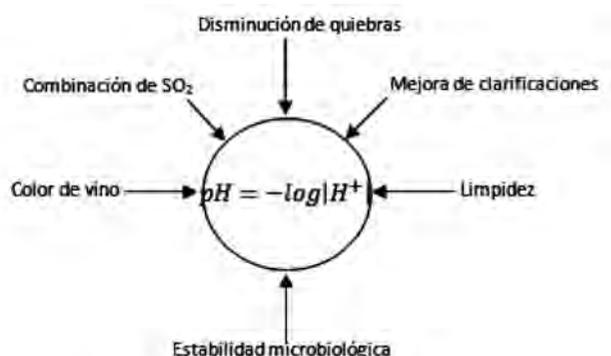


Figura 13. Factores en los que afecta el pH.

pH	SO ₂ LIBRE (mg/l)	SO ₂ MOLEC. (mg/l)
3	25	1,54
3,6	25	0,4
4	25	0,16

Figura 14. Variación del SO₂ MOLEC según el pH. El SO₂ MOLEC es la fracción del sulfuroso con capacidad antiséptica que protege de la proliferación de microorganismos.

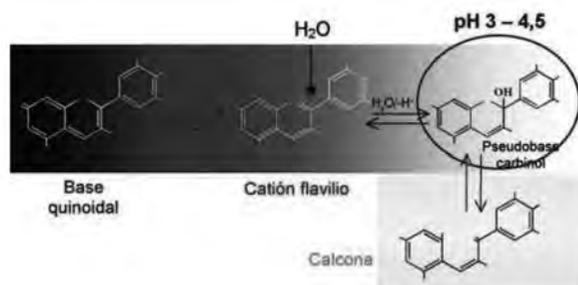


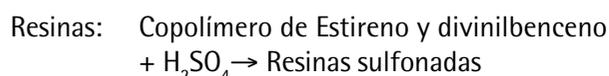
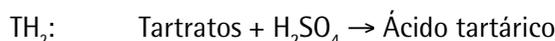
Figura 15. Variación del color en función del pH. Un aumento de una unidad de pH, puede duplicar el ennegrecimiento visual de un vino, Aumento de A420.

Hasta los años 60 del siglo pasado los pH medios se mantuvieron constantes alrededor de 3,2- 3,3; sin embargo, en la actualidad existe la problemática de pH elevados próximos a 4 en algunas regiones españolas.

La adición de tartárico está viéndose sustituida por otras alternativas. Sólo el 30-40% del tartárico adicionado acidifica debido a su disociación, no siendo este, además, estable en el tiempo debido a la precipitación natural de las sales tartáricas que producen un aumento del pH y una disminución de la acidez total.

- Precipitación natural de sales tartáricas:
 1. Final fermentación. Por cambio a medio hidroalcohólico.
 2. Estabilización natural durante el invierno por descenso de las temperaturas.

El uso de las resinas de intercambio catiónico para la acidificación nos aporta protones (H⁺) de la misma naturaleza que los cedidos por el ácido tartárico. Tanto los polímeros de las resinas como el ácido tartárico sufren una activación durante su producción con ácido sulfúrico.



La acidificación a través del Sistema Free K⁺, es un método eficaz, rápido y persistente en el tiempo. El tratamiento se realizará en una porción de mosto-vino en función de las necesidades de acidificación. Para calcular el porcentaje a tratar:

- Disminución de pH ~ 0,1 - 0,15
- 10% tratado → - Aumento de acidez total ~ 0,4-0,6
- Ahorro del 50% respecto al uso de TH₂

4. IMPACTO SENSORIAL

En vinos blancos la intensidad de color y el aspecto visual mejora, debido al rejuvenecimiento experimentado por una disminución del pH. La percepción de la acidez aumenta considerablemente en la mezcla.

Aunque la intensidad aromática disminuye un poco la limpieza en nariz se mantiene y en boca mejora, debido a un aumento de la frescura, (figura 16).

Vino Blanco



Figura 16. Impacto sensorial en vinos blancos.

En vinos tintos se destaca una mejora de la tonalidad. Una disminución del pH supone una modificación del equilibrio de las formas antocianicas consiguiendo un aumento de los tonos azules. El aspecto visual mejora en una mezcla del 20% debido al rejuvenecimiento experimentado del color.

La percepción del amargor típico de los vinos de alto pH disminuye debido a la modificación de la alcalinidad de las cenizas.

La percepción global no variará significativamente manteniéndose la limpieza en boca y nariz y la intensidad aromática respecto al testigo, (figura 17).



Figura 17. Impacto sensorial en vinos tintos.

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPO FREE K⁺

- Columna de intercambio de fibra de vidrio revestida de poliestireno alimentario.
- Bomba centrífuga para la alimentación del vino.
- Bombas neumáticas para la dosificación de la disolución neutralizante y regeneradora.
- Sensores de pH de entrada y salida monitorizados.

- Sensor de conductividad en línea.
- Electrodo de referencia y selectivo de potasio.
- Válvulas antirretorno.
- Tensión de trabajo: 220 V.
- Potencia máxima: 2,5 kw.
- Totalmente automatizado en todos los modelos.
- Pantalla táctil de 17''.
- Resina: copolimero de estireno y divinilbenceno .
- Capacidad total de intercambio 2,2 Eq/l.

MODELO 	de vino tratado por ciclo (Hl)*	de mosto tratado por ciclo (Hl)*	Duración del ciclo*	Consumo de agua (l/ciclo)**
K1	20	16	2h 40'	300
K2	35	28	2h 40'	450
K3	45	36	2h 45'	600
K4	70	56	2h 45'	900
K5	95	76	2h 45'	1200
K6	140	112	2h 55'	1800
K7	200	160	2h 55'	2400

*La duración y el volumen del ciclo varía según la cantidad de K.

**El consumo de agua incluye las fases de lavado, regeneración y enjuague.

Figura 18. Rendimientos y consumos de los diferentes modelos del Equipo Free K⁺.

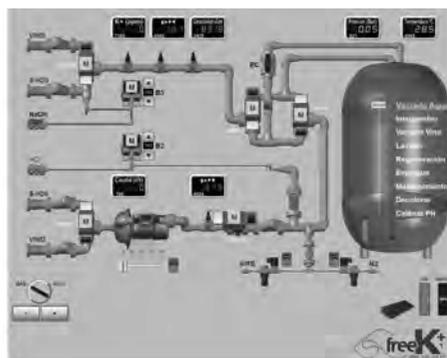


Figura 19. Diagrama del proceso.



Figura 20. Equipo.



VARIOS

TÉCNICAS SENSOMÉTRICAS PARA LA VALIDACIÓN DE PANELES DE CATA, CALIDAD DEL VINO Y PREFERENCIAS DE CONSUMIDORES

Antonio Tomás Palacios García

Doctor en Ciencias Biológicas. Laboratorios Excell Ibérica

1. INTRODUCCIÓN: EL ANÁLISIS SENSORIAL INTEGRADO EN LOS PROCESOS ENOLÓGICOS

Por definición, el catador experto es la persona que actúa como juez en la evaluación de las características sensoriales del producto en cuestión, (sobre la calidad final del producto), y basa sus decisiones en su experiencia, entrenamiento y una serie de datos de tipo analítico, como la composición química y las propiedades físicas de los vinos. Aunque estos datos son útiles, únicamente aportan información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el consumidor, pero no sobre la sensación que este experimenta al consumirlo. La evaluación sensorial puede proporcionar este tipo de información, convirtiéndose en una herramienta muy útil, tanto para los enólogos como para otros departamentos de la bodega, como marketing, producción, viticultura, control de calidad, I+D y desarrollo de nuevos productos.

En el caso particular del vino, sólo la evaluación sensorial permite medir y valorar el grado de placer obtenido en el momento de su consumo. Tanto el viticultor como el enólogo, no tienen otros métodos más efectivos para controlar la calidad de su trabajo. Dentro de la evaluación sensorial existen multitud de pruebas diferentes en función del objetivo buscado. Destaca el análisis descriptivo, que consiste en una representación de las propiedades sensoriales, y el análisis discriminativo, que se emplea en la industria alimentaria para encontrar diferencias entre productos. Dichas pruebas conducen a recoger muchos datos, y la sensometría juega un papel importante en su análisis y comprensión. La sensometría es la ciencia que define y pone a punto metodologías de análisis estadísticos de resultados de catas en la industria agroalimentaria. La mayor dificultad estriba en conseguir que una respuesta humana sea precisa y reproducible, de ahí la importancia de manejar estas técnicas estadísticas que facilitan la interpretación de resultados de cata.

Un panel de catadores es un grupo de personas que han sido seleccionadas por tener una mayor sensibilidad olfativa gustativa, y que están formadas específicamente para desarrollar sus habilidades sensoriales en la evaluación de productos, en el caso de la enología, este es el vino. La labor del panel de expertos catadores es crucial para conocer porque unos productos tienen mayor aceptación que otros, y cuáles son las características sensoriales que ejercen una mayor influencia en las preferencias del consumidor. En definitiva, un panel de catadores expertos es una herramienta que facilita la toma de decisiones de manera rápida y eficaz a nivel empresarial.

Que una bodega pueda contar con la colaboración de un panel de expertos catadores hace posible la toma de decisiones en varios ámbitos importantes: como en el control de calidad y desarrollo de productos, así como en cambios y adaptaciones de materias primas, procesado y aplicación de técnicas de vinificación, y en cualquier parcela tecnológica que pueda condicionar y producir cambios en las características sensoriales de un vino determinado. No hay duda además, a nivel de producto terminado, que la realización de pruebas sensoriales por un panel entrenado de catadores puede evitar fracasos en la salida al mercado de productos nuevos que puedan provocar el descontento y desconfianza del consumidor.

La importancia del análisis sensorial en una empresa elaboradora de vino radica en:

- Las propiedades sensoriales constituyen un factor de calidad en todas las reglamentaciones alimentarias.
- Para algunas sustancias, el sentido del olfato humano es del orden de 100 veces más sensible que los más modernos aparatos analíticos de laboratorio.
- El aroma de un producto es químicamente bastante complejo y cada componente puede contribuir de una forma diferente dependiendo de la matriz en la que se encuentra, debido a las interacciones entre familias aromáticas.

Por otro lado, el consumidor es el que tiene la última palabra sobre un vino, por lo que los paneles de catadores expertos ofrecen información detallada sobre los productos y resultan especialmente útiles cuando se combina su información con la que proporciona un panel de consumidores. En este caso, se permite identificar en qué dirección deben ser realizados los cambios de perfil del vino para aumentar su aceptación, traduciendo las preferencias de los consumidores en variables más fácilmente interpretables para el equipo de I+D de la empresa. El análisis sensorial proporciona también información útil en la investigación de huellas sensoriales diferenciales, así como en defectos organolépticos y estudios de vida útil de productos.

Los Consejos Reguladores, en la medida en que se han convertido en entidades de certificación de producto, tienen que estar acreditados de acuerdo con la norma ISO 45011. El cumplimiento de esta norma implica que determinadas actividades de control, como son los análisis químicos y sensoriales, tienen que realizarlos laboratorios propios o contratados, pero siempre acreditados con la norma ISO 17025. Históricamente, los Consejos Reguladores han realizado los análisis sensoriales mediante un comité de cata propio, formado por catadores cuya formación se basa en su amplia experiencia en el sector productivo de vinos y cavas. Normalmente, no se realizan pruebas de selección o de cualificación formales y las catas, si bien se realizan con todas las garantías, no se hacen bajo los requisitos especificados por las normas mencionadas. Tampoco se hace ningún seguimiento individualizado ni evaluaciones periódicas de aptitud, ni formación continuada.

En el caso de los concursos de vinos por categorías, se debe exigir a los jueces que sean precisos, es decir, que presenten poca dispersión en sus valoraciones, y que además sean exactos, es decir, que el resultado de clasificación de las muestras coincida con su categoría real y su nivel de calidad. Por este motivo, es muy importante evaluar su capacidad utilizando muestras de referencia de clasificación conocida, de acuerdo con las valoraciones de otros paneles oficiales de cata.

El análisis sensorial puede ser utilizado para llevar a cabo las siguientes actividades dentro de una compañía o bodega elaboradora de vino:

- Desarrollo de estilo y tipo de producto.

- Reformulación de un producto/reducción de los costes.
- Monitorización de la competencia en comparación con gama de vinos propia.
- Control de calidad interno y seguimiento de programas de I+D.
- Caducidad o vida útil del producto, sobre todo para la exportación.
- Relación viñedo/proceso/productos enológicos/calidad final.

2. TIPOS DE PRUEBAS SENSORIALES: DISCRIMINATORIAS, DESCRIPTIVAS Y AFECTIVAS

Las pruebas de análisis sensorial más utilizadas son, en términos generales, de tres tipos: pruebas discriminatorias (o de diferenciación), pruebas descriptivas y pruebas afectivas.

Las *pruebas discriminatorias* se llevan a cabo con la finalidad de establecer si existen diferencias entre productos. Las pruebas más comunes son las llamadas dúo-trío y prueba triangular.

Las *pruebas descriptivas* constituyen una de las metodologías más importantes y sofisticadas del análisis sensorial. En general, el objetivo primordial es encontrar un mínimo número de descriptores que contengan el máximo de información sobre las características sensoriales del producto. Los catadores deben dar valores cuantitativos proporcionales a la intensidad que perciban de cada uno de los atributos evaluados. Los datos obtenidos del análisis descriptivo se analizan estadísticamente aplicando un análisis de varianza múltiple (muestras, sesiones y catadores), tras evaluar cada atributo en los vinos por los catadores, durante un número determinado de sesiones. De esta forma se puede obtener información sobre la capacidad discriminadora del equipo respecto a ese atributo, la reproducibilidad y la concordancia de juicio.

El análisis descriptivo se puede utilizar para obtener perfiles organolépticos de los vinos de una bodega, así como para monitorizar los de la competencia. También se puede utilizar en pruebas de caducidad y almacenamiento, desarrollo de nuevos productos, control de calidad, relaciones entre datos sensoriales y fisicoquímicos, o con la finalidad de hallar diferencias de los vinos obtenidos con diferentes

técnicas de elaboración, procedentes de diversas localizaciones, o bien, que poseen diferentes índices de maduración o pertenecientes a vendimias diferenciadas.

El análisis de los datos obtenidos por un panel entrenado (prueba descriptiva), y los procedentes de un grupo de consumidores (pruebas afectivas), aportarán una valiosa información a nivel de estudio de preferencias por consumidores. El análisis de los resultados mostrará cuál es el grado de aceptación que el consumidor tiene por los vinos incluidos en el estudio y cuáles son las características organolépticas (aroma, flavor, gusto...), responsables de que el vino sea aceptado en mayor o menor grado por el consumidor.

Finalmente, las *pruebas afectivas* se llevan a cabo mediante el test de aceptación-preferencia y test hedónico de 9 puntos. Estas pruebas sensoriales tratan de evaluar el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado que el consumidor tiene por un conjunto de vinos, por un concepto o una característica específica.

3. MEDIDA DE LA FIABILIDAD DE UN PANEL DE CATADORES

La metodología de medida, como en cualquier otro análisis, de la fiabilidad y precisión de la herramienta utilizada, resulta fundamental para poder valorar la «calidad» de la información que obtengamos. En el caso del análisis sensorial, esta herramienta será el panel de catadores. Normalmente, la fiabilidad de un panel de cata se aborda desde dos enfoques diferentes aunque complementarios: la repetibilidad individual y la concordancia entre catadores (Guerrero y Guárdia, 1998).

Cualquier evaluación debe estar asociada a una medida de incertidumbre o error. El análisis sensorial no es una excepción, por lo que resulta fundamental conocer su fiabilidad. Existen numerosos sistemas para verificar el funcionamiento de un panel de catadores, aunque uno de los más utilizados y que proporciona mayor información es el Análisis de la Varianza (ANOVA), (Guerrero y Guárdia, 1998; Schlich, 1994). Esto debe ser así cuando consideramos a los catadores entrenados como un grupo de personas seleccionadas y entrenadas y que poseen un conocimiento o habilidad para evaluar

sensorialmente diversos productos, y si sus valoraciones son totalmente objetivas y reproducibles cuando el grupo está bien entrenado, no utilizan términos hedónicos o de preferencia, entonces, su actuación es comparable a la de un aparato de laboratorio.

Para *verificar la fiabilidad* del panel deberían seguirse cuatro pasos:

1. Selección de las muestras adecuadas, algunas similares entre ellas, otras ligeramente diferentes, y otras claramente diferenciadas, lo que permitirá ver la capacidad discriminante de los catadores en casos extremos. Debe intentarse que tanto las similitudes como las diferencias entre muestras se den en el mayor número posible de atributos incluidos en el perfil descriptivo.
2. Evaluar las muestras sensorialmente siguiendo la metodología habitual de trabajo. Es aconsejable analizar réplicas en sesiones diferentes de trabajo.
3. Realizar un análisis de la varianza catador a catador, donde se incluirá el producto y la sesión como efectos fijos del modelo y así permitir valorar atributo a atributo y catador a catador la repetitividad individual y el poder discriminante de cada uno de ellos. La información obtenida de este análisis permitirá detectar las posibles desviaciones y, por tanto, tomar las medidas correctivas necesarias para cada combinación catador-atributo.
4. Realizar un análisis de la varianza global. En el modelo se incluirán el producto, el catador, la sesión y la interacción catador x producto como efectos fijos. El análisis de esta interacción constituye un excelente indicador del grado de desacuerdo entre catadores. Así pues, el panel está bien entrenado cuando la interacción catador-producto no es significativa para ningún atributo. También se obtendrá información sobre la repetitividad y el poder discriminante global del panel. La información obtenida ha de permitir diseñar un plan de entrenamiento personalizado para cada catador y atributo con el objetivo de aumentar el grado de acuerdo entre catadores y reducir el error total de la medida.

El éxito y confiabilidad de los resultados de estas pruebas dependen en gran medida de la selección y entrenamiento de los jueces para lograr la máxima veracidad, sensibilidad y reproducibilidad en los jui-

cios que emitan. Por otra parte, para obtener los mejores resultados posibles, el tipo de escala que se debe utilizar tiene que ser fácil para los jueces y debe medir de forma correcta los atributos utilizados, características o actitudes, por lo que los descriptores usados en las escalas sensoriales deben ser familiares, fácilmente inteligibles y nada ambiguos.

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

Se han evaluado 16 vinos de diferentes categorías, todos ellos con contacto de madera en la crianza del vino, simulando un concurso en el que se ha utilizado la ficha oficial de cata de la OIV, ficha que penaliza a nivel de puntuación y evalúa cada una de las fases de la cata: fase visual (FV), fase olfativa intensidad (FO Int.), y calidad (FO Cal.), fase gustativa intensidad (FG Int.), y calidad (FG Cali.), y finalmente, la armonía (FA). La misma cata se ha realizado en dos sesiones separadas en el tiempo y sirviendo los vinos en secuencias diferentes para cada una de ellas. El panel de cata está formado por 6 expertos catadores. El software utilizado para los análisis estadísticos de fiabilidad del panel es el Panel Chek, disponible de forma gratuita en internet. Software desarrollado en 2008 por Research Council of Norway y varios socios de empresas privadas, utilizando modelos matemáticos preestablecidos.

4.1. Media y desviación estándar

Los gráficos donde se representan medias y desviación estándar son una buena herramienta para detectar diferencias en el uso de escala por parte de los catadores y también valores atípicos.

En la figura 1 se puede observar que el catador 3 presenta una media de 15,84 y una desviación estándar (STD) de 7,15, mientras que el catador 6 tiene una media de 12,65 y una STD de 4,36. A pesar de que el uso de escala no está relacionado directamente con la calidad de los catadores, es interesante para detectar y corregir errores, disminuyendo interacciones y mejorando las calibraciones entre catadores.

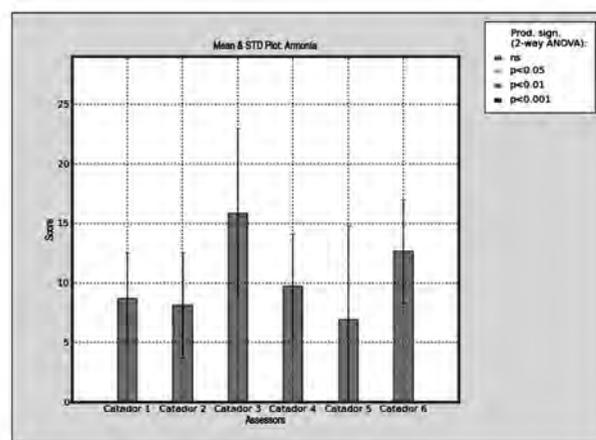


Figura 1. Representación de medias y desviación estándar de los catadores del panel para las puntuaciones en la fase de armonía.

4.2. Diagrama de puntos

Las representaciones llamadas diagrama de puntos contienen la media del panel completo (línea continua), y la media de cada catador por muestra representados en puntos. Los atributos se sitúan a lo

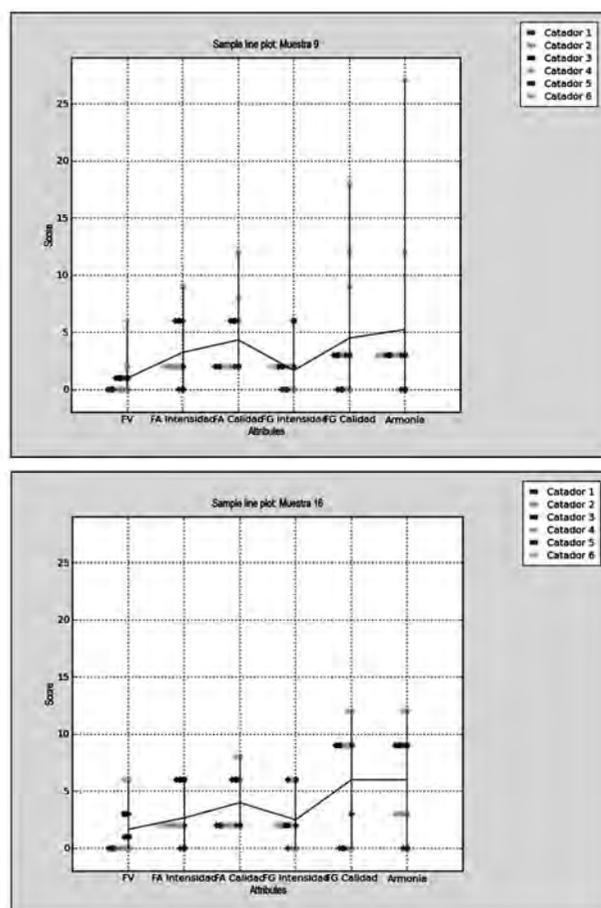


Figura 2. Representación de diagrama de puntos para dos muestras idénticas catadas en dos sesiones diferentes.

largo del eje X y la puntuación de los evaluadores a lo largo del eje Y, junto con la media para todas las muestras (muestras replicadas), en forma de línea continua, reflejando el patrón de propiedades del producto. En cada atributo se añade una línea vertical indicando el rango de puntuaciones usado por el panel, debiendo ser lo más estrecha posible.

En la figura 2 (pág. anterior) observamos el diagrama de puntos para dos muestras idénticas catadas en dos sesiones diferentes (muestra 9 y 16). Finalmente el perfil obtenido de los vinos es prácticamente idéntico gracias a la aportación en conjunto de todos los catadores, pero hay diferencias entre ellos. Hay catadores que puntúan la misma muestra de la misma forma en las dos sesiones, como los catadores 2, 3 y 5, mientras que el catador 6, en la primera sesión dispersa mucho las muestras idénticas. Los catadores 5 y 6 usan las escalas de forma muy diferente entre ellos, aumentando mucho el rango de puntuaciones general del panel.

4.3. Anova de dos vías

El análisis de replicados mediante Anova de dos vías permite mostrar los resultados en tres gráficos:

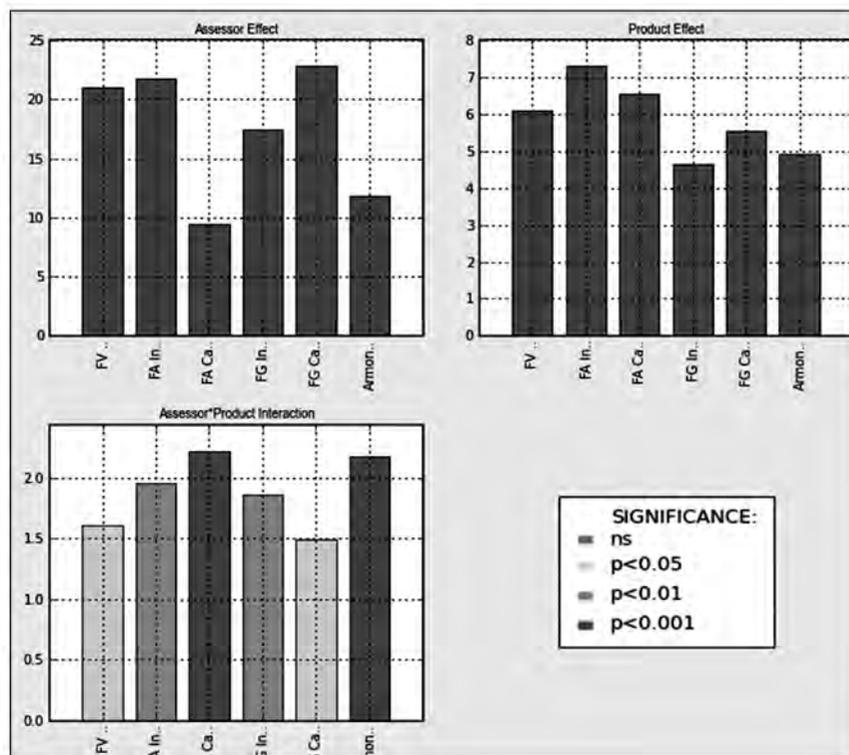


Figura 3. Representación de análisis replicados mediante Anova de dos vías, efecto catador, efecto productos y efecto interacción catador x producto.

efecto catador, efecto producto y efecto interacción catador x producto, donde las barras representan si existe efecto producto o catador para cada atributo, indicando si hay inconsistencia entre las diferencias de muestras replicadas. La barra de color (amarillo, naranja, rojo) significa que parece ser tal, y una barra gris que no la hay. El color de la barra indica el valor p correspondiente: Amarillo: $p < 0,05$, Naranja: $p < 0,01$ y Rojo: $p < 0,001$. La altura de la barra es el valor F.

