



Ilte. Ayuntamiento  
de Aranda de Duero

**2001**



**Ponencias del I Curso de  
Viticultura y Enología  
D.O.  
"Ribera del Duero"**



**ORGANIZA:**



UNIVERSIDAD DE BURGOS

**DIRIGE:**

*José Carlos Alvarez Ramos*  
C.R.D.O. "Ribera del Duero"

*Pilar Rodríguez de las Heras*

Ilte. Ayuntamiento de Aranda de Duero

**VITICULTURA Y ENOLOGÍA**  
**D.O.**  
**“RIBERA DEL DUERO”**

***Edita:***

Consejo Regulador de la Denominación de Origen  
"RIBERA DEL DUERO"

***Depósito Legal:***

BU-294-2002

***Maquetación e Impresión:***

Gráficas de La Ribera - Aranda



entro de la Programación de Cursos de Verano, organizados por la Universidad de Burgos, el Ayuntamiento de Aranda de Duero, a través de la Concejalía de Educación y su Biblioteca Pública Municipal y el Consejo Regulador de la Denominación de Origen “Ribera del Duero”, participan en la organización de Cursos que se celebran en la localidad de Aranda de Duero.

El libro presentado “Viticultura y Enología D.O. Ribera del Duero” es fruto del Curso de Verano celebrado en la localidad de Aranda de Duero, la semana del 9 al 13 de julio de 2001. Dirigido por D. José Carlos Álvarez Ramos y Pilar Rodríguez de las Heras.

Tratándose nuestra Comarca de una zona especialmente agrícola y vitivinícola, pretendemos con este curso ahondar y acercar al estudiante al mundo de la viticultura y enología, conocer las prácticas culturales de la viña mostrando explotaciones, cultivos, tratamientos de la vid, trabajos que nos llevará hasta la bodega y el proceso de elaboración del vino.

La viticultura en la Ribera del Duero hereda el antiguo panorama vitícola de multitud de variedades mezcladas tanto tintas como blancas. El hecho de contar con una climatología extrema, condiciona las variedades de ciclo corto como la uva tinta, más conocida como “tinta del país”, rechazando en los nuevos cultivos las variedades de origen mediterráneo (valenciana, garnacha).

Las tierras que se agrupan bajo la Denominación de Origen “Ribera del Duero” se sitúan en la meseta norte y en la confluencia de cuatro provincias integradas en la Comunidad Autónoma de Castilla y León: Burgos, Segovia, Soria y Valladolid. El río Duero es el eje que nos une a más de 100 pueblos extendidos a lo largo de una franja vitícola de unos 115 kilómetros de longitud y 35 de anchura.

El Consejo Regulador, desde la aprobación de la Denominación de Origen en 1982, garantiza el origen y la calidad de los vinos producidos en la Denominación de Origen, promueve y define su imagen, a través de la regulación de las plantaciones de viñedo, el control de la producción de la uva, su recogida, la vendimia, elaboración del vino y su distribución.

Los vinos de la Ribera del Duero han pasado de ser los vinos de una zona vitivinícola deprimida a convertirse en vinos muy apreciados en el panorama internacional.



## INDICE

### **ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA RIBERA DEL DUERO**

D. FERNANDO MOLINERO

*Departamento de Geografía*

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ..... 9

### **VARIEDADES VINÍFERAS EN LA RIBERA DEL DUERO**

D. JESÚS YUSTE BOMBÍN

*Dr. Ingeniero Agrónomo*

S.I.T.A. DE CASTILLA Y LEÓN ..... 15

### **SISTEMAS DE CONDUCCIÓN**

D. JESÚS YUSTE BOMBÍN

*Dr. Ingeniero Agrónomo*

S.I.T.A. DE CASTILLA Y LEÓN ..... 23

### **DENSIDAD DE PLANTACIÓN**

D. JESÚS YUSTE BOMBÍN

*Dr. Ingeniero Agrónomo*

S.I.T.A. DE CASTILLA Y LEÓN ..... 33

### **NUEVAS TENDENCIAS DE LA VITICULTURA: OPERACIONES EN VERDE**

JESÚS YUSTE

*Dr. Ingeniero Agrónomo*

S.I.T.A. DE CASTILLA Y LEÓN ..... 39

### **EL CLIMA Y EL SUELO EN LA D.O. RIBERA DEL DUERO**

JOSÉ CARLOS ÁLVAREZ RAMOS

*Ingeniero Agrónomo - Enólogo*

DIRECTOR GERENTE C.R.D.O. RIBERA DEL DUERO ..... 45

### **LA VIÑA: VITICULTURA PRÁCTICA**

JOSÉ CARLOS ÁLVAREZ RAMOS

*Ingeniero Agrónomo - Enólogo*

DIRECTOR GERENTE C.R.D.O. RIBERA DEL DUERO ..... 51

### **LOS PROCESOS DE VINIFICACIÓN: ENOLOGÍA PRÁCTICA**

JOSÉ CARLOS ÁLVAREZ RAMOS

*Ingeniero Agrónomo - Enólogo*

DIRECTOR GERENTE C.R.D.O. RIBERA DEL DUERO ..... 59

### **LA CATA: TÉCNICAS Y CONSEJOS**

JOSÉ CARLOS ÁLVAREZ RAMOS

*Ingeniero Agrónomo - Enólogo*

DIRECTOR GERENTE C.R.D.O. RIBERA DEL DUERO ..... 63

### **ESTUDIO DE MADURACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FENÓLICA DE LAS VARIEDADES TINTAS DE LA D.O. RIBERA DEL DUERO**

EDUARDO IZCARA ESTEBAN

*Dpto. Biotecnología y Ciencia de los Alimentos.*

UNIVERSIDAD DE BURGOS

*Dpto. de Experimentación del C.R.D.O. Ribera del Duero* ..... 67



**COMPUESTOS VOLÁTILES DEL VINO**

MIRIAM ORTEGA HERAS

*Dpto. Biotecnología y Ciencia de los Alimentos*

UNIVERSIDAD DE BURGOS ..... 77

**LEVADURAS VÍNICAS**

JOSEFINA VILA CRESPO

*Dra. en Microbiología Departamento de Microbiología. E.T.S. Ingenieros Agrónomos*

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ..... 93

**LA MADERA EN ENOLOGÍA**

MARÍA LUISA GONZÁLEZ SAN JOSÉ

*Dra. en Ciencia y Tecnología de los Alimentos Facultad de Ciencias. Área de Tecnología de los Alimentos*

UNIVERSIDAD DE BURGOS ..... 95

**EVOLUCIÓN DE LOS VINOS ENVEJECIDOS EN BARRICA**

DRA. SILVIA PÉREZ MAGARIÑO

*Dpto. Biotecnología y Ciencia de los Alimentos.*

UNIVERSIDAD DE BURGOS ..... 105

**LAS ENFERMEDADES DEL VINO**

EVA NAVASCUÉS LÓPEZ-CORDÓN

*Departamento de Tecnología de Alimentos Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos*

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ..... 117

**PARÁMETROS ANALÍTICOS USUALES EN MOSTO Y EN VINO. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN Y VALORES**

JOSÉ-IGNACIO ARCE PICÓN

*Aula-Taller de Viticultura y Enología*

CENTRO “CONDE DE ARANDA” ..... 127



# ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA RIBERA DEL DUERO

FERNANDO MOLINERO

Departamento de Geografía  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

## ■ I. INTRODUCCIÓN

La Ribera del Duero es una comarca vitícola, que se ha consagrado como tal recientemente, desde la aprobación de la denominación de origen en 1982. Antes lo fue, y en mayor grado, pero sin la personalidad actual, que arranca directamente de su fama como tierra de viñas y vinos.

La Ribera, como comarca, **arranca de un hecho morfológico**: del relieve de un valle entre páramos, abrigado, con suelos sueltos y marginales, dedicados a la producción de uva.

La viticultura y la vinicultura están insertas en un **contexto territorial y social** del que no se puede prescindir: la Ribera ha estado ahí a lo largo de los siglos y nunca ha alcanzado la importancia y la fama de que hoy goza; las condiciones ecológicas han sido las mismas que las actuales; la capacidad de producción de vinos también. Incluso la especialización vitícola ha sido mucho mayor que la de hoy, pero nunca ha alcanzado el viñedo la importancia actual, que pienso está llamada a crecer y consolidarse en posiciones cimeras.

¿Por qué? La razón fundamental es que ha cambiado radicalmente el contexto económico y social en que se desenvuelve la explotación vitícola. Cuando en los años 70, los agricultores estaban *arrancando cepas*; sólo los más amantes viticultores las conservaban por amor al oficio, y no por beneficio. Las *cooperativas* estaban llenas de vino, vendido a granel a los grandes distribuidores: Vile, Savin, AGE, ... *Hoy, por el contrario, todo el mundo quiere plantar viñas*, se compran derechos de fuera y se expande el viñedo de calidad. *Hoy el vino se vende embotellado*, no a granel, a precios medios y altos. *Hoy ha cambiado drásticamente la viticultura y la vinicultura*, debido sobre todo a que ha cambiado drásticamente el contexto socioeconómico, pues el consumidor compra y *paga vino embotellado*, incluidos los consumidores rurales de los pueblos vecinos, a quienes parecía una barbaridad económica pagar 500 ptas por una botella cuando ellos estaban acostumbrados a pagar 500 ptas por una cántara de vino.

El *aumento del nivel de vida y de la capacidad adquisitiva* de la población han sido las claves sobre las que se ha construido el actual edificio de la Ribera, bien es cierto que sobre una base ecológica singular y desde unas pilares históricos que permiten comprender cuál es la situación de La Ribera en nuestros días.

Unos **datos previos** pueden ayudarnos a situar la comarca: 81 municipios, con casi 3.000 km<sup>2</sup>, con cerca de 60.000 hab., con 22.300 ha de regadío y 13.526 ha de viñedo, sobre un total de 186.000 ha labradas; un viñedo que no para de aumentar, a pesar de su exigüidad = un 7,3% del labrantío (Véase figura 1: mapa general de situación, términos municipales e infraestructuras).

Una comarca de aproximadamente 110 km de larga, entre Olivares y San Esteban de Gormaz, por 30 km de ancha en Burgos y la mitad en Valladolid y Soria, con una densidad general de población de 22 hab/km<sup>2</sup> y una densidad rural (excluida Aranda) de 12 hab/km<sup>2</sup>, próxima a lo que los sociólogos denominan el "páramo demográfico" ( $\leq 10$  hab/km<sup>2</sup>).

Sin embargo, el signo de La Ribera ha cambiado y, a pesar de encontrarse en un área de paso, entre Madrid y el norte de España y Francia, y a pesar de estar situada en una tierra de nadie, en el rincón sudoriental de Castilla y León, La Ribera está llamada a jugar un papel más destacado en nuestra Comunidad Autónoma, en España y en el mundo.



Figura 1. Situación, límites e infraestructuras de La Ribera del Duero

## ■ II. LAS BASES ECOLÓGICAS DE LA RIBERA: UN CLIMA MEDITERRÁNEO FRESCO SOBRE UN VALLE ALTO Y UNOS SUELOS SUELTOS, DE COMPONENTE ARENOSA

El **clima**, en contra de lo que se dice y escribe, es favorable, aunque tiene sus problemas e inconvenientes, como todos los fenómenos naturales.

El **relieve** ha constituido un condicionante menor, dado que una buena parte de las tierras de labor se encuentran en superficies llanas: vegas, campiñas y páramos, por más que hoy el viñedo tienda a ocupar las cuestas.

La **vegetación** no tiene nada de excepcional, pues corresponde al típico bosque mediterráneo, roturado a lo largo de los siglos para su transformación en campos de cultivo, si bien las vegas han introducido un elemento de singularidad vegetal, debido a los suelos encharcables y al bosque de ribera (que no galería).

Los **suelos** sobre los que se asienta el viñedo, curiosamente, han sido siempre considerados como las peores tierras, pues la viña se plantaba donde no se podía producir pan (= trigo).

### 1. UN CLIMA MEDITERRÁNEO FRESCO

Los viñedos de Burdeos, los más afamados del mundo, están mirando al atlántico, pero tienen un matiz mediterráneo que representa una de las claves de su éxito, porque la vid necesita aridez estival, porque la vid es un arbusto mediterráneo y porque, sin esa aridez, la vid no podría aguantar las enfermedades que la atacan.

El clima de La Ribera no es, como a menudo y lamentablemente se dice y escribe, continental, sino mediterráneo:

**a) Latitudes medias:** en torno a los 42 °N, casi en la mitad del recorrido entre el Ecuador y el Polo. Estamos, pues, en una zona templada, subtropical; templanza climática modificada por la altitud.

#### b) Temperaturas:

- temperaturas medias en torno a los 11,5 °C
- media de 21 °C en julio frente a 3,5 °C en enero
- fuertes oscilaciones térmicas anuales, en torno a 18 °C
- fuertes oscilaciones térmicas diarias, de en torno a 20 a 24 °C en septiembre
- 6 meses de temperaturas activas
  - Mayo = 12 °C en la ribera central
  - Junio = 17,5 °C
  - Julio = 20,5 a 21 °C. Cae hasta octubre = 12 °C
- 182 días de período de vegetación
- 2.300 a 2.800 horas de insolación

- 130 días libres de heladas al año
- Riesgo de heladas en mayo, según Huetz de Lempes es del 10% (1 año de cada 10).

Además, es raro que se pierda más del 50% de la cosecha.

- Hoy las heladas se combaten con técnicas modernas como molinos gigantes de distribución de aire caliente
- Técnicas de poda

#### c) Precipitaciones:

**Escasas**, pero suficientes para una cosecha corta en cantidad, aunque de calidad: 400 a 550 mm.

Una **distribución irregular**, pero bastante eficaz para la vid, a la que le es útil bien en invierno o primavera, o a finales de otoño, estaciones en las que se aseguran entre 300 y 400 mm, que pueden ser aprovechados fácilmente merced al sistema radicular de profundas raíces que caracteriza a la vid.

Unas precipitaciones que se acumulan en capas profundas del suelo, merced al carácter franco y de componentes gruesos en superficie.

Escasez de precipitaciones directamente relacionada con el relieve.

### 2. UN RELIEVE DE CUENCA SEDIMENTARIA EXCAVADA

- **Cuenca sedimentaria enmarcada por las cordilleras periféricas:** Cantábrica al norte, Ibérica al este, Central al sur y Montes de León y macizo Galaico-portugués al oeste. Estas montañas actúan de barrera o freno frente a las masas de aire procedentes del N, NO, O, etc, que, cuando llegan a la cuenca, después de haber cruzado los umbrales montañosos, por encima de 1.200 a 2.500 m., vienen con poca humedad, dejada a barlovento, mientras a sotavento se produce el fenómeno föhn, o secador.
- **Cuenca sedimentaria rellena de sedimentos terciarios**, a lo largo de 65 millones de años, durante los cuales se depositaron estratos arcillosos de más de 1 km de espesor, seguidos de areniscas, de margas y de calizas que aparecen visibles en todas las cuestas que delimitan el valle de La Ribera. En la figura 2 se observa claramente la planicie de las vegas y la hoya acampañada de La Ribera entre Aranda y Roa, que, a través de las cuestas laceradas, dan paso a los páramos.
- **Cuenca sedimentaria excavada durante los últimos 7 millones de años**, durante el Plioceno y Cuaternario, formando los típicos valles en artesa que hoy conocemos y que representan un abrigo o lecho encajado unos 100 a 150 m sobre el nivel general de los páramos. La altitud más baja se localiza en Olivares de Duero y la más alta en San Esteban de Gormaz, a 880 m (altitudes del río, no de los páramos).



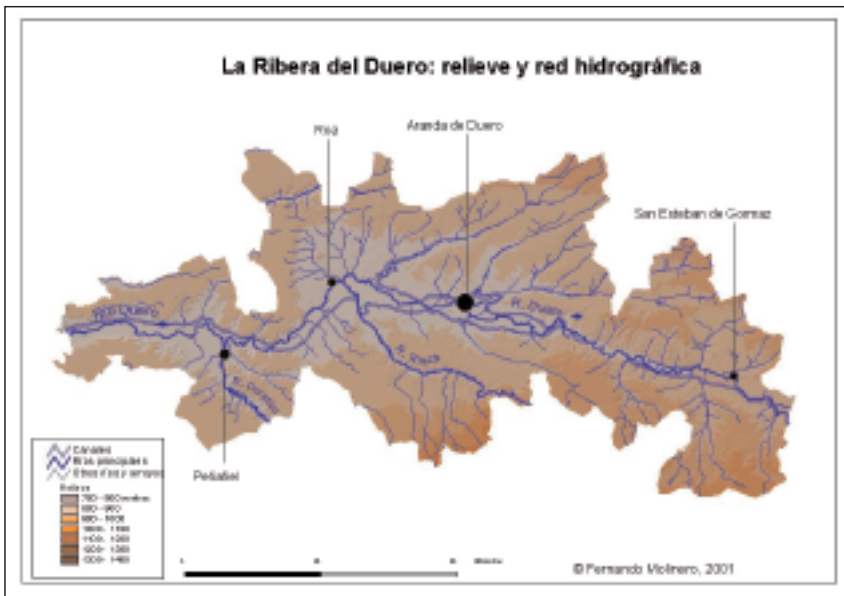


Figura 2. El relieve de La Ribera

- Esta labor de excavación y de pérdida de materiales sedimentarios se ha compensado mínimamente con la **decantación de los aluviones** arrastrados por los ríos, principalmente por el Duero, que han formado a veces terrazas extensas, como entre Castrillo y Aranda... o simples acumulaciones de arenas, limos...
- Todo ello ha dado lugar a una **heterogeneidad de estratos y, por tanto, de suelos**, en los que suele primar la componente aluvial, arenosa, de materiales sueltos, filtrantes y cálidos, a los que el bosque mediterráneo ha aportado abundante materia orgánica, hoy esquilmada en gran medida.

### 3. UN PAISAJE VEGETAL MEDITERRÁNEO DEGRADADO Y CAMBIADO

Dominan dos tipos de bosque: **el bosque de encinas y pinos**, con aportes de materia orgánica suficiente, y el **bosque de frondosas de ribera**, con abundancia de materia orgánica en los suelos.

El monte ocupa hoy el **17% de la superficie total**, con destacables y extensas manchas en algunos lugares de propiedad comunal o de gran propiedad. Han sido precisamente *estos dos tipos de propiedad* los que han permitido conservar extensos montes, bien para el aprovisionamiento de leñas o bien para una explotación económica intensiva. Los *frecuentes pinares*, como los de La Horra o de Villanueva de Gumiel,... se deben en gran medi-

da a esa circunstancia y al hecho de haberse salvado del fenómeno desamortizador, pero se deben también a que esos municipios contaban con suelos arenosos o areniscos, propios de los estratos miocenos o de los aluviones cuaternarios que han supuesto un lecho idóneo para las pinares. La *extracción de resina desde 1860*, con el método de Hugues, permitió la transformación de montes enciniegos en pinares, que todavía se conservan. Pero la mayor parte de los montes han sido roturados para su conversión en cultivos, desde el siglo X hasta la actualidad, sobre todo durante los ss. XIX y XX.

### 4. UNOS SUELOS HETEROGÉNEOS DE PREDOMINIO FRANCO-ARENOSO

Tal como se aprecia en el mapa adjunto y de acuerdo con el relieve, se pueden distinguir **4 conjuntos o categorías de suelos**:

- Los de las **vegas**, heterogéneos, de arcillas y aluviones, francos, filtrantes, con abundante materia orgánica
- Los de las **terrazas**, plataformas y lomas acampañadas, sueltos, ácidos, con materiales gruesos, cálidos y secos, pobres en materia orgánica.
- Los de las **cuestas** de los páramos sobre arcillas y margas, recubiertas de una fina película de elementos de arrastre, con pH básico, muy filtrantes y secos, pobres
- Los de los **páramos**, a base de arcillas de decalcificación, a veces de gran profundidad; suelen ser sueltos porque llevan are-

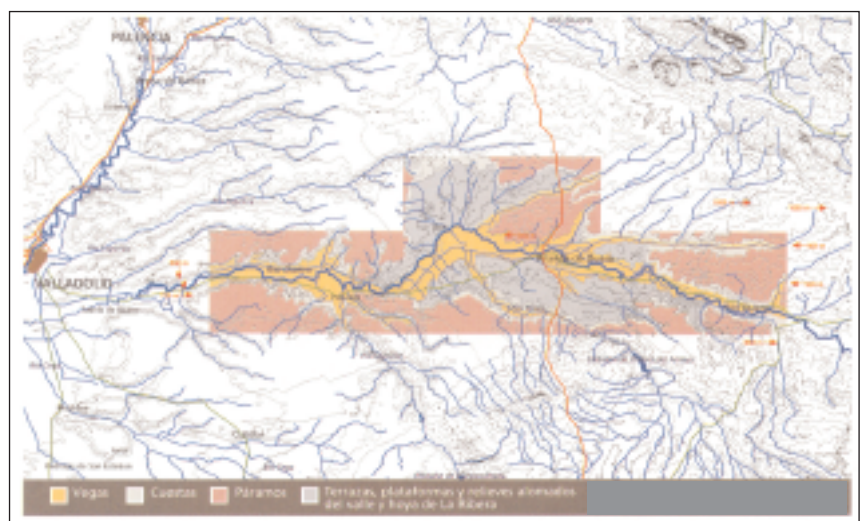


Figura 3. Los suelos de La Ribera

nillas en el edificio cristalino de las calizas; son fríos por la altitud y con poca materia orgánica por la explotación intensiva.

En conjunto, y dadas las incisiones, lacera-ciones y encajamientos de ríos y arroyos, sobre la roca in situ o sobre materiales de arrastre, la heterogeneidad es la norma.

Pero La Ribera, además de una comarca con personalidad geográfica, es, ante todo, una comarca con personalidad histórica.

### ■ III. ORIGEN Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA RIBERA COMO COMARCA VITÍCOLA

El origen hay que retrotraerlo a los siglos de la **Reconquista** cuando cada pueblo o cada aldea “rompía montes”, construía casas y cercas, plantaba viñas, preparaba los campos de cultivo...

Aunque las **menciones históricas del viñedo** son tardías, ya abundan entre los **siglos X y XIII** prácticamente en toda la cuenca del Duero. Los documentos de donación a los monasterios incluyen siempre viñas... y el viñedo fue expandiéndose por toda la comarca y por los valles e interfluvios de toda la Castilla duriense desde la Edad Media hasta el siglo XVI y desde el XVIII hasta el XIX.

#### 1. LA EXPANSIÓN VITÍCOLA RIBEREÑA HASTA LA CRISIS DEL XVII

La **expansión demográfica en el Duero**, tras la Reconquista y después de la Peste Negra, supuso también una **expansión del viñedo**, dado que era un elemento básico de la economía agraria. Parece ser que La Ribera, con mejores condiciones ecológicas que los páramos alledaños, conoció una especialización productiva que le permitió autoabastecerse y exportar vino a las comarcas vecinas mediante los arrieros.

Así, *Aranda en los años 1578-1585* produjo una media de 354.395 cántaras, equivalentes a 5,67 millones de litros (Huetz, 1968, 379), bastante más de lo que produce ahora, cuando los rendimientos de entonces eran sensiblemente menores. Igualmente, Gumiel de Mercado tenía 1.244 ha de viñedo a finales del s. XVIII (Ídem, p. 380)

Según Huetz, históricamente el cultivo de la **vid desbordaba ampliamente sus límites actuales**. La viña se cultivaba casi por todas partes, hasta más de 1.000 m de altitud, aunque sólo para el propio consumo en muchos casos.

“En los ss. XII y XIII casi todas las poblaciones de la Ribera de Aranda tenían sus viñas. Roa parecía tener un viñedo bastante extenso y en 1295 se estableció una reglamentación sobre la vendimia” (Huetz, 1967, 196). Y a finales del

S. XVI, la producción y comercio del vino constituían el principal elemento de la actividad económica de la villa como lo demuestra el hecho de que la alcabala del vino superase el 40% del total de las alcabalas y tercias de Roa en el año 1589 (Expedientes de Hacienda, Legajo 372, AGS).

Todo parece indicar una importancia mucho mayor que la actual entre los siglos XIV y XVII, si bien en éste, la crisis política, económica, demográfica y general, condujo a un despoblamiento de las tierras del Duero y a un abandono de cultivos y viñedos, que sólo sería superado con el nuevo empuje y renovación del S. XIX.

#### 2. LA PROLONGACIÓN DE LA CRISIS DURANTE EL XVIII HASTA EL ÚLTIMO TERCIO DEL XIX

Tras la etapa de decaimiento y abandono del XVII, las **ideas ilustradas intentaron recuperar la riqueza agraria**, pero La Ribera se encontró con **hechos desfavorables**. El primero, está relacionado con la *decadencia de la ciudad de Burgos*, que había sido su gran mercado y, el segundo, la competencia de los vinos de La Rioja y de Castilla la Nueva. Por ello, el vino La Ribera, que no podía conservarse, se enfrentaba al problema de la superproducción. De ahí que el único pueblo que logra sobreponerse y especializarse sea La Horra, que desde mediados del siglo XVIII a mediados del XIX logra incrementar un 10% su superficie vitícola, aunque la comarca pierde en conjunto en torno a un 25%.

A esta coyuntura crítica se iba a sumar otro factor de peso: la aparición del *ferrocarril* en los años de 1860, hecho que favoreció a los grandes productores manchegos en perjuicio de los pequeños agricultores ribereños. La competencia del ferrocarril fue muy dura en la segunda mitad del XIX, por cuanto los vinos manchegos y riojanos acabaron de desplazar a los ribereños de la ciudad de Burgos y de otros mercados del norte.