En la figura 3 podemos observar que el efecto producto es significativo para todos los atributos, y todos a niveles de p muy bajos ($p < 0,001$), lo que significa que el panel de catadores discrimina muy bien los productos mediante los atributos utilizados. Existen diferencias entre atributos, la variable FA Int. es la que mejor diferencia las muestras, y la FG Int. la que menos.

Los atributos tienen un efecto catador significativo y con valores de p muy bajos ($p < 0,001$). Lo que indica que los catadores utilizan la escala de puntuaciones de forma diferente, presentando diferencias entre ellos. Cuando cruzamos los atributos con el efecto catador/producto, vemos que existen interacciones entre ellos, sobre todo para la variable FA Cal. y la Armonía ($p < 0,001$), menos para la FV y FG Cal. ($p < 0,05$), lo que es negativo de cara a la fiabilidad del panel, sobre todo en estos atributos medidos.

4.4. Correlación tipo Tucker-1

Los análisis de correlación tipo Tucker-1 sirven para hacer una valoración global de las diferencias entre catadores. Se pueden realizar análisis multivariantes teniendo en cuenta los atributos para obtener una visión conjunta de las relaciones entre ellos. Para ello se usa la metodología Tucker-1 (PCA de consenso). Este método permite detectar catadores que difieren del resto, y atributos afectados por su mal funcionamiento cuando existen replicados. El método Tucker-1 es usado principalmente como herramienta rápida de supervi-

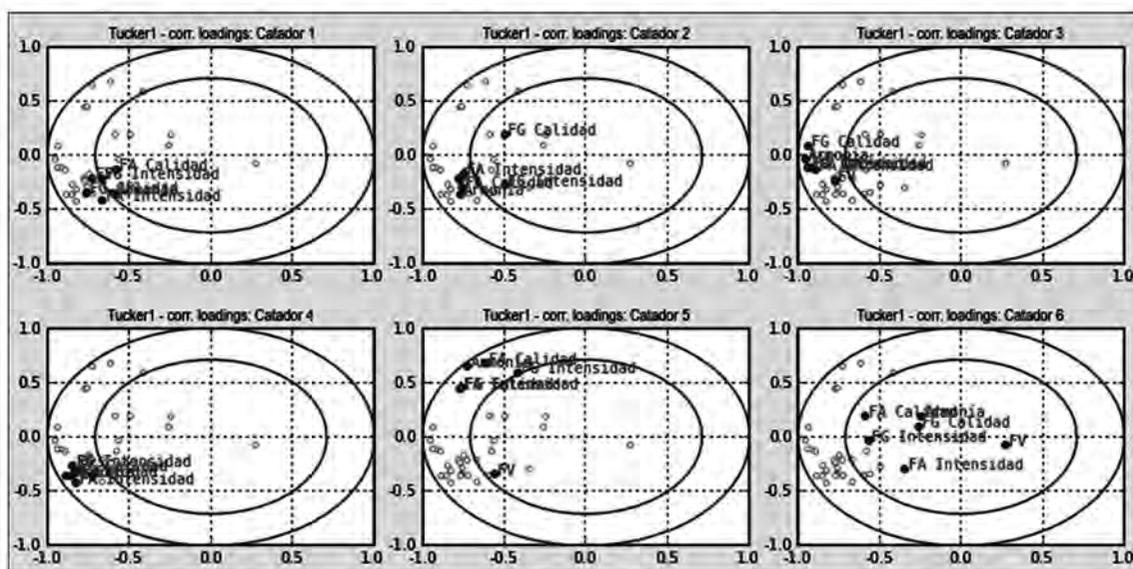


Figura 4. Representación de la correlación tipo Tucker-1 catador a catador según las fases de la cata.

sión del funcionamiento de un panel de cata y determinar cómo mejorarlo. Para un panel entrenado y bien calibrado, las cargas de correlaciones para cada atributo bajo investigación deben estar cercanas al círculo exterior, y los catadores próximos entre sí. Si están dispersos, es que no hay acuerdo entre el panel. Además, si un catador está dentro del círculo interno, es que explica menos del 50% de la varianza.

Dos tipos de gráficos se generan en el método Tucker-1, el gráfico de puntuaciones común, el primer tipo, que enseña cómo las muestras se relacionan entre sí en base a las evaluaciones de los catadores. En el caso que nos ocupa, podemos observar en la

figura 4 como los catadores 3 y 4 consiguen colocar sus puntuaciones frente a las medias del panel de cata por fuera del círculo central y dentro del círculo más externo, colocando además muy próximas las diferentes fases de la cata, lo que es muy positivo de cara a su fiabilidad como catador. Todo lo contrario ocurre con las posiciones conseguidas por el catador número 6, dispersas entre sí y dentro del círculo central.

En la parcela cargas de correlación, el otro tipo de gráfico, cada punto muestra el atributo de un asesor específico. Cuanto más ruido contiene un atributo de un evaluador, más cerca del centro aparecerá el punto. Cuanto más estructurada sea la

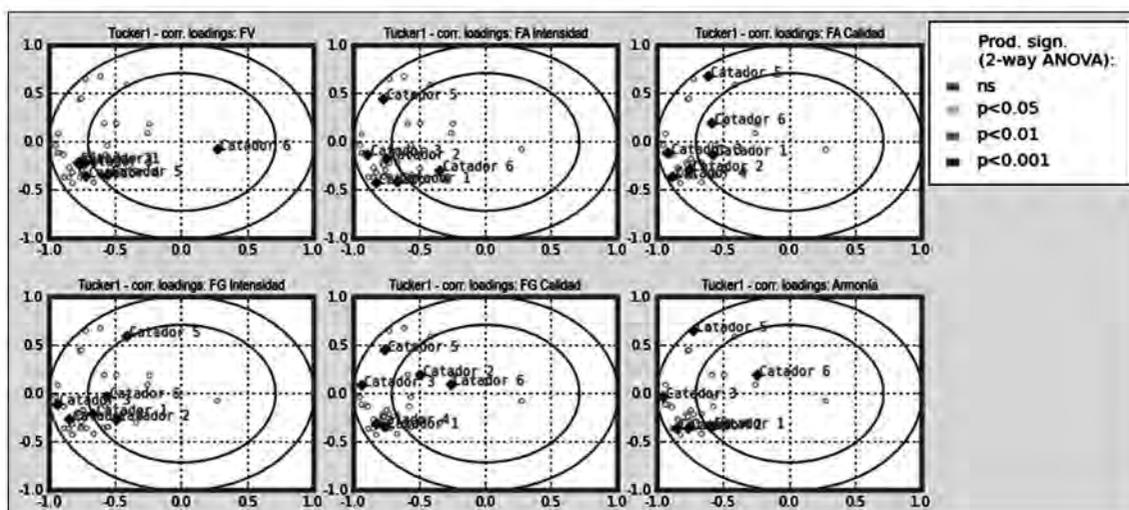


Figura 5. Representación de la correlación tipo Tucker-1 teniendo en cuenta las diferentes fases de la cata según catadores.

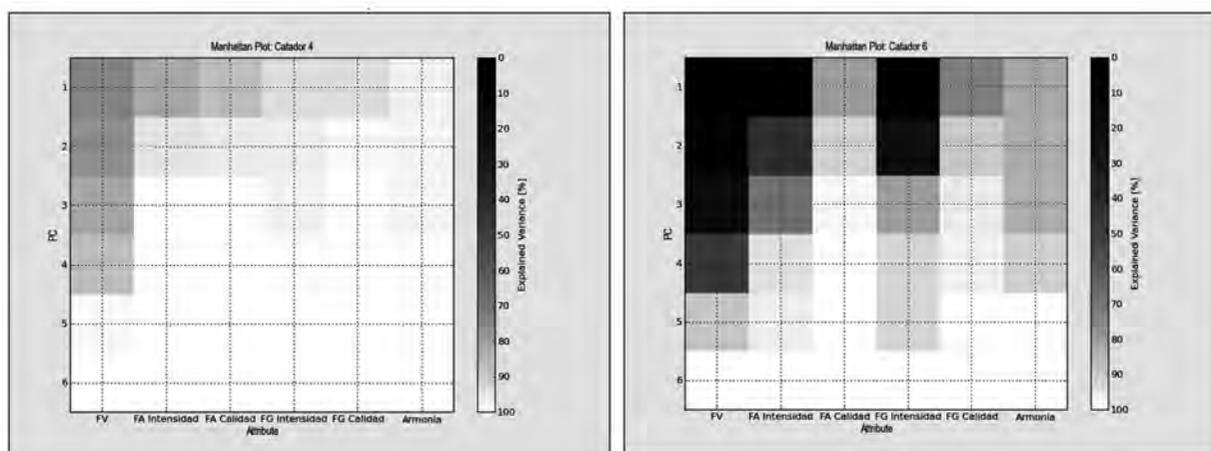


Figura 6. Representación de gráficos Manhattan para proveer información de diferencias entre catadores visualizando la explicación de la varianza de cada combinación catador/atributo.

información de un atributo, más cerca aparecerá del círculo exterior (100% varianza explicada para ese atributo y 50% el círculo interior).

En la figura 5 observamos como los catadores 5 y 6 son los menos integrados a nivel de consenso dentro del panel.

4.5. Gráficos Manhattan

Los gráficos Manhattan son una herramienta para proveer información de diferencias entre catadores visualizando la explicación de la varianza de cada combinación catador/atributo. El eje horizontal representa a los catadores y el eje vertical representa el componente principal del ACP individual. La explicación de la varianza acumulada se visualiza en colores (negro 0% y blanco 100%). Si el color del gráfico es claro para un catador determinado, mejor explicación consigue ese catador en la diferenciación de muestras.

En la figura 6 se puede comparar la explicación de la varianza entre el catador 4 y 6, casos extremos donde el catador 4 consigue ratios muy positivos (97% en Armonía, más del 93% en las fases gustativas (FG Int. y Cal.), 87,2% en la FO Cal. 82% en FO Int. y en comparación con el catador 6 (máxima explicación en Armonía de 82% y mínima de 0,07% en la FV).

4.6. Valores F en un ANOVA de una vía

La representación de los valores F en una ANOVA de una vía para cada evaluador por separado, sirve para comparar la habilidad de los catadores en la detección de diferencias entre los productos. De esta forma se pueden identificar catadores que no son capaces de detectar diferencias entre los pro-

ductos para unos atributos determinados y que requieren atención por parte del líder del panel. Las posibles razones son: baja sensibilidad a un atributo, pobre memoria sensorial, o la falta de entendimiento en el atributo en cuestión. Los catadores que posean valores F superiores al 1% de significación, son catadores muy fiables para el atributo donde supera ese nivel, diferenciando las muestras de forma correcta. Cada línea vertical es el valor F de un catador para un atributo específico. El valor F es una medida de la capacidad de un evaluador discriminando muestras diferentes. Cuanto mayor sea el valor F, mejor para el catador. Las líneas rojas y negras indican el nivel de significación al 1% y 5%, respectivamente.

En la figura 7 observamos como los mejores catadores son 2, 3 y 4, ya que consiguen detectar diferencias entre los productos con niveles de significación de un 5% mínimo para casi todas las fases de

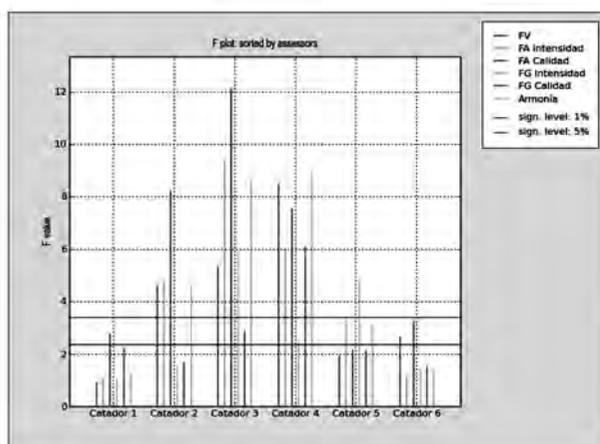


Figura 7. Representación de valores F en una ANOVA de una vía para cada evaluador por separado.

la cata, sobre todo los catadores 3 y 4, y este último utilizando todos los atributos por encima del 1% de significación.

4.7. Gráficos de correlación

Los gráficos de correlación sirven para estudiar las relaciones entre las puntuaciones individuales de los catadores y la media del panel, y muestran los datos de un atributo de forma simultánea. La puntuación por muestra de cada evaluador se representa frente a la puntuación media del panel para la misma muestra. Un asesor (puntos rojos), mientras que los asesores restantes se muestran con puntos sin cubrir. Si un evaluador está totalmente de acuerdo con el promedio del panel, la muestra va a caer sobre la línea discontinua azul.

En la figura 8 observamos los diagramas de correlación para las puntuaciones otorgadas por el catador 3, viéndose claramente como este catador siempre puntúa los vinos por encima del rango en comparación con el resto de catadores.

4.8. Gráficos de perfil

Los gráficos de perfil son otro tipo de gráficos que permiten comparar de forma individual a los catadores frente al consenso del panel completo, generando un gráfico para cada atributo. Es un sistema útil cuando el número de muestras no es muy alto, hasta 10 aproximadamente. Válido para visualizar diferencias de nivel y rango entre catadores. Este

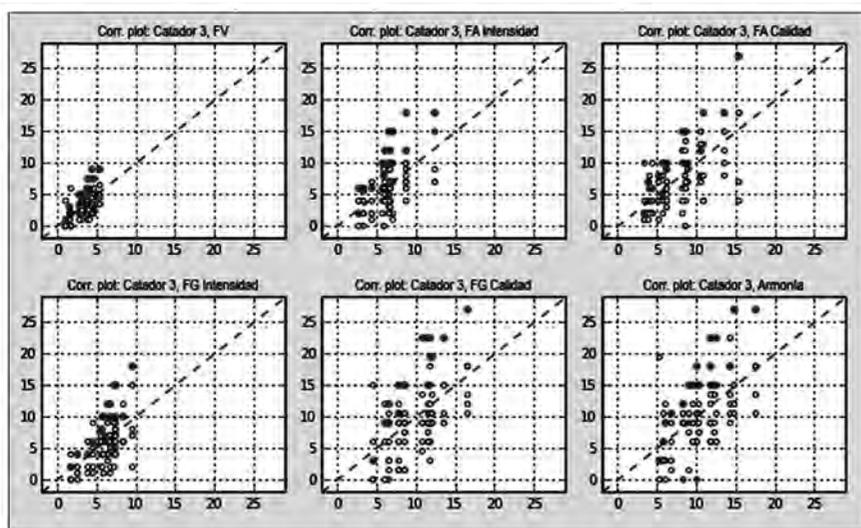


Figura 8. Representación de gráficos de correlación con las relaciones entre las puntuaciones individuales de los catadores y la media del panel atributo a atributo para el catador 3.

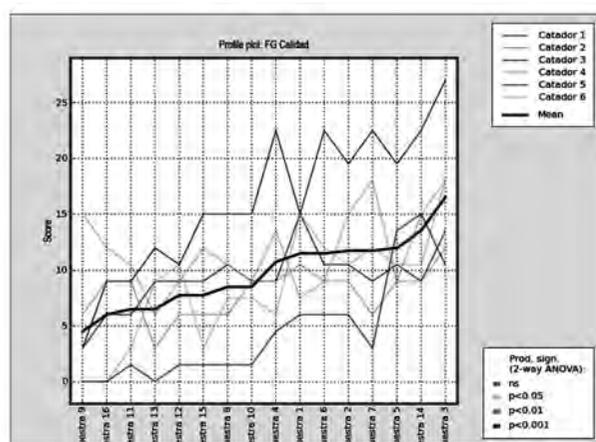


Figura 9. Representación de gráficos de perfil para el atributo FG Calidad, que compara de forma individual a los catadores frente al consenso del panel completo.

gráfico representa las muestras a lo largo del eje X y las puntuaciones para cada evaluador en el eje Y, junto con la media de los evaluadores representados por una línea continua en negro. La muestra más a la izquierda está en el puesto más bajo de valoración (baja intensidad del atributo) según el consenso y viceversa.

La figura 9 muestra los perfiles en la FG Cal. de todos los catadores según un orden creciente de valoración de muestras, siendo mejor valoradas las muestras 9 y 16, que son idénticas, y las peores valoradas las muestras 3 y 14. Todos los catadores en su conjunto consiguen un nivel de significación de p muy bueno ($p < 0,001$), por lo que el marco del gráfico aparece en color rojo. También se puede observar como el cata-

dor 5 se mueve por debajo de rango, y el catador 3 por encima, respecto a las medias del panel completo (línea negra continua).

4.9. Gráficos de cáscara de huevo

Los gráficos de cáscara de huevo están basados también en la clasificación obtenida según intensidades puntuadas para un atributo. Visualiza diferencias de clasificación entre catadores. Muy útil cuando hay más de 10 muestras y son muy parecidos a los gráficos de perfil. Esta representación muestra cómo cada evaluador clasifica a todas las muestras analizadas en relación con el consenso.

La línea morada en negrita representa la línea de consenso, construida con los valores acumulados a nivel de ranking, mientras que cada una de las restantes líneas representa el ranking de un asesor específico. Cuanto más cerca de la línea de consenso esté la línea de un solo evaluador, este evaluador está más en consenso con el grupo. La muestra más a la izquierda está en el puesto más bajo (baja intensidad de atributo) y viceversa.

En la figura 10 podemos ver como los catadores que más se ajustan a la línea de consenso morada (en negrita), son los catadores 3 y 5, siendo entonces los catadores que de forma más ajustada clasifican las muestras, mientras que los que más se alejan del consenso del panel son los catadores 1 y 6, sobre todo este último. Todos los catadores en su conjunto consiguen un nivel de significación de p muy bueno ($p < 0,001$), por lo que el marco del gráfico aparece en color rojo.

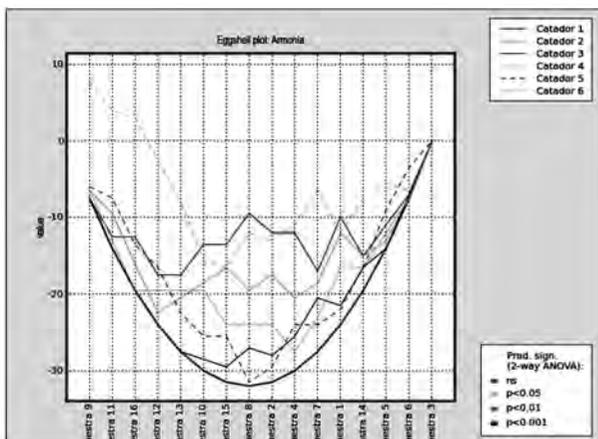


Figura 10. Clasificaciones representadas en gráficos de cáscara de huevo obtenidas según intensidades puntuadas para el atributo Armonía.

4.10. Gráficos p-MSE

Los gráficos p-MSE constituyen otra posibilidad para evaluar la capacidad discriminativa de los catadores según atributos. Esta función genera gráficos P-MSE mediante un ANOVA de una vía para cada evaluador. Los valores de MSE se representan a lo largo del eje X y los valores de p se representan a lo largo del eje Y. Cada punto en el gráfico representa un evaluador para un atributo específico. Los p -valores y MSE-valores son medidas de discriminación y repetitividad respectivamente.

Cuanto un punto esté más cerca del origen de coordenadas (valores bajos para ambos, p y MSE), mejor será el evaluador en el atributo representado, como es el caso de los catadores 2 y 4 de la figura 11 cuando evalúan la fase Armonía. Esta estructura estadística informa al mismo tiempo de que un catador discrimina bien entre productos y reproduce de forma fiable sus puntuaciones, obteniendo en este caso niveles bajos en el valor p y valores bajos MSE. Si un catador tiene un valor p bajo y un MSE alto indica que discrimina bien las muestras, pero utiliza una porción demasiado grande de la escala, como en el caso del catador 5. Todos los catadores en su conjunto consiguen un nivel de significación de p muy bueno ($p < 0,001$), por lo que el marco del gráfico aparece en color rojo.

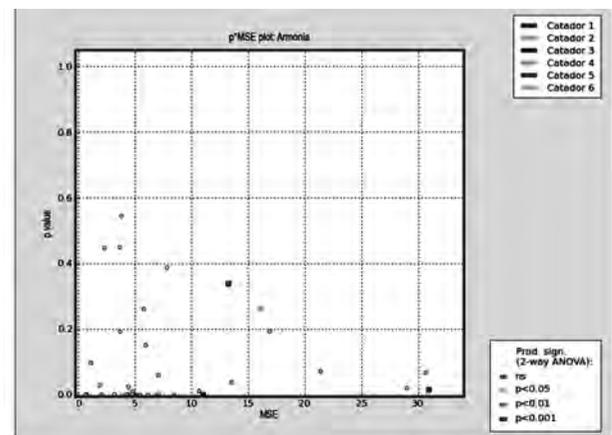


Figura 11. Representación de gráficos p-MSE para evaluar la capacidad discriminativa de los catadores en el atributo Armonía.

4.11. Gráficos en tela de araña

Los gráficos en tela de araña constituyen un sistema muy visual de los perfiles de cada muestra de vino según las medias otorgadas por el panel completo.

Como se muestra en la figura 12, que desde fuera del gráfico hacia dentro se pueden observar cómo quedan clasificadas cada una de las 16 muestras en cada una de las seis fases de la cata, siendo las muestras 9 y 16 las mejor valoradas, ya que aparecen en las posiciones más centrales y la peor valorada es la muestra 3, que aparece en la periferia. Esta interpretación se hace de esta manera ya que hay que recordar que la ficha de cata empleada por el panel es de tipo penalizador.

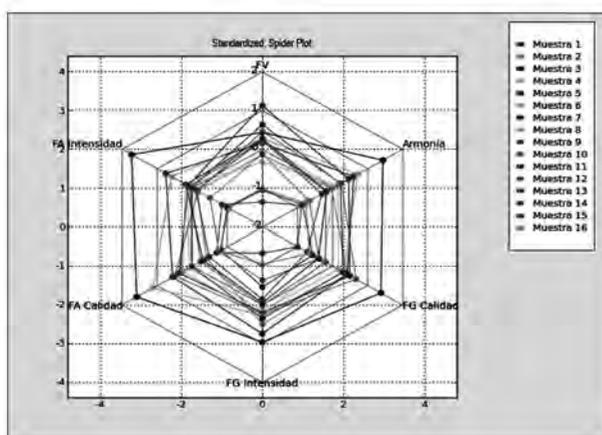


Figura 12. Representación de gráficos en tela de araña de las 16 muestras de vino catadas por el panel en los diferentes atributos de las fichas de cata.

5. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

Las herramientas estadísticas y sensométricas utilizadas han permitido evaluar la fiabilidad de un panel de catadores expertos utilizados en un simulacro de concurso de vinos, identificando cuales son los catadores y atributos capaces de discriminar bien los productos así como sus deficiencias, lo que puede permitir la mejora del panel mediante entrenamientos específicos diseñados para su corrección.

6. ANÁLISIS DE LOS FACTORES SOCIOCULTURALES EN LOS GUSTOS Y PREFERENCIAS DE LOS CONSUMIDORES

Respecto al estudio: "Influencia de los factores socioculturales en los gustos y preferencias de los consumidores de vino tinto D.O.Ca. RIOJA", cabe incluir en este artículo la siguiente información:

Cabe preguntarse ¿qué es lo que está ocurriendo? ¿Por qué se está dejando de consumir vino? ¿Quiénes lo están dejando de consumir? ¿Qué tipos de vinos gustan? ¿Está relacionado el consumo y tipo de vino con los perfiles sociales? Para responder a estas preguntas se ha estudiado el escenario de los vinos tintos producidos en la D.O.Ca. Rioja. Se eligieron 5 perfiles bien diferenciados y fueron sometidos a juicio hedónico por un panel amplio de consumidores (210), incluyendo un estudio del entorno sociocultural y económico con el objetivo de aportar herramientas de máquetin y comunicación

objetiva a las bodegas productoras. De forma paralela, los mismos vinos fueron caracterizados a nivel sensorial por un panel de expertos y se realizaron amplios análisis químicos para identificar las virtudes en forma de atributos positivos y sus posibles defectos, aportando directrices enológicas a los enólogos para elaborar los vinos demandados con éxito, que son precisamente aquellos que los consumidores están esperando según sus preferencias.

Para ello, se han aplicado técnicas estadísticas complejas conocidas con el nombre de sensométricas, capaces de combinar la caracterización de perfil del vino por profesionales de la cata, con las preferencias de consumidores, jerarquizados según tipos de vinos preferidos y sus condiciones socioculturales. Estas técnicas de estudio son ampliamente aplicadas en la industria alimentaria, como por ejemplo en productos lácteos, snacks o refrescos, pero mínimamente en el sector del vino, por lo que se puede considerar un estudio innovador en este sentido.

Los estilos de vino elegidos, entre los más genéricos que se pueden encontrar en Rioja, son el Joven, ligero y fresco elaborado mediante despallado, el Maceración Carbónica, típico vino muy joven, de cosechero, que se encuentra en recesión a nivel de elaboración, con encubado de racimo entero, el Tradicional, con perfil más oxidativo, barrica vieja y carácter fenolado, el Moderno, mas reductivo, concentrado, afrutado y con barrica nueva o semi-nueva, y finalmente el Reserva, tipología de vino maduro, complejo y muy domado a nivel de taninos.

Como conclusiones generales del estudio, sobresalen las siguientes:

- El orden de preferencia de los estilos de vinos valorados por el panel de consumidores es el siguiente: Maceración Carbónica (820), Moderno (677), Reserva (623), Joven (208) y Tradicional (48). Las cifras entre paréntesis son el resultado de las encuestas de preferencias a los consumidores, tomando en cuenta valores ponderados con carácter positivo o negativo dependiendo de la naturaleza de la pregunta. Lo que está claro es que los vinos tipo Maceración Carbónica, Moderno y Reserva, en este orden, se llevan los laureles del triunfo, mientras que el Tradicional, pierde en la valoración global a gran diferencia del resto.
- Los hombres muestran preferencia por vinos en los que destaca la fruta en consonancia con aro-

mas de madera (Reserva y Moderno) y las mujeres en cambio, prefieren el vino principalmente de carácter frutal o con aromas de madera nueva (M. Carbónica y Moderno).