Sin embargo, este hecho estuvo suavizado por la expansión fulgurante del viñedo durante la **crisis de la filoxera en Francia** a partir de 1870. La demanda francesa de vino hizo despertar del letargo a todas las comarcas vitícolas españolas, que conocieron una década dorada como nunca antes habían vivido.

#### 3. EL DECLIVE POSTFILOXÉRICO Y LAS AMBIVALENTES COYUNTURAS DEL SIGLO XX

Pero, cuando Francia se repuso del ataque del insecto, mediante el injerto sobre pie americano, el problema le tocó a España, donde la filoxera llegó con más retraso y, concretamente, no fue alcanzado el Duero hasta principios del siglo XX, dado que los altos y fríos páramos de la cuenca





representaron una barrera difícil de salvar para el insecto, pero el ataque de la filoxera, precedido por el del oídio, redujo el viñedo de tal manera que nunca más se recuperó La Ribera hasta los niveles previos.

En 1889 sólo los partidos de Aranda y Roa tenían 27.000 ha (aproximadamente el doble que la actual y producían entre 32 y 35 millones de litros, un tercio menos que la producción actual). En 1922, ya repuesta de los ataques filoxéricos, la Ribera burgalesa no contaba más que con 17.960 ha, según el Avance Estadístico de la Producción Agrícola en España realizado por la Junta Consultiva Agronómica (Moliner, F, 1979, 148-149).

Este descoyuntamiento de la economía ribereña produjo una emigración y crisis social fuerte, aunque no en el grado que aconteció durante los años de 1960.

En efecto, el viñedo se recuperó un poco desde principios de la década de 1920 hasta 1955, pero aquí empezó un declive imparable hasta 1982.

convirtió en una comarca agraria de regadío, consolidada y sin fisuras, en la que el viñedo no representaba más que una opción marginal.

Pero, la coyuntura cambió radicalmente en los años 80. En primer lugar la **concesión de la D.O. en 1982**; en segundo lugar el **ingreso en la CEE en 1986**; que supuso un incremento considerable de los precios del vino y, en tercer lugar, el **aumento de la demanda de vinos de calidad**, por mor del incremento del nivel de vida en España, representaron la palanca que catapultó a La Ribera a las más altas cotas del mundo de la viticultura y de la vinicultura.

**Desde 1982 no ha parado de crecer**: si en 1996 había poco más de 70 bodegas, hoy llegan a las 109, de las que 102 son de elaboración y 87 de ellas lo son de crianza. Hay en total 78 embotelladoras y 18 cooperativas.

**Se comercializan** en torno a 20 millones de botellas, de las que se exportan 1,4 millones, principalmente a la UE. Suelen ser vinos de alta gama, de gran calidad, a precios altos, que compiten en este campo con otros vinos similares, con una relación calidad/precio buena o excelente.

#### ■ IV. COYUNTURAS Y TENDENCIAS RECIENTES EN LA RIBERA DEL DUERO

Ciertamente, en los años precedentes a la guerra civil hubo un auge del viñedo, que cayó con la guerra y se volvió a recuperar después hasta 1955. Estas coyunturas, de corta duración, mantuvieron la superficie vitícola en niveles altos, aunque oscilantes, pero la crisis de la mano de obra provocada por el cambio de modelo económico en España a partir de 1959 atacó duramente a un cultivo que tenía grandes exigencias de mano de obra (más de 30 jornadas por hectárea).

El movimiento cooperativo de finales de los 50 y principios de los 60 pretendió conseguir caldos homogéneos y ofertas de escala, que salvaron los precios de los vinos, pero no pudo resistir el encarecimiento de la mano de obra provocado por el éxodo rural.

No hace falta comentar el último episodio de crisis, porque entre 1955 y 1982 asistimos al decaimiento y declive más absoluto de la economía vitícola ribereña: El arranque de cepas, la sustitución de la viña por el cereal, fácilmente mecanizable, la venta de cooperativas, el desarraigo de la cultura vitícola y enológica se dieron la mano durante esos largos años, favorecido todo por el auge del regadío, que se revelaba como la alternativa a la economía vitícola. Podemos afirmar rotundamente que La Ribera se

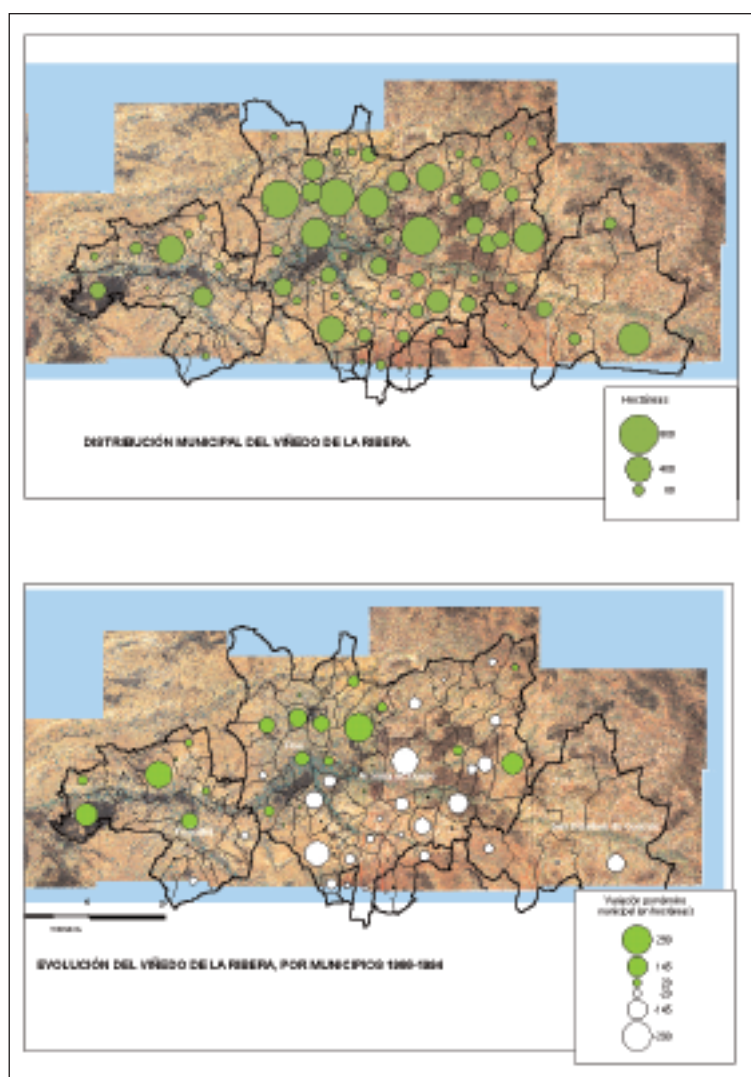


Figura 4. Distribución y evolución del viñedo en la Ribera del Duero

Los *derechos* de replantación pueden suponer otros dos millares de hectáreas. El *empleo* en las bodegas supera las 400 personas, ... En La Ribera se habla inglés o francés, además de español.

La *llegada de capitales* es constante y de toda España y el extranjero, desde la Novartis en la abadía de Retuerta, ¿fuera de la D.O.?, a capitales suecos..., pasando por los españoles de Codorníu o Marqués del Riscal y, en general, capitales riojanos, manchegos, madrileños....

## ■ CONCLUSIÓN

---

La Ribera ha dejado de ser una comarca de regadío para convertirse en una comarca vitícola destacada en el mapa mundial del vino. Tradicionalmente, gozó de ventajas comparativas para especializarse en estas producciones, y lo hizo, pero sin una marchamo claro.

La Ribera era una comarca agraria más, más poblada, con más vides y vino, pero poco dife-

rente de las demás en cuanto a su riqueza y estado socioeconómico: el vino se vendía barato; era un vino tradicional, más bien malucho, aunque muy desigual, el típico “clarete”. Todo el peso de la tradición se vino abajo con el éxodo rural y el cambio de modelo económico de los años 1960. La Ribera se hundió y perdió peso con respecto a otras comarcas vecinas.

Sin embargo, **la historia le salvó del decaimiento**, porque, a pesar de las malas estructuras agrarias, de la pequeñez de los predios y de una propiedad rústica atomizada, que no conoció el proceso concentrador, La Ribera ha sabido salir de su atonía para erigirse en la comarca agraria más dinámica de Castilla y León, merced a sus excelentes vinos tintos, de fama mundial.

Las **condiciones ecológicas** también han contado extraordinariamente en esta nueva etapa y no podemos olvidar que son éstas, principalmente las climáticas, las que han dotado de una gran cantidad de polifenoles y de un elevado cuerpo a los tintos de La Ribera, que, junto al resto de cualidades generales, han hecho de esta comarca una tierra de vinos inigualables.

# VARIEDADES VINÍFERAS EN LA RIBERA DEL DUERO

JESÚS YUSTE BOMBÍN

*Dr. Ingeniero Agrónomo*  
S.I.T.A. DE CASTILLA Y LEÓN

## ■ I. INTRODUCCIÓN: utilización pasada y presente de variedades viníferas

Hace escaso número de años, la mayoría de los viñedos en España estaban constituidos por variedades que podrían benévolamente calificarse como autóctonas. El material vegetal existente de dichas variedades autóctonas en la Ribera del Duero, y en Castilla y León en general, era poco homogéneo y se presentaba muy mezclado en los viñedos viejos, que aún son los más abundantes. Además, en parte de dichos viñedos se ha encontrado con cierta frecuencia una presumible sintomatología patológica correspondiente a cierto grado de afecciones viróticas.

La tecnología al servicio de los vitivinicultores ha permitido posteriormente el reconocimiento de la calidad de algunos vinos en foros nacionales e internacionales, lo que ha hecho cambiar las perspectivas de desarrollo y la entrada en el mercado nacional y mundial de los vinos de la Denominación de Origen Ribera del Duero.

La entrada de los vinos tintos en el ámbito de la competitividad del mercado nacional e internacional ha llevado, por una parte a la mejora de la explotación de las variedades autóctonas y, por otra, a la utilización de algunas variedades que no habían existido prácticamente en el viñedo, que podrían denominarse foráneas.

El interés y la importancia de la utilización de material vegetal de calidad en el establecimiento del viñedo está fuera de toda duda. Las características y el estado de las plantas son la base de partida para obtener producciones rentables y de calidad. No se debe olvidar que las cepas permanecen en el terreno toda la vida de la plantación, y si son de mala calidad o tienen algún problema, principalmente sanitario, éste no se puede solucionar con ninguna técnica de cultivo y se arrastrará a lo largo de los años. El material vegetal es, por tanto, un factor de producción que, bien elegido, facilitará la aplicación del resto de los factores de cultivo para alcanzar los objetivos productivos y cualitativos deseados.

## ■ II. VARIEDADES: ALTERNATIVAS

El reglamento de la Denominación de Origen dictamina qué variedades viníferas pueden ser utilizadas en las plantaciones, de manera que

dicha normativa establece de manera taxativa las posibilidades de elección de variedades. En la Ribera del Duero está autorizado el cultivo de las siguientes variedades.

Tintas: Tinta del País (Tempranillo), Garnacha tinta, Cabernet sauvignon, Merlot y Malbec.  
Blancas: Albillo.

Las **características** más destacables de las variedades podrían resumirse de la siguiente manera:

**ALBILLO:** desborre y maduración tempranos. Poda corta o mixta. Similar comportamiento al Tempranillo, aunque menos productiva. Vino aromático, glicérico y aterciopelado que aporta suavidad y mejora la mezcla.

**GARNACHA:** desborre medio y maduración tardía. Poda corta. Muy fértil y productiva. Sensible al corrimiento. Vino de alta graduación y acidez media, de color fácilmente oxidable y débil al aumentar el rendimiento. Envejecimiento difícil.

**TINTA DEL PAÍS:** desborre temprano-medio y maduración media. Poda corta. Fértil y productiva. Vino muy sensible al exceso de producción. Vino de muy alta calidad en zonas adecuadas, de alta concentración, estructura y color, en que la acidez es importante para envejecimientos largos.

**CABERNET SAUVIGNON:** origen bordelés. Desborre tardío y maduración media-tardía. Poda corta o larga. Vino de color intenso y estable, muy tánico y de envejecimiento en barrica muy adecuado.

**MALBEC:** (Côt), origen francés. Desborre precoz y maduración de 1ª época tardía. Sensible al corrimiento y a las heladas. Poda larga. Vino de color intenso, tánico, perfumado, que debe estar bien maduro para envejecer, para evitar aromas herbáceos y vegetales.

**MERLOT:** cultivado en la región bordelesa. Desborre temprano y maduración temprana-media. Poda corta o larga. Sensible a corrimiento y a sequía. Vino redondo, de aromas complejos, con cuerpo y estructura, con taninos suaves que no necesitan un alargado envejecimiento en barrica.

La variedad Tinta del País es la principal de la Denominación de Origen, la base de los vinos de la Ribera del Duero. Además, a nivel nacional representa en cierto sentido una situación similar a la que representa la variedad Cabernet sauvignon a nivel mundial. La denominación Tinta del País es un **sinónimo** de Tempranillo, que además se conoce con otros nombres en la zona:



Tinto fino y Tinto aragonés, así como Tinta de Toro en la D.O. Toro. A nivel nacional se la conoce con los nombres de Cencibel en La Mancha y Ull de llebre en Cataluña.

Existen **otras variedades** tintas denominadas “mejorantes” que podrían tener interés en la Ribera del Duero: Cabernet franc, Petit verdot, Pinot noir y Syrah, cuyas características se indican a continuación.

**CABERNET FRANC:** origen bordelés. Desborre y maduración temprano-medios. Poda larga o corta. Vino de menos color que Cabernet sauvignon, con menos taninos y de envejecimiento más rápido, pero aromático y fino.

**PETIT VERDOT:** origen bordelés. Desborre precoz y maduración tardía. Poda larga. Vino de mucho cuerpo, con color, aromático y elegante, que aporta vivacidad.

**PINOT NOIR:** origen borgoñés. Desborre precoz y maduración temprana. Poda corta o larga. Vino de bonito pero no muy intenso color, con buen cuerpo y complejidad aromática. Excelente bouquet y buen envejecimiento.

**SYRAH:** introducido en Francia. Desborre y maduración medio-tardíos. Poda corta. Periodo de madurez óptima corto. Vino de alto grado y calidad, buen color, rico en taninos y aromas, y de buena estructura y aromático.

### ■ III. MEJORA DE VARIEDADES EN UNA ZONA

Los métodos de **mejora del conjunto de variedades** en una zona puede acometerse, desde el punto de vista práctico, básicamente de tres maneras:

- Introducción de variedades foráneas  
Este sería el caso, por ejemplo, de la sustitución progresiva de la variedad Garnacha por variedades como Cabernet sauvignon, Merlot o Malbec, o bien de cualquier otra que pudiese ser mejorante de la calidad obtenida con las variedades existentes hasta el momento.
- Modificación de la relación entre variedades existentes  
Este sería el caso, por ejemplo, del cambio progresivo de las variedades Garnacha o Albillo por la variedad Tinta del País, de manera que el porcentaje de cada una de ellas en el conjunto total del viñedo se vea modificado.
- Selección clonal  
Este es el único método factible para mejorar el material vegetal de una variedad autóctona ya existente, como es el caso de la selección clonal de Tinta del País en la Ribera del Duero.

Los viticultores han intentado conseguir el mejor material de variedades autóctonas que su experiencia les dicta, acudiendo a zonas o parcelas que consideraban de buena calidad, pero que habitualmente no tenía garantía sanitaria contrastada ni había sido sometido al necesario control de multiplicación. Así, se han realizado plantaciones en la Ribera del Duero con material comercial estándar o recogido en la propia zona para injertar en campo pero sin seleccionar de una forma técnicamente rigurosa. En general, esta actuación ha venido obligada por no disponer de material certificado de las variedades autóctonas que les interesaban.

En otros casos, los viticultores han acudido a variedades foráneas, como pueden ser consideradas Cabernet sauvignon, Merlot y Malbec, de las cuales no siempre se conoce su adaptación a la zona. Estas variedades suelen ser consideradas mejorantes o de alta calidad, y entre las ventajas que puede reunir dicho material está la posibilidad de conseguir plantas de control y sanidad comprobados, lo cual supone una evidente ventaja.

En el caso de las variedades autóctonas, para obtener el material más selecto se debe proceder a seleccionarlas clonal y sanitariamente de una manera rigurosa, en sus zonas de producción, por técnicos conocedores de la variedad, de su área de influencia, de sus posibilidades y persiguiendo la obtención de unos clones finales de acuerdo con las metas que se ha fijado cada seleccionador, como pudieran ser precocidad, producción, calidad del vino u otros (Benayas, 1992).

El objetivo fundamental de un Plan de Selección Clonal es conseguir, dentro de cada variedad, los mejores clones tanto por sus cualidades genéticas, como por estar libres de virosis, garantizados desde el aspecto productivo y cualitativo como base de la producción de vinos de calidad.

### ■ IV. LA SELECCIÓN CLONAL Y SANITARIA DE VARIEDADES DE VID

La normativa legal vigente (Orden de 1 de Julio de 1986, B.O.E nº 108 y directivas C.E.E. 68/193 y 74/649) establece que el material vegetal vitícola debe estar libre de las virosis de Entrenudo corto infeccioso (Rubio *et al.*, 1996), Enrollado (Rubio *et al.*, 1997) y Jaspeado (Rubio *et al.*, 1998) para que el material pueda utilizarse con categoría de “Certificado” por el I.N.S.P.V. Por estos motivos resultaba fundamental llevar a cabo un Programa de



“Selección Clonal y Sanitaria de la Vid” en Castilla y León (Yuste *et al.*, 1993) que concluya con la obtención de clones de la adecuada garantía sanitaria y de calidad (tanto agronómica como enológica), los cuales posteriormente se multipliquen y puedan ser utilizados por los viticultores.

El proceso de selección de vid abarca varias etapas: Una primera etapa de “Preselección Clonal y Sanitaria” llevada a cabo en los viñedos originales y una segunda etapa de “Selección Principal Clonal y Sanitaria” realizada en la parcela de comparación, tal y como puede observarse en el esquema que a continuación se expone (Figura 1).

**FASE DE SELECCIÓN POLICLONAL**

La primera fase, de “Preselección Clonal y Sanitaria”, se llevó a cabo en Castilla y León básicamente durante los años 1990, 91 y 92, complementándose en 1993.

En el año 1990 se inició una prospección y elección de parcelas y cepas en campo en las diversas zonas castellano-leonesas, escogiendo vides con edad suficiente con el fin de dar respuesta a la necesidad de mejora de la calidad del material varietal.

Se efectuó un seguimiento metódico de las cepas marcadas, para seleccionar aquellas que representaban más fielmente las características de cada una de las variedades y proporcionarían la mejor calidad con una adecuada productividad, teniendo en cuenta la información sobre el estado sanitario respecto a las virosis de Entrenudo corto infeccioso y Enrollado, obtenida mediante el testaje por el método serológico ELISA. Dicho seguimiento comprendió un adecuado estudio de los aspectos agronómicos, sanitarios, y enológicos de las cepas elegidas.

Las variedades incluidas en el Plan de Selección de Castilla y León con sus zonas correspondientes son:

Albillo Mayor	en D.O. Cigales y D.O. Ribera de Duero
Albillo Real	en Cebreros
Garnacha	en Cebreros, D.O. Cigales y D.O. Ribera del Duero
Juan García	en Los Arribes
Mencia	en D.O. Bierzo
Prieto Picudo	en Valdevimbre-Los Oteros (Tierra de León)

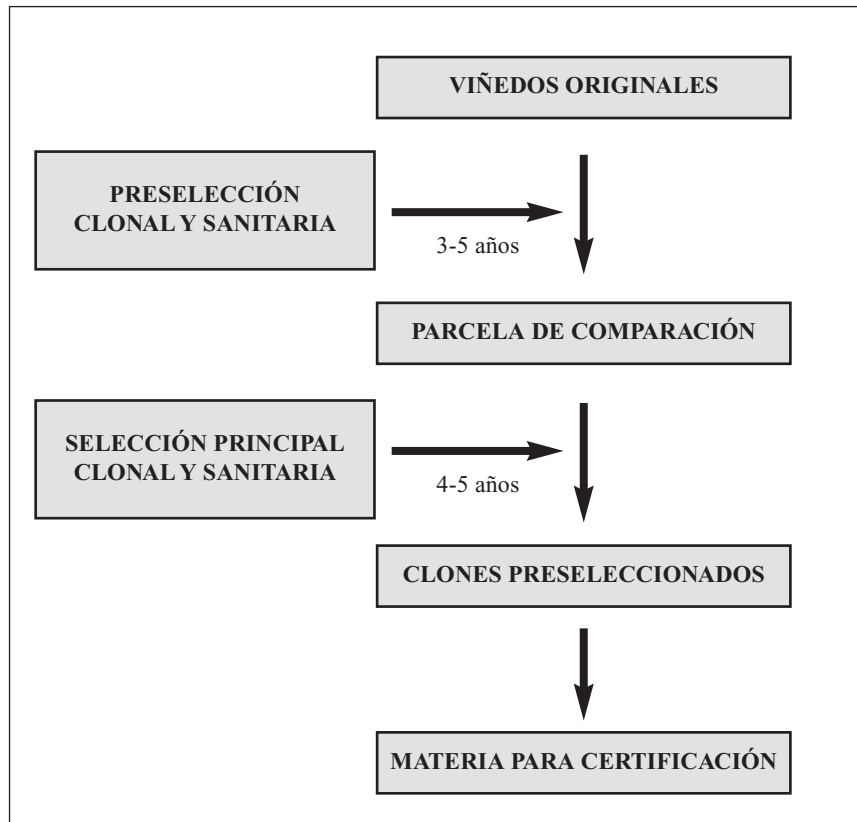


Figura 1. Esquema del Plan de Selección Clonal y Sanitaria de la Vid en Castilla y León.

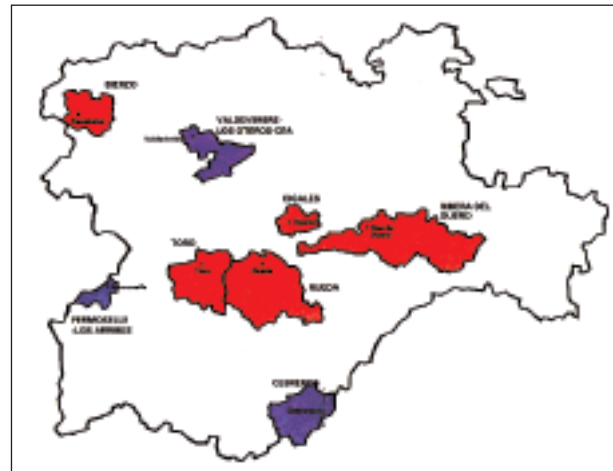


Figura 2. Zonas vitivinícolas de Castilla y León donde se cultivan de forma principal variedades autóctonas incluidas en el Plan de Selección de la Vid en Castilla y León.

Tinta del País	en D.O. Cigales y D.O. Ribera de Duero
Tinta de Toro	en D.O. Toro
Verdejo	en D.O. Rueda

El conjunto de datos obtenidos del seguimiento plurianual en los viñedos originales permitió la preselección de un número variable de clones de las diferentes variedades, que fueron injertados posteriormente en la parcela de comparación para su homologación.

## FASE DE SELECCIÓN PRINCIPAL

Una vez que las cepas están en dicha parcela, se comienza un seguimiento exhaustivo y completo de las cepas, en los aspectos:

Agronómicos  
Sanitarios  
Enológicos  
Organolépticos.

Las sucesivas evaluaciones deben configurar un historial de cada clon, que permitirá compararlo finalmente con los demás, pues todos ellos están en las mismas condiciones de medio y de cultivo (suelo, clima, abonado, portainjerto, conducción y poda, etc.). El tratamiento adecuado en conjunto de los datos obtenidos y su valoración ponderada, teniendo en cuenta los cuatro grandes aspectos mencionados (sanidad, agronomía, enología y cata), permite obtener una clasificación de calidad de todos los clones de cada variedad, sobre la cual se elegirán los más destacados, llegando así a la selección definitiva de los mejores clones (Judez *et al.*, 1995; Pérez-Hugalde *et al.*, 1997).

## ■ V. DESARROLLO DE ACTIVIDADES DEL PLAN DE SELECCIÓN

Las actividades desarrolladas para la ejecución del programa durante los años correspondientes al desarrollo del proyecto, con los clones de las nueve variedades (Albillo Mayor, Albillo Real, Garnacha, Juan García, Mencía, Prieto Picudo, Tinta del País, Tinta de Toro y Verdejo) que se encuentran plantadas en la parcela de comparación han sido las siguientes:

- Poda en seco de las cepas en la parcela de selección principal y poda en verde de las cepas para su formación y conducción durante el periodo vegetativo, controlando el número de sarmientos desarrollados y el peso fresco de la madera de poda producida durante el ciclo vegetativo anterior.
- Realización de test E.L.I.S.A., para asegurar que el material esté libre de virus, sobre madera obtenida en la poda en seco, para los virus del Entrenudo corto infeccioso (GFLV), Enrollado de los Serotipos I y III (GLRaV I y III) y Jaspeado (GFkV), para continuar con la evaluación de los distintos clones. Además, se envía material vegetal de los clones preseleccionados al CRIDA de Murcia para la realización de indexaje en plantas indicadoras que sirva como testado oficial.
- Aplicación de operaciones de poda en verde para el control de la carga en igualdad de condiciones para todos los clones de cada variedad.

- Estudio de la evolución del ciclo vegetativo, con seguimiento fenológico de todos los clones de la parcela de selección clonal principal. Se realiza con una periodicidad semanal desde antes del desborre hasta la maduración.
- Control de los parámetros agronómicos y patológicos (oidio, mildiu, botrytis, etc.) en la parcela de selección principal de los clones preseleccionados, a lo largo del ciclo vegetativo.
- Labores de mantenimiento de la parcela: tratamientos fitosanitarios, riego antihelada, laboreo, etc..., a fin de tener a todos los clones en las mismas condiciones culturales.
- Determinación del índice de madurez de cada uno de los clones en la parcela de selección principal, para definir la fecha óptima de vendimia y se ha estudiado la evolución de los principales componentes del mosto (contenido en azúcar, acidez total, pH, peso de 100 bayas, etc...).
- En la vendimia de cada uno de los clones en la parcela de selección principal, se ha controlado la producción: número de racimos, peso de la uva, etc.
- Análisis del mosto de entrada de cada uno de los clones (Contenido en azúcar o grado alcohólico probable, acidez total, pH, ácido tartárico, ácido málico e índice de polifenoles, entre otros).
- Microvinificaciones de todas las variedades, separando todos y cada uno de los clones de la parcela de selección principal. Estos vinos monoclonales fueron seguidos a lo largo del proceso, realizándose los correspondientes y oportunos análisis (grado alcohólico, acidez total, pH, ácido tartárico, ácido málico, acidez volátil, etc...) para el posterior estudio de la evolución y comportamiento enológico de cada uno de los clones.
- En cada una de las respectivas Denominaciones de Origen, cata de cada uno de los vinos monoclonales para su evaluación organoléptica. También se ha recogido la opinión de los enólogos y del personal cualificado con la finalidad de seleccionar los mejores clones de cada variedad y obtener vinos con personalidad y calidad.

## ■ VI. FASES CRONOLÓGICAS DE LA SELECCIÓN CLONAL Y SANITARIA

El proceso de selección abarca cronológicamente varias fases: la primera fase, de "Preselección Clonal y Sanitaria", llevada a cabo en los viñedos originales, y la segunda fase, de



“Selección Principal Clonal y Sanitaria”, realizada en la parcela de comparación, ubicada en la Finca Zamadueñas del S.I.T.A. de la Junta de Castilla y León.

De manera resumida y general, el proceso del Programa de Selección Clonal se expone a continuación.

- **Fase de Selección Policlonal.** (Preselección).  
Viñedos de origen de cada variedad.  
Seguimiento: 3-4 años (1990 a 1993).  
Caracterización de clones en los aspectos:  
Agronómico  
Sanitario  
Enológico
- **Fase de Selección Principal.** (Testaje previo antes de injerto mediante test ELISA)  
Parcela de comparación. Finca Zamadueñas.  
Seguimiento: 3-4 años, según variedades (1995-1998)  
Caracterización de clones en los aspectos:  
(300 clones de las 9 variedades, 300 vinos monoclonales)  
Agronómico  
Sanitario  
Enológico  
Organoléptico

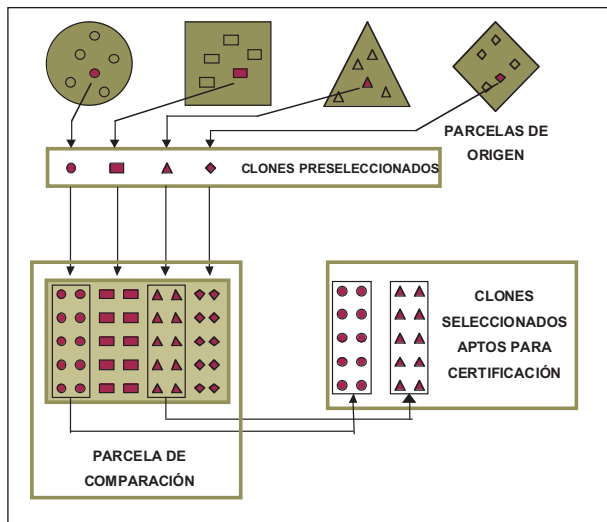


Figura 3. Esquema del Proceso de Selección Clonal y Sanitaria de la Vid.

## ■ VII. CLONES PRESELECCIONADOS DE LAS VINÍFERAS AUTÓCTONAS

Se ha conseguido una caracterización parcial de un número variable de clones de las siguientes variedades preseleccionadas: 15 de Albillo Mayor (Duero), 15 de Albillo Real (Alberche), 30 de Garnacha, 38 de Juan García, 30 de Mencía, 37 de Prieto Picudo, 60 de Tinta del País,

30 de Tinta de Toro y 45 de Verdejo. La caracterización de estos clones se ha basado en los siguientes aspectos: agronómico, sanitario, enológico y organoléptico.

En el aspecto **agronómico** se han determinado los siguientes parámetros: producción de uva, nº de racimos, peso, color y compacidad del racimo, momento de brotación de las yemas, fecha de floración, momento de maduración de la uva, sensibilidad a daños (por plagas, enfermedades, accidentes fisiológicos), producción de madera, nº de sarmientos, vigor del sarmiento, etc..., imprescindibles para poder elegir y disponer de un material de base de excelentes cualidades que asegurar una garantía en su utilización al viticultor en un futuro próximo.

En el aspecto **sanitario** se han hecho determinaciones visuales de distintos tipos de afección patológica, pero en especial de síntomas viróticos, tanto en hojas y sarmientos como en racimos, a lo largo del ciclo vegetativo y en la fase de reposo. Además se ha diagnosticado la posible afección de la planta por las virosis de “Entrenudo corto infeccioso”, “Enrollado” y “Jaspeado”, con ayuda en laboratorio del test serológico E.L.I.S.A.. Estas acciones han promovido el conocimiento de la situación sanitaria de las variedades autóctonas en cuanto a los virus más importantes.

En el aspecto **enológico** se ha conseguido la caracterización de la evolución del índice de madurez y de la composición analítica del mosto en sus parámetros más importantes (azúcares, acidez total, pH, ácido tartárico y ácido málico).

Se han hecho microvinificaciones de cada uno de los distintos clones de cada variedad con una elaboración idéntica en todos ellos y se han medido los siguientes parámetros: contenido en azúcares, acidez total, pH, ácido tartárico, ácido málico, acidez volátil, índice de polifenoles, extracto, sulfuroso libre, sulfuroso total, glicéridos, ácido láctico, ácido succínico, ácido cítrico, etc.

El aspecto **organoléptico**, que se refiere a los distintos aspectos de la cata de los vinos monoclonales: color, olor, sabor, así como intensidad en nariz y en boca, armonía, y otros parámetros subjetivos, ha sido evaluado para la clasificación cualitativa sensorial de los diversos clones.

Los clones certificados hasta el año 2001 de las distintas variedades autóctonas son:

<b>Albillo Mayor</b>	<b>clon CL 7</b>
<b>Albillo Real</b>	<b>clon CL 35</b>
<b>Garnacha</b>	<b>clon CL 53</b>
<b>Garnacha</b>	<b>clon CL 55</b>
<b>Juan García</b>	<b>clon CL 12</b>
<b>Mencía</b>	<b>clon CL 51</b>
<b>Prieto Picudo</b>	<b>clon CL 31</b>
<b>Prieto Picudo</b>	<b>clon CL 110</b>
<b>Prieto Picudo</b>	<b>clon CL 116</b>
<b>Tinta del País</b>	<b>clon CL 98</b>
<b>Tinta del País</b>	<b>clon CL 179</b>
<b>Tinta del País</b>	<b>clon CL 261</b>
<b>Tinta de Toro</b>	<b>clon CL 292</b>

Tinta de Toro	clon CL 306
Tinta de Toro	clon CL 326
Verdejo	clon CL 6
Verdejo	clon CL 47
Verdejo	clon CL 101

Las siglas CL identifican el material con su procedencia de Castilla y León.

## ■ VIII. APLICACIONES DEL MATERIAL SELECCIONADO AL SECTOR

Como resultado principal del trabajo desarrollado hasta ahora cabe citar la obtención de variedades autóctonas seleccionadas que dan respuesta a las necesidades existentes en las principales zonas vitivinícolas de la región castellano-leonesa de disponer de plantas adecuadas para las nuevas plantaciones. Hasta el momento, se ha conseguido certificar en el aspecto sanitario 18 clones. El resto de los 300 clones de las variedades seleccionadas está a la espera de los resultados del testado oficial que se hace en Murcia para obtener la categoría de material certificado.

Por otra parte, el viticultor dispone de yemas de los clones preseleccionados que garantizan una calidad superior al material hasta entonces utilizado en las nuevas plantaciones, pues la puesta a punto de técnicas serológicas (test E.L.I.S.A.) en el centro del S.I.T.A. ha adelantado los resultados en la obtención de material sano hasta su certificación oficial.

El trabajo ha proporcionado simultáneamente la formación de un banco de germoplasma de 9 variedades, en el que cada variedad dispone del siguiente número de clones preseleccionados: 15 de Albillo mayor, 15 de Albillo real, 30 de Garnacha, 38 de Juan García, 30 de Mencía, 37 de Prieto Picudo, 60 de Tinta del País, 30 de Tinta de Toro y 45 de Verdejo. Este banco de germoplasma sirve de base para hacer futuras investigaciones sobre el comportamiento agronómico, sanitario y enológico de las variedades, y que estará puesto al servicio del sector vitivinícola ante posibles necesidades de nuevo material vegetal.

Como aplicación más directa del Plan se ha llevado a cabo la distribución de yemas para injerto de los clones preseleccionados de las distintas variedades entre los viticultores de cada zona. Este material, aún no certificado oficialmente, ha contribuido a que las nuevas plantaciones se realicen con variedades autóctonas y con clones de calidad superior a las plantaciones clásicas con material estándar, hasta que se disponga de suficiente material clonal certificado de las diferentes variedades para ser distribuido al viticultor a través del sector viverista de forma oficial.

## ■ IX. IMPORTANCIA Y CONSECUENCIAS DEL USO DE MATERIAL CERTIFICADO

La consecuencia inmediata del uso de material certificado será disponer de un conjunto de cepas con garantía **sanitaria** y con control adecuado e información sobre su estado.

En lo que concierne al aspecto **varietal**, la importancia radica en el hecho de poder contar con material del que estamos seguros que es la variedad que suponemos, y adaptada a la zona. La ventaja del uso del material citado será principalmente el contar con viñedos autóctonos y con información precisa de las variedades que lo componen, lo que permitirá un mayor control a todos los niveles.

Por último, en el aspecto de la **calidad** será quizá donde más se note la importancia y las posibilidades derivadas de contar con material seleccionado. Es evidente que para obtener grandes vinos es primordial contar con plantas de calidad. Por eso la ventaja de usar dicho material es que se conoce perfectamente el potencial y las características de cada clon.

Una vez conocidas las principales características de los clones, se puede prever con más certeza cómo puede ser su comportamiento, y cómo pueden influir el suelo y el clima en las condiciones de cada zona. En resumen, se gana una baza importante al conocer lo que se tiene.

Todo ello traerá seguramente unas **CONSECUENCIAS**, entre las que cabe citar las siguientes:

Es muy probable que se produzca un aumento de la calidad, porque será posible que grandes superficies de viñedo den en general un fruto tan bueno como el que dan ahora las mejores cepas de los mejores viñedos, pero siendo éstas en la actualidad un conjunto limitado de cepas entre otras de calidad menor.

Existirá la posibilidad de utilizar los porcentajes de cada clon que cada viticultor o enólogo desee, según las características del vino que se busque, es decir, una mezcla programada de clones. Estas posibles prácticas abren grandes posibilidades para alcanzar objetivos importantes.

También se abrirá la posibilidad de una mayor previsión de programación y adecuación de las plantaciones futuras, pues observando como resultan las mezclas y proporciones en una parcela, se pueden prever mejor los nuevos viñedos.

Por último, se contará en general con un mayor conocimiento de los viñedos que permitirá una optimización de su manejo con la consiguiente repercusión cualitativa en la uva y en el vino.

## ■ X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- F. Benayas. 1992. Situación actual de la selección clonal. Vitivinicultura, año III, nº 2: 37-39.
- L. Judez, J. Litago, J. Yuste, A. Soldevilla, F. Martínez. 1995. Une procédure statistique pour orienter les premières étapes de sélection clonale de la variété "Tinta del País". Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, tome 29 nº 4, 183-191.
- C. Pérez Hugalde, J. Judez, J. Litago, J. Yuste, F. Martínez. Analyse statistique pour la sélection clonale de la variété "Tinta del País". Vº Colloque International d'Oenométrie. Thésalonique (Grèce). Octubre 1997.
- J.A. Rubio, J. Yuste, Mª V. Alburquerque, R. Yuste. 2001. Clones certificados de variedades de vid en Castilla y León. Agricultura, nº 829, 508-511.
- J. A. Rubio, J. Yuste, H. Peláez. 1996. Detección del virus del "Entrenudo corto infeccioso" en cepas preseleccionadas de las principales variedades autóctonas de vid en Castilla y León. Viticultura y Enología Profesional, nº 42, 35-39.
- J. A. Rubio, J. Yuste, H. Peláez. 1997. Detección del Virus del "Enrollado", serotipo III, en cepas preseleccionadas de las principales variedades autóctonas de vid en Castilla y León. Viticultura y Enología Profesional, nº 50, 54-59.
- J. A. Rubio, J. Yuste, H. Peláez, L.M. Robredo. 1998. Detección del virus del Jaspeado (GFkV) en las principales zonas vitícolas de Castilla y León. Viticultura y Enología Profesional (aceptado y pendiente de publicación).
- J.A. Rubio, J. Yuste, Mª.A. Pérez, S. López-Miranda. 2000. Variedades certificadas de vid en Castilla y León. Agricultura, nº 817, 492-496.
- J. Yuste, H. Peláez, J.A. Rubio, L.Mª Robredo. 1998. Selección clonal y Sanitaria de la vid en Castilla y León. Agricultura, nº 792, 548-552.
- J. Yuste, A. Soldevilla, H.J. Peláez, R. Laguna, J.A. Rubio. 1993. Selección clonal y sanitaria de la vid en Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León. Serie Divulgativa nº 19.

# SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

JESÚS YUSTE BOMBÍN

*Dr. Ingeniero Agrónomo*  
S.I.T.A. DE CASTILLA Y LEÓN

## ■ INTRODUCCIÓN

La mayoría del viñedo se ha cultivado tradicionalmente en España bajo la forma de conducción en vaso, mediante sistemas de poda bien de tipo corto en pulgares o bien de tipo mixto combinando pulgares y varas. En las dos últimas décadas el cultivo del viñedo ha experimentado una evolución enorme hacia formas de conducción en espaldera, sobre todo en las zonas de denominación de origen, persiguiendo un mayor grado de mecanización que se enfoca fundamentalmente a los aspectos de la poda y la recolección (Yuste, 2000), aunque últimamente también a otros aspectos relacionados con las operaciones en verde (despunte, deshojado, aclareo).

Las características productivas del viñedo de vinificación han estado íntimamente relacionadas durante décadas con terrenos pobres, escasa precipitación y cultivo fundamentalmente en seco, y como consecuencia con formas de conducción generalmente libres y bajas, con podas cortas. Sin embargo, se estima que más del 10% de los viñedos dedicados a la producción de vino están en espaldera, como consecuencia de un crecimiento en la tendencia de plantación hacia formas apoyadas, lo que hace presumir que esta tendencia se verá acrecentada con el uso del riego, a partir de su liberalización en 1996 (Hidalgo, 1999).

La transformación que la viticultura española ha sufrido a lo largo de los últimos años en diversos aspectos relacionados con las técnicas de cultivo, está influida en parte por el traslado de las plantaciones hacia suelos más ricos y fértiles, por el uso de recursos, fundamentalmente hídricos, menos limitantes y por la reducida disponibilidad actual o futura de mano de obra adecuada en épocas puntuales del cultivo. Bajo un punto de vista amparado por el objetivo de producir uva de calidad es necesario dar un paso adelante, superando el concepto del uso del sistema de conducción para obtener simplemente mayores rendimientos, y adentrándose en el ámbito del manejo de los sistemas de conducción que permita la obtención de vinos de mayor calidad, incluso contemplando el aumento de las producciones unitarias de uva.

El sistema de conducción es algo más amplio que la forma de los elementos permanentes de la planta, sea ésta definida por un simple tronco de mayor o menor altura, caso del vaso, o por un tronco con brazos horizontales permanentes y unos postes y alambres de mayores o menores

dimensiones. El sistema de conducción estará definido tanto por dichos parámetros como por el tipo de poda, el sistema de empalzamamiento y el manejo de la vegetación, lo que provocará distintos tipos de vasos y de espalderas, y tendrá consecuencias determinantes en su potencial productivo y cualitativo.

## ■ I. SISTEMA DE CONDUCCIÓN: CONCEPTO

El sistema de conducción está constituido por el conjunto de operaciones que contribuyen a definir la distribución de la superficie foliar y de los racimos de las cepas en el espacio (Huglin, 1986). Está definido por el resultado de la síntesis de dos grupos de operaciones:

- Modo de conducción: altura del tronco, tipo de poda, nivel de carga, sistema de empalzamamiento (de sostén y de vegetación), operaciones en verde.
- Características de la plantación: densidad de cepas por hectárea (separación entre filas y separación entre cepas), orientación de las filas.

Lógicamente, otros factores contribuyen a caracterizar el sistema de conducción: recursos del medio (iluminación, precipitación, etc...), técnicas de cultivo (riego, fertilización, mantenimiento del suelo, etc...), características del material vegetal (portainjerto, variedad).

- La importancia del sistema de conducción radica en que condiciona aspectos fundamentales del viñedo, entre los que cabe destacar los siguientes:
- Superficie foliar, en cantidad, exposición y homogeneidad.
- Microclima de las hojas: intercepción de radiación, etc...
- Actividad fisiológica de la superficie foliar: transpiración, fotosíntesis.
- Microclima de los racimos: temperatura, luz.

Manejo del viñedo.

- Características del desarrollo vegetativo.
- Características de la uva producida.





## ■ II. OBJETIVOS DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN

De acuerdo con la orientación del sistema de conducción hacia la distribución de la superficie foliar, como elemento básico del funcionamiento del viñedo, la conducción de dicha superficie foliar debe perseguir los siguientes objetivos (Smart y Robinson, 1991):

- Maximizar la superficie foliar y exponerla bien para adecuar su actividad fotosintética.
- Obtener una vegetación poco densa, para tener buena aireación y evitar hojas ineficaces.
- Lograr un buen microclima luminoso de las hojas.
- Conseguir un adecuado microclima de racimos, para optimizar color, acidez, aromas, y reducir botritis.
- Considerar la disponibilidad de agua para adecuar el consumo hídrico y que las hojas lleguen activas al período de maduración.
- Controlar el vigor, a través de la densidad de plantación, la carga de poda y los portainjertos.

En principio, a mayor cantidad de hojas bien expuestas, más posibilidades fotosintéticas y, por lo tanto, más rendimiento y más producción de azúcares, pero también más consumo de agua.

El equilibrio se encontrará adecuando la superficie foliar a las posibilidades del medio, las exigencias de la variedad y los objetivos de la producción.

Los problemas tradicionales que suelen existir para alcanzar una buena calidad de la uva, y del vino, pueden resumirse en los siguientes puntos:

Rendimiento excesivo en relación al potencial del viñedo.

Descontrol del vigor durante el período de maduración, estimulando el crecimiento vegetativo, comprometiendo la acumulación de azúcares en las bayas y en las partes permanentes de la planta.

Falta de funcionalidad de las hojas durante la maduración, por senescencia precoz, estrés hídrico, etc...

Microclima inadecuado de los frutos: excesivamente sombreados o soleados.

## ■ III. VASO Y ESPALDERA: MODOS DE CONDUCCIÓN TRADICIONALES

La clasificación de los sistemas de conducción puede hacerse tomando como referencia cualquier característica que esté implícita en

su definición, pero dada la importancia del empalzamamiento de apoyo o soporte y de la vegetación, en el comportamiento global del cultivo, éste es un parámetro común de referencia (Baeza, 1994). En este sentido, el vaso y la espaldera, modos de conducción que pueden ser ya considerados tradicionales en la viticultura española, responden a conceptos diametralmente opuestos.

**VASO:** modo de conducción en que las plantas consisten en un tronco sobre cuya parte superior se insertan los elementos vegetativos, dispuestos en forma radial, y que no tiene ningún tipo de empalzamamiento para conducir la vegetación, la cual presenta una disposición libre y globosa. En la mayoría de los casos, suele tener brazos cortos dispuestos también en forma radial sin apoyos, y que se podan generalmente en pulgares.

**ESPALDERA:** modo de conducción provisto de un sistema de empalzamamiento para conducir la vegetación en una dirección más o menos vertical, originando un tipo de vegetación lineal continua con una forma tendente a la constitución de un plano, el cual puede verse más o menos modificado y/o abierto dependiendo de la estructura del empalzamamiento y del propio manejo del viñedo. En la mayoría de los casos, su estructura está formada, además del tronco, por cordones permanentes podados en pulgares o por varas de renovación anual, apoyados en un alambre de formación.

## ■ IV. ESPALDERA: DIVERSIDAD DE TIPOS

El cambio del sistema de conducción tradicional, el vaso, hacia formas apoyadas ha llevado a la simplificación de la denominación de los nuevos sistemas de conducción con el nombre de espaldera. Sin embargo, es conveniente aclarar algunos conceptos a este respecto. Teniendo en cuenta las descripciones de la viticultura anglosajona (Freeman *et al.*, 1992), hay que considerar por una parte el modo de formación, o *training*, que es el diseño y desarrollo de la estructura de las partes permanentes de la cepa (tronco y brazos), y por otra el tipo de empalizada, o *trellising*, que es la estructura que soportará dicha estructura y el aparato vegetativo de dicha cepa.

Desde este punto de vista, en un principio podríamos denominar “emparrado” a todos los sistemas de vegetación apoyada, que tienen algún tipo de soporte con empalzamamiento (*trellis*), reservando el nombre de “espaldera” para los sistemas de empalzamamiento vertical con una forma de conducción en que la vegetación es guiada en un plano vertical. Por lo tanto, todas las espalderas serían “empalizadas”, pero muchos siste-

mas de empalzamiento serían conocidos con el nombre de “emparrado”, sin ser necesariamente un sistema de conducción en “espaldera”, aunque exista una espaldera como soporte físico de empalzamiento.

Ahondando un poco más en estos términos, un sistema de conducción en espaldera podría ser empleado tanto para un sistema de formación del tipo de “cordón Royat doble” como para un sistema de “formación en cabeza con poda en Guyot doble”.

Partiendo de estas premisas, existe una gran diversidad de posibilidades para diseñar un sistema de conducción en espaldera, que básicamente podría agruparse en los siguientes tipos: de vegetación ascendente (“espaldera clásica”, vertical), y de vegetación dividida ascendente y descendente (“espaldera del tipo Scott Henry”) (Smart y Robinson, 1991). El sistema de conducción con vegetación descendente sería la “cortina”, en un principio no considerado espaldera, aunque podría serlo si la vegetación es guiada en un plano sin que permanezca libre.

De ahí que las formas de empalzamiento en “T” no responderían al concepto de espaldera aquí definido. Sin embargo, atendiendo a la denominación ampliamente extendida de espaldera, podría ser conveniente establecer dos tipos de espaldera dentro del grupo de vegetación ascendente:

- espaldera “abierta”, que presenta una vegetación “voluminosa”, que en muchos casos llega a ser ascendente y descendente, y que normalmente se produce por la utilización de soportes que separan ligeramente los alambres de vegetación o por que la altura de postes y alambres es reducida, provocando la apertura, e incluso caída, de la superficie foliar.
- espaldera “vertical” propiamente dicha (*VSP, vertical shoot positioning*), que mantiene la vegetación en un plano vertical ascendente.

En la viticultura española encontramos en muchas zonas de cultivo más frecuentemente “espalderas abiertas”, o “emparrados” en general, que “espalderas verticales”.

## ■ V. ALTERNATIVAS DE PODA DE LA ESPALDERA

El sistema de formación sería la parte estratégica y el sistema de poda sería la parte táctica para

conseguir un determinado tipo de sistema de conducción (Freeman *et al.*, 1992). De ahí que la poda sea una herramienta decisiva para definir las espalderas. Siendo la espaldera un sistema de conducción con altas posibilidades de desarrollo en nuestras condiciones de cultivo, se deben contemplar las múltiples posibilidades de poda que admite, dependiendo de la variedad, de los recursos del medio, de la disponibilidad de mano de obra y del grado de mecanización, enmarcadas en los tipos: corta, larga y mixta.

Los sistemas de poda más difundidos mundialmente o de mayor viabilidad para la espaldera podrían resumirse así:

Poda larga: Sylvoz, que consiste en dejar varas sobre un cordón permanente; Varas en cabeza, que consiste en dejar múltiples varas en la parte superior del tronco.

Poda corta: Royat, que consiste en dejar pulgares sobre un cordón permanente, simple o doble.

Poda mixta: Guyot, que es una poda en cabeza que combina un pulgar y una vara, y puede ser simple o múltiple; Cazenave, que consiste en dejar un pulgar y una vara en cada posición de un cordón permanente; Yuste, que consiste en dejar pulgares y varas cortas (éstas en número reducido) sobre un cordón permanente, sobre cuyas posiciones se desplazan anualmente las varas (Yuste, 2000); Brazo mixto, que consiste en dejar algunos pulgares sobre un brazo corto y una vara en el extremo de dicho brazo (Yuste, 2000).

De entre los tipos de poda descritos, algunos serían muy exigentes en recursos del medio por la elevada carga que llevan implícitos, como el Sylvoz o el Cazenave, por lo que las alternativas más viables serían las de Royat, Guyot o Yuste (Figura 1).