- En la actualidad, los momentos en los que menos se bebe vino son en las comidas y cenas de diario, por lo que se confirma un cambio de costumbres generacionales.
- La respuesta abrumadoramente mayoritaria entre los participantes en la cata es que el consumo moderado de vino es beneficioso para la salud y el bienestar social, lo que resulta muy interesante desde el punto de vista de la dinamización del mercado.
- A la hora de elegir un vino no se tienen tan en cuenta atributos como el grado alcohólico o el color, lejos de la importancia que se les pueda dar a priori a estos parámetros desde el punto de vista tecnológico. Por otra parte, una minoría considera el factor ECO fundamental a la hora de elegir un vino, tratándose de un valor muy interesante a explotar en el futuro.
- Los atributos señalados como más negativos en el vino son los relacionados con compuestos azufrados, aromas químicos, fenólicos y "canecidos". Es destacable que son parámetros que el Consejo Regulador de la D.O.Ca Rioja toma muy en cuenta como control sensorial a la hora de certificar los vinos acogidos a dicha Denominación de Origen.

Se distinguieron las siguientes clases de consumidores y tipos de vinos:

- **Alma de la fiesta:** marcado por la juventud de sus componentes. Cariñosos y fiesteros. Les gusta el vino de Maceración Carbónica, es decir, frutales, frescos y suaves al paladar. Para esta clase interesan elaboraciones de vinos ligeros, intensos aromáticamente y con mucha fruta. Con etiquetas coloridas y atrevidos en su promoción, siempre unido a eventos festivos y musicales. El lado femenino del producto es un valor al igual que el factor ECO, con la oportunidad de usar nuevos envases como PET, bag in box y latas. (12,9%).
- **Culto y Solidario:** sensibles, empáticos y muestran un gusto elevado por la cultura, tendencia progresista. Le gusta el vino tipo Reserva en el que confluyen aromas frutales, especiados y balsámicos de madera, con un paso suave en boca.

Muestran rechazo por los aromas fenolados. Le encajan vinos serios, y maduros, pero con imagen muy internacional. La comunicación clásica del vino es muy válida y si va unido a los aspectos saludables aún mejor. Vinos mono varietales y nuevos clásicos son una apuesta segura para este sector. (13,3%).

- **Acomodado y Abrumado:** se definen como románticos y prefieren seguir bebiendo el vino que les gusta antes que probar alguna novedad. Les gusta el vino Moderno y el de Maceración Carbónica, lo que significa vinos frutales, sabrosos, que llenen la boca y sedosos al paladar. Rechaza contundentemente vinos con deficiencias organolépticas. Es el grupo menos permeable a los elementos de marketing. Los vinos deben ser lo más perfectos y simples posibles, sin complicaciones tecnológicas ni elemento de "poesía". El concepto inglés KISS (Keep it Simple, Stupid!) es el más apropiado para cautivarles. Vino y naturaleza sin más. (11,4%).
- **Entendido o Enófilo:** se consideran muy sociales y están interesados por el vino y la gastronomía. Le gustan los vinos frutales con y sin madera, que no presenten defecto alguno, como son los casos del vino de Maceración carbónica, Joven y Moderno. Se trata de un grupo muy permeable a los nuevos productos. Innovación, nuevos estilos, regiones, tendencias, modas, sorpresas unidas a promociones en directo, maridaje de vino y música, pintura, teatro o cine y la degustación, son una buena fórmula de seducción. La promoción a través de sumilleres y profesionales de la restauración, así como los responsables de tiendas especializadas, es un valor a tener en cuenta. (28,6%).
- **Clásico y Conservador:** se considera romántico y ahorrador. Su gusto por la cultura es elevado, con una tendencia conservadora. Aprecian de forma positiva el carácter fenolado del vino y su vino favorito es el Tradicional. Es el perfil de mayor edad. El vino de toda la vida, el retro, el del pasado, el "vino vino". Son los consumidores tipo nostálgico, por lo que las etiquetas clásicas, la prensa de husillo y la mula, son fetiches a plasmar en el producto. Para ellos el vino forma parte del entorno en el mundo de los negocios, como conector social, por lo que las promociones a través de asociaciones profesionales son interesantes. Las promociones en grandes superficies

también son una buena estrategia y, obviamente, la TV es su medio "ad hoc". (21,9%).

- **Satisfecho y bien Cultivado:** se considera valiente, extrovertido y apasionado. Le gusta el vino con mucho sabor, que le llene la boca. Valora positivamente las sensaciones glicéricas, la madera y la fruta, mientras que rechaza los vinos suaves y muy jóvenes. Por definición su vino favorito es el vino Moderno. Se trata de un perfil que valora y mucho los aspectos táctiles, que deben ser muy cuidados en la elaboración del vino. Vinos amables, muy redondos, nada agresivos y que sean capaces de transmitir su esencia sin que nadie se los tenga que explicar. Presentaciones con mucha información visual, variedades, añada, curiosidades técnicas, en definitiva, el vino que transmite valores culturales por sí mismo es el más idóneo. Los medios de comunicación más apropiados para este perfil son los periódicos y la radio. (25,2%).

Llaman la atención dos sucesos de máxima importancia. El primero, como los vinos que se están dejando de hacer, son los más demandados por el público juvenil, los consumidores del futuro. El segundo, como una tipología de vino llamado Tradicional, sigue teniendo su público fiel, pero al contrario que en el caso anterior, es el de mayor edad y el más impermeable a probar nuevos vinos, sector que está predestinado a desaparecer como los dinosaurios en el Cretácico.

Es de gran interés ver cómo estas técnicas de estudio de mercado pueden ayudar a la bodega no solo a diseñar enológicamente los estilos de vinos, sino adaptar todo el merchandising (producto, formato, precio, comunicación, punto de venta...), al tipo de consumidor al que la empresa quiere dirigirse, aumentando y mucho las probabilidades de éxito.

7. BIBLIOGRAFÍA

Gou, P. Guerrero, L. Romero, A. (1998). Efecto de la selección y entrenamiento de los catadores sobre la cartografía externa de preferencias, utilizando un número reducido de muestras. *Food Science and Technology International*, 4: 85-90.

Guerrero, L. Guàrdia, M.D. «Evaluación de la fiabilidad de un panel de cata», III Jornadas de Análisis Sensorial, 1-2 octubre 1998, Valdediós, Asturias, España.

Martin Kermit and Valérie Iengard. (2006). Assessing the performance of a sensory panel – Penelist monitoring and tracking. Camo Process AS, www.camo.es.

Noble, A.C. Arnold, R.A. Buechsenstein, J. Leach, E.J. Schmidt, J.O. Stern, P.M. *Modification of a Standardized System of wine aroma terminology*. Am J Enol Vitic 1097; 38: 143-151.

Romero, A. Tous, J. y Piñol, M. «Aplicaciones comerciales del panel de cata de aceites de oliva virgen», *OLINT* 2001; 3 (Marzo): 31-35.

Stone, H. Sidel, J.L. (1993). *Sensory Evaluation Practices*, 2ª ed., Academic Press Inc.

Oermod Naes, Per B. Brockhoff and Oliver Tomic. (2010). *Statistic for sensory and consumer science*. Ed Wiley.

MEDIDAS DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DEL VINO: INFORMACIÓN ESTRATÉGICA PARA LA TOMA DE DECISIONES Y COMUNICACIÓN A PARTES INTERESADAS

Yolanda Núñez Pérez

Doctora en Ingeniería Química. Área de Tecnologías Ambientales. Fundación CTME

1. INTRODUCCIÓN

El Informe Brundtland (Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo, 1987), definió el desarrollo sostenible como aquellos procesos de progreso social, económico y político que satisfacen las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

Este informe puso de manifiesto la necesidad de aunar las políticas económicas y de protección al medio ambiente. Y como consecuencia, en 1992 se llevó a cabo la Conferencia Sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro o Cumbre de Río, donde se definió un programa de acción, conocido como Agenda 21 y se aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que condujo a la firma en 1997 del Protocolo de Kyoto con el fin de reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero.

Años más tarde, en septiembre de 2015, los 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas, junto con un gran número de actores, entablaron un proceso de negociación abierto, democrático y participativo, que resultó en la proclamación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, con sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), siendo el objetivo número 12 "Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles".

El objetivo del consumo y la producción sostenibles es fomentar el uso eficiente de los recursos. Hay que crear más valor con menos materias primas, bajar costes y reducir al mínimo los efectos negativos en el medio ambiente. La utilización de métodos de producción más eficientes y mejores sistemas de gestión ambiental puede reducir considerablemente la contaminación ambiental y ahorrar recursos. También es algo positivo para las empresas, ya que puede disminuir los costes de explotación y la dependencia de las materias primas.

La industria alimentaria europea, en general, y el sector del vino, en particular, son conscientes de la necesidad de reducir de forma continua el impacto ambiental de sus productos a lo largo de su ciclo de vida, siguiendo las directrices de la estrategia de la Comisión Europea recogida en el Plan de Acción sobre Consumo y producción Sostenible y una política industrial sostenible (COM (2008) 397 Final), la Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos (COM/2011/0571 final) y la comunicación hacia una economía circular: un programa de cero residuos para Europa (COM/2014/398 final).

Pero este objetivo exige la cooperación entre los distintos agentes de la cadena de valor, desde el productor hasta el consumidor final, involucrando a estos últimos mediante la sensibilización y la educación y facilitándoles información adecuada para que puedan tomar decisiones responsables.

Y es en este contexto, donde surgen las herramientas de sostenibilidad ambiental que permiten medir los impactos ambientales asociados a un producto, proceso o actividad, con el objetivo último de reducir su efecto negativo en el entorno, aumentar su competitividad y fomentar la oferta y la demanda de productos más respetuosos con el medio ambiente.

2. CONTEXTO POLÍTICO

En los últimos años se observa una tendencia creciente en cuanto a la mayor sensibilidad y demanda de información por parte de los consumidores, sobre las características ambientales de los productos y servicios que desean adquirir, para ejercer un consumo más sostenible.

Sin embargo, actualmente a nivel mundial existen más de 400 sistemas diferentes de etiquetado ambiental, lo que genera confusión y desconocimiento, e incluso desconfianza, y dificulta el desarrollo de un mercado sostenible de productos y servicios.



Figura 1. Transición hacia la economía circular. Fuente: adaptado de COM/2014/398 final.

Ante esta realidad, la Comisión Europea (CE) lanza la iniciativa "Mercado único para los productos verdes", cuyo principal objetivo es poder disponer de información comparable y rigurosa sobre el impacto ambiental de productos y organizaciones, para generar confianza tanto en los consumidores, como en los inversores y otros grupos de interés.

Esta iniciativa se enmarca dentro de la *Estrategia Europa 2020 "Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos"* (COM/2011/0571 final), siendo algunos de sus objetivos:

- *Establecer un enfoque metodológico común que permita a los Estados miembros y al sector privado valorar, medir y comparar el comportamiento medioambiental de productos, servicios y empresas sobre la base de una evaluación exhaustiva de su impacto medioambiental en todo el ciclo de vida, "huella ecológica".*
- *Garantizar una mejor comprensión del comportamiento de los consumidores y proporcionar mejor información sobre la huella ecológica de los productos, lo que incluye prevenir el uso de declaraciones engañosas y perfeccionar los sistemas de etiquetado ecológico.*

Así, basándose en los principios de transparencia, fiabilidad, integridad, comparabilidad y claridad, la Comisión Europea propone dos métodos para medir el comportamiento ambiental de productos, (huella ambiental de producto), y organizaciones, (huella ambiental de organización), y anima a los Estados miembros y al sector privado a utilizarlos.

La Huella Ambiental de Producto (HAP, Product Environmental Footprint, PEF), es una metodología basada en el Análisis del Ciclo de Vida para evaluar los efectos sobre el medio ambiente de un producto. En estos momentos la CE está desarrollando una

experiencia piloto para definir cómo se debe evaluar y comunicar la huella ambiental (Reglas de Categoría para la Huella Ambiental de Producto, RCHAP) de distintos grupos de productos, entre ellos el vino.

Por otra parte, y también dentro de la política europea de eficiencia en el uso de los recursos, surge la comunicación hacia una economía circular: un programa de cero residuos para Europa (COM/2014/398 final), que se materializó en diciembre de 2015, con la adopción de un ambicioso paquete de nuevas acciones para impulsar la competitividad, fomentar el crecimiento económico sostenible y crear nuevos puestos de trabajo, (figura 1).

El fin último del nuevo paquete es impulsar la transición desde una economía lineal en la que las materias primas se extraen para fabricar productos que luego se utilizan y se eliminan, a una economía circular que asimila los procesos productivos a los procesos naturales, donde todo residuo es en realidad un recurso. Es decir, los bienes (nutrientes técnicos) se diseñan para ser duraderos y reutilizados cíclicamente, a la vez que los nutrientes biológicos se reintroducen en la biosfera al final de su vida útil.

3. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS

3.1. Análisis del Ciclo de Vida (ACV o LCA)

La Comisión Europea apuesta por una comunicación transparente de los aspectos ambientales de los productos, utilizando herramientas como el Análisis del Ciclo de Vida. Así, el Reglamento (CE) N° 66/2010 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de noviembre de 2009 relativo a la etiqueta ecológica de la UE, expone en su artículo 6:

"Los criterios de la etiqueta ecológica de la UE se determinarán científicamente teniendo en cuenta la totalidad del ciclo de vida de los productos.

a) los impactos ambientales más significativos, en particular el impacto sobre el cambio climático, el impacto sobre la naturaleza y la biodiversidad, el consumo de energía y recursos, la generación de residuos, las emisiones a todos los medios naturales, la contaminación mediante efectos físicos, y la utilización y liberación de sustancias peligrosas, [...]"

Y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), concluye en su estudio de marzo de 2010, *Greenhouse Gas emissions from the dairy sector. A Life Cycle Assessment*, que el Análisis del Ciclo de Vida es un método consistente para el cálculo de las emisiones de gases efecto invernadero asociadas a la producción del sector vacuno.

"The method and database developed for this assessment effectively supported the calculation of GHG emissions related to dairy production on a global scale, and may be considered an important step towards a harmonised methodology for the quantification of emissions. Similarly, the global datasets collected for this assessment serve as useful initial data sources, which can be refined and updated by users over time."

Por tanto, el ACV es una herramienta empleada para evaluar los efectos ambientales asociados a un producto, proceso o actividad, mediante la cual se pueden identificar y cuantificar la energía, los materiales usados y los residuos y emisiones producidos, y como consecuencia de ello, permite identificar y evaluar oportunidades de actuación ambiental. El análisis incluye el ciclo entero del producto, proceso o actividad, abarcando la extracción y procesado de la materia prima, fabricación, transporte y distribución, uso, reutilización, mantenimiento, reciclado y eliminación final, (figura 2).

La estructura metodológica del Análisis del Ciclo de Vida consta de cuatro etapas: Definición de objetivos y alcance, Análisis de inventario, Evaluación de impacto, e Interpretación de resultados, (figura 3).

- Definición de objetivos y alcance del ACV. En esta fase se establecen los objetivos



Figura 2. Etapas del ciclo de la vida.

del estudio, su extensión y profundidad, siendo, probablemente, la parte más crítica del ACV. Los objetivos deben dar una idea clara del propósito, del sistema que se estudia y de las aplicaciones esperadas, incluyendo sus limitaciones. Los resultados del ACV dependen de cómo se haya definido la función del sistema y los límites de este. Generalmente, la definición de los objetivos y alcance del estudio deben reajustarse durante su realización.

- Análisis de inventario. Esta etapa emplea datos cuantitativos para establecer la energía y tipos de materiales que se toman del entorno del sistema y que se emiten a él, durante el ciclo de vida completo del sistema de producto. Esta fase comprende una detallada descripción del sistema de producto (funciones y límites), del diagrama de flujo del producto, de la toma de datos y de su procesado.



Figura 3. Fases del Análisis del Ciclo de Vida.

Fuente: ISO 14040.

- La Evaluación de Impacto es un proceso técnico, cualitativo y/o cuantitativo para caracterizar y analizar los efectos de las cargas ambientales identificadas en la fase del Inventario. La evaluación de impacto está en este momento en desarrollo, por lo que aún no se sigue una metodología unificada. La etapa de evaluación de impacto se compone de cinco pasos: Clasificación, Caracterización, Normalización, Agrupación y Ponderación, siendo los tres últimos de carácter opcional.
- Interpretación de los resultados y conclusiones. En esta fase se analizan los resultados del análisis de inventario y de la evaluación de impacto. La interpretación realizada puede tomar la forma de conclusiones o recomendaciones que faciliten una toma de decisiones coherente con el objetivo y alcance del estudio. Esta etapa también refleja los resultados de los análisis de sensibilidad llevados a cabo. La interpretación de resultados puede conducir a un proceso iterativo de revisión del alcance del ACV, la naturaleza y/o la calidad de los datos recogidos en línea con el objetivo definido. Las conclusiones se deben hacer únicamente sobre los resultados del estudio, teniendo en cuenta la variabilidad de los datos.

3.2. Análisis de costes del ciclo de vida (LCC)

La herramienta "Análisis de costes del ciclo de vida" evalúa los costes asociados a un producto o servicio

a lo largo de las distintas fases de su ciclo de vida, independientemente de sobre quién haya recaído el coste (proveedor, productor, consumidor...), y de su naturaleza (costes internos, costes externos o externalidades).

La utilización en la etapa de diseño de la herramienta LCC, junto al análisis del ciclo de vida, permite tomar decisiones partiendo de una radiografía económica y ambiental de las implicaciones del producto a lo largo de todo su ciclo de vida. Por tanto, con este análisis se facilita la integración de los enfoques económico y medioambiental, permitiendo el desarrollo de modelos de negocio innovadores y sostenibles.

3.3. Análisis social del ciclo de vida (sLCA)

UNEP/SETAC define el Análisis social del ciclo de vida como una técnica de evaluación de los impactos sociales (incluyendo los impactos potenciales), que tiene como objetivo evaluar los aspectos sociales y socio-económicos de los productos y su impacto potencial positivo y negativo a lo largo de su ciclo de vida.

El sLCA se basa en categorías de impacto asociadas a aspectos sociales críticos: derechos humanos, condiciones laborales, salud y seguridad, patrimonio cultural, gobernanza y repercusiones socio-económicas. Y contempla el punto de vista de distintos "stakeholders" o partes interesadas: trabajadores,



Figura 4. Indicadores sLCA. Fuente: adaptado de: (UNEP/SETAC, 2011).

comunidad local, consumidores, cadena de valor y sociedad, (figura 4).

Esta metodología puede ser aplicada individualmente o en combinación con otras herramientas, como el ACV o el LCC.

3.4. Análisis de la sostenibilidad en el ciclo de vida (LCSA)

El análisis de la Sostenibilidad en el Ciclo de Vida combina las tres herramientas anteriores, análisis del ciclo de vida, análisis de costes del ciclo de vida, y análisis social del ciclo de vida, para conocer el comportamiento de un producto en las tres dimen-

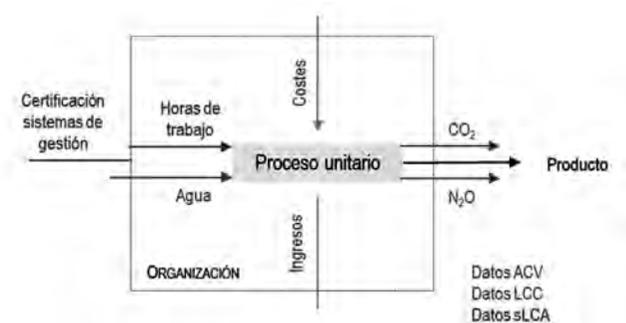


Figura 5. Datos de inventario de un LCSA. Fuente: (UNEP/SETAC, 2011).

siones del desarrollo sostenible, facilitando una toma de decisiones integrada basada en una perspectiva del ciclo de vida, (figura 5).

4. HERRAMIENTAS DE MEJORA

En el actual contexto global de los procesos de producción y consumo, la mejora ambiental de los procesos, productos y servicios es esencial para alcanzar un desarrollo sostenible. Una de las herramientas más reconocidas a nivel internacional para facilitar el camino de la sostenibilidad es el ecodiseño, que, según la Directiva 2005/32/CE relativa a los requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía, se define como:

"Integración de los aspectos ambientales en el diseño del producto con el fin de mejorar su comportamiento ambiental a lo largo de todo su ciclo de vida".

Una de las novedades de esta metodología es que requiere un enfoque de ciclo de vida (*life cycle*

thinking), lo que significa que el diseñador expande su perspectiva ambiental de diseño más allá de lo habitual. Según la Norma UNE 150050, se define Ciclo de Vida como:

"Las etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema producto, desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales, hasta su disposición final".

Se estima que más del 80% de los impactos ambientales de un producto durante su ciclo de vida se fijan en la etapa de diseño. De ahí, la necesidad de incorporar aspectos ambientales en las rutinas de trabajo de los departamentos de desarrollo de producto. El ecodiseño implica una actuación preventiva, ya que contempla los impactos ambientales que se generarán en las distintas etapas de vida del producto y su interrelación antes de que se produzcan, y permite minimizarlos o incluso eliminarlos previamente a su aparición.

Asimismo, el ecodiseño es la forma más económica de disminuir los impactos ambientales de los productos, ya que la discusión, depuración y mejora de una idea genera menos gastos que si se realiza cuando el producto es ya una realidad física. Los cambios son siempre más costosos cuanto más se alejan de las fases iniciales de diseño, pudiendo ser económicamente inviables cuando el producto está ya en el mercado, quedando entonces como única opción su sustitución por un nuevo producto con un diseño de menor impacto ambiental.

No obstante, la aplicación del ecodiseño exige un cambio de mentalidad y un cambio del marco de trabajo. Hablamos de "recurso" en vez de "residuo"; pensamos en "necesidad" y "uso" en vez de "consumo"; investigamos para transformar la "materia" en múltiples ciclos y no destruirla; diseñamos para conseguir "ciclos de vida más largos" en vez de "obsolescencia programada"; nos movemos en un marco de "economía circular" en vez de "lineal"; y colaboramos y co-desarrollamos junto con los distintos agentes de la cadena de valor para conseguir un producto ecodiseñado.

La Rueda de Estrategias del Ecodiseño (figura 6), es un modelo conceptual que muestra todos los campos de interés en el ecodiseño, agrupados en ocho estrategias que están vinculadas con los ocho ejes de la rueda y con las fases del ciclo de vida del producto.



Figura 6. Rueda de estrategias del ecodiseño. Fuente: (Brezet & van Hemel, 1997).

En numerosas ocasiones, la mejora ambiental conseguida, convenientemente evaluada y justificada, lleva un beneficio económico asociado. Ya que una disminución del consumo energético, del material empleado o de los residuos generados, además de suponer un menor impacto para el medio ambiente, implica una reducción de gastos. Se consiguen así dos efectos altamente positivos para la empresa mediante una única práctica.

5. HERRAMIENTAS DE COMUNICACIÓN AMBIENTAL

La comunicación ambiental se está convirtiendo en una actividad de gran importancia para las organizaciones de todo el mundo, sean pequeñas o grandes, debido al incremento de la conciencia pública, y a la preocupación y expectativas de las agencias ambientales gubernamentales.

Las declaraciones ambientales de producto, la huella de carbono, la huella de agua..., son estrategias de comunicación que cada vez tienen más presencia en el mercado, no sólo como instrumentos de marketing, sino también como herramientas para reducir los costes asociados a la producción ambiental.

El etiquetado ambiental se define, según la norma ISO 14020, como un conjunto de herramientas voluntarias que intentan estimular la demanda de productos y servicios con menores cargas ambientales, ofreciendo información relevante sobre su ciclo de vida para satisfacer la demanda de información ambiental por parte de los compradores.

El organismo internacional ISO distingue tres tipos de etiquetas ecológicas:

- Ecoetiquetas tipo I: son certificaciones ambientales que consideran el análisis del ciclo de vida de producto o servicio. De acuerdo con la ISO 14024, las ecoetiquetas tipo I forman parte de un programa voluntario, multicriterio y desarrollado por una tercera parte que autoriza su uso. Un ejemplo de este tipo de ecoetiquetas es la flor europea, nombre con el que se conoce a la etiqueta ecológica de la UE (ec.europa.eu/environment/ecolabel/).
- Las ecoetiquetas tipo II o autodeclaraciones ambientales: de acuerdo con la ISO 14021, consisten en afirmaciones relativas a alguna característica ambiental del producto que las contiene. El declarante debe ser responsable de la evaluación y de facilitar los datos necesarios para la verificación de las autodeclaraciones ambientales. Los términos comúnmente utilizados en estas ecoetiquetas se muestran a continuación:
 - Compostable.
 - Degradable.
 - Reciclable.
 - Contenido de reciclado.
 - Reutilizable y rellenable.
 - Reducción de residuos.
 - Diseñado para desmontar.
 - Producto de vida prolongada.
 - Energía recuperada.
 - Consumo reducido de energía.
 - Utilización reducida de recursos.
 - Consumo reducido de agua.

La principal ventaja de las autodeclaraciones de producto con respecto a otro tipo de ecoetiquetas es que normalmente son más baratas que otras herramientas de etiquetado ambiental. La principal razón es que no se necesita certificación o validación, sin embargo, por otra parte, esta falta de certificación reduce su credibilidad en comparación con otros tipos de ecoetiquetas.

- Las ecoetiquetas tipo III o declaraciones ambientales de producto (EPDs o DAPs): de acuerdo con la ISO 14025, facilitan la comunicación objetiva, comparable y creíble del comportamiento ambiental de los productos. Este distintivo ambiental aporta gran cantidad de información sobre la

incidencia que tiene un producto en nuestro entorno. Más que una ecoetiqueta propiamente dicha, se trata de una documentación análoga a las fichas de seguridad que deben acompañar a los productos peligrosos.

A nivel internacional existen distintos programas de verificación de EPDs, habiéndose multiplicado en los últimos años debido a la demanda por parte de las empresas de disponer de entidades que certifiquen el perfil ambiental de sus productos y por la aparición de normas y referencias encaminados a normalizarlos (EN 15804, huella ambiental europea...).

Dentro del sector alimentario, uno de los programas de verificación más relevante es el Sistema Internacional EPD® (<http://www.environdec.com>) con más de 130 EPD publicadas en esta categoría, y entre los productos alimentarios que comunican su declaración ambiental a través de este programa encontramos marcas líderes internacionales como, por ejemplo, Barilla o Carlsberg Italia.

Por su parte, en España, AENOR ha desarrollado el programa GlobalEPD, que aunque hasta la fecha se ha centrado principalmente en el sector de materiales de la construcción, está trabajando para establecer reglas de categoría de producto para otros sectores, como el alimentario. Asimismo, con objeto de aumentar el reconocimiento de las EPD publicadas bajo este programa, AENOR está alcanzando acuerdos de reconocimiento mutuo con los principales Administradores de Programa a nivel internacional.