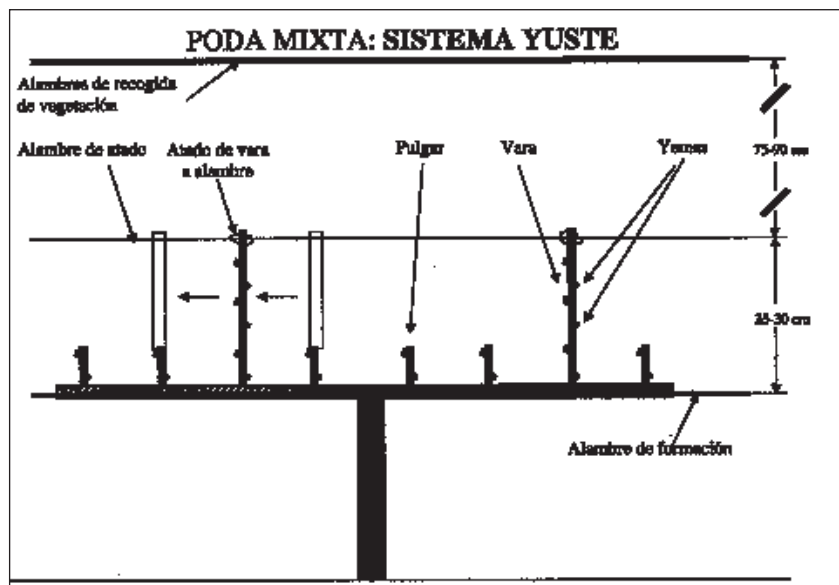


Figura 1. Esquema de sistema Yuste de poda mixta para espaldera en cordón.



## VI. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

La ecofisiología de un sistema de conducción es el aspecto básico para explicar la eficacia, tanto cuantitativa como cualitativa, de un viñedo, de ahí la importancia de evaluar las influencias de los factores del medio para conocer el funcionamiento de la planta entera.

P. Baeza (1994) desarrolló una tesis doctoral en la Universidad Politécnica de Madrid, encuadrada en este ámbito, cuyo título fue "Caracterización ecofisiológica y evaluación agronómica de diferentes sistemas de conducción del viñedo (*Vitis vinifera* L.) en regadío". El trabajo, desarrollado con la variedad Tempranillo injertada sobre Richter 110, abarca el estudio de cuatro sistemas de conducción (**Gráfico 1**): vaso bajo, vaso alto, cortina y espaldera, cultivados bajo un régimen hídrico no limitante, en regadío.

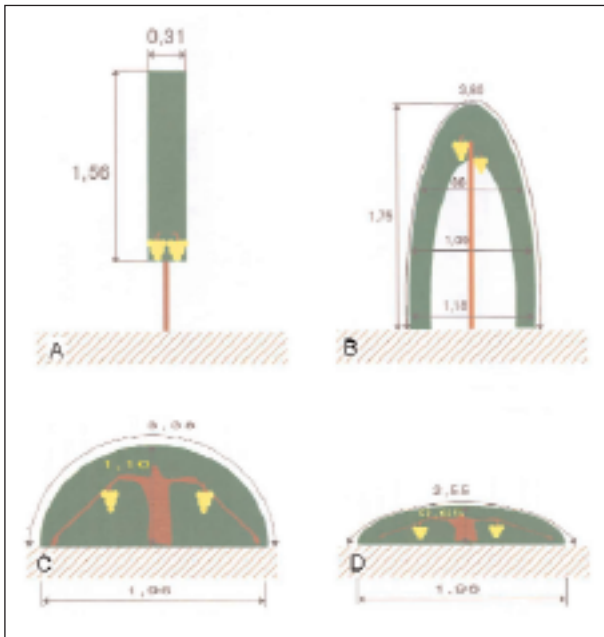


Gráfico 1. Esquema de sistemas de conducción: A. Espaldera; B. Cortina; C. Vaso alto; D. Vaso bajo (Baeza, 1994).

Los cuatro sistemas de conducción estudiados soportaron distintos niveles de carga de poda, según la densidad de plantación y el vigor observado, de modo que todos los sistemas de conducción se encontrasen en situación óptima y expresaran su máxima potencialidad productiva y cualitativa.

En la tesis doctoral se destaca la importancia de la geometría y de la arquitectura foliar del sistema de conducción (definida a través de la densidad de plantación, el tipo de empalizamiento y las operaciones en verde) en la ecofisiología del viñedo. Los resultados más destacados obteni-

dos en dicho trabajo podrían ser resumidos de la siguiente manera:

**ARQUITECTURA FOLIAR.** Los sistemas con vegetación dirigida, espaldera y cortina, mostraron una superficie foliar externa (SA) mayor que los sistemas de porte libre, los vasos, destacando siempre los altos valores de la espaldera a pesar de tener una menor superficie foliar total (LAI) y mayor anchura de calle libre para la vegetación, lo que supuso un mayor potencial cuantitativo de aprovechamiento de luz.

**MICROCLIMA DE RACIMOS.** El microclima luminoso de los racimos depende de la posición que ocupan en el *canopy* y del porte de los pámpanos, de manera que en la cortina y en los vasos los racimos están en la parte superior de la cepa y pueden estar más iluminados al no estar sombreados por las filas adyacentes y presentar un porte descendente y abierto, si bien la espaldera tiene los racimos en una posición más exterior en la cepa.

**FISIOLOGÍA.** La actividad fotosintética está ligada al microclima luminoso de las hojas exteriores. Así, el vaso alto, gracias a su geometría semiesférica, interceptó intensidades luminosas más altas y fue el sistema más eficaz en la respuesta de las hojas exteriores a altas intensidades de luz PAR.

La conductancia estomática y la transpiración del vapor de agua de las hojas exteriores dependen de la SA y de la intensidad luminosa recibida, resultando que los vasos, con menor SA y altas iluminaciones, registraron las mayores tasas de transpiración y conductancia, dado que la disponibilidad de agua por unidad de superficie externa es mayor. La espaldera y la cortina, con mayor desarrollo de superficie foliar externa, aunque menor superficie total, se adaptan a un estrés relativo para ahorrar agua.

La eficiencia fotosintética en el uso del agua presenta la misma tendencia que el resto de parámetros ecofisiológicos, y está condicionada también por la SA, presentando mayor eficiencia los sistemas con altos valores de SA como la espaldera y la cortina, ya que rentabilizan mejor la menor cantidad de agua transpirada.

El potencial hídrico foliar fue más bajo en los sistemas de mayor SA, espaldera y cortina, para adaptarse a la situación hídrica.

**PRODUCTIVIDAD.** La productividad global de los sistemas de conducción respondió a la actividad fisiológica de las cepas, obteniendo una mayor cantidad de materia seca por planta individual en el vaso alto; sin embargo la espaldera obtuvo una mayor producción global por hectárea gracias a su mayor SA e iluminación interceptada por el conjunto del cultivo.

La producción de cosecha fue mayor en la espaldera debido al mayor número de brotes

desarrollados por superficie de suelo, ya que sus posibilidades de distribución de la carga son mayores gracias a su arquitectura y disponibilidad de espacio.

**CALIDAD DEL MOSTO.** Existe una interacción compleja de diversos parámetros: arquitectura, carga, iluminación..., que no facilitan una explicación simple de la composición del mosto de los sistemas de conducción estudiados.

La concentración de azúcar en cada sistema dependió de la producción de uva por unidad de superficie de suelo, obteniendo valores más altos los sistemas con menor cosecha. La espaldera presentó disminuciones poco significativas del °Brix en relación a los importantes incrementos de rendimiento obtenidos.

**CONCLUSIONES.** El comportamiento productivo y cualitativo de un sistema de conducción depende de la posibilidad que tenga de distribución adecuada de la carga para una alta superficie foliar externa, con una densidad de vegetación óptima.

Las ventajas de cada sistema de conducción en un medio determinado dependerán de los objetivos perseguidos en cuanto a cantidad y calidad, pero también de factores como mecanización, costes, cualificación de la mano de obra a emplear, etc.

## ■ VII. COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS DE CONDUCCIÓN EN SECANO Y REGADÍO

Las recursos del medio pueden ejercer una enorme influencia en el comportamiento del sistema de conducción, y entre ellos juega un papel fundamental el régimen hídrico. Partiendo de estas premisas, y teniendo en cuenta la inminente implantación del uso de sistemas de conducción en espaldera, así como la extensión del uso del riego no sólo para los viñedos en espaldera sino incluso en vaso, se desarrolló una tesis doctoral con el título "Comportamiento fisiológico y agronómico de la vid (*Vitis vinifera* L.) en diferentes sistemas de conducción en secano y regadío" (Yuste, 1995). El trabajo, desarrollado también con la variedad Tempranillo injertada sobre Richter 110, abarca el estudio de dos sistemas de conducción: vaso y espaldera; sometidos a dos regímenes hídricos: secano y regadío (**Gráfico 2**).

Todos los tratamientos tuvieron la misma densidad de plantación y soportaron idéntico nivel de carga de poda, de modo que se encontrasen en idénticas condiciones de cultivo.

En la tesis doctoral se destaca que el régimen hídrico resultó ser un factor más decisivo que el sistema de conducción en el comportamiento

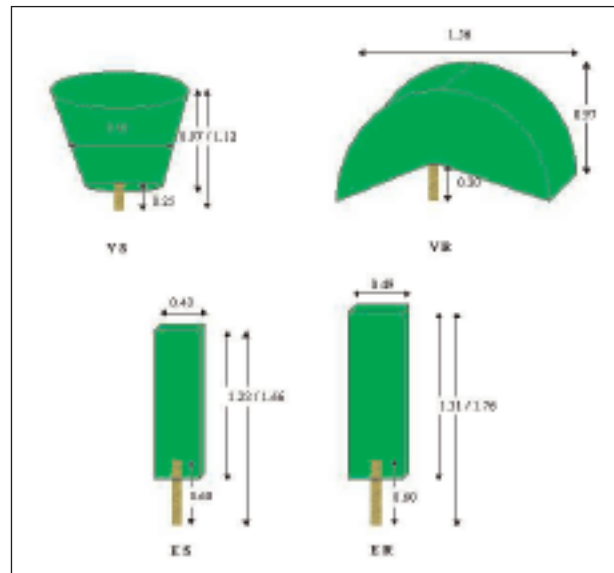


Gráfico 2. Esquema de sistemas de conducción en secano y regadío: VS. Vaso Secano; VR. Vaso Regadío; ES. Espaldera Secano; ER. Espaldera Regadío (Yuste, 1995).

del viñedo en general. Los resultados más destacados obtenidos en dicho trabajo se pueden resumir de la siguiente manera:

El sistema de conducción no tuvo efectos importantes en el comportamiento fisiológico a nivel de hoja externa adulta en las cepas. Sin embargo, la espaldera presentó mayores valores de **área foliar** total y externa, y un mayor **rendimiento en cosecha**, favorecida, frente al vaso, por sus posibilidades en cuanto a geometría dirigida, conservación de pámpanos en conducción apoyada (que impide la rotura mecánica de pámpanos que sufre el vaso a lo largo del ciclo) y una superior fertilidad en número de bayas por racimo.

Además de los diversos estimadores foliares (LAI, SA, SA/LAI, etc...), la descripción de la forma geométrica foliar resulta necesaria para comprender la **intercepción de luz**, así como la respuesta fisiológica y productiva condicionada por dicha intercepción. Así, el modelo de absorción e intercepción de radiación PAR fue muy diferente en el vaso y en la espaldera. El vaso presentó una curva diaria de absorción con un solo punto máximo, coincidente con el mediodía solar, y dos mínimos absolutos, al amanecer y al anochecer; mientras que la espaldera, orientada Norte-Sur, presentó dos máximos correspondientes a media mañana y a media tarde, momentos en los que más superficie foliar expone de forma directa a la luz, con un mínimo relativo a mediodía solar. El balance global diario de radiación absorbida fue mayor en el vaso de regadío que en la espaldera, debido al valor máximo registrado a mediodía por el vaso por su forma esférica. A pesar de ello, la espaldera presenta valores más positivos a media mañana, en que la planta tiene una actividad fisiológica más

intensa, y a media tarde, tanto en secano como en regadío. Por el contrario, el vaso de secano, debido a su limitación hídrica, presentó un balance de radiación más pobre provocado por su escaso desarrollo foliar.

El **potencial hídrico foliar** resultó con valores más altos para el sistema de conducción con menor área foliar total y externa, el vaso, a medida que avanzó el período seco. En el mismo sentido, las diferencias de **actividad fisiológica** a nivel de hoja externa fueron inducidas por los efectos del área foliar en el estado hídrico como relación entre la disponibilidad de agua y la demanda de ésta por las hojas de vid, encontrándose valores individuales ligeramente más positivos en el vaso que en la espaldera, si bien el resultado de la planta en conjunto fue más favorable para la espaldera.

La **composición del mosto** varió poco con el sistema de conducción, sobre todo el contenido de sólidos solubles, mientras que se observó que tanto dicha concentración de sólidos solubles como la acidez total, en mayor cuantía, y el pH respondieron a los niveles de rendimiento en uva y desarrollo vegetativo alcanzados, con valores en la espaldera más bajos de azúcares, más altos de acidez y más bajos de pH que en el vaso algunos años.

En **conclusión**, la espaldera se presenta como un sistema de conducción que permite una mayor productividad del cultivo, lo que se ve reflejado en unos rendimientos más altos y sobre todo en una mayor producción de azúcares totales por hectárea, ya que la disminución en la concentración de azúcares es muy pequeña en relación al aumento apreciable de los rendimientos, todo ello a pesar de que su balance de radiación global sea ligeramente inferior dentro del régimen hídrico de regadío que el del vaso, y de que la actividad fisiológica a nivel de hoja individual externa sea ligeramente más pequeña que en el vaso.

La interacción del sistema de conducción con el riego no ha sido importante, si bien se ha observado que algunos parámetros se ven modificados por el agua de riego de forma diferente en el vaso que en la espaldera. Así, la producción de madera de poda en secano fue mayor en la espaldera, pero al pasar al regadío fue mayor en el vaso, de la misma manera que ocurrió en lo referente a la radiación global absorbida, como se ha comentado.

La utilización de la espaldera cuando se pretende obtener uva de calidad exige una mayor dedicación en el manejo del sistema de conducción que el vaso, sobre todo en lo referente a las operaciones en verde, con el fin de adecuarla a las exigencias ecofisiológicas y de ejercer un control de los rendimientos en aquellos medios cuyo potencial productivo sea excesivo. Esto lleva consigo un mayor coste de cultivo, si bien la espaldera es un sistema que permite un nivel de mecanización mucho más alto que el vaso.

## ■ VIII. TIPOS DE SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

Existen multitud de sistemas de conducción del viñedo utilizados, en mayor o menor medida, en distintas partes del mundo. A continuación se enumeran los más frecuentes, clasificados según criterios básicos importantes:

1. Sin empalzamamiento de vegetación ni de brazos
  - 1.1. Sin ningún apoyo: Vaso bajo; Vaso medio.
  - 1.2. Con apoyo de tronco: Vaso alto; Cordón vertical.
2. Sin empalzamamiento de vegetación pero sí de brazos
  - 2.1. Vegetación libre descendente desde cordón simple: Cortina simple.
  - 2.2. Vegetación libre descendente desde cordón doble: Cortina doble (GDC).
3. Con empalzamamiento de vegetación, en un plano
  - 3.1. Plano vertical
    - 3.1.1. Simple ascendente: Espaldera vertical.
    - 3.1.2. Simple descendente: Cortina dirigida.
    - 3.1.3. Dividido (ascendente y descendente): Scott Henry; Smart-Henry; Smart-Dyson; TK2T.
  - 3.2. Plano oblicuo: Pérgola.
  - 3.3. Plano horizontal: Parral.
4. Con empalzamamiento de vegetación, pero con centro abierto y voluminoso
  - 4.1. Vegetación descendente: Cortina en "Y"; Cortina de 2 alambres (California *sprawl*).
  - 4.2. Vegetación semidescendente: Espaldera en "T" o "Emparrado en T".
  - 4.3. Vegetación ascendente pero muy abierta: Espaldera abierta o "Emparrado".
5. Con empalzamamiento de vegetación, en dos planos
  - 5.1. Vegetación vertical: Lira U; RT2T.
  - 5.2. Vegetación oblicua: Lira V.
  - 5.3. Vegetación descendente: Lira inversa.

Se pueden encontrar otros sistemas de conducción en las distintas regiones vitícolas del mundo, pero que en su inmensa mayoría son variantes de los aquí expuestos. Los distintos modelos de sistema de conducción se configuran en general a partir de las estructuras básicas de los aquí mencionados, a través de diferentes tipos de poda. Valga como ejemplo la idea de un tronco de vid con poda en cabeza, que podría ser un vaso, y que a través de la poda y el sistema de empalzamamiento se puede convertir en una espaldera vertical. En definitiva, la mayor parte de los sistemas con perspectivas de viabilidad para su aplicación estarían aquí descritos.

Centrándonos en la viticultura española actual, podríamos considerar que básicamente los sistemas que pueden ser una alternativa seria a los tradicionales vaso y espaldera, estarían integrados en primer lugar por el Cordón vertical en el caso de sistemas sin empalzamamiento de vegetación ni de brazos (Figura 2), en segundo lugar



Figura 2. Cordón vertical.

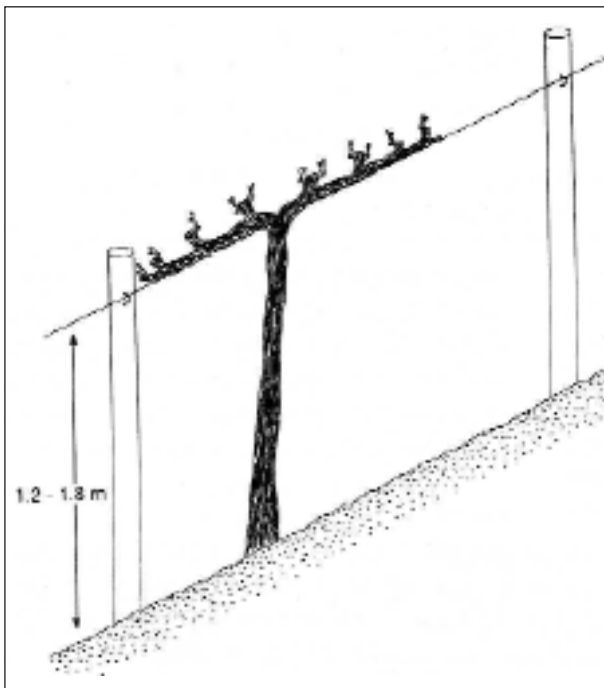


Figura 3. Cortina simple bilateral.

por la Cortina simple en el caso de sistemas sin empalzamamiento de vegetación (Figura 3), y en tercer lugar, para terrenos muy fértiles y de alto potencial de vigor, el GDC (Figura 4) o la Lira en U o V, de empalzamamiento de la vegetación en dos planos.

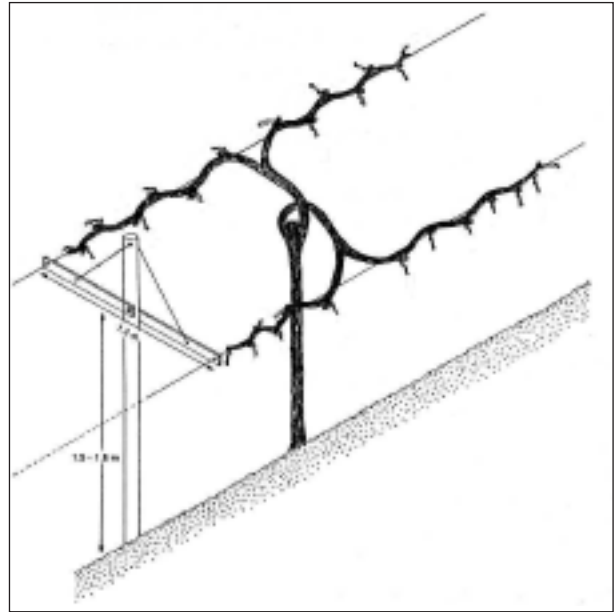


Figura 4. Cortina doble de brazos permanentes (GDC).

## ■ IX. EL CORDÓN VERTICAL, ALTERNATIVA DEL VASO

En las zonas con Denominación de Origen está prácticamente generalizada la limitación de los rendimientos unitarios, con el fin de preservar el mantenimiento de la calidad de la uva frente a posibles aumentos desmesurados de producción que podrían deteriorar la calidad final del vino. En estos momentos, este tema está siendo objeto de intenso debate, puesto que algunas técnicas de cultivo, como el riego (Lissarrague, 1986) y algunos de los nuevos sistemas de conducción tienden a provocar el aumento de los rendimientos.

El vaso ha sido equilibrado por el viticultor a lo largo de los años para producir uva de calidad, manteniendo producciones moderadas, o bajas cuando la edad del viñedo es elevada. Los sistemas de conducción sencillos, como el vaso, sin empalzamamiento de vegetación ni de brazos, son capaces de alcanzar rendimientos cercanos a los máximos fijados en muchas Denominaciones de Origen, como por ejemplo en Rioja, Ribera del Duero, etc.

Un sistema de conducción sencillo, que no necesita la alta inversión de los sistemas apoyados, y puede mejorar algunos aspectos del comportamiento del vaso, es el "cordón vertical". El cordón vertical presenta una formación, como su nombre indica, en cordón permanente de tipo vertical, que es conducido mediante un poste de apoyo pero sin empalzamamiento de la vegetación. Su estructura está conformada por un tronco alto sin brazos, sobre el cual se insertan escalonadamente los pulgares de poda a partir de cierta altura hasta el extremo superior.



Este modo de conducción ha sido utilizado en algunas regiones vitícolas del mundo, como en Italia, donde se conoce con el nombre de “*cordone verticale speronato*”, y en California, donde es un tipo de “*spur-pruned staked vine*”. En dicho Estado de Norteamérica, ha sido utilizado para conducir la variedad tinta Zinfandel, y mi propia experiencia en el Departamento de Viticultura y Enología de la Universidad de California a lo largo de 1999 me permitió comprobar el interés que dicho sistema de conducción podría tener en España, especialmente para aquellas viticulturas de rendimientos moderados e inversión y mantenimiento sencillos. Así, mi propuesta de considerar este sistema de conducción como alternativa al vaso ya empieza a tomar cuerpo, y ha sido puesta en práctica en la campaña de 2000 en una de las D.O. de mayor prestigio en España, en Ribera del Duero.

El cordón vertical permite un mayor espacio, en altura, para la distribución de los racimos, y puede proporcionar, en principio, un mejor microclima de racimos y reducir el riesgo de podredumbre en la uva. Los primeros resultados obtenidos con este sistema en la variedad Tempranillo en el año 2000, a partir de una transformación de vasos en la D.O. Ribera del Duero, han sido alentadores en lo que a grado de maduración se refiere.

## ■ X. CARACTERÍSTICAS DE VASO, CORDON VERTICAL, ESPALDERA Y CORTINA

Teniendo en cuenta los sistemas de conducción que más viabilidad pueden tener en la mayoría de las condiciones medioambientales españolas para la producción de vinos de calidad, puede resultar interesante esbozar las características culturales de los más importantes, a partir de las cuales se vislumbren sus ventajas y sus inconvenientes.

### VASO

Inversión baja; formación sencilla; mantenimiento del sistema sencillo; buena conducción de la savia y longevidad; buena adaptación para zonas semiáridas y rendimientos moderados; microclima de hojas y frutos bueno si se forma bien y se poda en verde; mecanización integral bastante limitada; reducción de espacio libre en la calle; pérdida de pámpanos (viento, maquinaria...) a lo largo del ciclo; vendimia manual puede ser lenta; dificulta el incremento de densidad de plantación.

### CORDÓN VERTICAL

Inversión baja o reducida; formación sencilla; mantenimiento del sistema sencillo a moderado;

aceptable conducción de la savia y longevidad; buena adaptación para zonas semiáridas y rendimientos moderados; microclima de hojas y frutos muy bueno si se forma bien y se poda en verde; mecanización integral limitada; reducción parcial de espacio libre en la calle; pérdida de pámpanos (viento, maquinaria...) a lo largo del ciclo; vendimia manual no muy lenta; dificulta algo el incremento de densidad de plantación.

### ESPALDERA

Inversión alta; formación variable, de moderada a alta; mantenimiento del sistema costoso; longevidad puede ser algo limitada; adaptación a rendimientos de moderados a altos y disponibilidad hídrica moderada; buena exposición de hojas, y de racimos adecuada si las operaciones en verde se hacen bien; mecanización integral viable; espacio libre grande en la calle; sin pérdida de pámpanos; vendimia manual y otras operaciones cómodas; permite aumento de densidad de plantación.

### CORTINA SIMPLE

Inversión moderada; formación sencilla a moderada; mantenimiento del sistema sencillo; longevidad puede ser limitada; adaptación a rendimiento de moderado a alto; disponibilidad hídrica, mejor de moderada a alta; microclima particular; mecanización integral; espacio libre en la calle moderado; posible pérdida de pámpanos a lo largo del ciclo; vendimia e intervenciones manuales de comodidad moderada; aumento de densidad de plantación de moderado a bajo.

## ■ XI. MANEJO DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN ESPALDERA

La eficacia de un sistema de conducción responderá mayormente al manejo que se haga de dicho sistema de conducción, de ahí que el vaso, el cordón vertical, la cortina simple, y sobre todo la espaldera, tendrán un comportamiento que no está definido simplemente por el tipo de formación, sino que dependerá del manejo cultural que se aplique. Teniendo en cuenta que la espaldera es una alternativa creciente en la viticultura española, éste sistema de conducción debe ser utilizado de la forma más adecuada posible, por lo que su uso deberá considerarse bajo tres grandes puntos de vista.

1. Disposición de la vegetación. La altura de formación y la altura total de la espaldera son parámetros decisivos en el diseño de la espaldera. Una vez definidos éstos, se debe tratar de conseguir un adecuado espesor de vegetación, que no sea no excesivo; un número aceptable de pámpanos por metro

lineal; la existencia de pequeños huecos que mejoren el microclima de la cepa; y que haya continuidad del plano de vegetación en la línea.

2. Manejo del *canopy*. Las operaciones en verde (espergurado, desbrotado, guiado de pámpanos, despunte, deshojado, aclareo de racimos...) son fundamentales para conseguir las condiciones adecuadas para la superficie foliar y para los frutos.
3. Técnicas de cultivo. La espaldera es un modo de conducción adecuado con desarrollos de bajo a moderado vigor, pero puede resultar poco adecuado si el vigor es excesivo, por lo que éste debe ser un aspecto muy a tener en cuenta para conseguir un fruto de calidad. Para conseguir un buen control del vigor se debe considerar el manejo de diversos factores, principalmente: tipo de suelo, densidad de plantación, tipo de portainjerto, aplicación del riego, control de fertilización, empleo de cubiertas vegetales.

## ■ XII. EXPECTATIVAS DE USO DE LA ESPALDERA

La tendencia decidida que existe en las nuevas plantaciones hacia la mecanización integral del viñedo hace presumir un aumento del uso de la espaldera, tanto en lo referente al tipo de empalizada como al sistema de conducción en sí, es decir a la espaldera vertical. Sin embargo, las perspectivas de uso de un sistema de conducción u otro dependerá básicamente en cada zona de los siguientes criterios:

1. Objetivos; sobre todo en cuanto a niveles de rendimiento y calidad de la uva.
2. Limitaciones legales; establecidas en cada D.O. o promovidas por la Administración en cuanto a subvenciones y ayudas.
3. Mecanización; según el grado deseado y las condiciones del medio local.
4. Costes e inversión; valorando tanto el desembolso inicial como el previsible resultado económico posterior dependiente de los rendimientos y de la calidad del producto.

5. Cualificación de la mano de obra; lo que puede obligar a elegir sistemas más mecanizables y de más fácil ejecución en las operaciones de cultivo.
6. Delimitación de riesgos; fundamentalmente en cuanto a la oportunidad del momento de vendimia mediante máquina, evitando la dependencia de mano de obra puntual y numerosa.
7. Tradición y cultura; ya que el tipo de viñedo puede ir asociado muy estrechamente con zonas y tipos de vino determinados.

## ■ XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baeza, P. 1994. Caracterización fisiológica y agronómica de diferentes sistemas de conducción del viñedo (*Vitis vinifera* L.) en regadío. Tesis doctoral. U.P. Madrid. 209 pp.
- Freeman, B.M.; E. Tassie; M.D. Rebbechi. 1992. Training and trellising, p. 42-65. En: B.G. Coombe and P.R. Dry (eds.). Viticulture. Volume 2, Practices. Adelaide, Australia.
- Hidalgo, L. 1999. Tratado de Viticultura. 1172 pp. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Huglin, P. 1986. Biologie et écologie de la vigne. 372 pp. Ed. Payot Lausanne. Technique et Documentation. Paris.
- Lissarrague, J.R. 1986. Estudio de los efectos del riego en la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral en la vid. Tesis Doctoral. U.P. Madrid. 395 pp.
- Smart, R.E.; M. Robinson. 1991. Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management. 88 pp. Ed. Ministry of Agriculture and Fisheries. New Zealand.
- Yuste, J. 1995. Comportamiento fisiológico y agronómico de la vid (*Vitis vinifera* L.) en diferentes sistemas de conducción en secano y regadío. Tesis doctoral. U.P. Madrid. 280 pp.
- Yuste, J. 2000. Un nuevo sistema de poda mixta en cordón para variedades de fertilidad y producción limitadas: sistema Yuste. Viticultura Enología Profesional nº 70: 25-37.



# DENSIDAD DE PLANTACIÓN

JESÚS YUSTE BOMBÍN

*Dr. Ingeniero Agrónomo*  
S.I.T.A. DE CASTILLA Y LEÓN

## ■ I. INTRODUCCIÓN Y PERSPECTIVA MUNDIAL

La densidad de plantación, número de cepas por hectárea, es función de dos magnitudes: la separación entre líneas (que representa la anchura de la calle) y la distancia entre cepas dentro de la línea.

La densidad de plantación y la disposición de la plantación son factores clave en la producción vitícola porque condicionan la calidad y la cantidad de las uvas cosechadas, así como la aptitud del viñedo para la mecanización y los costes de producción.

Esta elección técnica tiene importancia porque sus consecuencias son prácticamente irreversibles en la vida del viñedo.

En general se globaliza sobre la idea de que las plantaciones “muy densas” tienen frutos muy pobres y son de baja calidad y las plantaciones “poco densas” tienen bajos rendimientos y muchos inputs (fertilización, riego, etc...). También hay que considerar el problema de que no existe un método objetivo que sirva para decidir qué densidad es la más adecuada, ya que no existen ensayos previos “in situ”, y los resultados de los ensayos existentes son difíciles de extrapolar a una zona en concreto. Una posible solución para afrontar la elección sobre la densidad de plantación será aprovechar las conclusiones de ensayos realizados en regiones cercanas.

### 1.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN

Winkler (California, USA), que fue el propulsor de la nueva viticultura en Estados Unidos, consideraba que el factor más importante en la elección de la densidad de plantación eran los costes. El fin que perseguía era elegir el marco más ancho de tal manera que no reduzca la cosecha de viñedos maduros y conseguir viñas de moderado o alto vigor.

Por otra parte, el Dr. Bernard (Dijon, Francia) estudió la viticultura tradicional, y entre los eventos recopilados comprobó que en Borgoña en 1800 la disposición de las cepas u ordenación de la plantación no guardaba ningún orden lógico, las cepas eran cultivadas al azar, el cultivo de la viña se hacía a mano y la densidad de plantas superaba en muchos casos las 50.000 cepas/ha.

A finales del siglo XIX, con la aparición de la filoxera, se hicieron nuevas plantaciones y, al dis-

poner de tracción animal, el marco de plantación se ajustó a 1 m x 1 m (10.000 cepas/ha), espaciamiento que permitía el paso de un caballo. También el tipo de suelo condicionó el marco de plantación, concretamente en las regiones francesas de Medoc y de Graves, donde los suelos son ligeros, el espaciamiento de cepas dependió de la posibilidad para trabajar el suelo. Por ejemplo, los suelos ligeros permitían hacer la labor con un sólo animal (caballo) de manera que la distancia entre calles se ajustaba a 1 m. Sin embargo los suelos pesados precisaban más tracción animal, con lo cual la distancia entre calles se amplió a 3 m (yunta de animales).

En 1900 aparecieron los tractores, de tal modo que en los suelos ligeros se utilizaron los zancudos, mientras que los tractores convencionales se usaron en los suelos pesados.

Hoy en día, como el agricultor tiene en general más de un cultivo que trabajar, se aprovecha la maquinaria que tiene para otros cultivos.

### 1.2. DENSIDAD DE PLANTACIÓN EN DIFERENTES ZONAS

Las condiciones locales influyen en el desarrollo de las cepas en cada zona. Por ejemplo, en Europa se registran altas precipitaciones en verano, mientras que en Napa (California), las pluviometrías estivales son reducidas.

Otro concepto que se está poniendo de moda, en el argot vitivinícola, para clasificar el lugar idóneo donde instalar un viñedo es el término francés “Terroir”, que se refiere a los elementos físicos de un lugar (clima, suelo, drenaje, exposición, interacción con la cepa). Dicha definición resulta un intento de agrupar en un sólo vocablo las características claves que influyen en el vino.

Por otra parte, el fracaso de la alta densidad de plantación en distintas zonas del mundo ha sido debido a la falta de técnicas adecuadas y al desconocimiento que se tiene para dirigir la vegetación o establecer la altura idónea de empalizada.

En definitiva, el objetivo principal que se persigue es el equilibrio de la cepa, a partir de conjugar la capacidad del suelo con el tipo de vino que se quiere producir, el material vegetal y el manejo del viñedo. A este respecto, las características de un viñedo equilibrado podrían describirse así:

Índice de Ravaz: 4:1 a 6:1

Sarmiento medio: aprox. 40 g.

Peso de madera de poda lineal: 700 g/m.



Cuando estos valores son excesivos la solución es un cambio de sistema de conducción para adaptarse al vigor. También la distancia entre cepas en la línea es muy importante porque está relacionada con la densidad de brotes.

### 1.3. DIFERENCIAS REGIONALES EN DENSIDAD DE PLANTACIÓN

Existen muchos interrogantes en lo referente a la relación de la densidad de plantación con la calidad del vino, así como sobre la tendencia a probar altas densidades de plantación para aumentar la calidad.

En la región de Burdeos (Francia) la densidad de plantación viene impuesta por la tradición y posiblemente por las rigurosas regulaciones. Los rendimientos son bajos para obtener vinos con personalidad. Autores como Lemay (1998) hacen referencia a plantaciones de cultivo con distancias de líneas de 1, 2, 3 y mayor de 3 m, tal y como se plantea a continuación.

1m	1-2m	2-3m	>3m	Total
518 ha	47.963 ha	25.500 ha	35.349 ha	109.340 ha

En esta región, como en otras muchas, se ha pasado de producir 29 hl/ha en 1950 a 52 hl/ha en 1990, lo que ha sido posible gracias a la introducción de nuevas técnicas culturales entre las que cabe citar la densidad de plantación.

También existen en dicha región châteaux menos reconocidos donde la densidad de plantación es más baja, pero el mínimo es de 2.000 cepas/ha. Otros factores que son regulados son la concentración de azúcar, las variedades, el manejo del canopy, la densidad de brotes, el tipo de poda, etc.

En el Medoc (Burdeos, Francia) la distancia entre cepas está entre 1 y 2 m, distancia que resulta idónea para madurar, pero complicada de cultivar por problemas criptogámicos, sobre todo al final del ciclo. En el Pomerol (Burdeos, Francia) la densidad de plantación es de 5.500 cepas/ha, con un máximo rendimiento de 40 a 50 hl/ha.

En el norte de Italia, entre los años 60 y 70, el espaciamiento entre cepas era de 3,0 m x 1,2 m (2.777 cepas/ha), posteriormente en los años 90 estas distancias entre líneas y entre cepas se acortaron a 2,5 m x 1,0 (0,8) m, con densidades de plantación en torno a las 4.000-5.000 cepas/ha. Generalmente las conducciones han sido en espaldera vertical, pero en suelos pesados este sistema de conducción cambia a GDC, Casarsa o Tendone. Con el GDC se pretende bajar la densidad de canopy y reducir el sombreado del fruto.

Por otra parte, en las zonas de vigor moderado tienden a acortar el espaciamiento entre cepas, llegando a densidades de plantación de

hasta 5.000 cepas/ha, con el fin de aumentar la calidad (color, concentración, capacidad de envejecimiento). Sin embargo, en las zonas de alto vigor la alta densidad produce vigor excesivo y desequilibrio, lo que resulta negativo en los vinos. El máximo rendimiento está alrededor de 7-10 t/ha, pero a veces hay además un máximo permitido por cepa de 2 a 3 kg.

La densidad de plantación en Australia se aferra a la tradición con distancias de 3,6 m x 1,8 (2,7) m (1.540 cepas/ha). Recientemente en las zonas cálidas las distancias se han acortado a 3,0 m x 1,25 (1,50) m, aumentando la densidad de plantación a 2.670 (2.200) cepas/ha. En zonas frías el espaciamiento que se estila es nuevo, con distancias de 2,2 (2,5) m x 1,5 m, es decir densidades de plantación en torno a las 3.030 (2.670) cepas/ha. La tendencia a la alta densidad prevalece donde no haya problemas de canopy excesivamente denso.

El factor limitante en la viticultura australiana es la falta de mano de obra, de manera que el sistema de conducción y la densidad de plantación están orientados hacia la parcial o total mecanización. El manejo del canopy no es un factor determinante en muchos sitios, sin embargo en zonas frías y lluviosas sí lo es, por lo que se tiene más en consideración el sistema de conducción y el manejo del canopy.

La nueva tendencia está orientada a producir bajos rendimientos en alta densidad, sin embargo existen buenos vinos tintos que alcanzan los 70-80 hl/ha.

### 1.4. RESUMEN DE PERSPECTIVA MUNDIAL

En general, existe la tendencia de aumentar la densidad de plantación para aumentar la calidad. Pero no hay evidencia de que dicha densidad sea el principal factor de control para aumentar la calidad. Por otra parte, el equilibrio vegetativo/productivo de la cepa es un concepto generalizado de la calidad, que depende de la integración de factores como el suelo, el clima y el material vegetal, de tal forma que existen medidas objetivas para valorarlo: densidad del canopy, estados de crecimiento, longitud de sarmientos, etc..., que son el resultado de los citados factores. Y su consecuencia son las características finales de la fruta y del vino.

Para aplicar diferentes densidades o distancias con buen resultado en un lugar a otro diferente, hay que considerar la falta de medidas objetivas del lugar original que lo cuantifiquen adecuadamente para extender una situación a la otra.

Como ejemplo, las condiciones que se dan en Margaux (Burdeos, Francia) no pueden extrapolarse al Valle de Napa (California, USA) incluso cuando se tenga la misma combinación variedad/patrón.

El objetivo final que se persigue es conseguir clasificar y describir los lugares y los viñedos para prever la capacidad de los nuevos lugares de plantación. En cualquier caso no es fácil la extensión de los resultados de un lugar a otro; ¿es parte del misterio y el arte del cultivo de la vid y del vino, o un campo aún sin descubrir en nuestro trabajo científico?

## ■ II. DESARROLLO RADICULAR Y USO DEL AGUA

Según E. Archer, los factores que afectan a la distribución de raíces, y a la densidad de colonización de las raíces, son el material vegetal, las propiedades del suelo, la humedad del suelo, la densidad de plantación y el sistema de conducción. También ha observado dicho autor que el desarrollo de la cepa depende del volumen de suelo totalmente colonizado por las raíces, no del volumen potencialmente a disposición de la cepa.

En cuanto al rendimiento, éste crece con distancias menores entre cepas hasta el punto en que el suelo disponible para cada cepa esté totalmente utilizado por las raíces. Por lo tanto, con la alta densidad se consigue una utilización más intensa del agua y de los nutrientes debido a una mayor superficie de absorción radicular en contacto con el suelo.

La máxima expansión de un sistema radicular depende de las características del suelo donde crece y esto sólo puede ser establecido experimentalmente para cada situación particular. No obstante, está ampliamente aceptado que el incremento del número de cepas/ha aumenta la masa total de raíces, y ésta sería la razón por la que en Europa la reducción de la distancia entre cepas se comporte mejor en suelos pobres, sobre todo si las raíces finas aumentan.

### 2.1. DESARROLLO DE RAÍCES

En las citadas gráficas se observa mayor competencia entre plantas en alta densidad debido al sistema radicular más pequeño de cada una, por lo que las cepas son más pequeñas, con menor capacidad de producción, menor número de raíces finas y mayor de gruesas por unidad de planta en distancias grandes, y las cepas tienen mayor densidad de raíces finas en distancias cortas. Como consecuencia, la calidad del sistema radicular aumenta con la alta densidad por su implicación para absorber agua y nutrientes.

### 2.2. USO DEL AGUA

La cantidad de agua absorbida depende de la densidad radicular, es decir, cuanto menor volu-

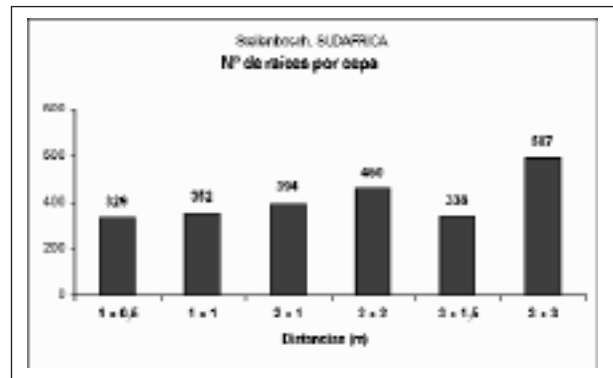


Fig. 1 (Tab. 1). Nº de raíces por cepa (17 años): crece con la distancia.

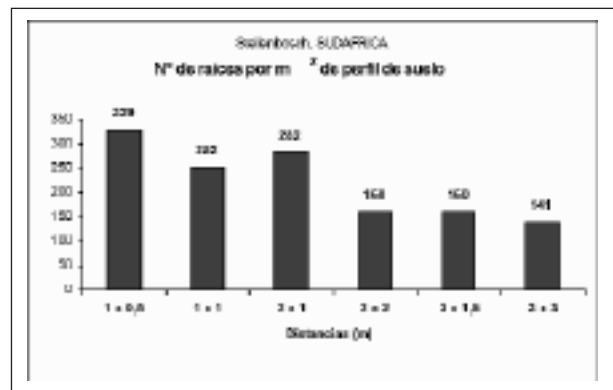


Fig. 2 (Tab. 2). Densidad de raíces (17 años): decrece con la distancia.

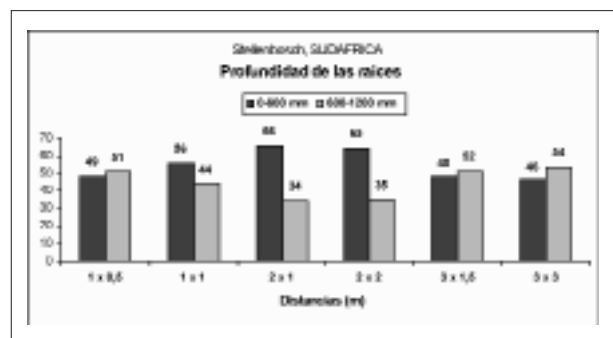


Fig. 3 (Tab. 4). % en profundidad de raíces: mayor en alta densidad y en muy baja.

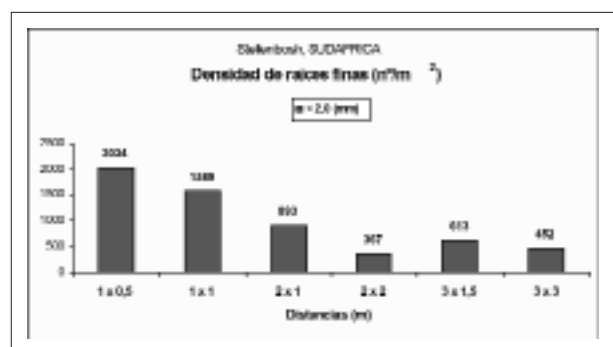


Fig. 4 (Tab. 5). Densidad de raíces finas: decrece con la distancia.

men de suelo hay entre dos raíces adyacentes, más fácilmente es absorbido el agua.

En suelos de poca capacidad de retención se precisa una alta densidad de raíces para absorber el agua, sobre todo cuando se producen olas de calor. La desventaja de la alta densidad radicular viene originada por una absorción alta de agua que probablemente deseca el suelo más rápidamente y puede causar escasez de agua durante la maduración.

En cuanto al agua del suelo, éste disminuye más rápidamente en las cepas plantadas a menor distancia, correspondiéndose a las diferencias encontradas en densidad radicular. La mayor densidad radicular tiene mayor efecto en el contenido de agua del suelo, lo que puede dar como resultado unas condiciones de maduración más estresadas.

En diversos años, el potencial hídrico de base (estimador del estrés en la planta para algunos autores) de distintas densidades de plantación fue similar al principio, pero claramente diferente al final, con la alta densidad madurando bajo un mayor estrés hídrico.

El suministro de agua a las cepas en la alta densidad fue mejor al principio del ciclo, pero esto cambió a partir del estado de tamaño de guisante, y la alta densidad tuvo peor suministro que la baja densidad.

En definitiva, la alta densidad tomó mejor el agua cuando era todavía abundante, pero su consecuencia fue inversa en el estado hídrico de las plantas al final de la estación.

### 2.3. RESUMEN DE DESARROLLO RADICULAR Y USO DEL AGUA

La distancia entre cepas tiene como consecuencia un efecto marcado en el desarrollo y el crecimiento de las raíces, especialmente en lo relativo a la densidad de raíces.

La mayor densidad de raíces, en la alta densidad, se traduce en un efecto importante en la absorción de agua, afectando al crecimiento de brotes.

La elección del espaciamiento viene determinada por el potencial del suelo para suministrar agua para un crecimiento equilibrado.

Las densidades muy alta y muy baja pueden ser negativas para la cantidad y la calidad de la uva.

## ■ III. TIPIFICACIÓN DE SUELOS Y MICROCLIMA DEL CANOPY

El objetivo que se persigue cuando se tipifica un suelo es relacionar el tipo y la calidad del suelo con la densidad y las distancias de plantación. Por consiguiente, los análisis y la

descripción del suelo resultan de gran interés para realizar una clasificación valorada del suelo, basada en características interactivas como: tipo de suelo, textura, profundidad, drenaje, pH, características químicas y nivel de nematodos.

Por ejemplo, en una escala del 1 a 10, cuando el valor de tipificación está entre 1 y 3 las distancias se acortan (1,2 x 1,2 m), pero más comúnmente en la práctica se usan calles de 1,15, 1,8 ó 2,10 m. Sin embargo, cuando el valor está entre 7 y 8, correspondiente a una menor calidad, se usarían distancias entre calles de 2,0 ó 2,40 m.

Finalmente, se recomienda usar las mejores zonas para maximizar la uniformidad del fruto y la maduración, minimizando la variabilidad del suelo.

### 3.1. MICROCLIMA DEL CANOPY

La intercepción de luz por la planta y su penetración afectan a la cantidad de luz incidente en el fruto, lo que influye en las características de la baya, en el color y en el desarrollo fenólico, así como en la maduración del fruto. Concretamente en California en los últimos 20 años, el espaciamiento entre cepas se ha reducido y ha pasado de 2,40 x 4,0 m a 1,8 x 2,4 m.

Los modelos aplicados al estudio de intercepción de luz coinciden en que al separar las filas ésta decrece.

N. Dokoozlian trabajó con espalderas cuya altura de empalizada fue de 2 m y la distancia entre filas de 6 m. En dicho ensayo observó que el tanto por ciento de canopy iluminado totalmente por la luz solar aumentó pronto por la mañana y por la tarde al aumentar la distancia entre filas. Cuando la relación altura/anchura fue de 1,33 la distancia entre filas provocó insuficiente iluminación en la zona de racimos. Otros autores han obtenido que cuando la relación altura/anchura es mayor de 1 el área del canopy iluminada no fue mayor del 40 %.

Cada lugar tiene una distancia óptima entre cepas, y si ésta es muy ancha puede haber muchos huecos para la intercepción de luz por el canopy.

La cuestión es: ¿existe justificación del uso de distancias estrechas? o ¿aumentar la competencia por el agua y los nutrientes para disminuir el tamaño de la baya produce bayas más pequeñas y cepas más equilibradas?. La respuesta es: "NO" en lugares de gran vigor, pues puede producirse un canopy muy denso y crear peor microclima. Hay que considerar que se debe usar la alta densidad de plantación apropiadamente.

En el caso de Borgoña (Francia), con marcos de plantación de 1 x 1 m, la altura del canopy es reducida, para conseguir mejor la penetración de la luz sin peligro de sombreamientos.



#### ■ IV. ENSAYOS DIVERSOS EN CALIFORNIA

A continuación se citan algunos ensayos realizados en California con distintas densidades de plantación y distintas variedades:

1. PINOT NOIR:  
espaciamientos de (1 x 1) y (1,5 x 2,4)
  - El marco (1 x 1) requirió 3,5 veces más de coste para producir y cultivar, y produjo rendimientos más bajos.
  - La analítica del mosto fue similar en ambas densidades, pero el vino de (1,5 x 2,4) fue preferido por ser más afrutado y tener más antocianinas.
  - La causa del bajo rendimiento y del carácter vegetal del vino fue: menor penetración de la luz en la zona de racimos.
2. CABERNET SAUVIGNON:  
espaciamientos de (1 x 1), (1 x 1,8) y (1,5 x 2,7 en Espaldera y Lira)
  - La alta densidad tuvo racimos más pequeños y sueltos.
  - No hubo diferencias significativas de rendimiento, ni de calidad del vino.
3. MERLOT:  
espaciamientos de (2,4 x 1,2) y (2,4 x 2,4)
  - La alta densidad tuvo racimos más pequeños, pero más racimos y un mayor rendimiento.
  - Los análisis del mosto, del vino y polifenólico fueron similares.
4. BARBERA:  
espaciamientos de (4 x 1,5), (4 x 2,1), (4 x 2,7) y (4 x 3,3)
  - El peso del racimo, de la baya y la fecha de vendimia fueron similares.
  - La calidad y el color del vino no presentaron diferencias significativas.
  - La mejor opción fue la baja densidad, por el menor coste.
  - El inconveniente de la baja densidad se reflejó posiblemente en que las pérdidas de cepas individuales suponen mayor perjuicio en el rendimiento global.
  - La opción particular sería plantar con calles más estrechas, de 2,7 m, y distancia de 2,7 a 3,0 m entre cepas.

#### ■ V. VALORACIÓN DE COSTES

La alta densidad tiene mayores costes iniciales, por necesitar más plantas, tutores, pos-

tes, operaciones de plantación; y además, tener mayores exigencias de cultivo, manejo y poda.

Resulta importante, antes de realizar la plantación, determinar el valor de la cosecha y del vino para justificar los costes más elevados.