5.1. Huella de carbono

La huella de carbono cuantifica las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero), medidas en emisiones de CO₂ equivalente. Este análisis abarca todas las actividades del ciclo de vida (desde la adquisición de las materias primas hasta su gestión como residuo) de un producto o servicio permitiendo a los consumidores decidir qué productos comprar en base a su impacto sobre el calentamiento global.

A diferencia de un Análisis del Ciclo de Vida, la huella de carbono evalúa únicamente la categoría de calentamiento global, lo que puede ocasionar problemas en la interpretación de resultados, al omitir

otros impactos, como la toxicidad, la formación de foto-oxidantes...

5.2. Huella hídrica y huella de agua

La Huella Hídrica, según la Water Footprint Network (<http://waterfootprint.org>), es un indicador, geográfico y temporal, del uso de agua, que incluye tanto el uso de agua directo como indirecto. Se mide en términos de volumen de agua consumida (evaporada o que no retorna) y/o contaminada por unidad de tiempo.

Por otra parte, la norma ISO 14046:2014 define la Huella de Agua como métricas que cuantifican los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua. A diferencia de la Water Footprint Network, esta norma, basada en la herramienta Análisis del Ciclo de Vida, no propone la evaluación del consumo de agua en sí mismo, sino su impacto.

6. INICIATIVAS EN EL SECTOR DEL VINO

En el sector del vino, existen distintas iniciativas a nivel internacional y nacional sobre el uso de información estratégica ambiental para la toma de decisiones y comunicación a partes interesadas.

6.1. Europa - proyecto piloto "PEF-Wine"

Dentro de las experiencias pilotos promovidas por la Comisión Europea para definir cómo se debe evaluar y comunicar la huella ambiental se está desarrollando el proyecto piloto "PEF-Wine" en el que se trabaja en la definición de una metodología consistente y armonizada a nivel europeo para el cálculo y la comunicación de la huella ambiental de los productos vitivinícolas desde una perspectiva de su ciclo de vida completo (de la cuna a la tumba).

Los resultados de esta iniciativa, liderada por el Comité Européen des Entreprises Vins (CEEV), facilitarán la actividad de las empresas del sector estableciendo un estándar común para calcular y comunicar su huella ambiental, al tiempo que contribuirán a aumentar la confianza de los consumidores y demás agentes de la cadena de valor del vino.

6.2. Francia - Ley Grenelle 2

La ley Grenelle 2, establecía en su artículo 228 que:

"... desde el 1 de julio de 2011, y previa consulta con todos los actores relevantes en la industria, se desarrollará una etapa de experimentación, por un período mínimo de un año, con el afán de informar progresivamente al consumidor..., sobre el contenido de carbono equivalente de productos y su embalaje, así como del consumo de recursos naturales o del impacto sobre los medios naturales generado por estos productos durante su ciclo de vida".

Esta etapa de experimentación tuvo lugar durante un año (julio 2011 – julio 2012) sobre distintos productos de consumo, incluido el vino (Château Laro-se Trintaudon). Concluida esta etapa, las principales conclusiones extraídas se centran en la dificultad de aplicación de la metodología de evaluación: falta de datos, procedimientos de cálculo no consensuados para evaluar ciertos indicadores, como por ejemplo, la biodiversidad y asignaciones entre co-productos. Estos valiosos resultados se han puesto al servicio de las experiencias pilotos de la CE para el cálculo y la comunicación de la huella ambiental de los productos.

6.3. España – Wineries for Climate Protectio

Wineries for Climate Protection (WfCP) es una certificación específica para el sector del vino en materia de sostenibilidad medioambiental desarrollado por la Federación Española del Vino (FEV). La certificación WfCP está orientada a la mejora continua y a la sostenibilidad de las bodegas, actuando en cuatro pilares fundamentales: reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, gestión del agua, reducción de residuos, y eficiencia energética y energías renovables. En 2016, 7 bodegas españolas estaban certificadas bajo este sistema, entre ellas, Campo Viejo o Viña Mayor.

6.4. Italia – Programa VIVA

En 2011, el Ministerio italiano de Medio Ambiente puso en marcha el proyecto piloto nacional VIVA "Vino Sostenible", cuyo objetivo era mejorar la sostenibilidad del sector vinícola a través de la evaluación de cuatro indicadores: aire (emisiones de gases efecto invernadero), agua (consumo y contaminación de agua dulce), viñedo (prácticas agrícolas y biodiversidad), y territorio (paisaje vinícola).

Importantes bodegas italianas participaron en esta fase piloto que condujo a la definición de una serie de especificaciones técnicas para la producción sostenible del vino. Estas especificaciones sirven ahora de marco regulatorio para todas aquellas bodegas italianas que quieran participar en la iniciativa.

6.5. Otras iniciativas

Existen otras muchas iniciativas sobre el uso de información estratégica ambiental para la toma de decisiones y comunicación a partes interesadas, algunas de ellas se resumen brevemente a continuación:

- En 2008 la bodega Parducci se convirtió en la primera bodega neutra en carbono, tras su adhesión al programa de viticultura sostenible de California, donde se ofrece asesoramiento a los viticultores para mejorar la sostenibilidad de sus viñedos.
- En 2009, la bodega chilena De Martino certificó su vino "Nuevo Mundo" como Neutro en Carbono.
- En 2010, la bodega New Zealand Wine Company puso en el mercado el primer vino que mostraba en la botella información sobre su huella de carbono certificada por Carbon Trust, Mobius Marlborough Sauvignon blanc.
- En España, desde 2010, bodegas como Matarromera, Gosálbez Orti o Grupo Faustino, entre otras, han certificado la huella de carbono de sus vinos a través de AENOR. Asimismo, dos bodegas vascas, Gil Berzal y Señorío de Astobiza, desarrollaron en 2015 una declaración ambiental de producto bajo el Sistema Internacional EPD®.

7. PROYECTO HAPROWINE

El proyecto LIFE HAProwINE (LIFE08/ENV/E/000143) se enmarca en la idea de la sostenibilidad y la innovación en un sector económico de gran importancia y valor añadido en el ámbito agrario, como es el sector del vino.

El fin último de este proyecto era contribuir al desarrollo sostenible del sector vitivinícola en Castilla y León, y para ello se fijaron un conjunto de objetivos específicos, entre los que destaca, de cara a este documento:

"Favorecer la oferta y demanda de productos con menor huella ambiental durante su ciclo de vida".

Para conseguir este objetivo, el grupo de trabajo del proyecto constituido por CTME, GiGa-ESCI y PE International, bajo la coordinación de Fundación del Patrimonio Natural de Castilla y León, colaboró activamente con las 15 bodegas y/o viñedos participantes en el proyecto, que elaboran vinos bajo las Denominaciones de Origen de Arribes, Cigales, Ribera del Duero, Rueda, la indicación geográfica Vinos de la Tierra de Castilla y León y la Denominación de Origen Calificada Rioja.

Los principales resultados de este proyecto fueron:

- Publicación de un Guía para la producción vitivinícola sostenible en Castilla y León. Esta Guía recoge un método de priorización de las técnicas o alternativas evaluadas para cada proceso, tanto de viñedo como de bodega, con el fin de identificar o determinar aquellas técnicas que se consideren más sostenibles, desde la perspectiva económico-ambiental. (<http://www.haprowine.eu/documentacion.html>).
- Definición de un Modelo de etiquetado ecológico: tipo I + tipo III. El esquema de ecoetiquetado



Figura 7. Modelo de etiquetado ecológico: Tipo I + Tipo III. Fuente: www.haprowine.eu.

propuesto en el proyecto (figura 7), pretende combinar las ventajas de dos tipos de sellos ya existentes: las ecoetiquetas tipo I (que distinguen los productos con un menor impacto ambiental), y las declaraciones tipo III (que muestran información ambiental completa y cuantitativa sobre el producto).

- Desarrollo de Reglas de Categoría de Producto (PCR) y Criterios de Excelencia Ambiental para el sector del vino. Asimismo, se realizaron estudios de Análisis del Ciclo de Vida y Declaraciones Ambientales de Producto para distintas bodegas de Castilla y León, aplicando el PCR de HAPRO WINE, que posteriormente ha sido utilizado por el proyecto piloto "PEF-Wine" de la CE como referencia. A partir de la información recogida en los inventarios de ciclo de vida proporcionados por las bodegas participantes se elaboró también un ACV y una EPD para un vino "promedio".
- Elaboración de un Documento Estratégico para la sostenibilidad ambiental del sector del vino en Castilla y León (<http://www.haprowine.eu/documentacion.html>).

Más información sobre el proyecto se puede encontrar en su página web: <http://www.haprowine.eu>.

8. CONCLUSIONES

La comunicación transparente de los aspectos ambientales del ciclo de vida de los productos es un punto clave en la estrategia de la Comisión Europea recogida en el Plan de Acción sobre Consumo y Producción Sostenible, y en la Estrategia Europa 2020, "Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos" (COM/2011/0571 final).

Por tanto, la aplicación de herramientas de gestión sostenible confiere a todos los productos, y en particular a los alimentarios por el contexto económico-social en que nos encontramos, un valor añadido, mejorando significativamente la competitividad de las empresas que asumen este reto, ya que actualmente estas iniciativas se desarrollan en el marco voluntario.

Asimismo, diseñar productos teniendo en cuenta consideraciones ambientales, además de reducir impactos, conlleva otros beneficios directos, como: i) la reducción de costes asociada a la identificación y mejora de procesos ineficientes en el ciclo de vida de producto, ii) el cumplimiento de legislación ambiental presente y futura, cada vez más estricta o iii) la imagen de marca, tan importante para conseguir éxito en un mercado cada vez más competitivo.

Algunas empresas líderes del sector alimentario, como Barilla, Carlsberg o Borges, están apostando por las declaraciones ambientales de producto como estrategia de imagen y marketing ambiental, ofreciendo a sus clientes la información, fiable y científica, que ellos demandan.

Por otra parte, en el sector nacional del vino, productores como Bodegas Robles, Bodega Matarromera o Grupo Faustino, entre otros, han dirigido sus estrategias de sostenibilidad ambiental hacia la huella de carbono; bodegas Gil Berzal y Señorío de Astobiza, hacia declaraciones ambientales de producto; y bodega Viña Mayor o Campo Viejo, entre otras, a la obtención de la certificación Wineries for Climate Protection.

Sin embargo, todavía queda trabajo por realizar de cara a mejorar estas herramientas, tanto en el ámbito de la de las experiencias pilotos de armonización de metodologías, como en el campo de la unificación y reconocimiento por parte del cliente/consumidor de los distintivos ambientales, y en ello está trabajando la Comisión Europea dentro de la iniciativa "Mercado único para los productos verdes".

9. AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a la Unión Europea la financiación recibida dentro de la Convocatoria LIFE⁺ 2008 para la ejecución del proyecto LIFE HAPROWINE "Gestión integral de residuos y análisis del ciclo de vida del sector vinícola" (LIFE08/ENV/E/000143), base del apartado 7 de este capítulo.

10. BIBLIOGRAFÍA

10.1. Referencias del texto

1. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>
2. <http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/>
3. http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/index_en.htm
4. http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm
5. <http://www.wineriesforclimateprotection.com>
6. <https://www.parducci.com/About/Sustainable-Winemaking>
7. <http://www.nuevomundowines.com>
8. <https://www.carbontrust.com>

10.2. Documentación

Brezet, H. van Hemel, C. (1997). *EcoDesign: A promising approach to sustainable production and consumption*. 1st ed. Francia: UNEP.

COM (2011). 0571 final Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Roadmap to a Resource Efficient Europe.

COM (2014). 398 final Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe.

Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products.

EPD Recoveco Vendimia Seleccionada. Aged Wine Rioja D.O.Ca. Gil Berzal Winery <http://gryphon.environdec.com/data/files/6/10649/epd650.pdf>.

Etiquetado ambiental de producto. IHOBE, Gobierno Vasco (2011).

Fullana, P. Puig, R. (1997). *Análisis del Ciclo de Vida*. 1st ed. Barcelona, España: Rubes.

Galatola, M. *Building the Single Market for Green Products*. DG Environment – Sustainable Production and Consumption Unit.

Heijungs, R. Guinée, J.B. Huppes, G. Lankreijer, R.M. Udo de Haes, H.A. Wegener Sleswijk, A. et al. (1992). *Environmental life cycle assessment of products. Guidelines and backgrounds*. Leiden, Países Bajos: Centre of Environmental Science.

IHOBE, editors. *Etiquetado ambiental de producto. Guía de criterios ambientales para la mejora de producto*. 1st ed. Bilbao, España: IHOBE; 2008.

HOBE, editors. *Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono. Dos maneras de medir el impacto ambiental de un producto*. 1st ed. Bilbao, España: IHOBE; 2009.

ISO 14006:2011 Environmental management systems - Guidelines for incorporating eco-design.

ISO 14020:2000 Environmental labels and declarations - General principles.

ISO 14021:2016 Environmental labels and declarations - Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling).

ISO 14024:1999 Environmental labels and declarations - Type I environmental labelling - Principles and procedures.

ISO 14025:2006 Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures.

ISO 14040:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework.

ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines.

ISO 14046:2014 Environmental management - Water footprint - Principles, requirements and guidelines.

ISO 14063:2006 Environmental management – Environmental communication – Guidelines and examples.

ISO/TS 14067:2013 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication.

Josick van Dromme. (2015). Protecting our planet it all begins on our plates. Dirección General de Cooperación Internacional y Desarrollo (DG DEVCO). Comisión en direct. Point of View. Imagen: AFP, Agence France-Presse.

Núñez, Y. (2008). Evaluación de efectos sobre la salud y el medio ambiente de focos contaminantes fijos. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid, España.

Oconnor, F. (2013). Maximising resource value through ecodesign. Ecodesign Centre. CIWM New Members Network Event.

PAS 2050:2008 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. BSI, Carbon Trust, Defra.

UNEP/SETAC Life cycle initiative (2011). Towards a Life Cycle Sustainability Assessment. Making informed choices on products. http://www.unep.org/pdf/UNEP_LifecycleInit_Dec_FINAL.pdf.

10.3. Sitios web

AENOR GlobalEPD <http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/globalepd.asp#.VvuFXNKLS70>

Aula de Ecodiseño - Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao y Escuela Politécnica de Mondragón <http://www.productosostenible.net/> www.productosostenible.net

Circular Economy Strategy http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm

Ecodesign http://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign/index_en.htm

Ecoplatform <http://www.eco-platform.org/>

European Environment Action Programme to 2020 <http://ec.europa.eu/environment/action-programme/index.htm>

European Platform on Life Cycle Assessment <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/>

French Environmental Footprint Guidance <http://affichage-environnemental.afnor.org/>

GHG Protocol - Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard <http://www.ghgprotocol.org/standards/product-standard>

Green Public Procurement http://ec.europa.eu/environment/gpp/index_en.htm

Green Purchasing Best Practices Guidebook <http://www.greencouncil.org/guidebook/guidebook.htm>

Ellen MacArthur Foundation <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy>

Pacto Mundial <http://www.pactomundial.org/>

Institut Bauen und Umwelt e.V. EPD <http://construction-environment.com/hp481/Environmental-Product-Declarations-EPD.htm>

International EPD® System <http://www.environdec.com>

Water Footprint Network <http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/water-footprint-assessment-tool/>

Water Footprint Network <http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery/>

HISTORIA DEL VINO, EL VINO EN LA HISTORIA

José Hidalgo Togores

Doctor Ingeniero Agrónomo y Enólogo. Asesor Técnico Vitivinícola

1. ORÍGENES DEL CULTIVO DE LA VID EN EL MUNDO, ORIENTE PRÓXIMO

La vid ya existía en el mundo cuando el hombre hace su aparición. En su evolución, sin duda toma como alimento fresco y con deleite los dulces granos de uva, una vez maduros al terminar el verano; aprendiendo más tarde a conservarlos bajo la forma de pasas, hasta que por fin descubre de una manera accidental, una nueva y agradable bebida que le apaga la sed, a la vez que le reconforta e incluso mágicamente le euforiza: el vino.

El hombre debió de aprovechar sin duda los frutos de las *Vitis silvestris* que espontáneamente aparecían en su entorno. Cuando en sus territorios, empezó a escasear la caza, entonces se hizo agricultor y sedentario, domesticando y cultivando las plantas que crecían a su alrededor, y entre ellas también lo hizo con la vid, surgiendo entonces la *Vitis vinifera* por un proceso de selección. Las actuales variedades de uva son todas *Vitis vinifera* o europeas, teniendo su origen en las *Vitis silvestris* y que cruzándose a veces de manera espontánea y otras por la mano del hombre en un proceso de selección, hoy día forman un inmenso y rico patrimonio varietal compuesto de más de cinco mil variedades distintas.



Figura 1. Hoja fósil de una ampelidia (Verona).



Figura 2. Vid silvestre.

Las *Vitis* aparece en Europa hacia finales del Mioceno (Terciario) hace unos 26 millones de años, ocupando unas posiciones moderadamente cálidas en el Macizo Central. Más adelante al final del Plioceno (Terciario) hace dos millones de años, aparece la *Vitis viniferae silvestris*, quedando después de las glaciaciones en el Cuaternario, refugiada en la cuenca del mar Mediterráneo y sur del mar Caspio.

La vid en estado silvestre era una liana dioica, que sobrevivió durante los períodos fríos del Terciario y Cuaternario en los refugios fitosociológicos del bosque templado, situados al pie de los grandes macizos montañosos con orientación sur, donde existía un ambiente soleado al abrigo de los vientos glaciares y de las bajísimas temperaturas. En Europa el abrigo más idóneo para la vid fue el refugio Póntico, situado en la parte oriental del mar Negro, en la actual Georgia, lejos de las aguas frías del Atlántico y protegida de los vientos glaciares siberianos por la cadena montañosa del Cáucaso. En este lugar de veranos cálidos y lluviosos, solamente la especie *Vitis vinifera* consiguió perpetuarse, pero originó nuevas formas, debido a que disponía a cortas distancias de una amplia gama de climas templados: muy húmedos y cálidos al oeste, muy secos al este, y desérticos en el sureste (Azerbaijan). A partir de los años 6.000 a 4.000 años antes de nuestra era (a.n.e.), los piedemontes y planicies se

re poblaron rápidamente por los bosques, y ello favoreció la proliferación de las vides y su salida del refugio Póntico, al tener estas un soporte sobre el que apoyarse para crecer, pues la vid necesitaba los árboles como tutores.

Siendo la *Vitis silvestris* una planta dioica, trepadora y liniforme, su cruzamiento natural con las vides hermafroditas de origen asiático, unido a la selección realizada por el ser humano sobre estos nuevos híbridos hermafroditas, posibilitaron la aparición de la *Vitis vinifera*. Las especies procedentes del sur del mar Caspio y las del Oriente Medio, llamadas Proles Orientales, avanzaron hacia las riberas del Mediterráneo en sentido este a oeste, mezclándose con las Proles Póntica originarias del mar Negro, que también se movieron en este mismo sentido y cruzándose en su emigración con las especies procedentes del Occidente Mediterráneo, llamadas Proles Occidentales, que avanzaban en sentido contrario. Estas especies mezcladas entre sí, se cruzaron con las *Vitis silvestris* de la Europa del norte, dando origen a las actuales variedades de uva. Según el profesor ruso Negrul, en la actualidad las Proles Póntica se encuentran en la zona comprendida por Grecia, Rumanía, Hungría, Georgia y Asia menor, donde destacan las variedades Furmint, Vermentino, Clairette..., mientras que las Proles Orientales agrupan las variedades de Armenia, Azerbaiyán, Irán y Afganistán, con las variedades Datilera de Beirut, Ohanes, Sultanina, Moscatel de Alejandría, Cinsaut... , y por fin las Proles Occidentales comprende la Europa oriental: Francia, Alemania, España, Portugal e Italia, con las variedades como Cabernet Sauvignon, Tempranillo, Merlot, Riesling, Chardonnay, Albillo, Sauvignon, Verdejo, Albariño, Nebiolo, Touriga...

Las Proles Orientales presentaban racimos sueltos, con uvas de gran tamaño, de hollejo tierno y pulpa firme crujiente, siendo precursoras de las actuales variedades de uva de mesa. Mientras que las Proles Póntica y Occidentales, tenían uvas más pequeñas, con hollejo duro, pulpa blanda y racimos más compactos, siendo antecesoras de las uvas de vinificación. Los cruzamientos de las anteriores con las variedades silvestres del norte de Europa, tuvieron como consecuencia la aparición de viníferas con granos de uva más pequeños y una mayor cantidad de antocianos y taninos, predecesoras de las actua-



Figura 3. Teoría "orientalista": migración de pueblos indoeuropeos hacia el sur y oeste (Oriente Medio, Grecia, Egipto y mar Mediterráneo).

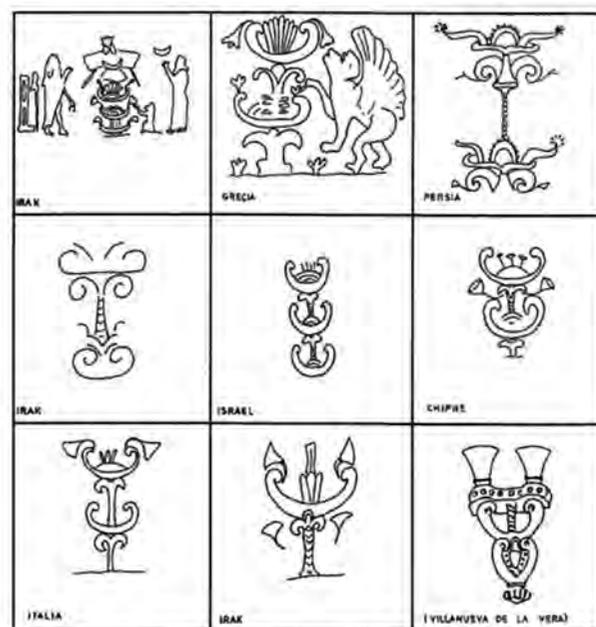


Figura 4. Teoría "occidentalista" o "indigenista": Lenguas de etruscos, cretenses, ibéricos, tartésicos y vascones, no derivan de los indoeuropeos y antes de su invasión ya existía el vino.

- Estudios polínicos.
- Pepitas.
- "Árboles de la vida": viñas.

les variedades tintas "nobles", tales como la Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo, Cabernet Franc..., de las que se obtienen vinos tintos muy adecuados para su guarda o crianza.

Los frutos de las *Vitis silvestris* son siempre tintos, por lo que las actuales variedades blancas proceden sin duda de mutaciones de albinismo, perdiendo el pigmento propio de dichas viníferas. Estas vides silvestres son siempre plantas dioicas y su biotopo responde a la cuenca mediterránea norte, así como a las riberas de los mares Negro y sur del mar Caspio, viviendo en sotobosques de formación aluvial y siempre cerca de los cursos de agua.

La teoría más aceptada hasta ahora sobre la expansión de la *Vitis silvestris*, transformada en vinífera domesticada y cultivada por el hombre, coincide con la migración de los pueblos indoeuropeos hacia el sur y el oeste de sus territorios originales. Primero hacia Oriente Medio, luego a tierras de Egipto y Grecia y más tarde, hacia el Mediterráneo occidental llevadas por los pueblos fenicios, griegos o romanos en sus actividades comerciales o de conquista.

Sin embargo, en la actualidad, cada vez toma más fuerza otra teoría conocida como "indigenista", donde se piensa que antes de la llegada de estos pueblos colonizadores, ya existían viñedos cultivados por sus moradores. Esta idea se basa en que si bien los pueblos indoeuropeos datan de los 6.500 años a.n.e., las lenguas de los cretenses, etruscos, ibéricos, tartésicos y vascones entre otros, no derivaron de los primeros, pero sin embargo en ellos ya existía el viñedo antes de su colonización.

En la Península Ibérica, los fenicios debieron llegar como pronto hacia el año 1.000 años a.n.e. y existen datos de viñedos anteriores, como un estudio polínico de Stevenson (año 1981), donde se detectaron en Huelva viñedos del 3.000 años a.n.e., o la aparición de pepitas en el yacimiento arqueológico de El Prado (Jumilla), datadas en el 2.000 años a.n.e. o por fin en el descubrimiento en la localidad de Villanueva de la Vera, que limitaba con Tartessos, de unas jarras de un metro de altura con una antigüedad de 1.000 años a.n.e., que contuvieron vino, construidas de roca volcánica procedente de las islas Lípari y decoradas con "árboles de la vida"; motivo que recuerda a una planta de vid, encontrándose este en todo el Mediterráneo a partir del

segundo milenio antes de nuestra era, y que luego más tardíamente aparecerían en joyas tartésicas.

Otra contundente razón a favor de esta teoría indigenista, se encuentra en la ausencia de la palabra vino en la lengua indoeuropea, por lo que se piensa que al tratarse de un pueblo septentrional, no existía viñedo en su entorno de origen, siendo este por lo tanto un "invento" Mediterráneo.

Salvo en las actuales lenguas vasca, finesa y húngara, el resto de los idiomas europeos proceden del indoeuropeo. Así por ejemplo, las palabras castellanas ocho y noche, en italiano se dicen otto y notte, en francés huit y nuit, en inglés eight y night, en portugués oito y noite e incluso en latín octo y nocten. Entre ellas estas palabras tienen la misma similitud fonética, procedimiento por el que se puede reconstruirlas al indoeuropeo original como: okt y nokt. Los indoeuropeos desconocían el vino, pero no así otras bebidas alcohólicas como el hidromiel o la cerveza. La cerveza en lengua indoeuropea se traducía como bher, que significaba algo así como "fermentante", y de la que se conocen en la actualidad tres raíces de la misma:

- Raíz anglosajona (ealu): öl en sueco y ale en inglés.
- Raíz holandesa (bier): beer en inglés, bier en alemán, bjor en islandés, bière en francés y birra en italiano. Todas ellas proceden del término bher en indoeuropeo.
- Raíz gala (cerevesia): cerveza en castellano, cerveza en portugués y cervoise también en francés. Estas palabras proceden de la traducción de bher al latín: cervere.
- El hidromiel o bebida fermentada de la miel rebajada con agua, también ha dejado su huella como mead en inglés, metten en alemán o mäd en ruso.

Conforme los pueblos indoeuropeos alcanzan zonas donde ya existía el viñedo y seguramente también el vino, lo asimilan y traducen como una bebida alcohólica conocida antes por ellos, llamándolo meth (hidromiel), que es como se dice en griego antiguo. Pero pronto aparece en la cuenca del mar Egeo, donde también se conocía el vino, como woinos palabra derivada del dios del vino: Wo-no o Dioniso, que luego fue evolucionando en el griego

hasta ôinos, oini en armenio, vere en albanés, gvino en georgiano, jajin en hebreo, wain en abisinio o sabeo, luego al latín como vinum o vinun y de aquí por fin a las actuales lenguas europeas: vino, vin, vinho, wein, wine... Curiosamente, la palabra vino en griego moderno se dice krasí, y en eusquera se dice ardoa, los cuales no presentan las citadas raíces. Otros autores sitúan la palabra voino en el Cáucaso, que significaba "bebida intoxicante hecha de uvas".

Todo esto viene a demostrar que los orígenes de la vid se encuentran en el área comprendida entre Grecia y Mesopotamia, y por lo tanto se puede considerar al vino como una bebida de origen Mediterráneo.

Para los arqueólogos se les presenta el problema de distinguir en los yacimientos de restos arqueológicos, la espontánea *Vitis silvestris*, de la cultivada por el hombre *Vitis vinifera*; debido a que los restos de madera e incluso de pólenes, son morfológicamente muy similares.

Esto no ocurre así con las semillas o pepitas de la uva. Para las *Vitis silvestris*, sus semillas son chatas y globosas, mientras que en las *Vitis vinifera* son más picudas y alargadas. Pudiendo establecerse un índice (Stummer) que permite distinguir una de otra especie:

Índice de Stummer = anchura x 100/longitud

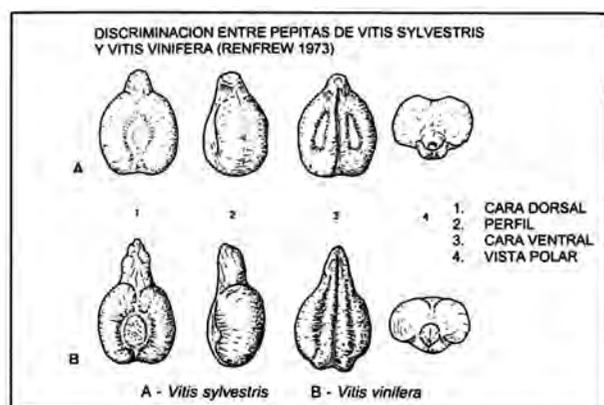


Figura 5. Pepitas de uva.

Cuando el valor de este índice es inferior a valores de 65 a 70, se trata sin duda de restos de *Vitis vinifera*, mientras que si se trata de cifras superiores a 70 a 75 son de *Vitis silvestris*. En la zona intermedia comprendida entre 65 a 75, es difícil acertar con el tipo de especie estudiada.

Otra forma de evaluar arqueológicamente la presencia de plantas espontáneas o cultivadas, es mediante la ciencia de la palinología o estudio de los pólenes fósiles en los yacimientos. Con esta técnica es imposible distinguir entre un polen de vid silvestre de otra viña europea cultivada por el hombre, pues ambos son muy semejantes y además se tropieza con la dificultad de la débil emisión de polen que presenta el género *Vitis*, y especialmente la vinífera por ser hermafrodita. No obstante, la presencia de polen de *Vitis*, junto a la de otros cultivos como los cereales y el olivo en cantidades notables, permiten asegurar que se trata de cultivos realizados por la mano del hombre, con el objeto de proveerse de sus frutos.

Aunque la teoría indigenista sobre el cultivo de la vid nos presenta su origen compartido en toda la cuenca del mar Mediterráneo y sur de los mares Negro y Caspio, es en la zona del Cáucaso y Asia Menor donde se inicia la civilización del viñedo y de la producción de vino, tal y como la conocemos hoy. Extendiéndose primeramente hacia la costa de Siria y Palestina, luego a Egipto y a los países ribereños del mar Egeo, y más tarde hacia Cartago (Túnez), Etruria (Italia), Massilia (Francia), e Iberia (España y Portugal). Los fenicios y algo más tarde los pueblos del Egeo, fueron quienes en su actividad comercial y cultural, extendieron el cultivo de la viña y el vino por todo el Mediterráneo, aunque los pueblos colonizados ya conociesen de antes un cultivo rudimentario del viñedo. Posteriormente los romanos con la conquista militar de su Imperio, consolidaron e incluso ensancharon los límites del viñedo hacia zonas interiores e incluso más frías de la Europa dominada por ellos.

El más antiguo indicio de actividad vitícola se remonta hacia los 5.000 años a.n.e. en la localidad

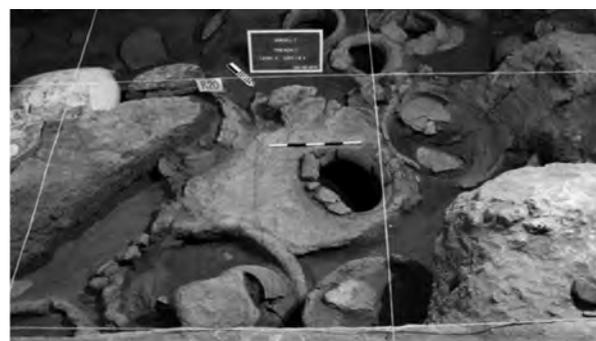


Figura 6. Antiguo lagar de elaboración de vino (Chokh, Cáucaso), 5.000 años a.n.e.

de Chokh en el Cáucaso, hallándose pepitas de *Vitis* con un índice de Stummer tal, que no se pudo precisar si eran silvestres o cultivadas.

Sin embargo, en Mesopotamia, tierras comprendidas entre los ríos Tigris y Éufrates, cuyos orígenes se remontan a 5.000 años a.n.e., existen testimonios escritos sobre la presencia del vino. Los pueblos de Mesopotamia, sumerios y acadios, inventaron la escritura cuneiforme hacia el año 3.200 a.n.e. y en sus ciudades: Babilonia, Nipur, Lagash, Ur, Kish, Susa, Endu..., se conocía el vino. En los primeros tiempos las bebidas más comunes eran el agua, la cerveza derivada de los cereales allí cultivados, y también el "vino de dátiles".



Figura 7. Mesopotamia: río Tigris y Éufrates.



Figuras 8 y 9. Diferentes restos arqueológicos.

Hacia el año 3.200 a.n.e. la cerveza era llamada por los sumerios como *kash* y por los acadios *shikâru* (embriagante). En la escritura se representaba como un jarro lleno de cereal y existen testimonios de más de 50 formas distintas de preparar la cerveza. Más tarde en el año 2.500 a.n.e., aparece la palabra *viña*, literalmente bajo el término sumerio *gesh-tin*, que significa *madera-vida* o *árbol de la vida* o *viña* o *uva*. En lengua acadia se traduce como *karânu*, de donde deriva como *viña* al árabe y en hebreo *karam*.

En la localidad de Shari Surshta, en Seiste al este del actual Irán, se han encontrado numerosos yacimientos de pepitas, unas con índices Stummer de 60, de la primera mitad del III milenio a.n.e., y otras de la segunda mitad del mismo milenio con índice Stummer menores de 60. Del mismo modo, en los montes Zagros en Gadin Tepe de Irán occidental, se ha localizado un ánfora de finales del IV milenio a.n.e. con restos de sales de ácido tartárico en sus paredes, que revela al vino como su probable contenido.

El vino recibía entonces los mismos nombres que la *viña* (*geshtin* y *kâranu*), llamándose también "reserva de cerveza", "cerveza fina" y "cerveza de la montaña".

Parece ser que hasta el III milenio a.n.e. no existieron *viñas* en Mesopotamia, y el vino como producto de lujo, se importaba de las "montañas", esto es, de la zona norte-noroeste: Siria y Armenia, donde sin duda se elaboraba vino desde hace mucho tiempo antes y que coincide con el área originaria de la *vid*. Dice el libro del Génesis, que después del Diluvio, el arca de Noé tocó tierra en el monte Ararat (Armenia) y allí Noé plantó una *viña*...

El vino viajaba de esta zona de producción hacia el sur, en ánforas de barro cocido de aproximadamente 10 litros de capacidad o un *karpatu*, y mediante caravanas o transporte fluvial. Una tablilla de arcilla del año 1.750 a.n.e., cita a un negociante de Babilonia llamado *Bêtanu*, de la localidad de Sippur, que negocia con otro comerciante llamado *Ahuni*, pidiéndole "vino de calidad" del norte, solicitando unos 200 litros por el precio de 19 siclos (80 gramos de plata), mercancía 250 veces más cara que el mismo volumen en grano de cereal.

El vino por lo tanto era, a diferencia de la cerveza y otros brebajes alcohólicos, una bebida de lujo, refinada y propia de las clases dirigentes. Se distinguían calidades de vino como: *joven* o *viejo*, *ordinario* o de *calidad*, *fuerte*, *dulce* o *muy dulce*,

amargo por la infusión de plantas aromáticas, tinto o claro, según variedades: sîmu, sâmu..., e incluso lugares de procedencia en la zona sirioarmenia: Arabânu, Inzalla, Karkemish, Simir, Hilbunu...

Al norte de Mesopotamia, en el medio-alto Eúfrates, se encontraba el país de Shun o Asiria, donde se cultivaba el viñedo y se producía vino en grandes cantidades e incluso para exportar. Estamos posiblemente hablando de la zona originaria del cultivo "industrial" del viñedo para producir vino.

En Kurban Hüyük (Karaba de Turquía) se han encontrado restos de orujos y pepitas prensadas del III milenio a.n.e., así como en Damas (Siria), restos de una prensa para vino o aceite.

Ciudades como Mari, Karkemish, Haran, Kadesh..., eran productoras de vino y mediante la "flota del vino" (eleppêt karâmi), lo expedían aguas abajo del río Eúfrates. Se citan gran cantidad de testimonios escritos sobre esta actividad, como negociantes de vino famosos: Meptûm, Sammêtar e incluso un tratado para bodegueros, donde se instruía sobre la vendimia, limpieza de las ánforas...

Tal fue la influencia del vino, que la ciudad de Karanâ, situada cerca de Asiria, significa literalmente "vinosa". O ya más tardíamente en el año 870 a.n.e. en rey Ashshur-nasir-apal II, con motivo de la reconstrucción de su capital Nimrod, celebra un banquete para 69.674 invitados con cerveza y vino, calculándose un consumo de unos 100.000 litros de vino y otros tantos más de cerveza.

Un registro de propiedades del siglo VII a.n.e. en la región de Harran, al noroeste de la actual Alepo, describe plantaciones de considerable tamaño para la época, en las que se cultivaban más de 2.000 vides. En el Museo Británico de Londres, se conservan dos relieves de Nínive con claras alusiones vínicas: dos leones esculpidos junto a un árbol en el que se enroscan las viñas y un banquete del rey Asurbanipal con su esposa, bajo un entoldado de racimos (600 años a.n.e.).

De la zona sirio-armenia, la producción de vino se extendió hacia el sur y al territorio costero semítico de Canaan. Buena prueba de ello son los hallazgos de pepitas de *Vitis vinifera* a finales del IV milenio a.n.e. en Jericó (Palestina), Arad y Lachisch (Israel), o Numeria y Babedeh-Dhra (Jordania). Excavaciones en Gibeón, demuestran la existencia de un gran centro de producción de vino en el siglo VII a.n.e., así como en el Negev. Palestina era una zona de

excelentes condiciones para el cultivo del viñedo, siendo descrita en la Biblia como "una tierra de grano y de mosto, una tierra de pan y de viña" (II Re 18,32). La palabra hebrea que expresa al vino es "yayin", que tiene su origen indoeuropeo, lo que prueba su relación con los pueblos procedentes de los Urales. En Palestina los vinos más afamados eran los de Keruhim (Cesárea), Hebrón y Samaria, así como los de Elaleh y Sibmah; citando el egipcio Sinuhé, que vivió durante la XII dinastía, lo siguiente: "en aquella tierra hay higos y uva, y el vino está más difundido que el agua". En el primer libro de Samuel se informa sobre los diversos tipos de contenedores para el vino: "nepel" y "nod", hechos de piel de cabra u oveja, bebiéndose este en una especie de tazón, denominado "mizrak", así como el "kos", que era un tipo de copa, posiblemente de origen griego. Son múltiples las citas sobre la viña y el vino que aparecen a lo largo de las Sagradas Escrituras y que siempre los tratan como algo muy especial (M^a Luz Mangado Alonso).

La Biblia nos dice cómo Noé plantó una viña al salir del Arca después del Diluvio, en la zona del monte Ararat (Armenia), donde hoy día se alza el monasterio de Etshmiadsin: "Noé que era labrador plantó viñas, y bebiendo se embriagó, y se desnudó en medio de su tienda". Los pasajes bíblicos que hacen referencia a la vid son muy numerosos y siempre se asocia, a la tierra fértil en que se cultivaba: en la Vulgata la palabra "vinea" o "vitis" aparece 55 veces, y 79 veces la palabra "vinum" en el Antiguo y Nuevo Testamento. El significado de "vino" se registra 141 veces en el Antiguo Testamento. La diferencia entre todas estas denominaciones se explica por el carácter dubitativo de algunas expresiones.



Figura 10. En la biblia existen numerosísimas citas sobre la viña y el vino, tanto en el Antiguo como en el Nuevo Testamento. "... y llegaron hasta el arroyo de Escol, y de allí cortaron un sarmiento con un racimo de uvas, el cual trajeron dos en un palo". Éxodo.

En el Éxodo se refiere a que se necesitaron dos hombres para transportar un solo racimo recolectado, y el hecho no parece muy exagerado, si se tiene en cuenta a Estrabón, que vivió 50 años a.C., cuando afirma que los racimos de aquellos lugares alcanzaban hasta dos pies de longitud, y que en Margiana (Siria), había cepas tan gruesas que dos hombres no podían abrazar su tronco. Los hebreos celebraban grandes fiestas en la vendimia, fermentando las uvas cultivadas en grandes tinajas de barro.

La fiesta de la recolección (Ex. 23,16; 34,22) o de los tabernáculos (Dt. 16,1), era la más popular entre los judíos, procediendo con toda probabilidad de la celebración cananea de la vendimia (Jue. 9,27), donde se consideraba a la cosecha de uva como algo divino, dando gracias a Dios con regocijo, danzas y gritos de los trabajadores en las viñas y en las bodegas. El simbolismo bíblico sobre el viñedo es muy variado, haciendo referencia al trabajo y la actividad humana: su madera carece de valor (Ez. 15, 2-5) y sus sarmientos estériles son buenos para el fuego (Jn. 15,6), pero su fruto regocija a los dioses y a los hombres (Jue. 9,13). La viña es la alegría de los hombres: Noé, el justo, planta una viña en la tierra que Dios le ha prometido no volver ya a maldecir (Gen. 8,21; 9,20). La presencia de los viñedos en la tierra es una señal de la bendición divina (Gen. 5,29). La viña es la imagen de la sabiduría (Eclo 24,17) y de la esposa fecunda del justo (Sal. 128,3). Ezequiel compara algunas veces a Israel, infiel a su Dios, con una viña fecunda, luego seca y quemada (Ez. 19,10-14). En el Nuevo Testamento, Jesús es la viña y nosotros los sarmientos. Los sarmientos desgajados de Él son estériles y buenos sólo para el fuego (Jn. 15,4). El vino, junto con el trigo y el aceite, forma parte del alimento básico que produce la tierra; tiene la particularidad de regocijar a los hombres (Sal. 104,15). Constituye, pues, uno de los elementos de la comida eucarística.

La tradición yahvista atribuye a Noé la invención de la viña y, mostrándolo luego sorprendido por los efectos del vino, subraya el carácter benéfico y peligroso del vino. El vino (Gen. 49,11) es un bien precioso si se consume con prudencia (Eclo. 31,27): En las epístolas pastorales abundan los consejos de moderación, pero se recomienda el uso del vino (1 Tim. 5,23). No obstante se invita a los fieles a renunciar al vino para evitar el compromiso con los paganos (Dan. 1,8). El vino, desde el punto de vista pro-

fano, simboliza la amistad, el amor humano y en general el gozo que se disfruta en la tierra; pero también puede evocar embriaguez e idolatría. Desde el punto de vista religioso, el simbolismo del vino servía en el Antiguo Testamento para anunciar los grandes castigos: Dios anuncia la privación del vino (Am. 5,11); en el Nuevo Testamento el vino está presente en la Eucaristía: vino que se convierte en la sangre de Cristo.

Los puertos semitas de Biblos, Tiro y Sidón, jugaron un decisivo papel en la expansión mediterránea de la cultura del vino, llevada de la mano por el comerciante pueblo fenicio asentado en las costas. Alcanzado el cultivo de la vid en el mar Mediterráneo, este se continúa extendiendo primero en sentido sur hacia Egipto, como zona más próxima y también hacia el norte en la ribera oriental del mar Negro, hoy Turquía y que de isla en isla avanzó hasta las costas de la Grecia clásica.

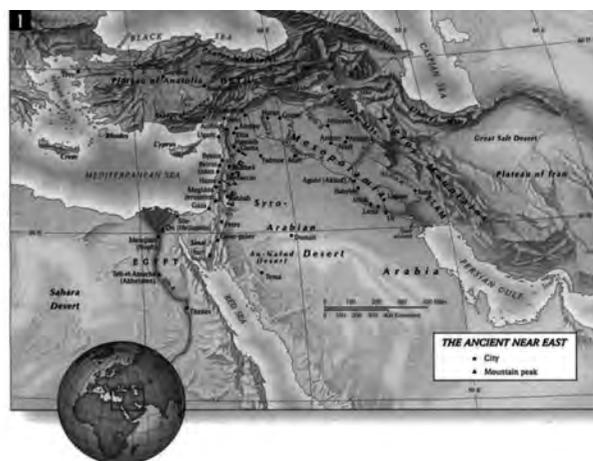


Figura 11. Puertos semitas de Biblos, Tiro, Sidón, Ugarit...

Egipto se encontraba situado fuera de la zona natural o hábitat de la *Vitis silvestris*, por lo tanto se piensa que la mayor parte del vino, que abundantemente se consumía, procedía de fuera: Canaan, Egeo, Grecia..., aunque en determinadas zonas se cultivaba el viñedo, como en el delta del Nilo, pero con resultados de vinos de poca calidad y a tenor de las masivas importaciones procedentes de otros países ribereños del mar Mediterráneo.

El más antiguo testimonio de viñedo en Egipto, se encontró en las tumbas de Abydos y Nagada del III milenio a.n.e. durante la Primera Dinastía, con el descubrimiento de pepitas de uvas cultivadas. Durante

el tercer milenio y la primera mitad del segundo milenio, los viñedos eran de prerrogativa real o de los altos funcionarios y de los templos, donde el vino entra a formar parte de los rituales simbólicos de una sociedad, los que controlan su producción son los mismos que ostentan los resortes del poder, siendo el vino sin ninguna duda, un producto de lujo y prestigio, de consumo restringido a determinadas élites que acceden a él en las ceremonias importantes, sobre todo en aquellas en que la dinastía reinante y las aristocracia entran en comunicación con los dioses. Más adelante, el vino se hace más popular y accesible a las clases sociales inferiores, aunque siempre conservó un carácter de distinción, respecto de la cerveza como bebida de carácter más ordinario. Durante las fiestas anuales que llevaban a los peregrinos de todo Egipto a los diferentes santuarios, el vino corría a raudales, llegando a afirmar Herodoto: "en las fiestas de Bubastis, se bebe más vino en un solo día, que en todo el resto del año". Otra fiesta muy renombrada por el consumo de bebidas alcohólicas era la de "la luna llena sobre el Nilo", de la que este mismo autor dice que "la cerveza corría tanto como el vino". El vino, producto de lujo reservado a los nobles y sacerdotes, sólo era consumido por el pueblo en las grandes festividades.

Los egipcios atribuían a Osiris, padre de Horus y dios de la agricultura, la invención del vino, propagando el cultivo de la vid por toda la tierra y enseñando a



Figura 12. Bajorrelieve egipcio de un viñedo.

los hombres la producción del vino, convirtiéndose de este modo en dios de la viticultura: "los sarmientos y las hojas serán Osiris", "es el señor del vino y de la abundancia". Otra diosa Hathor, hija de Ra y esposa de Horus, es la frenética señora de la embriaguez y del vino, donde según el mito los ojos de



Figura 13. Ánforas de vino halladas en la tumba del rey Scorpion I.

Horus nacieron de los granos de uva, redondos y relucientes, librando de la humanidad del furor de esta diosa, haciéndola beber un vino licoroso de color sangre y cayendo en un profundo sueño. Gracias a esta estratagema, los hombres sobrevivieron, pero la danza, la música y la embriaguez quedaron bajo el poder de la augusta diosa. El dios solar Ra también empleaba el vino tinto para embriagar a la diosa leona Sejmet y salvar, así, de su furia a los hombres en la tierra, cuando esta se enfadaba. También el dios Thot, en el "mito de los ojos del sol", es presentado como "señor del vino que bebe mucho", ya que detiene la furia de la diosa al apaciguarla con vino, recibiendo los epítetos de "señor del vino" y "señor de la embriaguez". Ante los ojos de los sacerdotes, además de Hathor, el dios Set eran los grandes patronos del vino, pues eran los protectores de las regiones más notorias de producción vitícola, tanto por su calidad, como por la abundancia de sus vinos: los oasis, por una parte, y por otra la tierra pedregosa que se extiende por el Delta desde la costa de Libia y del lago Mariot.

Las referencias a la viña y al vino son muy numerosas, con la aparición de ánforas de vino en tumbas, así como de actividades relacionadas con la viña y el vino, en jeroglíficos y también en tumbas, siendo de una enorme profusión. La viña se nombra como "i3rrt", el vino como "irp" y la uva pasa como "wnsi", con sus correspondientes jeroglíficos, siendo estos términos descifrados precisamente en la Piedra Roseta por el egiptólogo francés Champollion. El viñedo se cultivaba generalmente en formas elevadas, a veces soportadas por simples horquillas, o en formas

abovedadas muy similares a nuestros actuales parrales, e incluso también sobre una viga horizontal apoyada sobre dos columnas, cuya forma determina precisamente parte del jeroglífico que define a la vid. En el Imperio Antiguo u Medio, la viña se representa siempre sin hojas, mientras que en el Imperio Nuevo se hace también con hojas, apareciendo entonces espectaculares dibujos coloristas, como la conocida "Tumba de las Viñas de Sennefer", un alto funcionario que vivió en la época de Amenhotep II, encontrándose en la parte alta de la ladera sudeste de la colina de Sheik-abd-el-Qurna, siendo la tumba tebana número 96 (TT 96). La uva blanca se representa por primera vez en el Imperio Medio, siendo antes la uva tinta, con granos de color azul oscuro, las representaciones que únicamente existían.

El proceso de elaboración del vino se recoge de los múltiples testimonios encontrados, de una manera

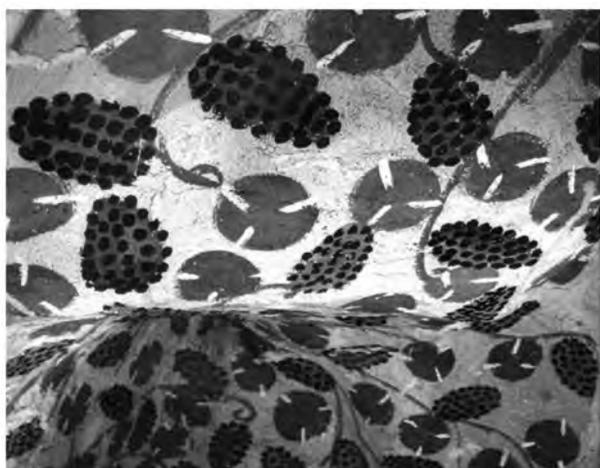


Figura 14. Tumba de las Viñas de Sennefer.

muy precisa, destacando las operaciones de vendimia realizadas por los vendimiadores o "k3ny", al mando de un jefe o "hq3" simbolizado por un bastón en forma de cayado, depositando los racimos sobre cuévanos o recipientes de pequeño volumen, para luego transportar la vendimia al lagar ("ìnt ì3rrt r hw"), donde esta se vertía y pisaba ("stt ì3rrt" y "3mi irp") en un lugar compuesto por una recipiente de mucha superficie y poca altura, donde un grupo de personas estrujaban la uva con sus pies, sujetándose bien de una viga horizontal transversal o de un conjunto de cuerdas que pendían del techo. Los pisadores realizan su trabajo de una manera rítmica ("m3h"), siendo incluso este establecido por personas marcadoras del ritmo,

situadas en las inmediaciones del lagar. Parte del mosto escurría en la operación de estrujado, y cuando este estaba parcialmente agotado, las partes sólidas se prensaban en un prensa de tela en forma de saco, donde el mosto se terminaba de extraer, mediante un retorcido del mismo por sus dos extremos, utilizando para ello una gran cantidad de mano de obra. El prensado se denominaba como "estrujar hacia ti" o "sk ìr.k." o "retorcer hasta el límite o "f.". El mosto fermentaba en tinajas de barro de mayor o menor capacidad, impermeabilizadas interiormente con pez, siendo estas de distintas capacidades, comprendidas entre los 12 a 15 litros, y donde una vez terminada la fermentación se sellaban herméticamente generalmente con barro. Los recipientes una vez cerrados se marcaban con inscripciones para su identificación. Así en los almacenes del Rameseum, de Abidos y de el-Amarna, en las tumbas de los grandes privilegiados se han recogido innumerables fragmentos de ánforas, donde llevaban trazados con tinta los siguientes datos: el año x del rey, vino de calidad tres a ocho veces bueno ("nfr"), procedente del gran viñedo "Alimento de Egipto" sobre el brazo occidental, dependiente del x templo de Ramses II en Tebas, hecho bajo la dirección del director o enólogo... De este modo se conocía el año de producción, la variedad de uva, la calidad del vino, la viña de procedencia, el propietario y el responsable de la producción.