En definitiva, la alta densidad de plantación tiene sentido si se puede vender el vino en la gama alta de precios.

#### ■ VI. CONCLUSIONES

- La alta densidad produce racimos más pequeños y sueltos con bayas más pequeñas.
- No se puede considerar que por sí misma la alta densidad produce mejor vino.
- La óptima densidad depende del sitio (vigor, calidad del suelo y disponibilidad de agua).
- La orientación del terreno y de las filas, la altura del canopy y la relación altura/anchura son importantes por su influencia en la intercepción y la penetración de la luz.
- Alcanzar el equilibrio de la cepa con el suelo es el primer factor de decisión.
- Considerar los costes incluyendo el valor de la uva y del vino en relación con los de plantación, cultivo, equipamiento y mano de obra, será lo que influya en la elección del marco de plantación.
- La existencia de nuevos equipos convencionales más estrechos y de trabajo por encima de las cepas indica que el desarrollo tecnológico permitirá más opciones y ayudará a influir en los factores de coste del manejo y de la mano de obra.

#### ■ VII. BIBLIOGRAFÍA

- B.R. Anthony, A.T. Richardson. 1999. Influence of Vine Spacing on Growth, Yield, Fruit Composition, and Wine Quality of Barbera in the San Joaquin Valley. Vine Spacing Symposium. A.S.E.V. 29 Junio, Reno, Nevada. U.S.A.
- E. Archer. 1999. Influence of Vine Spacing on Root Development and Water Utilization. Vine Spacing Symposium. A.S.E.V. 29 Junio, Reno, Nevada. U.S.A.
- N. Dokoozlian. 1999. Influence of Row and Vine Spacing on Grapevine Light Microclimate. Vine Spacing Symposium. A.S.E.V. 29 Junio, Reno, Nevada. U.S.A.
- A.C. Erickson, B. Guerra, G. Bjornstad, G. La Follette. 1999. Preliminary Report on a Pinot Noir Vine Spacing Trial. Vine Spacing Symposium. A.S.E.V. 29 Junio, Reno, Nevada. U.S.A.

- M. Fisher. 1999. Economic Considerations on Vine Spacing Decisions. Vine Spacing Symposium. A.S.E.V. 29 Junio, Reno, Nevada. U.S.A.
- P. Freese. 1999. Vine Spacing – An International Perspective. Vine Spacing Symposium. A.S.E.V. 29 Junio, Reno, Nevada. U.S.A.
- M.H. Lemay. 1998. Bordeaux and its wines: Classified in Order of Merit within each Commune. Vol. 15, pp. 2111. Editions Feret, Bordeaux.
- M<sup>a</sup> A. Pérez, J.A. Rubio, J. Yuste, M<sup>a</sup> A. Albuquerque, R. Yuste. 2000a. Adaptación del sistema de conducción y de la densidad de plantación en la variedad Tempranillo cultivada en secano en el Valle del Duero (I). La Semana Vitivinícola, N<sup>o</sup> 2803, 1398-1403.
- M<sup>a</sup> A. Pérez, J.A. Rubio, J. Yuste, M<sup>a</sup> A. Albuquerque, R. Yuste. 2000a. Adaptación del sistema de conducción y de la densidad de plantación en la variedad Tempranillo cultivada en secano en el Valle del Duero (II). La Semana Vitivinícola, N<sup>o</sup> 2804, 1478-1481.
- D. Roberts. 1999. Soil Factors Important for Vine Spacing Decisions. Vine Spacing Symposium. A.S.E.V. 29 Junio, Reno, Nevada. U.S.A.
- M. Mochizuki, S. Rogstad. 1999. Vine Spacing Effects on Merlot Yield and Wine Quality. Vine Spacing Symposium. A.S.E.V. 29 Junio, Reno, Nevada. U.S.A.
- D. Williams, R. Arnold. 1999. Evaluation of Cabernet Sauvignon at Three Vine Spacings and Two Trellis Systems in the Oakville District of Napa Valley, California. Vine Spacing Symposium. A.S.E.V. 29 Junio, Reno, Nevada. U.S.A.
- J. Yuste, L.M<sup>a</sup> Robredo, H. Peláez, J.A. Rubio. 1999a. Evolución del desarrollo productivo y vegetativo de la vid durante el período de formación de dos sistemas de conducción sobre diferente densidad de plantación (I). Viticultura Enología Profesional. N<sup>o</sup> 64, 30-37.
- J. Yuste, L.M<sup>a</sup> Robredo, H. Peláez, J.A. Rubio. 1999b. Estudio de la composición de la uva (cv. Tempranillo) durante el periodo de formación de dos sistemas de conducción sobre diferente densidad de plantación. VIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, 20-23 Abril, Murcia, 242-248.
- J. Yuste. 1999. La viticultura en el Valle de Napa (California). Agricultura, N<sup>o</sup> 811, Enero 2000, 50-58.

# NUEVAS TENDENCIAS DE LA VITICULTURA: OPERACIONES EN VERDE

JESÚS YUSTE

*Dr. Ingeniero Agrónomo*  
S.I.T.A. DE CASTILLA Y LEÓN

## ■ I. INTRODUCCIÓN

### Las finalidades de las operaciones en verde son:

- Cooperar con la poda en seco.
- Favorecer la producción y la calidad.

### Los diversos tipos de poda en verde son:

- Despampanado.
- Emparrado, guiado o colocación de la vegetación.
- Despuntado.
- Desnietado.
- Deshojado.
- Aclareo de bayas, racimos.

### La época en la que se realiza la poda en verde es:

- Durante el período vegetativo de la vid.

## ■ II. DESPAMPANADO

Es una operación que consiste en la eliminación de los pámpanos por su inserción.

### Los objetivos del despampanado son:

- Regular la carga.
- Estimular el desarrollo de los pámpanos que permanecen.
- Eliminar pámpanos en situaciones no deseables.
- Facilitar la aireación y la penetración de la luz.
- Facilitar la mecanización y los tratamientos.

### La época en que se realiza el despampanado es:

- Pronto, para evitar heridas y competencia.
- Estado E-F: 10/20 cm.
- Si su realización es tardía: competencia y mala cicatrización.
- Si su realización es demasiado temprana: laborioso y arriesgado.

### Las aplicaciones que tiene el despampanado son:

- En poda de mantenimiento: regular la carga y la posición de los pámpanos, lo que conlleva eliminar los pámpanos en posición no adecuada.
- En el período de formación de la cepa, esencial: selección de los pámpanos que intere-

sen en la formación, eliminación de los que estén en posiciones que no interesen.

- Los pámpanos supernumerarios, utilizados para el control del vigor y/o la producción, se procurará que queden en general en posición superior a la de los que darán lugar a las estructuras permanentes.

### Los órganos sobre los que se practica son:

- Pámpanos normales: frecuentemente en formación y poco en mantenimiento, salvo por desequilibrios en la carga.
- Pámpanos de yemas secundarias, de yemas de madera vieja, de yemas de la corona: tanto en mantenimiento como en formación, pero con más intensidad en la primera.
- Rebrotos del patrón se eliminan algo más tarde, especialmente cuando se realiza manualmente, para que no se fraccionen y no favorezcan emisiones futuras.

### Forma de ejecución del despampanado:

- Manualmente.
- Mecánicamente.
- Químicamente: mediante herbicidas de contacto no traslocables.

## ■ III. POSICIONAMIENTO DE LA VEGETACIÓN

Se basa en la colocación o guiado de los pámpanos a posiciones distintas de las que adoptan en su posición natural, utilizando tutores, hilos, o en ciertos casos las propias partes de la cepa.

### Los objetivos del posicionamiento de la vegetación son:

- Mejorar la distribución vegetativa y productiva de la plantación.
- Evitar roturas, por el viento o el paso de la maquinaria.
- Mejorar la efectividad de los tratamientos.
- Evitar la realización de despuntes continuos o muy severos.
- Mejorar la distribución de los brotes, facilitando también la poda en seco.
- Favorecer la iluminación de las zonas bajas para mejorar las condiciones de maduración.
- Facilitar las operaciones de cultivo: tratamientos, vendimia, etc.

- Facilitar el acceso de la maquinaria al despejar las calles.

**La época en que se puede realizar es:**

- Antes de que los pámpanos hayan caído.
- Si la intervención se realiza muy pronto tendremos que intervenir nuevamente más avanzado el crecimiento.
- Si la intervención se realiza muy tarde, los pámpanos han tomado ya una forma y disposición y la intervención puede provocar roturas de algunos de ellos.

**Formas para colocar la vegetación, mediante:**

- Alambres móviles, recogida de pámpanos, entutorado, hilos.
- Manual o mecánicamente.

**Efectos del tipo de conducción en el comportamiento del viñedo**

Cool climate, Variety Cabernet Franc, Rukuhia, New Zealand		
Treatment	Dense canopy (VSP)*	Open canopy (RT2T)*
Yield (t/ha)	15.8	29.4
Percent bunch rot	19	2
Wine pH	3.60	3.19
Wine colour density	3.0	7.0
Wine anthocyanins (mg/L)	160	165
Wine phenolics	22	24
Wine sensory score (ex 7)	3.5	5.1

*Wines produced from the open canopy of the RT2T has lower pH and improved sensory score despite higher yield. (From Smart et al. 1990)*

*\* VSP stands for Vertical Shoot Positioning and RT2T for Ruukura Twin Two Tier training systems. These are described later.*

Fig. 1 Influencia del tipo de conducción en el comportamiento de la variedad Cabernet Franc, bajo unas condiciones climáticas frías (Smart & Robinson, 1991).

Hot climate, Variety Shiraz, Angle Vale, Australia		
	Dense canopy	Open canopy (Genera Double Curtain)
Yield (t/ha)	22	27
Wine pH	3.96	3.49
Wine colour density (abs. unit)	2.7	4.3
Wine anthocyanins (mg/L)	280	390
Wine phenolics (abs. unit)	24	37
Wine sensory score (ex 20)	11.9	15.4

*Note that the dense canopy increased wine pH, and decreased colour, phenolics and wine sensory score. Despite a higher yield, the more open GDC canopy produced better wine composition and score.*

Figura 2: Influencia del tipo de conducción en el comportamiento de la variedad Shiraz, bajo unas condiciones climáticas calurosas (Smart & Robinson, 1991).

**■ IV. DESPUNTE**

Consiste en la eliminación de la parte terminal del pámpano, y sólo se denomina pinzamiento cuando afecta exclusivamente a la zona apical.

**Los objetivos del despunte pueden ser:**

- Ajustar la superficie foliar a los racimos.
- Inducir el crecimiento de los anticipados.
- Procurar armonía y homogeneidad en la vegetación.
- Modificar las condiciones microclimáticas de las cepas.
- Disminuir el corrimiento y mejorar el cuajado.
- Mantener erguido o semierguido el porte de los pámpanos y/o sarmientos en sistemas con vegetación libre.
- Aumentar el tamaño del fruto.
- Inducir el agostamiento.
- Permitir el control del vigor de las cepas.
- Permitir el paso de tractores y aperos.
- Evitar roturas provocadas por el viento.
- Facilitar tratamientos anticriptogámicos e incluso operaciones como la vendimia.

**Época de práctica del despunte:**

- Si se practica en época temprana en pámpanos en crecimiento activo se produce una parada temporal del crecimiento, suprimiendo la dominancia apical e induciendo el desarrollo de anticipados.
- Si se practica en una época tardía, cuando el crecimiento está ralentizado, no provoca anticipados o al menos los provoca en menor intensidad, pudiendo además mejorar el agostamiento de los pámpanos.

**Principios generales del despunte (Martínez de Toda, 1991):**

- El crecimiento, la producción y la actividad vegetativa dependen de la SUPERFICIE FOLIAR de la cepa.
- Se debe procurar siempre un microclima adecuado en el INTERIOR de la cepa.
- En la FLORACIÓN, el ápice compete con la inflorescencia por la captación de fotoasimilados.
- El despunte produce una parada temporal en el crecimiento del pámpano: desarrollo de los nietos.
- Cuanto más tarde se realice, más tiempo se detiene el crecimiento, más hojas se eliminan y más se debilita la cepa.
- Eliminar la menor cantidad de hojas posible compatible con la consecución del objetivo perseguido.
- Nunca se deben dejar menos de 8 a 10 hojas por encima del racimo más elevado.





## ■ V. DESNIETADO

Es una operación que consiste en la eliminación de los nietos o anticipados por su inserción.

**Los objetivos que se persiguen con el desnietado son:**

- Eliminar la competencia vegetativa y/o productiva.
- Facilitar la aireación y la insolación.
- Facilitar la mecanización, los tratamientos y la vendimia.

**La época en la que se realiza es:**

- Se debe tener en cuenta el tamaño y la posición de los nietos.
- Hacia floración o poco antes, y en ocasiones se recomiendan dos pases.

**Las aplicaciones que tiene el desnietado son:**

- Mantenimiento.
- Formación.

**Consideraciones a tener en cuenta cuando se practica el desnietado:**

- En mantenimiento es frecuente desnietar (2-4) por encima del último racimo o, en su caso, la zona de racimos.
- Muchas veces es complemento del despunte.
- Es muy laborioso.
- Posibilidad de la existencia de nietos en el dorso.
- Primer entrenudo del nieto largo: poco útil en pulgares, pero puede ser útil en varas.

**Formas de ejecutar el desnietado:**

- Manualmente.
- Retardantes, ej: PP333.

## ■ VI. DESHOJADO

Consiste en la eliminación de hojas; en general se aconseja y se practica sobre las hojas proximales del pámpano.

**Los objetivos del deshojado son:**

- Mejorar el microclima de los racimos y evitar problemas de podredumbres.
- Mejorar la eficacia de los tratamientos fitosanitarios.
- Adelantar la maduración por el soleamiento de los frutos.
- Facilitar las operaciones de cultivo, como por ejemplo la vendimia.

**Consideraciones a tener en cuenta cuando se realiza el deshojado:**

- La supresión prematura de hojas adultas repercute desfavorablemente sobre la producción.
- El deshojado de la zona de racimos, si se produce tres semanas antes de vendimia, no produce malos efectos ya que las hojas basales presentan una actividad fotosintética que es prescindible.
- Sin embargo, si se trata de luchar contra la podredumbre gris, un deshojado precoz puede ser aconsejable.
- En vendimia manual, el deshojado antes de la recolección aumenta el rendimiento de los vendimiadores de un 20 a un 40%.
- El deshojado puede incrementar la concentración de los azúcares como consecuencia de la pérdida de agua producida por el incremento de transpiración de la baya.
- El deshojado puede ocasionar disminución de la acidez, en particular del ácido málico, favorecida por un microclima más luminoso de los racimos.
- El color de las bayas puede tener respuestas variadas, incluso opuestas, al deshojado, según condiciones ambientales, variedades, etc.

El deshojado en general se practica en la zona de racimos, en las cuatro primeras hojas, y según exigencias se realiza desde después del cuajado, cuando las bayas están en tamaño de guisante, hasta el comienzo de la maduración. Se practica unilateral o bilateralmente, dependiendo del riesgo de podredumbre, la sensibilidad a la exposición directa de los racimos al sol, etc. El deshojado más eficaz es el manual, pero resulta costoso y laborioso: a máquina se obtienen resultados aceptables, dependiendo del tipo de máquina y de la conducción del viñedo; el químico mediante defoliantes se desaconseja, dado que no es selectivo.

**Efectos del deshojado en los azúcares y en la acidez**

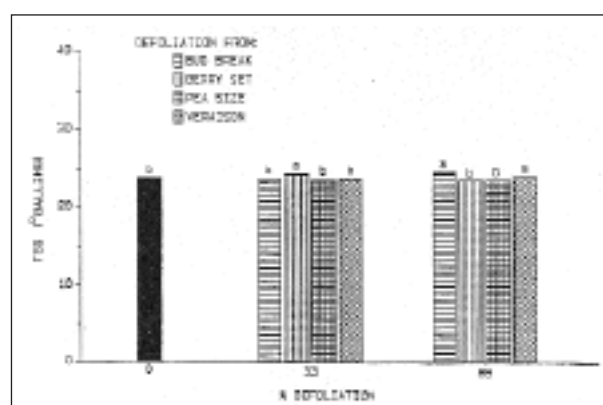


Fig. 3 Efectos del porcentaje de deshojado en la concentración de sólidos solubles (Hunter et al., 1991).

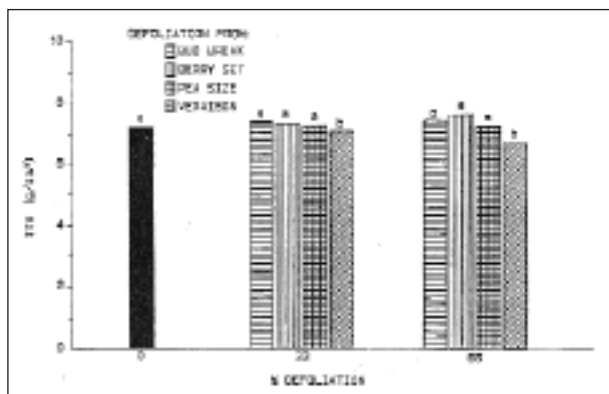


Fig. 4 Efectos del porcentaje de deshojado en la acidez total (Hunter et al., 1991).

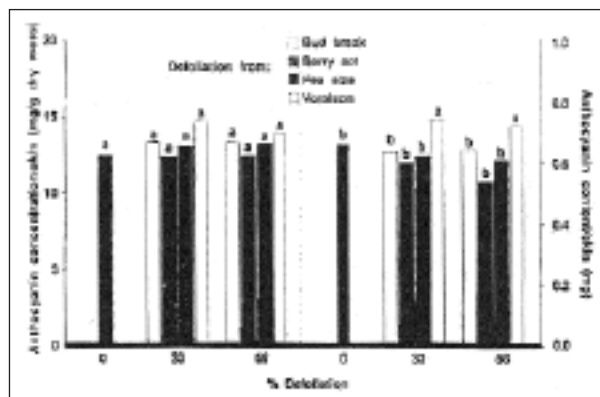


Fig. 7 Efectos del deshojado en la concentración de antocianos en hollejo por unidad de materia seca y en el contenido de antocianos por hollejo (Hunter et al., 1991).

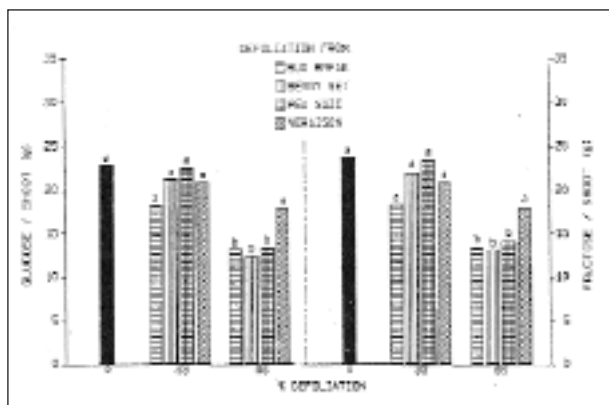


Fig. 5 Efectos del deshojado en la acumulación de fructosa y glucosa por pámpano (Hunter et al., 1991).

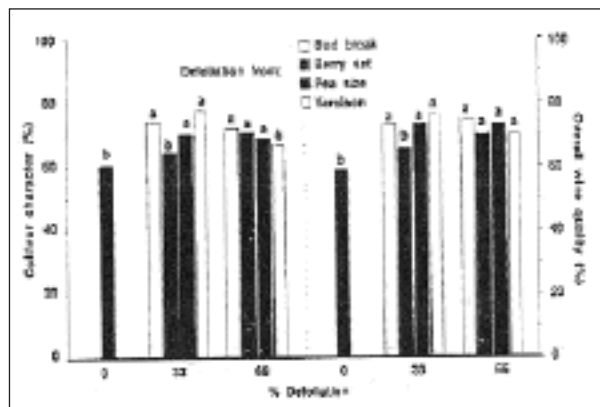


Fig. 8 Efectos del deshojado en la tipicidad y la calidad del vino (Hunter et al., 1991).

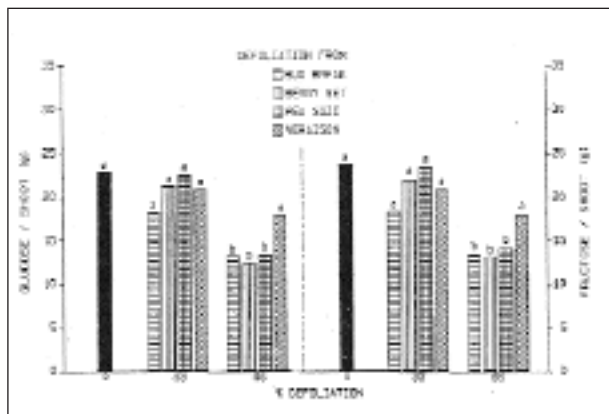


Fig. 6 Efectos del deshojado en la relación de acumulación de sólidos solubles y de acidez total por unidad de superficie foliar (Hunter et al., 1991).

Table 6. Incidence and severity of fruit bunch rots on Chardonnay and Riesling grapes as affected by leaf removal over three seasons in two vineyards.

Vineyard	Leaf removal	Incidence <sup>a</sup>			Severity <sup>b</sup>
		1987	1988	1989	1989
<b>Chardonnay</b>					
High-trained	No	35	17	58	15
	Yes	29	10	54	10
	t-test sig. <sup>c</sup>	ns	ns	ns	ns
Low-trained	No	42	13	30	6
	Yes	30	12	33	5
	t-test sig. <sup>c</sup>	ns	ns	ns	ns
<b>Riesling</b>					
High-trained	No	73	18	53	25
	Yes	54	8	46	17
	t-test sig. <sup>c</sup>	*	**	ns	*
Low-trained	No	82	19	37	5
	Yes	62	9	22	4
	t-test sig. <sup>c</sup>	**	ns	**	*

Fig. 9 Efectos del deshojado en la incidencia y gravedad de Botrytis, en distintos sistemas de conducción para las variedades Chardonnay y Riesling (Zoecklein et al., 1992).

## ■ VII. ACLAREO DE RACIMOS

Consiste en la eliminación de partes del racimo o de racimos completos.

### Los objetivos del aclareo de racimos son:

- Adaptar el número de racimos a la masa foliar y al vigor de la cepa.
- Regular la carga (de manera menos frecuente).
- Estimular la maduración de los racimos que permanecen.
- Facilitar la aireación y la penetración de la luz.
- Puede hacerse una supresión parcial de parte del racimo, normalmente de su extremidad, con el fin de reducir su compacidad y homogeneizar el grosor y el reparto de las bayas.

### Consideraciones a tener en cuenta en el aclareo de racimos:

- Se práctica en pámpanos con dos o más racimos, aclareándose uno o dos de ellos en parte o en todos los sarmientos. Se debe tener en cuenta que las relaciones de unos sarmientos, y de sus racimos, con los otros es muy escasa.
- La reducción del rendimiento es siempre inferior al nivel del aclareo, que suele oscilar del 25% al 50% de los racimos.
- Se práctica frecuentemente en zonas frías y/o con poca insolación, y puede practicarse en años en que las condiciones climáticas no permiten una correcta maduración de las variedades con rendimientos muy altos, y con el fin de adelantar la vendimia.

### Época de realización del aclareo de racimos:

- Depende del objetivo y de las condiciones, pero suele recomendarse tras el cuajado. Normalmente se realiza el aclareo antes de iniciar la maduración, desde dos a tres semanas antes del envero hasta el final de la misma.
- No se realiza excesivamente pronto para que la presencia de todos los racimos sirva para estimular la actividad fotosintética a través de las relaciones fuente/sumidero (hojas/frutos).

### Efectos del aclareo de racimos:

- Provoca el aumento del tamaño de la baya.
- Mejora la maduración.

### Formas de ejecutar el aclareo de racimos:

- Manualmente cortando los racimos por el pedúnculo.
- La aplicación del ácido giberélico es eficaz, en el caso de uva de mesa, tanto por la disminución del número de bayas como por el alargamiento de los pedicelos que las soportan.

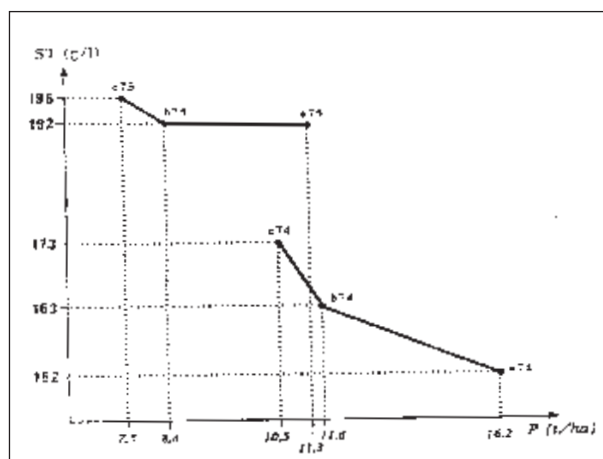
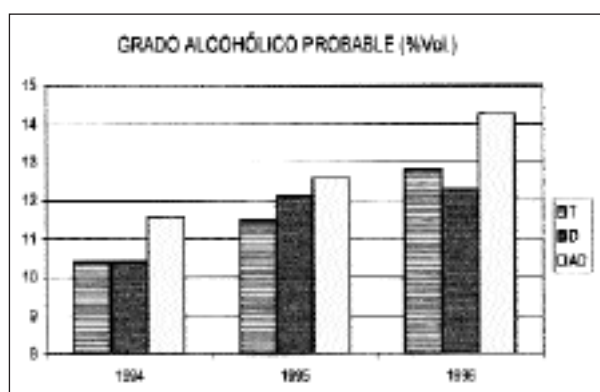
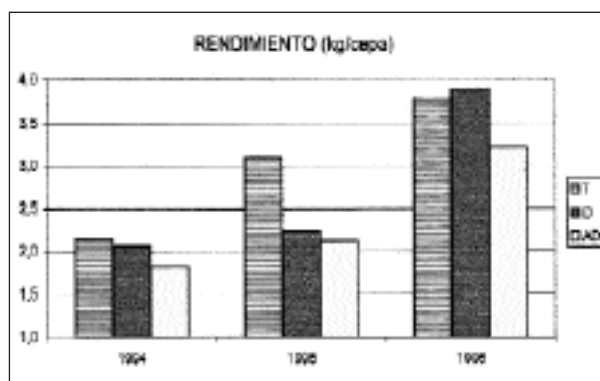


Fig. 10 Efectos del aclareo de racimos en la disminución de la producción y en la concentración de sólidos solubles totales (Carbonneau et al., 1977).