Las ánforas de la tumba del faraón Tutankamón conservadas en el Museo Británico y el Museo del Cairo,

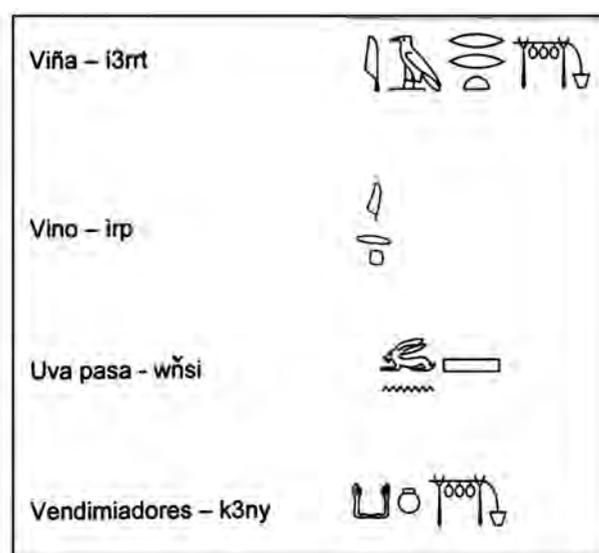


Figura 15. Diferentes jeroglíficos egipcios relacionados con el vino y su significado.

muestran la presencia de vino blanco por el sedimento de ácido tartárico, así como de "shedeh", que literalmente traducido significa "una bebida hermana del vino", que supuestamente parecía que derivaba del fruto del granado, pero que recientemente se ha descubierto que se trataba de un vino tinto cocido y posiblemente resinado, debido a la presencia de ácido tartárico y también de ácido síringico procedente de los antocianos (M^a Rosa Guasch).



Figuras 16 y 17. Ánforas halladas en la Tumba del faraón Tutankamón, y escenas de vendimia, elaboración de vino y su comercialización como motivo decorativo de la Tumba del faraón Tutankamón.



En Egipto, además de la cerveza y del vino procedente de uva, también se elaboraban otras bebidas alcohólicas, como el vino de palmera, elaborado a partir de la savia extraída por una incisión de las palmeras datileras, bebida muy efímera conocida hoy día como "laghi" o "gammar", o bien vino de dátiles, o vino de granada, e incluso vino de "myxa", que es una especie de ciruela obtenida de la planta *Cordia myxa*. Según el origen del viñedo, los vinos procedían de los siguientes lugares de producción:

- Viñas del Bajo Egipto: el vino del Delta era conocido con el nombre genérico de "vino del Norte" o "vino de Buto" o "Amet", los dos últimos como una variedad de los vinos producidos en esta zona. Se citan entre otros los siguientes vinos:
 - Vino de Hamet: el centro viticultor más importante del Delta durante el Imperio Nuevo.
 - Vino de Hurseja, en el oasis de Fáfara.
 - Vino de Imet, próximo a Tanis.
 - Vino de lunu, la Heliópolis griega.
 - Vino de Mareotis.
 - Vino de Medesian.
 - Vino de Pelosium.
 - Vino de Sebennytos.
 - Vino de Taeniotic.
 - Vino de Fisheries.
 - Vino de Marshes.
 - Vino de la región de Amón.
- Viñas del Alto Egipto: también llamados "Vino del Sur" o "irp hm", siendo los vinos producidos en los oasis, destacando entre ellos los siguientes:
 - Vino de Coptos.
 - Vino de sft.t.
 - Vino de Syene.
- Viñas de los oasis del oeste: Vino de los oasis de Siwa, Jarga y Dajla. De los que precisamente existe una relación con la lejana Península Ibérica, con el descubrimiento en Sexi (Almuñecar) colonia fenicia en Iberia, de unos recipientes de alabastro que contuvieron vino de alta calidad, procedentes de Egipto e importado por los fenicios en el año 717 a.n.e. En dichos envases, se cita su contenido y lugar de origen: "Alegría (vino) de los oasis de Baharya y Jargah, en el tiempo del faraón Tacelotis II".
 - Vino Arsiniótico, del oasis de Fayum.
 - Vino del oasis del Norte: Dsds.
 - Vino del oasis del Sur: Knm.
 - Vinos de los oasis de Tbwí y Nh3mt.

Como tipos de vinos, además se conocían vinos como el "nedjem", que literalmente significa vino dulce, al cual quizá se añadía miel durante o después de su elaboración, o el vino "paur", obtenido del mosto rehumedecido después de su primer

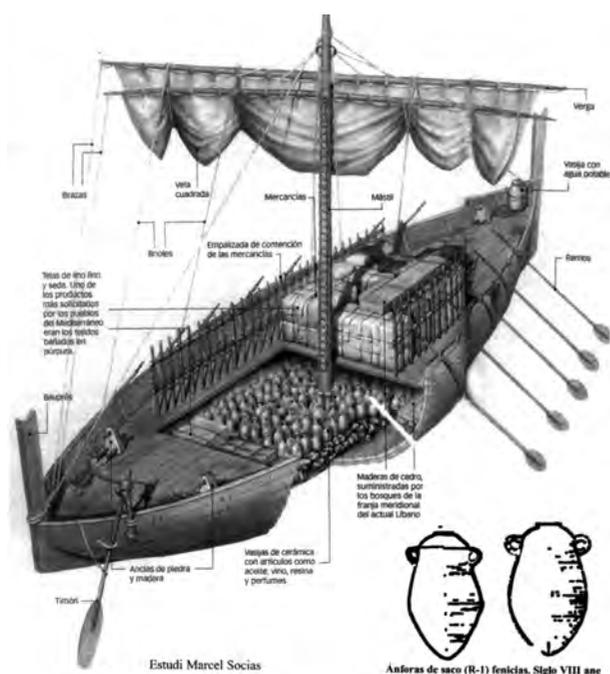


Figura 18. Barco fenicio mercante.

prensado, en lo que posiblemente hoy conoceríamos como "piquetas", como un producto de baja calidad, y el vino "shedeh" o vino cocido. Según testimonios de varios autores romanos, el vino egipcio no era de una gran calidad, debido sin ninguna duda a la desfavorable climatología, especialmente las constantes y elevadas temperaturas, que afectaban no sólo a las condiciones de producción de uva, sino también a las de conservación de los vinos. Los mejores vinos de producción propia se les otorgaba el calificativo de "muy buenos" o "nfr". No es de extrañar que existiese una importante demanda de vino procedente de otras zonas productoras, estableciendo relaciones comerciales o incluso incursiones punitivas en el llamado País del Punt, el actual Yemen y Somalia, para proveerse de las uvas de la isla de Socotora, famosa por la calidad de sus cepas y el gusto de sus uvas; o bien importando vinos de lugares más lejanos del Mediterráneo oriental, como Palestina, Siria, Líbano, Creta, e incluso de la misma Grecia y su entorno.

En la descripción que hace Herodoto sobre las costumbres egipcias, afirma que: "de toda Grecia, y de Fenicia, dos veces al año se importaban a Egipto recipientes de arcilla repletos de vino", proporcionando incluso una anécdota sobre la obligatoriedad de los gobernadores de recoger las ánforas vacías de vino de su ciudad, para enviarlas a Menfis para

que se llenasen de agua con destino a los asentamientos del desierto de Siria.

El pago de tasas por el comercio de vino, tanto de producción propia, como el de importación, eran muy importantes, detrayéndose en unos casos con parte del propio vino, o bien en otros, más adelante en la época ptolemaica y romana, mediante pagos realizados con moneda. La cultura del vino también se extiende a la época post romana, donde los copitos o egipcios cristianos, siguieron cultivando el viñedo y consumiendo en vino, sobre todo en los monasterios, siendo indispensable para el sacrificio de la Eucaristía, así como también como bebida para la convivencia familiar y amistosa, o en la acogida de los invitados. El término copto utilizado para denominar la uva y la vid es "ελοολε" y el del vino "ΗλΠ, ΗρΠ y ορΠΠ".

Pero volviendo al pueblo fenicio, los numerosos hallazgos arqueológicos encontrados en sus costas y puertos de mar, nos lo describen como gentes de gran espíritu comercial y sabedores de la alta estima que se le tenía al vino en la antigüedad, circunstancia que aprovecharon a la perfección para establecerse en todo el mar Mediterráneo, llegando a lugares tan alejados como el sur de Iberia en busca de la plata de Tartessos o del estaño hasta las islas Kasitérides (Inglaterra?).

En un almacén del puerto de Ugarit, fechado en el II milenio a.n.e. se descubrieron una buena cantidad de ánforas cananeas para vino, con diversas capacidades que oscilan entre uno, medio y un cuarto de Bath (1 bath: 22,66 litros).

Más al norte, en la costa de Kas al sur de Turquía, se descubrió en Ulu Burun, un pecio hundido en el siglo XIV a.n.e., cuya principal mercancía eran lingotes de cobre y también vino contenido en ánforas de tipo cananeo. Estos recipientes terminados en punta, se lastraban en su parte inferior para darles mayor estabilidad, con una porción de resina y una placa de cerámica que la separaba del vino. Una marca exterior señalaba la posición de dicha pieza.

La posible ruta comercial de este barco u otros que llegaron a buen puerto, procedía de los puertos fenicios de Biblos o Ugarit, pasando luego a Chipre en lugares como Eukomi o Kition, más tarde, hacia el norte bordeando la costa de la actual Turquía, hasta alcanzar las islas de Rodas y Creta, virando seguidamente hacia el sur, para que navegando por

alta mar alcanzar la costa africana en Mersa-Matruh, costeando luego hacia el este para llegar al delta del Nilo y por fin cerrar el periplo en los puertos cananeos de Ascalón, Akko, Tiro, Biblos o Ugarit.

Otro naufragio se descubrió también en el cabo Gelidón al sur de Turquía, datado en el año 1.300 a.n.e. y que de manera similar al anterior viajaba con un cargamento de lingotes de cobre y ánforas fenicias recubiertas interiormente de resina para impermeabilizarlas, pero siendo estas de hombros algo más redondeados que las encontradas en el pecio de Ulu Burun.

Este último tipo de ánforas se encuentran extendidas en restos arqueológicos por toda la zona antes descrita, y prueba de ello es la descripción geográfica del desembarco de la flota comercial cananea en un puerto egipcio encontrada en la tumba de Kenamón. Los egipcios imitaron la forma del ánfora cananea, haciéndola perder capacidad y estilizándola algo más.

Otro tipo de ánfora fenicia son las llamadas de tipo Cintas, por ser descubiertas en un pecio cerca de Acre (Israel), y que aparecen en grandes cantidades en Cartago (Túnez), como colonia fenicia redistribuidora de mercancías y en el área costera de Huelva y Cádiz (siglo VIII a.n.e. Castillo de Doña Blanca).

2. EXPANSIÓN DE LA VID EN LA CUENCA DEL MAR MEDITERRÁNEO

Retornando a la expansión vitivinícola desde Canaan y hacia la zona costera del norte, bien por tierra o por vía marítima, se colonizan las riberas del mar Egeo en plena civilización micénica, alcanzando probablemente primero las islas de Chipre, Rodas y Creta, a continuación la costa oeste de la actual Turquía (Halicarnaso, Mileto, Efeso, Focea, Troya...), así como sus islas (Samos, Chios, Lesbos...), y por fin la ribera este del mar Egeo que forma la actual Grecia.

El cultivo de la viña aparece posiblemente en Creta hacia finales del III milenio a.n.e. y en Grecia más tarde, en los inicios del II milenio a.n.e. Todo ello estimado a pesar de que se han encontrado pepitas de uva en Tesalia y Macedonia fechadas en el año 4.300 a.n.e. que refuerzan la teoría indigenista. Son múltiples los testimonios sobre la producción de

vino en la cultura micénica y el mayor exponente es el origen de la palabra vino, que como antes se ha expuesto, procede de wo-no, y que a su vez deriva del nombre del dios del vino Diwonusus (Dionisios).

En el palacio de Ano Englianos se encontró un almacén con jarras de vino que portaban el ideograma del vino, e incluso se distinguía entre ellos uno que era además enmelado. En Cossos una tablilla informa sobre el almacenamiento de vino de 4.800 litros de la última vendimia y con una reserva total para el palacio de unos 14.000 litros. Son también muy numerosas las tumbas con ajuars completos, estando en lugar principal los referentes al consumo del vino.



Figura 19. Desde Canaan, por vía terrestre o marítima, la vid colonizó primero las riberas del mar Egeo (civilización micénica).

Civilización Micénica:

- Islas de Chipre, Rodas y Creta (III milenio a.n.e.).
- Costa de la actual Turquía, diferentes islas...
- Grecia continental (II milenio a.n.e.).

A pesar de todas estas manifestaciones, no se conoce sin embargo, el tipo de ánfora que se utilizaba en el Egeo para el transporte de vino, así como tampoco las características de sus barcos, aunque en el dibujo de una vasija tipo crátera de Enkomi, estas embarcaciones deberían de ser de pequeño tamaño y con un casco redondeado.

Los fenicios aprendieron a cultivar la vid de los hebreos, y Grecia aprendió la viticultura de los fenicios, que les precedieron en su cultivo, mercaderes de Biblos, Tiro y Sidón que comerciaban en el mar Egeo y el resto del Mediterráneo llegaron hasta la península Ibérica. A los griegos se les debe la ordenación de su cultivo, los cuidados de la tierra, y el emparrado del viñedo. El cultivo de la vid en Grecia tuvo gran desarrollo, como lo atestiguan sus escritos, sus vinos y su mitología, centrando en Dionisio su deificado como sembrador de la vid y gustoso conocedor del vino y sus placeres. Tal era la importancia del vino en Grecia, que en los principios del siglo VII a.n.e. se empezaron a importar cantidades notables de cereales, con objeto de liberar tierras para destinarlas al cultivo de la vid e incluso llegando a exportar vinos como producto de alto valor comercial.

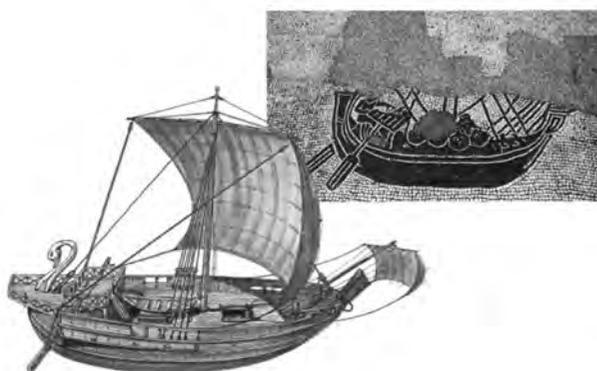


Figura 20. Barco de carga mediterráneo.

En la Grecia clásica el consumo de vino se hacía de forma civilizada en el marco de los "simposios", siempre en compañía y donde se trataban diversos temas de carácter general, político e incluso filosófico. En el simposio se establecía un ambiente y organización adecuadas, dirigiendo el desarrollo del mismo un jefe (simposiarca), el cual establecía la proporción de la mezcla del agua con el vino. El objeto de esta práctica era rebajar la graduación alcohólica del vino, para que la duración del festivo fuese mayor o también para suavizar los efectos de la acción de las plantas u otros aditivos que se maceraban o mezclaban con el vino. Si el simposio tenía un carácter profundo, entonces la proporción de vino era menor, mientras que si este tomaba un tono más festivo, el simposiarca ordenaba que se añadiese menos agua o una mayor canti-

dad de vino. La mezcla se realizaba en un recipiente especial llamado "crátera" y la proporción de la mezcla de agua/vino oscilaba entre 3/1 hasta 5/3 partes.

Los griegos consideraban bárbaros e incultos al resto de los pueblos que bebían vino puro sin mezclar con agua, esto es "a la manera de los escitas". Se dice que el monarca Filipo de Tesalónica probó una vez el vino del Ática, que tenía muy mala reputación porque daba dolores de cabeza, posiblemente por su excesiva graduación alcohólica o bien por los aditivos que se empleaban entonces en el aderezo de los vinos, y después de beberlo preguntó indignado, si se había elaborado donde los celtas, escitas o iberos vivían, es decir en zonas de bárbaros. Lo que prueba una importante e intensa actividad comercial en todas las riberas del mar Mediterráneo.



Figura 21. Escultura griega del dios del vino Dionisio.

Expandiéndose la cultura griega por toda la ribera del mar Mediterráneo, los pueblos colonizados primeramente bebieron vino griego o fenicio importado, hasta que aprendieron a producirlo en sus propias tierras. Acompañando al vino y para imitar la refinada moda de su consumo a lo griego, también se importaron vajillas cuya presencia arqueológica es abundante y repartida por toda la cuenca mediterránea. El consumo de vino en sus orígenes era exclusivo de las clases dirigentes, pero por muy griego que sea este o la copa que lo contiene, no heleniza o culturiza necesariamente a quien lo bebe.

Así en los banquetes etruscos, se empleaban vajillas griegas, pero a diferencia de los simposios griegos, se consumía vino puro sin rebajar con agua. Además lo hacían sentados e incluso las mujeres participaban en los mismos, cuestión que los griegos tenían prohibida. También en el centro de Europa, en plena

cultura celta de Hallstatt, se han encontrado abundantes restos de vajillas griegas, llevadas sin duda por comerciantes helenos y que probablemente sirvieron para reafirmar el poder o la posición social del propietario, independientemente de la bebida que se consumía: cerveza, vino, hidromiel...

Existe un gran número de testimonios gráficos, sobre todo en Egipto y escritos en Grecia, sobre las formas de elaborar los vinos en la antigüedad. En Egipto la vendimia se realizaba con una hoja de navaja afalcatada, muy parecida a un actual "corquete" riojano; la uva entera era pisada en el lagar por un grupo de esclavos que se sujetaban con las manos a unas cuerdas que colgaban del techo o bien de una estructura superior y se obtenía un primer mosto de la mejor calidad. Una vez pisada la vendimia, esta se introducía en una prensa de tela de saco, donde por torsión se lograba una segunda fracción de mosto ya de peor calidad. La fermentación se debía hacer en depósitos semienterrados, abiertos por su parte superior y de pequeña capacidad unitaria. Terminada la fermentación, el vino se filtraba por un tejido muy tupido en forma de manga, y por último se envasaba en ánforas, impermeabilizadas interiormente con resina, siendo cerradas herméticamente con un tapón de barro.

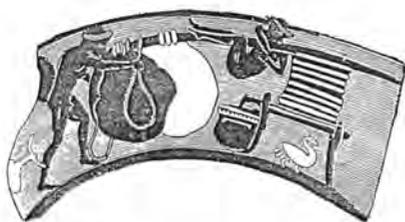


Figura 22. Prensa de viga griega para vino y aceite.



Figura 23. Copa griega "kylix".

En Grecia se vendimiaba en el mes de septiembre, primero los viñedos de las llanuras y luego los de las colinas, celebrándose un festival donde se cantaba a Linus, dios de la prensa de vino. Se elaboraba de la misma forma que en Egipto, primero pisando la uva y luego prensándola, utilizándose además del modelo de tela de saco, otro de tipo viga que además servía también para la extracción del aceite de oliva. A los orujos prensados se les añadía agua, para obtener un vino de muy baja calidad que se destinaba al consumo de los pobres; algo parecido a las actuales piquetas de orujo o "aguapiés". La fermentación se hacía en grandes recipientes de cerámica, impermeabilizados con resinas o betún, conocidos como "pithoi" y muy similares a las conocidas tinajas manchegas de fermentación. Los vinos se "desnataban" periódicamente y hacia la primavera se filtraban y envasaban para su comercio dentro de ánforas de barro o de pellejos embreados. Para asegurar su conservación y también aderezarlos al gusto de los consumidores, se les añadía todo tipo de aditivos: agua de mar, trementina, betún, resina, yeso, greda, limo, arcilla, polvo de mármol, conchas troceadas, diversas plantas como hinojo, lirio, alholva, nardo, palma, juncia, mirra, cálamo, canela, amono, azafrán, meliloto, romero, arrayán, laurel, artemisa, hisopo, abrótano, tomillo, poleo... Los actuales vinos "retsina" griegos, son herederos de esos vinos antiguos, así como también los vermouth, sucesores de los elaborados por los romanos. La cata de los vinos la realizaban los comerciantes, utilizando una esponja que sumergían en los grandes pithoi.

De acuerdo con los documentos escritos que han llegado hasta la actualidad, fue el médico Dioscórides quien identificó y clasificó el nombre botánico de la vid cultivada, llamándola *Oenophoros ampelos*, aunque antes Teofrasto había descrito la forma silvestre como *Agria ampelos*. Entre los vinos más famosos de la Grecia clásica cabe citar los siguientes:

- Vino de Ismaros (maronita o maroneia). Es el más clásico de todos, según Plinio. Es el vino con que Ulises embriagó a Polifemo. Cultivado cerca de Tracia, era corpulento y oscuro.
- Prammio. Homero lo describe como fuerte y nutritivo. Procedía de una cepa tinta, con uvas de color rojo oscuro azulado, tan grandes que según autores, se abrían por su propio peso. Se cultivaba en las islas orientales del mar Egeo

(Icaria, en los alrededores de la villa de Oenoé y en Lesbos). El vino era seco y tánico, astringente y duro.

- Vino de Chíos. Procedía de los viñedos de esta isla, en las zonas de Ariusa y Fanes. Era un vino tinto oscuro, espeso y dulce. Los de tipo néctar eran muy apreciados.
- Vino de Lemnos. Citado en la Iliada, procedía de la cepa limnia, actualmente llamada limnió, que hoy día produce un vino típico de esta isla.
- Vino de Lesbos. Era un vino espeso, parecido al prammio, de algo menos cuerpo y menos diurético por no mezclarse con agua de mar.
- Vino de Cos. Un vino blanco algo pesado, que solía llevar una fuerte mezcla de agua de mar.
- Sireón. Vino generoso que se elaboraba con uvas blancas soleadas.
- Vino de Creta. Un vino pasificado, dulce y licoroso, elaborado con uvas largamente soleadas.
- Diachytos. Vino de Laconia, perfumado y de sabor dulce, elaborado con uvas sobremaduras.
- Scythisin. Identificaba los vinos inferiores que no se bebían mezclados con agua, tomando el nombre del pueblo de los escitas, considerados bárbaros y que tomaban el vino sin diluir.

En los meses de noviembre y diciembre, pasada la vendimia, se celebraban las fiestas "dionisias", con procesiones y en las que intervenía toda la comunidad con gran júbilo, pasando con el tiempo estos eventos del campo a la ciudad, donde estas celebraciones se volvieron más complicadas y barrocas. A estos acontecimientos de otoño, le siguieron los de invierno, llamados "leneas" en los meses de diciembre y enero, en las que se representaban comedias en medio de las orgías. Durante los meses de enero y febrero, festejando el regreso primaveral de Dionisio, se celebraban en cuatro días las "ancesterias", el primero se transvasaba el vino de las grandes vasijas a las ánforas más fáciles de transportar, el segundo a beber y a la ceremonia del bautizo en vino de los niños de tres años, por paralelismo del tiempo que tarda una viña recién plantada en producir, el tercero se dedicaba a los muertos, con diversas actividades que servían para alejar los espíritus malignos, y el cuarto era una explosión de júbilo por el regreso del dios, con procesiones de carros que recorrían triunfalmente toda la ciudad.

Además de los simposios, también se bebía en compañía en el juego del "kottabos", una especie de apuesta amorosa que gozó de los favores de las gentes por más de tres siglos. Se trataba, una vez agotada la copa, de lanzar las últimas gotas de vino que quedaban en el fondo, hacia un platillo de metal ("plastinx"), colocado en equilibrio inestable sobre la punta de un bastón, al mismo tiempo que se pronunciaba el nombre de la persona amada. Las personas más ricas llegaron a construir salas de juego especiales, para que todos los lanzadores estuvieran a la misma distancia del plato, e incluso se fabricaron copas diseñadas para mejorar el lanzamiento y aumentar su precisión.

Las vendimias eran mayoritariamente tintas, pero por el sistema de elaboración empleado, los vinos no eran tintos, tal y como hoy consideramos a estos vinos, eran más bien rosados, pues nunca se fermentaba con los hollejos. Esta última técnica apareció mucho más tarde en el occidente de Europa, con las variantes de maceración carbónica con uva entera y encubado de vendimia estrujada.

Un importante testimonio de la actividad vitivinícola de la antigua Grecia (A.Vico Belmonte), se encuentra en la iconografía representada en sus monedas, donde aparecen numerosas manifestaciones sobre la vid y el vino. En Grecia no se realizaban emisiones de moneda de forma genérica, sino que cada ciudad (*poleis*) acuñaba sus propias monedas, y decidían las representaciones en las mismas: divinidades, armas, animales, cultivos... Los diseños o tipos elegidos para representarse, debían ser lo suficientemente distintivos de cada ciudad como para ejercer de símbolo representativo de la misma, siendo estos símbolos claros y con un lenguaje muy directo, para que cualquier persona ajena a la ciudad pudiese identificar fácilmente su procedencia, siendo además muy conservadores en la elección y mantenimiento de los tipos escogidos.

Muchas ciudades griegas escogieron tipos vitivinícolas en sus monedas, como exponente y símbolo de su principal economía, representado en algunos casos racimos de uva, vides, recipientes para contener o consumir vino, deidades vitivinícolas... En la época más arcaica se representaba únicamente un racimo acompañado de alguna hoja, de carácter muy estilizado, para pasar más tarde a vides o parras, primero de forma geométrica y más tarde de manera más realista. También se empleaban piezas

cerámicas para el almacenamiento o consumo de vino: ánforas, cráteras, kylix..., así como dioses relacionados con el vino, donde Dionisos era el más representado como protector de la agricultura y en particular del vino, o bien otros símbolos que se identificaban con cada dios. Así Dionisos se representaba también como un asno o una rama de vid, como un águila era para Zeus, o bien un olivo, o lechuza para Atenea.

Las ciudades donde sus cecas emitían monedas con temas vitivinícolas, (y por lo tanto tenía mucha importancia este sector), estaban sobre todo en Macedonia (Mende, Terone) y Tracia (Abdera, Ainos, Maroneia, Thasos), así como también en la zona de Magna Grecia y Sicilia (Naxos).

Impulsado primero el comercio por los puertos fenicios y algo más tarde por las ciudades griegas, sobre todo de la costa este del Egeo, el cultivo de la viña y el vino se extendió por todo el mar Mediterráneo. En Italia, en Latium y cerca de Roma (Cures Sabini) se han encontrado, como manifestación más antigua, pepitas de uva del siglo VIII a.n.e. En Etruria, llevado por comerciantes griegos y fenicios, el cultivo de la vid, data del último cuarto del siglo VII a.n.e. Del mismo modo en el sur de Italia, las colonias griegas se establecieron a principios del siglo VIII a.n.e., encontrándose numerosos testimonios de su presencia vitivinícola; citando incluso "La Odissea", obra escrita hacia los años 800 a 750 a.n.e., viñas y vinos en las islas de los Cíclopes, próximas a las costas de la actual Italia. En la isla de Cerdeña se establecieron en el siglo VIII a.n.e. comerciantes fenicios independientes de los de Cartago, que también aportaron vino y la forma de cultivo del viñedo. Aunque existen algunas pruebas de la presencia de *Vitis vinifera* en el III milenio a.n.e., en Italia el cultivo de la vid se establece de la mano de los griegos y fenicios en los siglos VIII y VII a.n.e.

La viticultura y enología de Roma, tienen su origen en lo desarrollado por los griegos, perfeccionándose sus técnicas a lo largo de los siglos y encontrando una multitud de restos de estas actividades, tanto en yacimientos arqueológicos, como en testimonios escritos. Uno de ellos son los Doce Libros de Agricultura, escrito por Lucio Julio Marco Columela, que describe el cultivo de la viña y la elaboración del vino, dentro de un tratado de agronomía general ambientado en el sur de la Iberia romana. Las villas rústicas del Imperio disponían de una "cella vinaria"

o bodega, donde se elaboraba el vino con ayuda de una prensa ("prelum o torcular"), situada dentro del lagar o "torculum". Los vinos fermentaban en envases de gran capacidad ("dolium"), contruidos con materiales como madera o barro y envasándose más tarde para su transporte y consumo en tonel de madera ("cupae"), odres de piel o pellejos ("uter") e incluso también en ánforas ("anforae"). En el "horreum" se almacenaban los vinos, pudiéndose vender en establecimientos específicos llamados "caupona", dirigidos por un tabernero o "caupo". En las "thermopolium" se vendían bebidas y vinos calientes.

En Roma, las fiestas dionisiacas griegas se transformaron en las bacanales, pero con un carácter muy distinto, llegando incluso en el año 189 a.n.e. a dictarse un senadoconsulto para restringir los aspectos más orgiásticos de este culto, llegando a practicarse en algunos años más de siete mil detenciones por alteración del orden público. Del mismo modo que los simposios griegos, los romanos practicaron la sobremesa o "comissatio", donde las cenas normales terminaban con las libaciones a los dioses lares y los brindis en que se deseaba la protección de los dioses a los presentes, a la patria y al emperador. Sin embargo en los festines, la velada nocturna se hacía larga y distraída en medio de mil escenas de todo tipo: juegos, discursos, lecturas, recitales de poemas, conversaciones, música, bailes, pantomimas y hasta indecencias y monstruosidades. También existía la figura del árbitro de la bebida ("arbiter bibendi"), que determinaba las veces que había que beber y la proporción de agua que debía mezclarse al vino para templarlo. En estas sobremesas se cometían excesos, y para reprimir algunas extravagancias se dictaron las leyes suntuarias, que limitaban gastos y excesos.

El vino formó parte indisoluble de la vida social del ciudadano romano, aspecto repetidamente expuesto en múltiples manifestaciones, incluso como mensaje póstumo en una tumba: "baño, vino, mujeres, estas son las cosas importantes de la vida", o bien en el proverbio: "baño, vino y Venus desgastan el cuerpo, pero son la verdadera vida". Sin embargo, la mujer romana no debía ni podía relacionarse con el vino en ningún aspecto, pues no podía administrarlo, ni servirlo, ni guardarlo y tampoco beberlo. La Ley y la tradición no permitían a la mujer romana beber vino, pues estaba directamente relacionado con los efectos que les producía esta bebida, basándose en las siguientes razones:

- Provocaba una importante desinhibición que conducía a la promiscuidad, y esto en la mujer estaba castigado con la pena de muerte.
- Creían que el vino tenía propiedades abortivas, siendo la principal misión de la mujer romana la procreación.
- El vino se utilizaba en muchos ritos religiosos, de los que la mujer estaba excluida.
- Producía en la mujer locuacidad, pudiendo ser un delito por desvelar secretos familiares.

Recuerda Plinio el Viejo, que en los tiempos de Rómulo, la mujer de Ignacio Metenio fue matada a golpes de bastón por el marido, por haberse bebido una gran cantidad de vino, al que Rómulo no solo le exime de la imputación de asesinato, sino que le felicita por haber cumplido con el orden establecido. Sin embargo, con el paso del tiempo, las leyes y costumbres se fueron relajando, y el consumo de vino se extendió a las mujeres, muchas veces como símbolo de emancipación.



Figura 24. Recreación de bodega romana. Mas de Tournelles. Beaucaire. Languedoc-Rousillon.

Los sistemas de medida de capacidad se relacionaban con las cúbicas y estas a su vez con las lineales, siendo el pie (0,2957 metros) la medida fundamental, y el pie cúbico la de volumen (26,26 dm³), que equivalía a un "quadrantal" o ánfora. Estas medidas de volumen también se relacionaban con las de peso, equivaliendo un ánfora a 81 libras de vino, teniendo cada libra un peso de 327,45 gramos de hoy. Tal era la cantidad de pesos y medidas, que en los mercados existían unos locales llamados "ponderarium", donde se conservaban dichos patrones como oficina de comprobación de dichas magnitudes.

Las medidas de volumen también se referían a sextarios ("sextarii"), correspondiendo las siguientes capacidades:

	Sextarii	Litros
Cullens	960	525,20
Amphora	48	26,26
Urna	24	13,13
Congius	6	3,28
Sextarius	1	0,5470
Hemina	0,5	0,2736
Quartarius	0,25	0,1368
Ocetabulum	0,125	0,0684
Cyathus	0,083	0,0456

En la Historia Natural de Plinio, se citan noventa y cinco tipos de vinos distintos, entre los que destacan: mamertino de Messina, tauromenitanum de Taormina, biblino de Siracusa; falerno, cecubo, caleno, formiano y vesubiano de Campania, brutium de Calabria, pucinum de Timaro, rético del Norte, onsentia de Tempio, Rhegium, Buxentium, Tarento, Babia, Brindisi, Canosa, Umbría, Aulón...



Figura 25. Zonas productoras de vinos romanos famosos. (H. Johnson.)

La viticultura romana fue de un gran esplendor, apareciendo en ella tratadistas que la conocen y estudian con gran minuciosidad, destacando entre ellos la gran figura de Lucius Junio Moderatus Columela, que escribió hacia el año 42 de nuestra era, la obra denominada "Re Rustica", también conocida como "Los Doce Libros de la Agricultura", de los que el tercero y el cuarto se dedican al cultivo de la vid.

En el norte de Africa, la principal colonia de los fenicios de Tiro fue Cartago (Túnez), fundada en siglo IX a.n.e. y donde se cultivaron viñedos y árboles frutales importados por ellos. La producción de ánforas vinarias data del siglo VIII a.n.e. Otros autores piensan que la viticultura en esta zona pudiera proceder por la ruta de Egipto. Los fenicios, directamente o bien desde su base de Cartago, colonizaron la mayor parte de las costas e islas mediterráneas de Iberia y de la Galia. En Marruecos, se cultivó la viña en el siglo IV a.n.e.

Al sur de Francia, en la costa mediterránea se establecieron en el siglo VI a.n.e. comerciantes griegos procedentes de Focea, en las riberas del río Lacydon y fundaron Massilia (Marsella). A partir de esta colonia, la cultura griega se extendió en la ribera del golfo de León, fundando más tarde otro importante asentamiento en Ampurias ya en la costa Ibérica. Toda la costa de Languedoc, Provenza y Cataluña, quedó bajo la influencia comercial de los foceos y por lo tanto los testimonios arqueológicos vitivinícolas son muy abundantes en toda esta área.

Con toda seguridad, la península Ibérica fue la última zona ribereña del mar Mediterráneo, donde llegó el cultivo de la vid, primero de la mano de los fenicios y de los pueblos helenos, y más tarde consolidándose por la conquista de su territorio por los romanos.

3. ORÍGENES E INTRODUCCIÓN DE LA VID EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

La presencia de la vid en la península Ibérica es inicialmente llevada hasta el período del Terciario, con formas predecesoras de la *Vitis vinifera* actual, especie que apareció en los umbrales del Cuaternario, a la vez que lo hace el hombre.

No se han encontrado fósiles de vid que la sitúen en época arcaica, como ha sucedido en otros países de la cuenca mediterránea, con situaciones y climas análogos, pero sí han aparecido familias afines,

tales como *Viburnum assimile* (Sap.Mar.) en el Oligoceno y Mioceno de Tortosa, el *Rhamnus aizoön* (Ung.), el *Cissus plantanifolia* (Ett.) en Zarra, y el *Rhamnus augustinii* (Ett.) en Baños de Mula, citados por Areitio y Mallada en sus catálogos de especies fósiles encontradas en España, asociación de plantas que corresponden al tronco de las Vitáceas.

Colmeiro cita la vid como espontánea en España, y lo mismo hace Caballero con el más ajustado calificativo de subespontánea. Losa, Rivas y Muñoz la sitúan en algunos puntos de Cataluña y Andalucía, y más en las barrancadas de Sierra Morena, y según Comenge, que se ha ocupado del asunto, Rivas la ha encontrado en Despeñaperros; Boissier, Del Amo y Mora, Villkom y Lange la citan en Andalucía, en donde también Rojas Clemente, refiriéndose específicamente a La Algaida de Sanlúcar de Barrameda, la encuentran formando viñedos bravíos en selvas impenetrables, con una gran y espléndida vegetación. La considera asilvestrada Ceballos, Vicioso y Martín Bolaños en Málaga y Cádiz, enumerándola Pedro Castrón en la flora de Torrecilla de Alcañiz. Comenge la considera subespontánea en España, recogiendo el voto unánime de varios botánicos que coinciden en así declararla.

Estudios recientes de Martínez de Toda, Ocete, López, Lara y Tio, han localizado *Vitis vinifera silvestres* Gmelin (Hegi) en diversas situaciones de las provincias de Álava, Asturias, Cáceres, Cádiz, Cantabria, Ciudad Real, Guipúzcoa, Huelva, Málaga, Navarra, Sevilla y Vizcaya, formando parte de los bosques en galerías que se desarrollan en torno a corrientes de agua y zonas muy húmedas, con escaso impacto ambiental, con denominaciones locales de "parras bravas", "parrizas", "parrones" e incluso "labruscas". En el caso de bosques en galería, las vides para lograr una iluminación adecuada, toman por lo general tutores a diversas especies arbóreas.

Estas poblaciones relictas que ocupan actualmente áreas disyuntas, parecen proceder de aquellas más extensas que se distribuían por Europa meridional y central a finales de la Era Terciaria, y que tras sucesivas glaciaciones de la Era Cuaternaria no impidieron que esta especie volviera a recolonizar los espacios que ocupaba antes, manteniéndose desde entonces en perfecto estado libre de la presión humana: agrícola, forestal, industrial...

La vid durante miles de años creció espontánea (*Vitis silvestris*) en la región de clima templado del Mare-nostrum, y probablemente a partir de ella se difundió progresivamente al interior de la Península Ibérica.

Aunque existen pruebas de presencia de viñedos desde el III milenio a.n.e., manifestado por restos de pepitas encontrados en diversos yacimientos arqueológicos y otros estudios polínicos realizados, fueron los pueblos iberos y celtas, al parecer, iniciadores de su cultivo, como atestiguan las muelas de piedra para exprimir la uva que se encuentran en el Museo del Vino de Vilafranca del Penedés; siendo más tarde consolidado por los comerciantes fenicios quienes en los siglos IX a VIII a.n.e., introdujeron el vino y consecuentemente el cultivo de la vid, con los criterios que esencialmente hoy día continúan en vigor. Primero directamente desde los puertos fenicios de Asia y más tarde desde sus colonias avanzadas en Iberia o del norte de Africa (Cartago). Los comerciantes se establecieron en las costas de la antigua Tartessos, buscando la plata como principal mercancía objeto del comercio. En su actividad llegaron a ocupar la zona costera que abarca desde el delta del Ebro, hasta la desembocadura del Tajo ya en Portugal, llegando incluso hasta las islas Kasitérides (Inglaterra?) en busca del estaño.

En un principio el vino era importado por el propio consumo de la colonia fenicia y también con destino a las clases dirigentes locales. Recordemos los recipientes de alabastro que contenían vino egipcio de alta calidad encontrados en Sexi (Almuñécar). El vino viajaba en odres de piel de cabra, como los citados en "La Odisea" o también en ánforas de barro cocido, conocidas en las de los siglos VIII y VII a.n.e. como de tipo R1 o "ánforas de saco", que también se utilizaron para contener y comerciar con vino autóctono.

En el yacimiento de Aldovesta, situado en un meandro del río Ebro, se encontró un asentamiento indígena con forma de almacén, datado en los años 650 a 580 a.n.e. que tenía por misión recoger el vino fenicio producido al sur de Iberia, Ibiza y Cerdeña, por el hallazgo en este establecimiento de ánforas tipo R1, ebusitana PE10 y Cintas 268, respectivamente.

En el Castillo de Doña Blanca, situado en la sierra de San Cristóbal cerca del Puerto de Santa María, hacia las afueras del recinto se realizó corte del

terreno donde supuestamente vertían sus basuras, llamándolo FO-30, y en él se descubrieron pepitas de uva, cuya fecha más antigua se remonta a los años 700 a 650 a.n.e., siendo más abundantes en el estrato de los años 625 a 600 a.n.e.

A partir de la mitad del siglo VI a.n.e. se observa un decaimiento de la hegemonía fenicia occidental, motivado por la caída de la ciudad de Tiro en el año 673 a.n.e., conquistada por Nabucodonosor y tras un asedio de trece años.

En los siglos IX y VIII a.n.e., estando ya establecidos los fenicios, las copas tartésicas eran de diámetro de 11 a 13 cm, con poco fondo de 3 a 4 cm, paredes delgadas de 2 a 3 mm de espesor y de color negro o castaño oscuro y bien bruñidas. Hacia finales del siglo VIII a.n.e. las copas tartésicas experimentaron un cambio de tamaño hasta de 12 a 18 cm de diámetro, fondo de 4 a 6 cm y paredes también delgadas de 2 a 3 mm. Coincidiendo con estas últimas y durante el siglo VII a.n.e. ya aparecen en los yacimientos arqueológicos copas "cotilas" protocorintias, traídas por los fenicios; así como cuencos carenados fenicios de 15 a 20 cm de diámetro.



Figura 26. Pisando uva y envasando el vino en el lagar. Alt de Benimaquía. (E. Dies y F. Chiner).

En el Alt de Benimaquía (Denia) se encontraron restos de un asentamiento fortificado de origen fenicio y fechado entre los siglos VI a IV a.n.e. El interés de los comerciantes fenicios por la costa levantina de Denia, se debía a la extracción de mineral de hierro y a la influencia de la cercana isla de Ibiza, base de un importante comercio. Dicho asentamiento consta de 16 departamentos rectangulares, algunos de ellos con restos de lagares de elaboración de vino y almacenes para ánforas de tipo R1 local.

Analizando los lugares más próximos, el único sitio posible para el cultivo del viñedo es una vaguada cercana de 40 hectáreas, llamada Plá de Benimaquía, donde hasta el año 1920 se cultivó el viñedo para la producción de uvas pasas. Partiendo de este dato, se establecen los siguientes cálculos que pueden dar una idea sobre la actividad vitivinícola del asentamiento.

Para el cultivo del viñedo se empleaban unas 40 personas durante 6 meses, a razón de 150 jornales por hectárea y año, por lo que se estimaba una población total de 150 habitantes, teniendo en cuenta además el resto de las actividades. Con un rendimiento de 10 hl de vino por hectárea acorde con la época, se deberían de obtener en total unos 40.000 litros de vino, que contando por otra parte con la capacidad de elaboración descubierta de 25 hl, nos lleva a un envasado de ánforas de vino de dos semanas. Por otra parte, la fabricación de ánforas debería ser de cuatro al día, para conseguir unas 1.300 a 1.600 ánforas al año de tipo R1 de 25 a 30 litros de capacidad unitaria. Por fin y a tenor de los datos anteriores, los almacenes de ánforas deberían ocupar una superficie de 400 m² a razón de cuatro de ellas por cada m² de almacén.

En cuanto al proceso de elaboración del vino, la uva se vendimiaba en cestas, llevando la uva a los depósitos más altos de los lagares, donde se pisaba, corriendo el mosto hacia los depósitos inferiores donde realizaba la fermentación tumultuosa durante 2 a 3 días. Pasando luego el mosto-vino a las ánforas, donde terminaba la fermentación, y al cabo de 30 a 40 días se procedía al cerrado definitivo de las mismas.

La presencia griega en la Península Ibérica se debe en primer lugar a los propios comerciantes fenicios, que empezaron con la importación de vino y más tarde cuando existió producción local, a la importación masiva de vajillas griegas, para atender las necesidades de una sociedad cada vez más culta y refinada.

Caso aparte es la costa ibérica situada al norte del delta del Ebro, donde existió desde un principio una presencia griega directa, o bien a través de su colonia de Massalia (Marsella). Los griegos aparecieron hacia finales del siglo VII a.n.e. y se encontraron con una producción de vino y ánforas, establecida antes por los fenicios y razón por la cual la circulación de ánforas griegas orientales, masaliotas y etruscas se ve muy reducida en esta costa.

Primeramente a finales del siglo VII a.n.e. llegó vino griego importado, sobre todo de Quíos, luego en el principio del siglo VI a.n.e. lo fue el de Mileto y hacia finales del VI a.n.e. el de Corinto.

En el sur de Iberia, las ánforas importadas representaban un 76% para aceite y el 24% restante para el vino, sin embargo en vajillas, la importación era del 80% para las bebidas, de las que el 60% son de vino y el 20% para el resto de menesteres. Esta distribución confirma la teoría de la producción de vino en Tartessos anterior a la llegada griega. Herodoto menciona en sus escritos navegaciones focaeas a Tartessos en tiempos del rey Argantonio.

De la citada distribución de ánforas griegas en el sur de Iberia, resulta lo siguiente:

44%	Jonias	Quíos	Vino
		Samos	Aceite
		Mileto	Aceite y vino
35%	Áticas	Vino y aceite	
13%	Corintias	Aceite	
8%	Jonio-masaliotas	Vino y aceite	

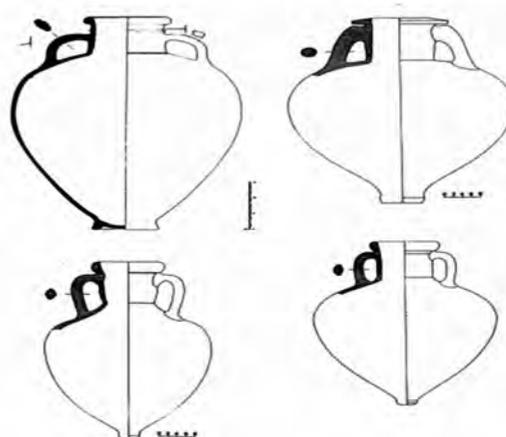


Figura 27. Ánforas griegas.

Hacia finales del siglo VI a.n.e. y debido al conflicto entre potencias comerciales: Grecia, Etruria y Cartago, los focos abandonaron Tartessos y el sureste de Iberia. Desplazándose su influencia hacia la meseta sur, Ibiza, Cádiz, Alta Andalucía, Extremadura y sobre todo hacia Emporion (Ampurias) en Cataluña, que recibía ya antes el comercio de Massalia (Marsella) desde la primera mitad del siglo VI a.n.e. En la primera mitad del siglo IV a.n.e. llega una gran cantidad de cerámica importada de Grecia, especialmente producida en el barrio cerámico de Atenas, expresamente pensadas para la exportación e incluso decorada con temas especiales para ello. Las copas cada vez se hacen más pequeñas, sustituyendo el clásico "kylix" por un vaso más pequeño, de color negro y largas asas verticales llamado "kántaros". Hacia finales del siglo IV a.n.e. casi desaparece la importación de vasos griegos hacia la Península Ibérica. El Pecio del Sec data de esta época, descubriéndose 474 ánforas de diversas procedencias: Cartago, Ibiza, Corinto, Rodas, Quíos, Sínope (mar Negro)... Desde la actual Cádiz empiezan a exportarse ánforas hacia el interior de la península (Turdetania) pero llenas de salazones, pues posiblemente en esas zonas ya existía una producción local de vino.

En cuanto al tipo de vajilla, en el siglo VI a.n.e. las copas eran jónicas auténticas y empezaron a aparecer luego imitaciones locales decoradas a bandas. Las cráteras evolucionaron hacia los lebrillos turdetanos. En los siglos V y IV a.n.e. las copas griegas procedían de Ampurias de tipo Cástulo; mientras que aparecen también copas de tipo Kuass de origen púnico y fabricadas en Cartago. Desaparecen entonces las importaciones griegas en el sur de Iberia, debido al tratado entre Roma y Cartago que limitaba la acción comercial de Ampurias en esa zona.

Toda esta presencia griega al sur del delta del Ebro, se resume en algunos ejemplos de yacimientos arqueológicos, como en Cancho Roano, situado en la cuenca media del río Guadiana, que era un palacio donde se han encontrado unas 100 ánforas de producción local tipo R1 que contuvieron vino también local, pero sin embargo la vajilla era de origen griego.

En la tumba nº 20 de Los Villares (Hoya Gonzalo-Albacete), fechada hacia finales del siglo VI a.n.e., se encontraron restos de dos celebraciones funerarias

con consumo de vino, empleándose vajilla ática que se rompía en una oquedad o "silicernium" después del rito y acabando con una cremación de la misma.

También en la tumba 41 de Cabezo Lucero (Rojales-Guardamar de Segura-Alicante), que data de la primera mitad del siglo V a.n.e., se hallaron restos de cerámica griega e indígena, en una cremación sobre la plataforma de 4x4 metros ("bustum").

Las tumbas principescas de El Cigarralejo (Mula-Murcia) nos enseñan restos de cerámica griega e indígena, e incluso en la de la Dama de Baza (Granada) a principios del siglo IV a.n.e. se encontraron ánforas como parte de ajuar funerario.

En el cerro de la Media Naranja (Jerez de la frontera), se descubrió una villa agrícola del siglo IV a III a.n.e., con un patio central, dos depósitos subterráneos de 7,0x1,8x2,0 metros, una prensa y ánforas, todo ello destinado a la producción de vino.

En el Castillo de Doña Blanca (Cerro de San Cristóbal-Puerto de Santamaría-Cádiz), cuyo origen era sin duda fenicio del siglo VI a.n.e., vivió en los siglos V a III a.n.e. una gran prosperidad. Encontrándose en una habitación un lagar similar a los del Alt de Benimaquía, con dos piletas altas para el pisado de la uva, otra más baja para la fermentación, así como restos de una prensa y almacenes para ánforas de vino.

Del mismo modo en la Casa de Tejada Vieja, se ha localizado un lagar muy similar al del Castillo de Doña Blanca antes descrito.

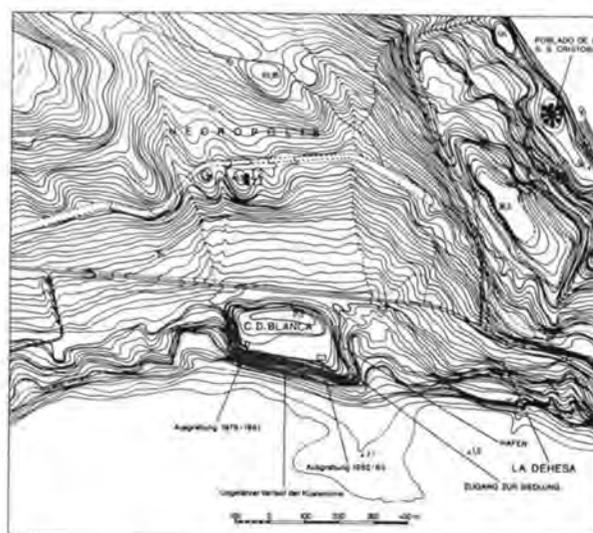


Figura 28. Castillo de Doña Blanca, (Cerro de San Cristóbal).

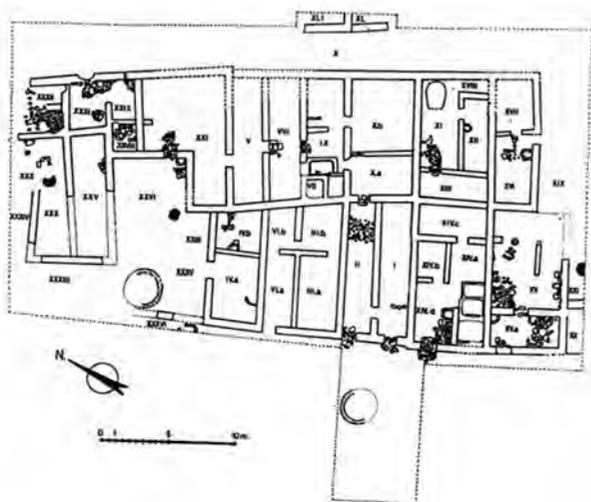


Figura 28 bis. Lagar y situación de los lagares en el castillo de Doña Blanca.

Hacia el norte del delta del Ebro y en las riberas de los golfos de León y Génova que abarcan la zona noroeste del Mediterráneo desde la costa oeste de Italia, pasando por el sur de Francia y hasta la costa de Cataluña, se establecieron los comerciantes griegos de Focea, primeramente en Etruria hacia los años 625 a 550 a.n.e., luego en Massilia (Marsella) y por fin en Emporion (Ampurias).

El cultivo de la vid y la consecuente producción de vino fue importada por los focenses, aunque posiblemente en la costa catalana ya existían antes estas producciones traídas de la mano de los fenicios, establecidos antes en tierras más hacia el sur.

La Ora Marítima de Avieno (siglo V a.n.e.) cita la antigua ciudad de Tirica o Tyrichae situada en el delta del Ebro, así como también la existencia de viñedo: "... Tirica. Antiguo nombre de la ciudad y la riqueza de sus habitantes, celebérrimos por las costas del orbe. Pues además de la fecundidad de la

tierra, ya que el suelo les proporciona ganado, vid y los dorados de Ceres, productos extranjeros son transportados por el río Ibero".

Aparte de viñedo existía una fuerte producción cerealista, que se destinaba a su exportación hacia países grecolatinos, llegando incluso hasta Atenas. Pues como antes se ha comentado, en esta ciudad en el siglo VII a.n.e. se sustituyó el cultivo de cereal por el de viñedo, de mayor valor económico y precisándose por lo tanto de la importación de grano para atender las necesidades alimenticias de su población. Esta situación se confirma con la emisión de monedas locales, donde las de la Península Ibérica se elegía como motivo preferencial una espiga de cereal, empezándose muy tardíamente a utilizar los racimos de uva hacia el año 50 a.n.e., lo que prueba una importante producción cerealista y más tarde una actividad vitivinícola.



Figura 29. Los vinos de España en la antigüedad. (A. Huetz de Lemp).

En Ampurias los restos arqueológicos vinarios son muy abundantes, encontrándose diversos tipos de ánforas de distinta procedencia.