PARÁMETROS	T	RT	RAC
Grado alcohólico	12.85	12.80	14.60
Acidez total (g/l)	4.56	4.53	4.29
pH	3.66	3.71	3.93
Ac. málico (g/l)*	2.02	2.08	2.31
Ac. tartárico (g/l)	2.07	1.94	1.77
K (ppm)	1220	1306	1771
Antocianos (mg/l)	707	633	995
Abs 280 nm	57.8	53.8	70.5
L.C.	7.05	5.9	9.22
Tonalidad	0.57	0.59	0.64

Fig. 11 Composición analítica de los vinos según el régimen hídrico y el aclareo de racimos en 1994-95 (García-Escudero et al., 2000).



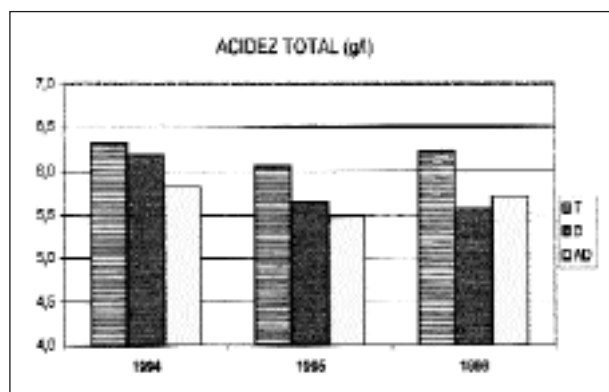


Fig. 12 Efectos del aclareo de racimos y de su combinación con el deshojado (Yuste et al., 2001).

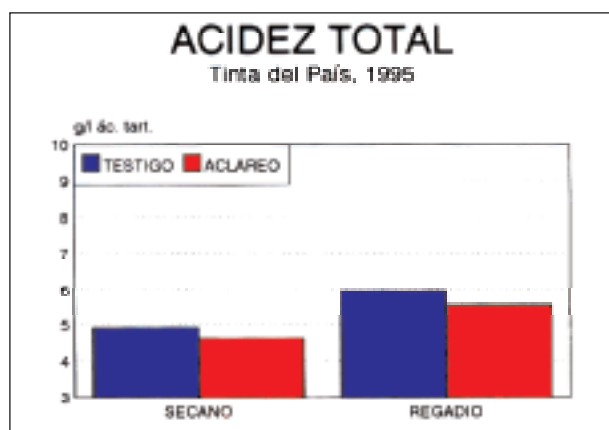
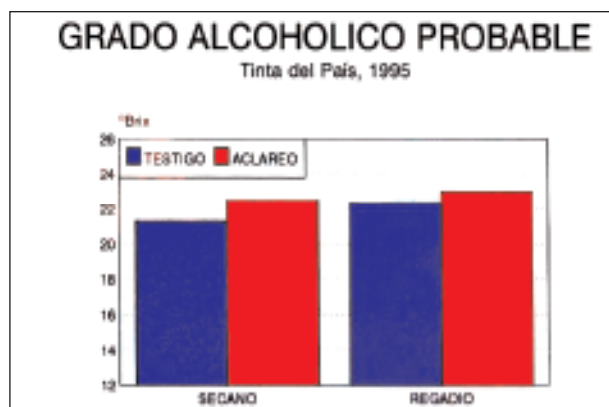
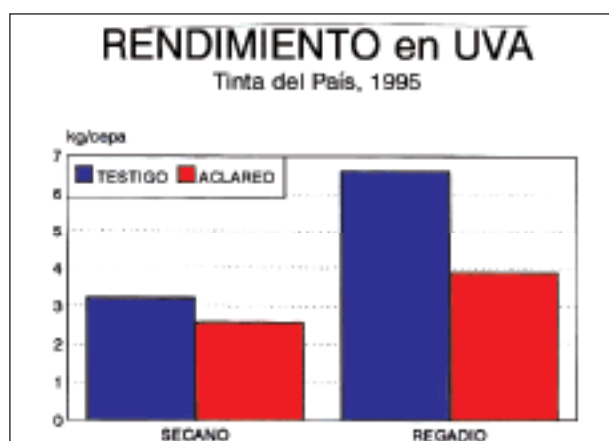


Fig. 13 Efectos del aclareo de racimos en dos regímenes hídricos (Yuste et al., 1997).

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Carbonneau, A., Ph. Leclair, P. Dumartin, J. Cordeau, C. Roussel. 1977. Etude de l'influence du rapport "partie végétative/partie productive" sur la production et la qualité des raisins. *Connaissance Vigne et Vin*, 11(2): 105-130.
- García-Escudero, E., R. López, P. 2000. Santamaría, O. Zaballa. Control de rendimiento en viñedos conducidos en régimen de riego localizado. *Viticultura/Enología Profesional*, 69.
- Hunter, J.J., O.T. De Villiers, J.E. Watts. 1991. The effect of partial defoliation on quality characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon grapes. I. Sugars, acids, and pH. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 12(1): 42-50.
- Martínez de Toda, F. 1991. *Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura*. Madrid. Mundi-Prensa (Ed). pp. 292-293.
- Smart, R., M. Robinson. 1991. *Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management*. Adelaide. Winetitles (Ed). pp. 69.
- Yuste, J., J.A. Rubio, P. Baeza, J.R. Lissarrague. 1997. Aclareo de racimos y régimen hídrico: efectos en la producción, el desarrollo vegetativo y la calidad del mosto de la variedad Tempranillo conducida en vaso. *Viticultura/Enología Profesional*, 51: 28-35.
- Yuste, J., J.A. Rubio, P. Baeza, J.R. Lissarrague. 2001. Efectos del deshojado y de su combinación con el aclareo de racimos en los componentes básicos de la producción y del mosto, sobre cv. Tempranillo en la Ribera del Duero. *La Semana Vitivinícola*, 2842: 246-255.
- Zoecklein, B.W., T.K. Wolf, N.W. Duncan, J.M. Judge, M.K. Cook. 1992. Effects of fruit zone leaf removal on yield fruit composition, and fruit rot incidence of Chardonnay and White Riesling (*Vitis vinifera* L.) grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 43(2): 139-148.



# EL CLIMA Y EL SUELO EN LA D.O. RIBERA DEL DUERO

JOSÉ CARLOS ÁLVAREZ RAMOS

Ingeniero Agrónomo - Enólogo  
DIRECTOR GERENTE C.R.D.O. RIBERA DEL DUERO

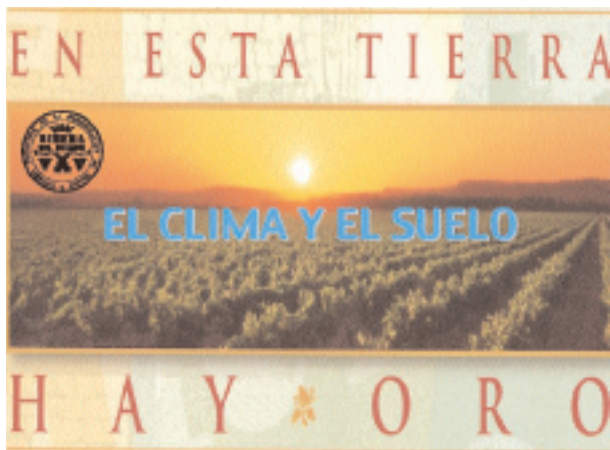
Solo una tierra noble y generosa puede ser cuna de un vino como el nuestro:  
**Ribera del Duero**

EN ESTA TIERRA



HAY ORO

CONSEJO REGULADOR D.O. "RIBERA DEL DUERO"



## CLIMATOLOGÍA

RIBERA DEL DUERO: El clima dentro hay oro



## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

RIBERA DEL DUERO: El clima dentro hay oro



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RIBERA DEL DUERO: El clima dentro hay oro

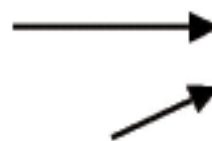
- **EL CLIMA**
- ELEMENTOS CLIMÁTICOS
- INDICES BIOCLIMÁTICOS.
- EFECTOS DEL CLIMA
- **EL SUELO.**
- FACTORES EXTRÍNSECOS.
- LOS TIPOS DE SUELOS.
- FACTORES INTRÍNSECOS
- EL TERRUÑO O TERROIR
- EFECTOS DEL SUELO



## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

RIBERA DEL DUERO: El clima dentro hay oro

5,0 a 7,0 m/s





## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

### TEMPERATURA

Las medidas de las temperaturas críticas oscilan entre los -2º C y los 38º C.

El mantenimiento de altas temperaturas seguidas de un alto fotoperíodo desde el mes de Mayo hasta mediados de Septiembre, favorecen la maduración y el cuajado de las uvas.

TEMPERATURAS	
Temperatura máxima absoluta	= 43,1 C.
Temperatura media de las máximas absolutas	= 36,9 C.
Temperatura media de máximas	= 33,8 C.
Temperatura media	= 18,4º C.
Temperatura media de las mínimas	= 4,38 C.
Temperatura media de las mínimas absolutas	= -10,4º C.
Temperatura mínima absoluta	= -18,0º C.



## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

### TEMPERATURA

#### EFFECTOS DE LA ALTERNANCIA DE TEMPERATURAS DESDE EL PROCESO DE VENDIMIA A LA CAÍDA DE LA HOJA

El descenso de las temperaturas nocturnas producidas a finales de Septiembre y Octubre ocasionan:

- Incremento de la fijación POLIFENÓLICA en los procesos de maduración.
- Pronta acumulación de horas frío, ralentizando algunas funciones metabólicas (sobremaduración).
- Posibilitan un período de poda mas amplio.



## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

### HELDAS PRIMAVERALES

SE CONSIDERA HELADA CUANDO LA TEMPERATURA DESCIENDE POR DEBAJO DE 0º C.

Primera helada año medio = 1 de noviembre.  
 Última helada año medio = 6 de abril.  
 Primera helada año extremo = 29 de septiembre.  
 Última helada año extremo = 26 de mayo. 1974



## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

### HELDAS PRIMAVERALES

→ Afecciones producidas por las heladas primaverales

Cuando la temperatura de la planta desciende por debajo del punto de congelación celular, se producen dos fenómenos:

#### 1º- MODIFICACIONES QUÍMICAS IRREVERSIBLES DEL PROTOPLASMA Y RUPTURA DE LA MEMBRANA PROTOPLASMÁTICA.

Si el descenso de temperatura es gradual el hielo se forma lentamente, asegurando la protección celular. Si por el contrario, el descenso es brusco, la deshidratación es muy fuerte lo que produce la muerte de las células.



## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

### HELDAS PRIMAVERALES

→ Afecciones producidas por las heladas primaverales

Cuando la temperatura de la planta desciende por debajo del punto de congelación celular, se producen dos fenómenos:

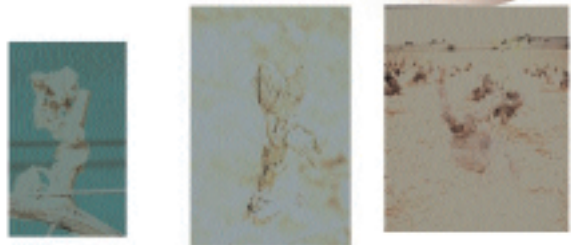
#### 2º- MODIFICACIONES MECÁNICAS: SEPARACIÓN INTERCELULAR A NIVEL DE LA LÁMINA MEDIA, RUPTURA DE MEMBRANAS ESQUELÉTICAS, FORMACIÓN DE CAVIDADES Y CONGELACIÓN CELULAR.

Debido al aumento de volumen que acompaña a la transformación de agua en hielo, las células se separan a nivel de la lámina media, se aplastan, se rompen las membranas esqueléticas y se forman grandes cavidades. Finalmente el aumento de la presión de hielo conduce a la inoculación de las células vecinas por trozos de hielo y a la congelación intracelular.



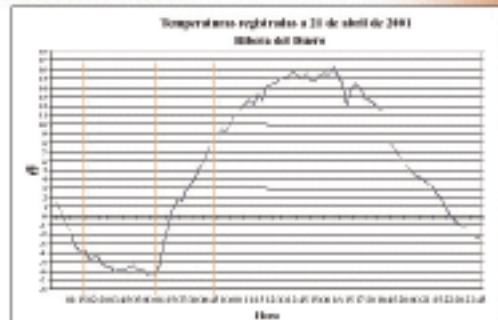
## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

### HELDAS PRIMAVERALES



## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

### HELDAS PRIMAVERALES



## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

### HELDAS PRIMAVERALES

#### PRECIPITACIÓN

Precipitación = 518 mm  
 Días de lluvia = 83  
 Días de nieve = 8  
 Días de granizo = 3

#### BALANCE DE HUMEDAD

Evapotranspiración del viñedo = 645 mm/año

	Jul.	Agos.	Sep.
Déficit hídrico =	-46	-72	-47 (mm)





## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

### CONDICIONES DE ARIDEZ



$P < 2T$  = Mes seco       $2T < P < 3T$  = Mes subseco

16



## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

### EFECTOS DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS

- ▀ Pérdida de elementos minerales por lavado y percolación a capas más bajas.
- ▀ Pérdida de suelo fértil por escorrentía.
- ▀ Aumento de la presencia de hongos causantes de enfermedades de raíz. ( Armillaria melia )
- ▀ Asfixia radicular en encharcamientos prolongados.
- ▀ Dificultad de acceso y ejecución de labores.
- ▀ Aumento del riesgo de otras enfermedades fúngicas: Eutipiosis, Yesca etc.
- ▀ Proliferación de malas hierbas.



## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

### EFECTOS DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS



## ELEMENTOS CLIMÁTICOS

### EFECTOS DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS

#### GRANIZO



#### QUEMADURA SOLAR



## CLIMATOLOGÍA

### CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

PAPADAKIS = Mediterráneo templado cálido y seco.  
 UNESCO - FAO = Invierno moderado.  
 Clima monacónico.  
 Mesomediterráneo acentuado.  
 THORNTHWAITE = Seco-subhúmedo, Mesotérmico  
 CIBJ52b2  
 L. EMBERGER = Semárido.  
 LANG = Zona árida.  
 MAITONNE = Etapas y países secos mediterráneos.  
 DANTIN-REVENGA = Zona semárida.

20



## CLIMATOLOGÍA

### -PRIMAVERA:

Comportamientos invernales alterados con otros propios del estío.  
 Abundantes borrascas de procedencia atlántica.

### -VERANO:

Período muy seco, soleado y bochornoso, con precipitaciones en forma tormentosa.

### -OTOÑO:

Incierto, de menos de dos meses de duración.

Las lluvias otoñales traen un enfriamiento general y abren las puertas de las primeras heladas invernales a finales del mes de Octubre.

### -INVIERNO:

Abundantes nieblas matinales y bajas temperaturas.  
 Largo duración por su acusada aridez.



## CLIMATOLOGÍA

### EFECTOS DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS

#### FECHAS DE FLORACIÓN, ENVERO Y RECOLECCIÓN

	(día del año)		
	Floración	Envero	Recolección
Aranda de Duero	170	236	286
Gumiel de Mercado	170	236	286
Roa de Duero	172	237	288



## EL SUELO

### EFECTOS DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS





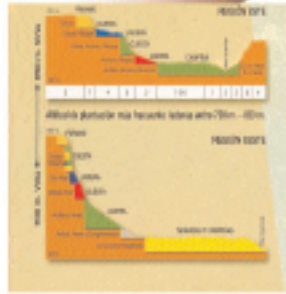
## EL SUELO

### FACTORES EXTRÍNSECOS

La Ribera del Duero pertenece a la gran meseta septentrional española, formada por un gran depósito antiguo arrasado y, en parte, recubierto por sedimentos terciarios.

El mayor volumen de estos sedimentos está constituido por capas más o menos lentilares de arenas limosas o arcillosas.

Destaca la alternancia de capas tanto de calizas como de margas e, incluso de concreciones calcáreas.



## EL SUELO

### FACTORES EXTRÍNSECOS

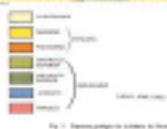
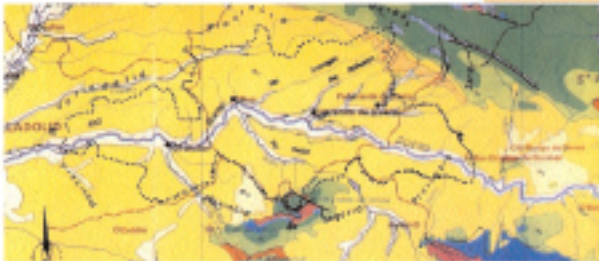
La cuenca ribereña, formada durante el Mioceno, presenta niveles horizontales, suavemente ondulados, limitados por la erosión diferencial y convertidos hoy al estado de planiflora.

El relieve de la zona oscila entre las lomas interfluviales, con cotas de 911 metros y los valles, con una altura topográfica situada entre los 750 y los 850 m.



### FACTORES EXTRÍNSECOS

## EL SUELO



26



## EL SUELO

### FACTORES EXTRÍNSECOS

Se definen como todos aquellos que limitan e impiden el desarrollo del sistema radicular:

- Profundidad de suelo
- Pendiente/estabilidad
- Granulometría.
- Consistencia y compactación.
  - Caliza activa
  - Salinidad
  - Hidromorfismo



## EL SUELO

### FACTORES EXTRÍNSECOS

#### NAPLESERALE:

Espesor útil superior a 60 cm.

Horizonte B fértil

Caliza activa mínima



## EL SUELO

### FACTORES EXTRÍNSECOS

#### XEROCHEPE:

Espesor útil variable 40-100cm

Escaso horizonte fértil.

Caliza activa próxima a capas superficiales



## EL SUELO

### FACTORES EXTRÍNSECOS

#### HIDROMORFISMO:

Nivel freático próximo a 40 cm



## EL SUELO

### FACTORES EXTRÍNSECOS

#### ALIMENTACIÓN HÍDRICA

$$\text{Humedad del suelo} = \text{APORTES} - \text{PÉRDIDAS}$$

LLUVIAS  
HIDROLOGÍA SUBTERRANEA  
RIEGOS  
ROCÍOS



ESCORRENTÍAS  
EVAPOTRANSPIRACIÓN

SUELO Agente regulador:

Textura,  
Estructura  
Porosidad  
Profundidad

31

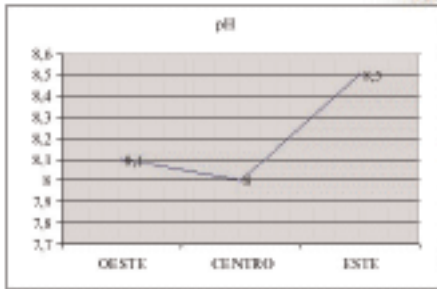




**EL SUELO**

FACTORES BIOTECNOLÓGICOS

**FERTILIDAD**



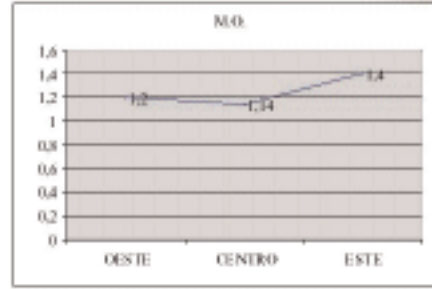
32



**EL SUELO**

FACTORES BIOTECNOLÓGICOS

**FERTILIDAD**



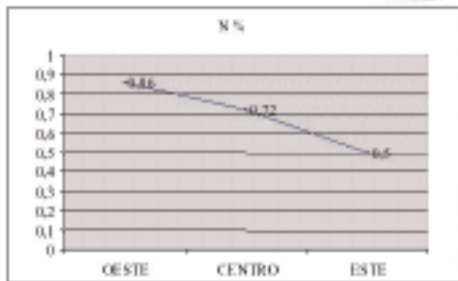
36



**EL SUELO**

FACTORES BIOTECNOLÓGICOS

**FERTILIDAD**



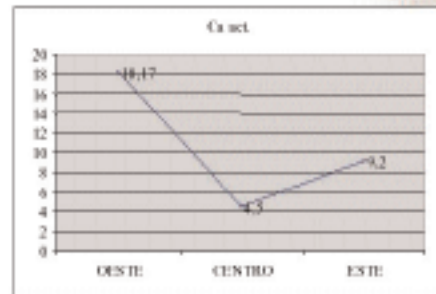
33



**EL SUELO**

FACTORES BIOTECNOLÓGICOS

**FERTILIDAD**



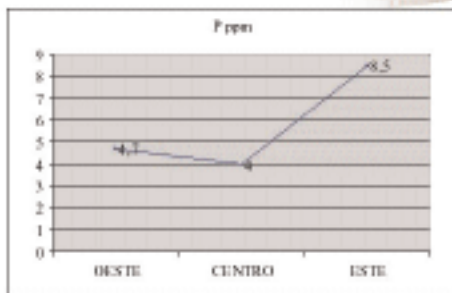
37



**EL SUELO**

FACTORES BIOTECNOLÓGICOS

**FERTILIDAD**



34



**LA VEGETACIÓN**

BIODIVERSIDAD

**CLASIFICACIÓN**

La "Ribera del Duero" se encuentra dentro de la provincia **CLUSTERO-MEDITERRANEO-IBERICA** perteneciente a la región mediterránea, sector **CLUSTERO-MEDITERRANEO** (zona templada, T1C).

Clasificación de los tipos biológicos en Fitosociología: **PRIS-SIPBA-SIPBA-IBER** (zona templada, T1C).

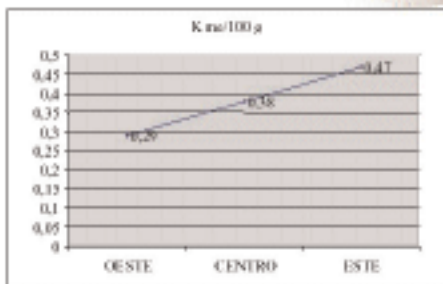
Elemento	Descripción
Enesares	Quercus ilex, Quercus robur, Quercus agrifolia
Espirales de rosales	Rosa canina, Rosa agrioides, Rosa lucida
Matorral	Rhamnus alaternus, Rubus fruticosus, Juniperus sibirica
Tornabares	Ulmus campestris, Ulmus minor
Pantanos	Phragmites australis, Carex flacca



**EL SUELO**

FACTORES BIOTECNOLÓGICOS

**FERTILIDAD**



35



**CONCEPTO GLOBAL**

EL CONCEPTO DE TERROIR



# LA VIÑA: VITICULTURA PRÁCTICA

JOSÉ CARLOS ÁLVAREZ RAMOS

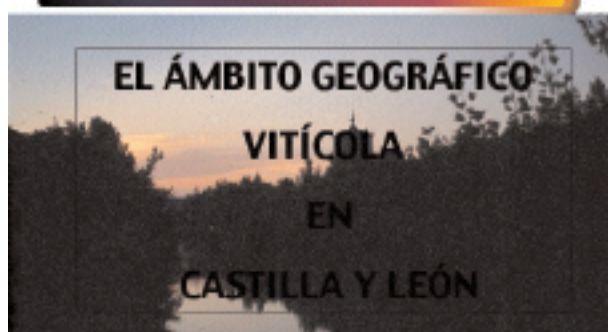
Ingeniero Agrónomo - Enólogo

DIRECTOR GERENTE C.R.D.O. RIBERA DEL DUERO

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

- ÁMBITO GEOGRÁFICO.
- LAS VARIEDADES.
- EL CICLO DE LA VID.
- PLANTACIÓN.
- ABONADOS.
- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN.
- OPERACIONES EN VERDE.
- MANEJO DEL SUELO.
- VENDIMIAS.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS



## ÁMBITO GEOGRÁFICO



## HISTORIA



## HISTORIA

La unión de la viña y el vino con la Ribera del Duero data de hace más de 2000 años, como se demuestra en los mosaicos romanos encontrados en Baños de Valdearados cuyo personaje central es el dios Baco.



Sin embargo, es en pleno medievo, entre los siglos X y XI, cuando esta temprana vinculación se consolida con la aparición de los núcleos de población.

## HISTORIA

Los primeros vinos históricos de León y la vieja Castilla, son los de Sahagún s. IX y Agallor de Campos.

En los siglos XVI y XVII el vino de Toro es el que adquiere mayor difusión en España





## HISTORIA



... A finales del siglo XIX la filoxera amasa los viñedos de toda España. En 1908, el Consejo de Agricultura de Soria distribuye portainjertos americanos a los cosecheros de la zona.