- Ánforas etruscas:
 - 550 a 525 a.n.e. 14% etruscas
13% griegas
 - 525 a 500 a.n.e. 2% etruscas
13% masaliotas
10% griegas
 - 500 a 475 a.n.e. 3% etruscas
13% masaliotas
10% griegas
 - 475 a 375 a.n.e. 3 a 5% etruscas
6% masaliotas

El descenso porcentual de ánforas griegas del último período se explica por la separación de Ampurias de Massalia, así como por el aumento de relaciones con los púnico-fenicios de Ibiza y sureste de Iberia.

- Ánforas fenicias: Se encuentran desde Ampurias hasta la desembocadura del Ebro. En el último cuarto de siglo VII a.n.e. y el primer cuarto del siguiente, se hallan ánforas tipo R1, que señalan un comercio directo antes de la llegada de los focenses. Hacia finales del siglo VI a.n.e., aparecen ánforas del área del estrecho de Gibraltar y de la isla de Ibiza.
- Ánforas griegas:

525 a 500 a.n.e.	21% jonio – masaliotas
500 a 400 a.n.e.	15% jonio – masaliotas
400 a 374 a.n.e.	6% jonio – masaliotas

En cuanto a las vajillas de origen griego, aparecen desde primeros del siglo V a.n.e. y hasta finales del IV a.n.e.

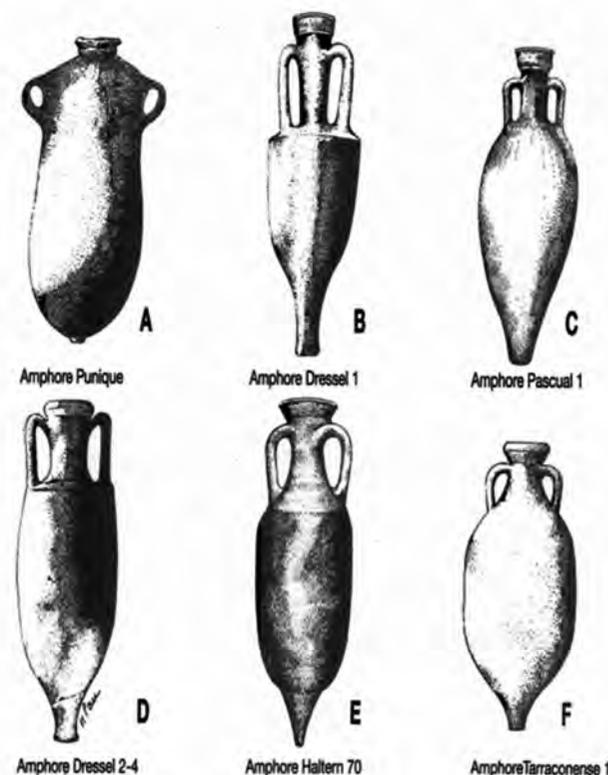


Figura 30. Tipos de ánforas vinarias. (A. Huetz de Lempis).

Existen algunos testimonios escritos sobre la intensa actividad comercial en esta zona, especialmente entre los puertos de Marsella y Ampurias, que merece la pena citar en los siguientes documentos:

- Carta foceo-masaliota (Ampurias, 550-500 años a.n.e.): instrucciones de un comerciante de habla jonio a un agente comercial dependiente del mismo, con base en Ampurias, para que proponga un negocio a un tercero, llamado Baspedas y que supone se relaciona con el tráfico comercial entre Ampurias y Sagunto.
- Carta etrusca (Pech Maho-Aude, 475-450 años a.n.e.): texto no descifrable, que se supone establece relaciones comerciales entre Etruria y el Languedoc, citando a dos personas: Venel y Utavu.
- Carta jonio-masaliota (Pech Maho-Aude, segundo cuarto del siglo V a.n.e.): escrita en lengua jonio arcaico, explica la transacción comercial entre un griego jónico llamado Heronios y otro mercader griego llamado Kyprios con base en Ampurias. Trata sobre la compra de un akation (navío costero) de Ampurias, del cual ha vendido la mitad por dos octoinos y medio ante los testigos: Basiguerros, Bleruas, Golo, Biur y Segedon.
- Carta de iberos del noroeste (Ampurias, siglo III a.n.e.): explica la relación comercial entre el autor de la carta llamado Basirtir, Katulatin como destinatario y Neitin como remitente, para actuaciones comerciales con la población indígena de Ampurias.

Todo ello hace pensar que existía una actividad mercantil bajo la influencia joniomasaliota perfectamente estructurada y desarrollada desde el siglo VI a.n.e. Esta era de carácter privado y diferenciada de la estructura político-administrativa, existiendo dos circuitos comerciales; uno externo y otro interno, contando con un complejo sistema económico, con sus agentes comerciales y rutas de navegación regulares perfectamente establecidas.

La organización comercial se establecía siempre en puertos costeros, primero en uno importador-exportador llamado Colonia (Marsella, Ampurias), otro distribuidor de menor tamaño llamado Emporiae (Ampurias, Sagunto) y por fin otros más pequeños conocidos como Oppidum (Pech Maho) donde se establecía un contacto con los indígenas y eran los puntos de consumo o aprovisionamiento.

Una vez introducido el cultivo de la vid en la Península Ibérica de la mano de los fenicios y pueblos helenos, la conquista de Iberia por los romanos supuso primero una continuidad en la producción de vino, que fundamentalmente se centraba en la

zona costera del mar Mediterráneo y en segundo lugar, una extensión de los viñedos al resto del territorio y como consecuencia de la cultura romana que siempre era una fiel compañera de sus conquistas; a excepción de algunas comarcas del norte, donde cántabros, astures y vascones hicieron más lenta su penetración. Los legionarios romanos gustaron del vino de Iberia, como análogamente sucedió en Roma, capital del Imperio, según queda reflejado en escritos de Plinio, Marcial, Columela y Estrabón. Las referencias sobre la vid y el vino en esta etapa de la historia, son numerosísimas y desde entonces en los países ibéricos la cultura del vino se consolidó como parte de la forma de vida de sus habitantes.

Según A. Huetz de Lemps, a diferencia de los griegos y fenicios que se ocuparon únicamente de comerciar con los pueblos iberos, los romanos emprendieron una conquista sistemática de la Península Ibérica, que fue acompañada por una prolongada difusión de la viticultura debido a la larga y difícil penetración. Según la obra de R. Etienne y F. Mayet en su obra *Le Vin Hispanique* (2000), se distinguen tres fases sucesivas en el comercio del vino en Hispania.

– Principio de la penetración romana. Entre mediados de siglo II a.n.e. hasta el principio del siglo I d.n.e. donde la viticultura se implanta progresivamente en la región Bética y en la costa de la región Tarraconense, siendo muy limitada la producción y consumo de vino, procediendo este sobre todo de Italia. Las ánforas tipo Dressel 1 transportan los vinos desde Etruria, Latium y Campania, encontrándose restos de estas principalmente en el litoral, aunque también se localizan hacia el interior, sobre todo en el valle del río Ebro y su afluente el río Jalón, así como también en la costa de Fuenterrabía, Santander, Coruña y en el valle del río Ulla. El consumo de este vino por las poblaciones indígenas se considera como un símbolo de poder y como artículo de lujo, a diferencia de las clases más bajas que solamente pueden hacerlo con cerveza. Las plantaciones de las viñas se realizan en las regiones conquistadas, encontrándose según Marcial viñedos en el valle del río Jalón, calificando los vinos como rudos y robustos. Plinio el Viejo cita que los viñedos nuevos no son siempre viñas bajas, sino más bien conducidos en formas altas propios de las zonas húmedas.

– Alto Imperio. En el comienzo de la era cristiana se desarrollan importantes viñedos comerciales en la Península Ibérica, comenzando las exportaciones hacia la Galia y Roma, desapareciendo la importación de vino desde Italia en la mitad del siglo I d.n.e. El principal viñedo se encuentra en la región Tarraconense, como lo atestiguan abundantes restos arqueológicos y numerosas citas de autores latinos. Plinio el Viejo señala la abundancia de vinos de Layetania (Barcelona), así como la calidad de los vinos de Tarraco (Tarragona). Los centros de producción se sitúan a lo largo de la costa catalana: Barcelona, Tossa, Malgrat, Mataró, Badalona, Sabadell, Tarragona, e incluso más hacia el sur en la ribera del Ebro, llegando incluso hasta Sagunto ya en Levante.

Las ánforas vinarias son a menudo estampilladas, lo que permite conocer el nombre de sus propietarios, a menudo de origen italiano afincados en la región Tarraconense, así como también su lugar exacto de origen. Aparece un tipo particular de ánfora denominada Pascual 1 que aparece hacia el año 30 a 40 a.n.e., así como también otro tipo de ánfora nueva denominada Dressel 2-4. Restos de estas ánforas también se han encontrado en el interior de la Península Ibérica, en particular en el valle del Ebro (Zaragoza, Cascanete...), pero también se han encontrado en buena parte de Europa occidental, en el valle del Ródano, en el valle del Rin, en el centro y suroeste de la Galia, así como también en Gran Bretaña. Las exportaciones de vino también se hacen hacia Roma, utilizando pocas veces las ánforas tipo Pascual 1, y casi siempre las de tipo Dressel 2-4, siguiendo una ruta marítima directa por la isla de Menorca y el estrecho de Bonifacio entre las islas de Córcega y Cerdeña, así como también otra más larga por la ribera norte del Mediterráneo por Marsella y la Costa Azul. Un testimonio de lo dicho es un naufragio encontrado en San Rafael que transportaba 300 ánforas tipo Dressel 2-4 de las que 75 se encontraron intactas, y donde sus estampillas demuestran su origen en Badalona. Hacia finales del siglo I las exportaciones se reducen, posiblemente debido al edicto del emperador Domiciano (año 92) que debido a la escasez de grano y superproducción de vino, decidió reducir a la mitad la superficie de viñedo en las provincias.

El segundo viñedo comercial de la época romana estaba en la región Bética, aunque menos localizado, desarrollándose entre los siglos II y siglo I a.n.e. Tanto Estrabón como Columela señalan exportaciones de vino desde esta región. La depresión del río Betis (Guadalquivir), se dedica principalmente al cultivo de trigo y olivo. Habiéndose identificado en el Monte Testacio (Roma), más de 500 talleres de fabricación de ánforas para aceite tipo Dressel 20. Este monte contiene un enorme depósito de 40 millones de ánforas depositadas durante tres siglos. Otras ánforas también transportaban una salsa de pescado llamada "garum". En esta zona aparece un ánfora de uso vinario denominada Haltern 70, encontrándose restos de la misma en toda la costa mediterránea de Hispania desde Cádiz hasta Tossa y Port-Vendres, así como también en Roma, Ostia, Herculano, Pompeya..., además de la Galia (Nîmes, Vienne, Lyon...), y hasta los límites del Rhin. El principal viñedo se encontraba en la región de Jerez, siendo citados por Marcial, Silius Italicus, Columela...

- Además de los viñedos de las regiones de Tarraconense y Bética, también existieron otros viñedos menos importantes, como por ejemplo el reputado vino de Lauro mal localizado, y posiblemente en la zona del Vallés hacia el sur de Barcelona. También es de destacar los vinos de Baleares, especialmente de la isla de Mallorca, donde Plinio el Viejo los comparaba con los mejores vinos de Italia.
- Bajo Imperio. Este es un período de declive en las exportaciones de vinos desde la Península Ibérica, no estando muy claro las causas de este hecho, posiblemente debida a las invasiones de los bárbaros que desorganizaron la producción, aunque animadas después por el edicto del emperador Probus que estimuló las nuevas plantaciones de viñedo en Hispania. Sin embargo, esta recesión de las exportaciones, no significó un abandono de la viticultura, pues en las villas hispano-romanas se siguió cultivando importantes viñedos, destinando la producción fundamentalmente al autoconsumo de la población cada vez más romanizada de la Península Ibérica.

Las invasiones de los bárbaros, primero en el siglo III y luego en el siglo V, provocaron el declive de numerosas ciudades, siendo los campos de cultivo

también muy afectados, aunque algunas villas mantuvieron cierta actividad agrícola y en consecuencia vitivinícola. Parece ser que los visigodos no tuvieron grandes ambiciones comerciales, produciendo vino para su propio autoconsumo, e incluso en algunas poblaciones importantes llegaron a importar vino de la Galia, e incluso también del Mediterráneo oriental (Gaza, Galilea...), que terminaron a finales del siglo IV por la rivalidad de los emperadores bizantinos con los reyes visigodos. Los habitantes de la península se debieron contentar con su propia producción de vino, no conociéndose exactamente cuales eran las zonas de viñedo, aunque sí su importancia destacada en la Lex Visigothorum donde se contempla una legislación muy completa sobre la viña y el vino. Incluso también San Isidoro en su Etimología, dedica un capítulo a la viña, inspirándose en autores clásicos: Columela, Varron y Virgilio, donde menciona algunas variedades de uva, así como la forma de consumo de vino, y también otras bebidas como la sidra, la cerveza o el hidromiel en zonas donde no se podía producir vino. Las excavaciones arqueológicas indican la presencia de grandes explotaciones agrícolas que producían cantidades importantes de vino, destacando a principio del siglo VIII el lugar de Bovalar (Segria-Lérida), con una finca y bodega de tamaño considerable. La presencia de la viña en esta época debió ser muy abundante, a tenor de los cánones impuestos más tarde por los conquistadores musulmanes sobre las producciones agrarias de las explotaciones agrícolas. Así en las capitulaciones de Teodomiro, los habitantes de su reino que se extendía desde Orihuela hasta Alicante y Lorca, estaban obligados a entregar un dinar, además de cuatro "modios" de trigo y cuatro de cebada, cuatro cántaros de vino, cuatro de vinagre, dos de miel y dos de aceite.

A partir de este momento, durante la Edad Media, España conoció un destino muy diferente al del resto de países europeos, debido principalmente a la invasión musulmana en el año 711, y después a una larga reconquista por los reinos cristianos, quedando los viñedos y la producción de vino muy afectados por los siglos de combates y por la política de tierra quemada, y sobre todo por la prohibición que tenían los musulmanes de beber vino, aunque el cultivo de la viña nunca desapareció, consumiendo sus frutos en fresco o bajo formas secas pasificadas, o legalmente consumiendo vino por parte de los mozárabes, o

también algunos mulsumanes que clandestinamente transgredían esta regla de forma regular. Después, la historia de la vitivinicultura en España quedó ligada a sus regiones.

4. DIFUSIÓN DE LA VID EN EL MUNDO

La expansión de la vid hacia Asia es de una gran antigüedad, coincidiendo probablemente con la del Mediterráneo, aunque dicen los textos griegos que fue Dionisio el introductor del vino en la India. Lo más probable es que el cultivo se fuese extendiendo más allá del Indo o bien que llegara con la invasión de las tribus nómadas arias, a mediados del segundo milenio a.n.e. En un antiguo texto védico, atribuido al sabio Pustalaya y que fue traducido por los sirios asentados en Andalucía, se habla de la fermentación de la drahska: viña en el sánscrito de los brahmanes. Otros atribuyen más tardíamente la fecha de conocimiento de la vid por los hindúes, coincidiendo con la conquista de Alejandro el Magno.

Para el Imperio Chino, la cultura del vino les llegó del oeste, seguramente de Persia, ya que filológicamente la palabra vino en chino se dice "putau" y deriva del persa "budawa". La viña debió de penetrar de Oriente a través de las rutas de caravanas procedentes de Asia Central. Una de las etapas importantes del viaje era el valle de Fergana, muy rico en viñedos. Numerosos restos fósiles de viñas han sido descubiertas más al este, en las ruinas de la ciudad de Loulan. En el libro titulado Tchen-Ly, escrito dos mil años a.n.e., aparecen ya instrucciones para el mejor aprovechamiento de la viticultura. La vid

alcanzó gran protagonismo en la dinastía de los Han y consta que el gobernador Wu-di (146 años a.n.e.), se ocupó de ordenar y supervisar los viñedos. Los monjes budistas extendieron más tarde el cultivo de la vid a lo largo del valle de Tarim. La invasión musulmana significó un freno a la expansión de la vid, pero en compensación se extendió por las provincias no ocupadas del este, como Shantung, Djangsu y el litoral del mar Amarillo.

Desde China, la viticultura llegó al Japón hace más de mil años. En japonés la palabra viña recibe el nombre de "budo".

Del mismo modo que en Iberia, la expansión del cultivo de la vid en Europa, corrió de la mano de la conquista militar y cultural de los romanos, extendiéndose desde las zonas vitícolas, generalmente costeras, fundadas anteriormente por griegos y fenicios. Hasta el final del reinado de Numio Pompilio en el año 714 a.n.e. no se introdujo la vid entre los romanos, que llegaron a tenerla en tal estima que, según Leyes de Justiniano, cualquier individuo convicto y confeso de haber cortado una cepa, quedaba sujeto a la pena de azotes, la mutilación de la mano derecha o indemnización del doble de los daños causados.

El Imperio Romano fue la palanca decisivamente impulsora del cultivo de la vid en Europa. Cuando los romanos, que habían asimilado la cultura vitivinícola griega, se lanzaron a la conquista del Imperio, la viticultura se extendió hasta lugares insospechados, llegando no solamente a la Galia, sino hasta Alsacia, límites de Suiza y el Palatinado, orillas del Mosela, Norte de Africa e incluso hasta Britania.



Figura 31. Imperios y rutas comerciales del siglo I.

En el año 92, el emperador Domiciano ordenó destruir los viñedos de las Galias, con el pretexto de que atraían a los pueblos bárbaros y ante la falta de cereales, pero los emperadores Probo y Marco Aurelio Valerio restablecieron en el año 276 la libertad de su cultivo, siendo considerados como los fundadores de la viticultura en las tierras del Rin y norte de Austria. El emperador Probo, que sobre todo era un buen soldado, fue asesinado cuando estaba inspeccionando un viñedo en Sirmio.

La extensión romana de los viñedos por la Galia, se inició en la Provenza, donde existían viñedos de origen griego en Massalia (Marsella), Monoikos (Mónaco), Nikaya (Niza) y Antipolis (Antibes). Ascendieron por el valle del Ródano, adentrándose por el Languedoc, la provincia Narbonensis y llegaron, quizás por mar a Burdeos, en tiempo de Julio César.

A la caída del Imperio Romano la viticultura se ve grandemente afectada, pues el vino pierde su carácter festivo personificado por el dios Baco, asimilación del dios Dionisio de los griegos, pero felizmente permanece durante la Edad Media como un símbolo cristiano, apoyado por una Iglesia que lo eleva a la más alta dignidad como sangre de Cristo. Las órdenes monásticas se convierten en celadores de la vitivinicultura, manteniéndola y difundiéndola, hasta llegar a identificar la cultura cristiana con el cultivo de la vid y el vino, siendo numerosas las alusiones que a los mismos se hacen.

El Conde de Montelambert, en su obra "Les moines et l'Occident" (1860), fue el primero en destacar la importancia que tuvieron las órdenes monásticas en la conservación y desarrollo de la viticultura durante la Edad Media. Más recientemente William Younger ("Gods, Men and Wine") y Desmond Seward ("Monks and Wine") se han ocupado también de este asunto, describiendo la viticultura medieval en Italia, Francia, España, Alemania y Gran Bretaña. Datos que comienzan en el año 643, con el abate Bobio en los Apeninos. Más tarde otros monjes se dedicaron a la viticultura, como San Ermelando en el año 670 o el abad de Saint Germain en el 814.

La relación de las órdenes monásticas con los actuales vinos es muy estrecha, especial interés tienen los benedictinos, cistercienses, cartujos, templarios, carmelitas, agustinos, caballeros de Malta, caballeros de Santiago, franciscanos y más tarde jesuitas. El cristianismo destierra a los dioses Dionisio y Baco,

pero aporta una legión de santos protectores de la vid del vino: San Vicente mártir, San Goar, San Urbano, San Killian, San Guatier de Pontoise, San Morando, San Roque, San Isidro...

La vid y el vino se extendieron hacia el norte y este europeos hasta Escandinavia y Hungría. Un rey danés, en la segunda mitad del siglo XVI, pidió brotes para plantar vides en su país, pero el frío, las guerras y la popularidad de la cerveza, detuvieron la expansión vitícola en el norte europeo.

Asentada la vid en Europa, su desarrollo no podría limitarse a su continente, máxime cuando el descubrimiento de nuevas tierras así lo propician. Cupo a España ser cuna y origen de la vitivinicultura americana, con dos focos principales de penetración por Nueva España (México) en el año 1522 y por Perú en 1547 o 1548. Partiendo de estos dos puntos de penetración, con uno complementario portugués en Brasil, el cultivo de la vid se extendió por todos los países del continente, en donde las condiciones climáticas permitieron su cultivo.

La *Vitis vinifera* fue introducida en México por los españoles en el siglo XVI y de allí pasó a California. En 1769 los franciscanos plantaron las primeras vides españolas en San Diego y en 1824 se creó en Los Angeles el primer viñedo de explotación comercial. Los primeros viñedos franceses fueron plantados en Los Angeles por Jean Louis Vignes en 1830 y entre los pioneros de estos cultivos hay que destacar al trampero de Kentucky Wolfskill y a los colonos alemanes Kohler y Frohling, así como al húngaro Haraszthy, llamado "padre de la viticultura californiana".

Francisco Carbantes, uno de los conquistadores del Perú, introdujo el cultivo de la vid en este país a mediados del siglo XVI, al tiempo que Bartolomé de Terrazas instruyó a los nativos de Cuzco. De aquí la vid pasó a Chile, donde se dice que fue el fundador de La Serena, Francisco Aguirre, quien plantó las primeras cepas. Entre 1570 y 1575, los viñedos se extendieron hacia el sur y en tiempos de la colonia, este cultivo fue objeto de reglamentación por parte del gobierno español, que pretendía defender así sus exportaciones hacia América.

La introducción de la viña en Argentina también se remonta al siglo XVI, cuando los españoles tomaron posesión de la Pampa. Después, bajando de las altas planicies y de las regiones mineras de Bolivia, llega-

ron al piedemonte andino. La viña plantada por los franciscanos y los jesuitas, con la paciente e ingeniosa obra de los habitantes de Cuyo y los sistemas de irrigación inventados por los inmigrantes italianos contribuyeron a la formación de los llamados "oasis vitícolas". Los conquistadores portugueses hicieron lo mismo en Brasil.



Figura 32. Difusión de la *Vitis vinifera* en América.

La viticultura en la República Sudafricana se inicia hacia el año 1659, en los jardines de la Compañía General Neerlandesa de la Indias Orientales, al pie de la montaña de Mesa, donde cuatro años antes, Johan van Riebeeck, gobernador de la colonia, había replantado unas cepas de vid europeas llegadas a bordo de los barcos de su compañía. Hacia el año 1679, el gobernador Simon van der Stel plantó más de cien mil nuevas viñas en el valle de Constantia. Y a finales del siglo XVII, hugonotes franceses se establecieron en los valles de Paarl, Stellenbosch, Drakenstein y Franschhoek, aportando sus conocimientos para la mejor explotación vitícola de la región.

En Australia, las primeras plantas de vid fueron plantadas en el jardín del pastor Samuel Marsden en Paramatta, hacia el año 1790. En 1820, James Busby, subvencionado por el Estado, plantó viñedos comerciales en Newcastle al norte de Sidney. La viticultura progresivamente fue extendiéndose

hacia Melbourne y en la frontera de los estados de Victoria y de Nueva Gales, y cerca de Adelaida en la zona sur. Los inmigrantes de Silesia, hacia el año de 1860, plantaron viñedos en el valle de Barossa.

En la historia de los viñedos de Nueva Zelanda, figuran los nombres antes citados, pero sin éxito. Pero en 1835, los padres maristas introdujeron la viticultura en Hawkes Bay, conservándose en la actualidad cerca de las localidades de Napier y hasta Hasting.

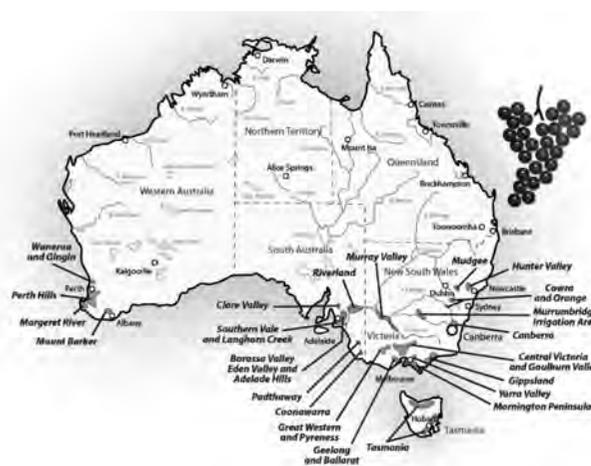


Figura 33. Viñedo en Australia.



Figura 34. Viñedo en Nueva Zelanda.

En la actualidad, la *Vitis vinifera* se cultiva en casi todos los tipos de terrenos, estando limitado por las posiciones climáticas frías, lo que la hace posible vivir en casi todos los espacios situados entre los 50° de latitud norte y 40° de latitud sur. Siempre que la altitud no supere los 800 a 900 metros sobre el nivel del mar, aunque excepcionalmente se ha llegado a cultivar en los 1.300 metros, como en un viñedo de Saint Leocadie de los Pirineos Orientales, e incluso también en nuestro país en la localidad de Vilaflor de la Denominación de Origen "Abona" en las Islas Canarias, a una altura de 1.700 metros.

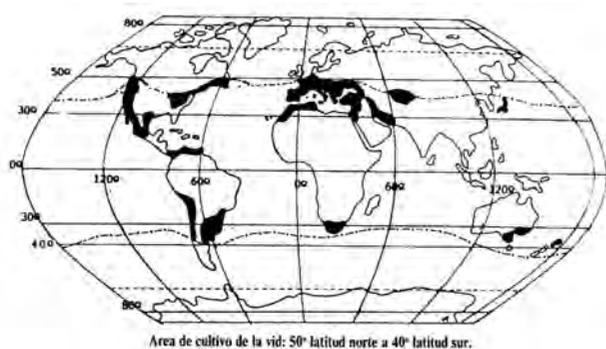


Figura 35. Zonas de cultivo de la vid en la actualidad.

En Europa, el límite septentrional del cultivo de la vid se encuentra en la isohelioterma 2,6 que pasa cerca de París, aunque según testimonios históricos, en la Edad Media este límite se encontraba más hacia el norte, alcanzando una buena parte del sur de Inglaterra y hasta el paralelo 52°. Hay testimonios de viñedos en las localidades de Leicester y en otras más de este país, en pleno siglo XII y reinando Ricardo Corazón de León.



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)