## LAS VARIETADES



## POTENCIAL VARIETAL

### CARACTERÍSTICAS Y POTENCIAL VITIVINÍCOLA DE LAS VARIETADES MAS IMPORTANTES EN CASTILLA Y LEÓN

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| 1.- Tinto Fino.         | 7.- Malvasía.       |
| 2.- Cabernet Sauvignon. | 8.- Palomino.       |
| 3.- Merlot.             | 9.- Verdejo.        |
| 4.- Malbec.             | 10.- Viura.         |
| 5.- Garnacha Tinta.     | 11.- Tinta de Toro. |
| 6.- Albillo.            | 12.- Juan García.   |

## POTENCIAL VARIETAL: Variedades

### TINTO FINO:

#### Otras apelaciones:

Tiño Fino, Tempranillo, Tinto Madrid, Tinto Aragonés, Cencibel, Uva de Uva, Tinto de Toro.

#### Características vitícolas:

Excepcional adaptación.

Seva peculiar cerrado, ovais, analista-vellada. Racinos compactos de doble hembra y tamaño medio. Madurez tardía.

#### Características organolépticas:

Vinos de fuerte coloración violeta, destacan aromas a mora que se combinan con otros frutos negros de la esca. Tánico estructural a dulce en sobremadurez días, acidez media.



## POTENCIAL VARIETAL: Variedades

### CABERNET SAUVIGNON:

#### Otras apelaciones:

Caberné, Francés, Denico Negro.

#### Características vitícolas:

Adaptación buena.

Seva peculiar abierto en U, ovais poco analista-vellada. Racinos pequeños y compactos con hojas pequeñas ovólicas. Madurez tardía.

#### Características organolépticas:

Vinos de alta acidez, destacan aromas pimienta verde, que pasan a frutos negros en sobremadurez. Tánico acido.



## POTENCIAL VARIETAL: Variedades

### MERLOT:

#### Otras apelaciones:

Merli, Alcaide, Plant Negro.

#### Características vitícolas:

Adaptación media, difícil cultivo escasa producción.

Hojas medianas de seva peculiar abierta, ovais analista y pedicelo y labra. Racinos medios y sencillos de buena madurez. Madurez tardía.

#### Características organolépticas:

Vinos de acidez media, destacan aromas de fruta negra conjugada con matices de frutos secos. Tánico medio.



## POTENCIAL VARIETAL: Variedades

### MALBEC:

#### Otras apelaciones:

Uva de Perillo, Bepere, Financera, Omea Rouge.

#### Características vitícolas:

Adaptación media, difícil madurez, escasa producción.

Hojas muy grandes orbiculares de seva peculiar de bordes traquetos y ovais analista en ovais. Racinos medios sencillos de pedunculado y pedicelo rubros y bonos pequeños. Madurez tardía.

#### Características organolépticas:

Vinos de acidez muy alta media, destacan aromas de fruta negra conjugada a cosecha de frutos secos. Tánico medio.



## POTENCIAL VARIETAL: Variedades

### GARNACHA TINTA:

#### Otras apelaciones:

Alcaide Tinta, Garnacha Tinto, Girocort, Maxera, Redonda, Tardía Tardana, negra.

#### Características vitícolas:

Adaptación muy buena, difícil madurez, alta producción, hoja grande.

Hojas grandes orbiculares con sevas peculiar fuertemente abierto en V. Racinos y pedicelos verdes, sencillos medios, compactos de madurez muy tardía.

#### Características organolépticas:

Vinos aromáticos en los que predominan la fruta madura, de escasa coloración y acidez alta. Tánico medio. Potencial oxidativo alto.



**POTENCIAL VARIETAL: Variedades**

**ALBILLO:**

Otras apelaciones:

Bianca del país, Blanco fino, Verdal, Albarín blanco, Acerba, Temprano, Blanco Ribera.

Características vitícolas:

Adaptación muy buena, pronta maduración, media producción, grado medio como variedad blanca.

Porta erguido, color de la epidermis amarillo pálido. Hojas cordiformes de una peciolar frecuentemente alado en U. Nervio anulado, de nervios sencillos y pedicelo glabro.

Racimos medios, sencillos con bays durados de piel muy fina.

Características organolépticas:

Vinos aromáticos en los que predominan las frutas de pepita, y bays, manzana y melocotón, de color muy sutil entre el amarillo paja pálido y el pálido acorado, acidez media.



**POTENCIAL VARIETAL: Variedades**

**VIURA:**

Otras apelaciones:

Bianca de Aragón, Alcañal, Macabeo, Parragón, Perpiñan.

Características vitícolas:

Adaptación muy buena, pronta maduración, alta producción, grado alto como variedad blanca.

Racimos grandes orbiculares, seno peciolar en U cerrada, nervio anulado y velludo, pedicelo glabro.

Racimos de tamaño grande, alados y muy compactos.

Bays muy esféricas.

Características organolépticas:

Vinos aromáticos en los que predominan aromas de fruta madura, color pálido amarillo paja, acidez alta.



**POTENCIAL VARIETAL: Variedades**

**VERDEJO:**

Otras apelaciones:

Alcañal, Verdal del País, Verdeja, Copa de Madridal

Características vitícolas:

Adaptación muy buena, pronta maduración, alta producción, grado medio como variedad blanca.

Hojas más bien pequeñas, orbiculares, seno peciolar abierto, nervio anulado y pedicelo glabro.

Racimos pequeños, sencillos, de pedicelo muy corto y bays pequeñas, esféricas, con alto contenido de granos.

Características organolépticas:

Vinos muy aromáticos en los que predominan las frutas de pepita, y bays, manzana y melocotón pero en la de embudo en retrogrado, de color muy sutil entre el amarillo paja pálido y el pálido acorado, acidez media.



**POTENCIAL VARIETAL: Variedades**

**Tinta de Toro:**

Otras apelaciones:

Tinto País, Tempranillo, Tinto Madrid, Tinto Aragón, Cencibel, Unión Negro, Tinta de Toro.

Características vitícolas:

Especial adaptación.

Seno peciolar cerrado, nervio anulado-velludo. Racimos compactos de doble husillo y tamaño medio. Madurez tardía.

Características organolépticas:

Vinos de fuerte coloración violácea, destacan aromas a mora que se combinan con otros frutos negros de bosque, sensaciones herbáceas de retrogrado. Tánico estructurado a dulce en sobremaduración, acidez media.



**POTENCIAL VARIETAL: Variedades**

**MALVASIA:**

Otras apelaciones:

Aral, Baa palomija, ojal, Veranoalbas.

Características vitícolas:

Adaptación muy buena, pronta maduración, media producción, grado alto como variedad blanca.

Hojas más grandes, pentagonales, seno peciolar cerrado, nervio poco anulado y pedicelo glabro.

Racimos medios y compactos, de pedicelo corto y bays grandes duradas que carecen de alca.

Maduración tardía

Características organolépticas:

Vinos muy aromáticos en los que predominan las frutas de pepita, manzana con melocotón, de color medio entre el amarillo paja y el pálido, acidez media.



**POTENCIAL VARIETAL: Variedades**

**Juan García:**

Otras apelaciones:

Malvasia negra.

Características vitícolas:

Especial adaptación.

Seno peciolar abierto, nervio anulado-velludo. Hojas orbiculares, racimos compactos de tamaño medio. Madurez irregular.

Características organolépticas:

Vinos de capa media, destacan aromas a frutos secos y tostados que se combinan con frutas maduras de la gama de la baya. Tánico estructurado y acidez media alta.



**POTENCIAL VARIETAL: Variedades**

**PALOMINO FINO:**

Otras apelaciones:

Características vitícolas:

Adaptación muy buena, pronta maduración, media producción, grado alto como variedad blanca.

Hojas pequeñas, pentagonales, seno peciolar en U abierto, nervio y nervios anulados, pedicelo glabro.

Racimos de tamaño y albars medianos, bays de tamaño medio y duradas.

Características organolépticas:

Vinos poco aromáticos en los que predominan aromas de fruta madura, color medio amarillo paja, acidez baja.



**EL CICLO DE LA VIDA**





## EL CICLO DE LA VID



## TÉCNICAS VITÍCOLAS



## OPERACIONES PREVIAS

### PREPARACIÓN DEL TERRENO

- Eliminar los restos de vegetación de cultivos anteriores.
- Tratar el suelo.
- Realizar labores de subsolado.
- Apartar los comederos orgánicos necesarios.
- Apartar los abonos de fosforación necesarios.
- Realizar labores de desfondado.
- Realizar avances parciales a esteado (truncado).
- Combatir parásitos del viento (gusanos, miriápidos).
- Realizar labores de cultivador con el fin de preparar el lecho de plantación.
- Preparar el sistema de riego si se va a instalarlo.



## OPERACIONES PREVIAS

### LA IMPORTANCIA DEL DESFONDO - SUBSOLADO

- Mover el suelo a una profundidad suficiente para favorecer la colonización del sistema radicular.
- Aumentar la capacidad de campo del suelo (almacenamiento de agua, sobre todo en zonas expuestas a la sequía donde la viabilidad de la plantación durante los primeros años es difícil).
- Aumentar la porosidad del suelo, reduciendo los riesgos de asfixia radicular.
- Eliminar compactaciones producidas por aperos en cultivos anteriores.
- Mejorar la estructura del suelo.
- Favorecen la aplicación de abonos y enmiendas orgánicas, mejorando la población microbiológica beneficiosa del suelo.

## OPERACIONES PREVIAS

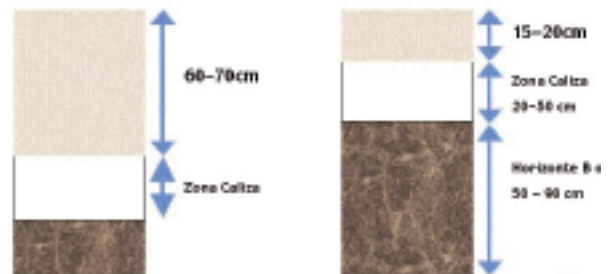
### DESFONDO - SUBSOLADO



20

## OPERACIONES PREVIAS

### Cuando NO se debe realizar el desfondado



## OPERACIONES PREVIAS

### PREPARACIÓN DEL TERRENO

### IMPORTANCIA DE LA DESINFECCIÓN DE SUELOS



## OPERACIONES PREVIAS



## OPERACIONES PREVIAS

### ABONADO ORGÁNICO

#### IMPORTANCIA DE LAS ENMIENDAS ORGÁNICAS

La materia orgánica es un elemento esencial basado en la materia de los suelos de los viñedos. La mineralización de los materiales orgánicos vitícolas puede ser muy variable (Bárceles, et al., 2009), según, aguas residuales, compost, etc.

#### EL DESFONDE ES LA OCASIÓN DE APORTAR AL SUELO ESTAS MATERIAS

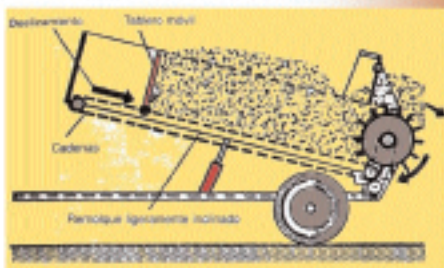
La época de aplicación del estiércol debe estar comprendida entre 2 y 4 meses antes de la plantación.

Aportación en: antes de la plantación:  
30 a 40 t/ha  
Cada 4 años: 20 a 25 t/ha

Formas de aplicación:  
Antes de la plantación con remolque esparcedor  
Después de la plantación:  
Dolizos al ras del suelo  
Remolques esparcedores que se usan en pace de cultivo

## OPERACIONES PREVIAS

### ABONADO ORGÁNICO



NECESARIA LABOR DE ARADA POSTERIOR

## OPERACIONES PREVIAS

### ABONADO ORGÁNICO



34

## ABONADO

### EL ABONO MINERAL

#### LOS ABONADOS MINERALES

- El conjunto de raíces, tronco y brazos de una cepa constituyen una importante cantidad de reservas que amortiguan la respuesta al abonado.
- La naturaleza del portainjerto es de gran importancia a la respuesta de la planta al abono.
- La respuesta de un viñedo a la fertilización es consecuencia directa de la "carga" = NP de yemas == NP de brotes == NP de racimos

## ABONADO

### EL ABONO MINERAL

#### LOS ABONADOS MINERALES

- La fertilización no solo actúa sobre la cosecha actual, sino que actúa intensamente sobre la formación de yemas fructíferas y sobre la acumulación de reservas para las siguientes fructificaciones.
- La falta de agua y la composición del suelo son frecuentemente los factores limitativos de la respuesta de la planta al abonado.



## ABONADO

### EL ABONO MINERAL

#### LOS ABONADOS MINERALES

DOSIS ORIENTATIVAS PRODUCCIÓN DE 6000 kg/ha

Nitrógeno N 40-50 kg/ha  
Fósforo P 20-30 kg/ha  
Potasio K 30-100 kg/ha



La problemática del Potasio en la Cuenca del Duero

## PLANTACIÓN

### SISTEMAS DE PLANTACIÓN

#### INYECCIÓN DE AGUA POR MEDIO DE LANZAS HIDRÁULICAS



## PLANTACIÓN

### SISTEMAS DE PLANTACIÓN

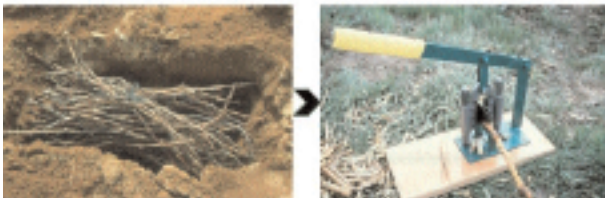
#### PLANTADORA GUIADA POR LASER





**PLANTACIÓN**

**EL INJERTO**



**PLANTACIÓN**

**EL INJERTO**

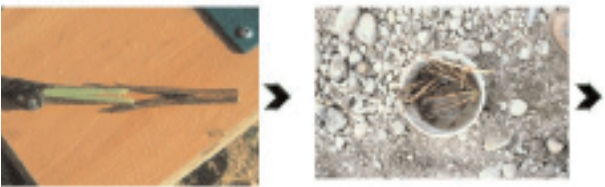


INSERCIÓN DE LA PUA

ATADO

**PLANTACIÓN**

**EL INJERTO**



**PLANTACIÓN**

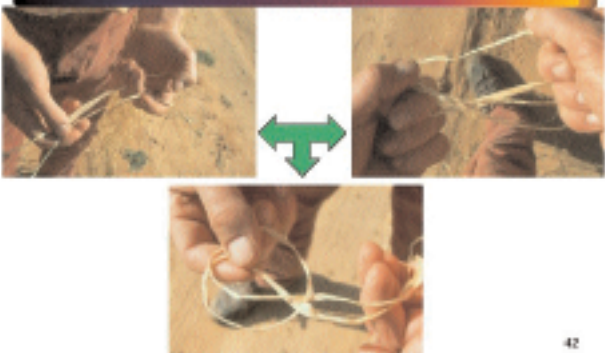
**EL INJERTO**



45

**PLANTACIÓN**

**EL INJERTO**



42

**SISTEMAS DE CONDUCCIÓN**

**LA PODA EN VASO**



**PLANTACIÓN**

**EL INJERTO**



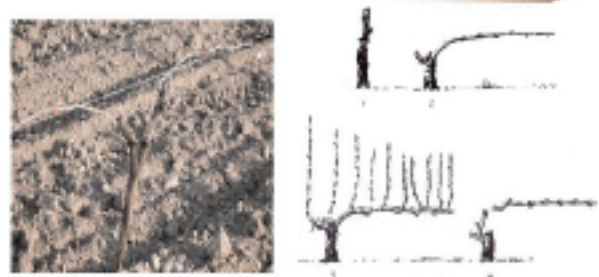
DESCALZAR Y DESCABERAR

EJECUCIÓN DEL CORTE

43

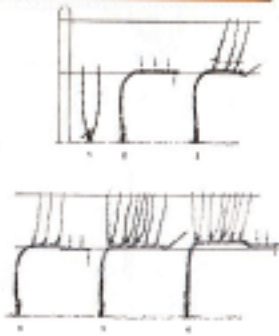
**SISTEMAS DE CONDUCCIÓN**

**PODA EN ESPALDERA-GUYOT**



### SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

#### PODA EN ESPALDERA. CORDÓN



### SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

#### MECANIZACIÓN DE LA PODA



53

### SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

#### PODA EN ESPALDERA. CORDÓN VERTICAL



Cordón vertical

49

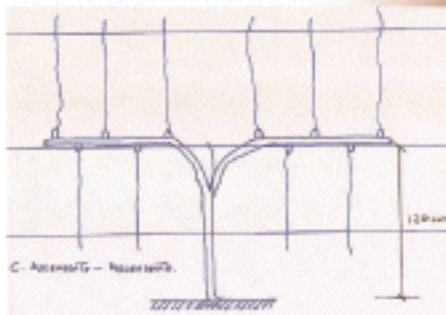
### SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

#### MECANIZACIÓN DE LA PODA



### SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

#### PODA EN ESPALDERA. CORDÓN ASCENDENTE DESCENDENTE



C. Ascendente - descendente

50

### SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

#### MECANIZACIÓN DE LA PODA



### SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

#### MECANIZACIÓN DE LA PODA



### OPERACIONES EN VERDE

#### DESPUNTADO





### OPERACIONES EN VERDE

#### DESHOJADO



56

### OPERACIONES EN VERDE

#### ACLAREO DE RACIMOS



### MANEJO DEL SUELO

#### CULTIVADOR



#### PULVERIZACIÓN



### MECANIZACIÓN DE VENDIMIAS



59

# LOS PROCESOS DE VINIFICACIÓN: ENOLOGÍA PRÁCTICA

JOSÉ CARLOS ÁLVAREZ RAMOS

Ingeniero Agrónomo - Enólogo

DIRECTOR GERENTE C.R.D.O. RIBERA DEL DUERO

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

- INTRODUCCIÓN.
- POTENCIAL VITIVINÍCOLA.
- MAQUINARIA DE BODEGA.
- ELABORACION EN ROSADOS
- ELABORACION EN TINTOS
- EL PROCESO DE CRIANZA.
- CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS DE LOS VINOS.
- CONCLUSIONES Y PUESTA EN COMÚN.

## POTENCIAL VARIETAL: Labores

### INFLUENCIA DE LAS LABORES VITÍCOLAS EN LA MADURACIÓN

- Caracterización vitivinícola de las distintas parcelas y subparcelas.
- Análisis microclimático de maduración.
- Potencial hídrico del suelo en el momento de vendimia.
- Edad, marco y sistema de conducción.
- Sanidad de la uva (empleo de fitosanitarios y herbicidas).
- Elementos minerales.
- Labores en verde y aclareos.

## POTENCIAL VARIETAL: Clima

### INFLUENCIA DEL CLIMA SOBRE LOS PARÁMETROS DE MADUREZ

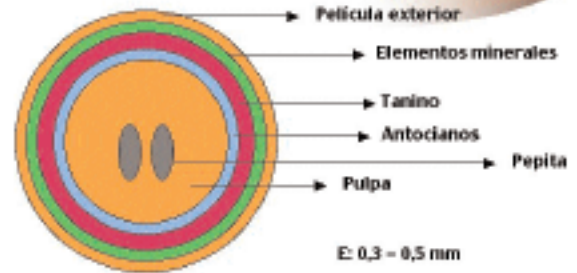
- Frío: Pérdida de masa foliar por abscisión peduncular.
- Lluvias: Disminución de todos los parámetros enológicos.
- Nublado: Datos experimentales sobre A. Málco.
- Humedad relativa alta: Aparición de enfermedades: Lacasa.
- Viento: a veces es positivo por aireación de racimos: Sanidad.

## POTENCIAL VARIETAL: Suelo

### INFLUENCIA DEL SUELO

1. Textura
2. Compacidad.
3. Profundidad.
4. Fertilidad: Materia orgánica.
5. Caliza activa.
6. Elementos minerales. Todos ellos regulan el pH.

## POTENCIAL VARIETAL: Hollejo



## ELABORACION DE VINOS ROSADOS



## ELABORACION DE VINOS TINTOS

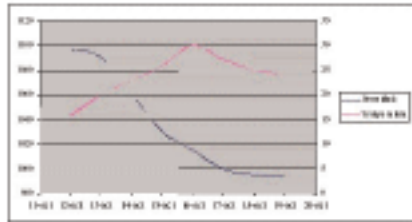


## LA FERMENTACIÓN

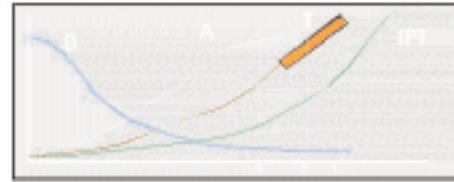
### EXTRACCIÓN DE POLIFENOLES: Antocianos y taninos.

Temperatura.

Densidad.



## EL DESCUBE



D: DENSIDAD

A: ANTOCIANOS

T: TANINOS

IPT: POLIFENOLES

## LA FERMENTACIÓN

Forma de los depósitos.



## EL DESCUBE

### PARÁMETROS ANALÍTICOS

#### INDICES DE MADUREZ

Grado probable:	14,5
Acidez total:	7,24
pH:	3,2
Densidad:	1105,5
Índice de Folitz:	71
% amarillo:	39,50
% rojo:	45,53
% azul:	15,23

#### PARÁMETROS DESCUBE

Grado:	13,9
Acidez total:	6,4
pH:	3,45
Densidad:	994
Índice de Folitz:	72
% amarillo:	36,50
% rojo:	47,43
% azul:	16,07

## LA FERMENTACIÓN

### EXTRACCIÓN DE POLIFENOLES: Antocianos y taninos.

Remontados

- Utilizan la masa.
- Utilizan la temperatura.
- Actúan la fermentación.
- Desconcentran para extraer mejor polifenoles.
- Aumentan la población de levaduras en el sombrero.
- Hasta 1090 g/l remontados sin aireación.
- Hasta 1040 remontados con aireación.
- No remontar más allá de 1030 gr/l de densidad.

## MALOLÁCTICAS

### BACTERIAS BACILARES

Leuconostoc oenos

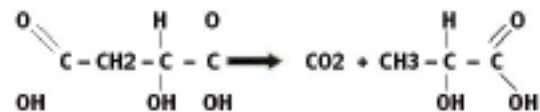
### COCOS

Pediococcus cerevisiae

A. MÁLICO



A. LÁCTICO



## LA FERMENTACIÓN

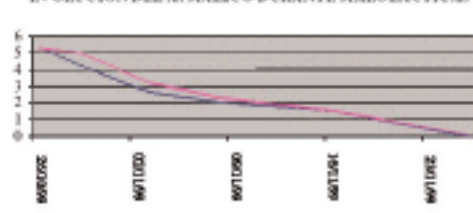
### EXTRACCIÓN DE POLIFENOLES: Antocianos y taninos.

Bazuqueos

- Son necesarios para dilacerar hollejos.
- Destruyen la forma del sombrero.
- Aumentan la extracción antocianica y tánica.
- hasta 1030 g/l

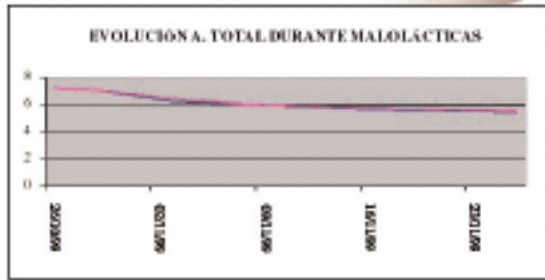
## MALOLÁCTICAS

### EVOLUCIÓN DEL A. MÁLICO DURANTE MALOLÁCTICAS





## MALOLÁCTICAS



## PARAMETROS ENOLÓGICOS

PRUEBA ANALÍTICA	JUVEN	CRANZA	
GRADO ADQUIRIDO 20 °C	12,3	13,5	g/l
EXTRACTO SECO	27,8	52,4	g/l
ACIDEZ TOTAL (TA RTÁRICO)	5,2	4,5	g/l
ACIDEZ VOLÁTIL (ACÉTICO)	0,40	0,54	g/l
ANHIDRIDO SULFUROSO TOTAL	67	50	mg/l
ANHIDRIDO SULFUROSO LIBRE	46	24	mg/l
DENSIDAD RELATIVA	0,9946	0,9950	g/l
Ph	3,57	3,79	
ÁCIDO MÁLICO	0,1	0,1	g/l
GLICEROL	8,7	8	g/l
ANTOCYANOS	436	432	mg/l
POTASIO	1320	1510	mg/l
POLIFENOLES TOTALES	45	55	
TANINOS	5,2	3,8	g/l

## LA CRIANZA EN MADERA

### TIPOS DE MADERAS MÁS UTILIZADAS

- Roble americano:** Napa Valley  
Apalaches  
Missouri
- Roble francés:** Allier  
Nevers  
Limousine



## LA CRIANZA EN MADERA

### CARACTERÍSTICAS DE LOS DIFERENTES ROBLES

**Apalaches:** Grano fino, poro grueso. Los vinos evolucionan más deprisa. Más olor a roble, cueros potentes, tabacos y tostados.

**Napa:** Grano fino, poro grueso, es en el que los vinos evolucionan medianamente rápido. Potentes cocos y vainillas

**Missouri:** Grano fino, poro grueso, evolución rápida. Potente gúisqui-lactona.

## LA CRIANZA EN MADERA

### CARACTERÍSTICAS DE LOS DIFERENTES ROBLES

**Allier:** Grano fino, poro grueso. Los vinos evolucionan más deprisa. Más olor a roble, cueros potentes, tabacos y tostados.

**Nevers:** Grano gordo, poro pequeño. Los vinos evolucionan más lentamente. Nariz sutil, muy perfumado, cosmético. Elegante

**Limousine:** grano grueso alta oxidación, brandis y coñacs fermentación blancos.

## LA CRIANZA EN MADERA

### LOS CUIDADOS DE LA BARRICA

- Lavado.
- Sulfitado.
- Control de la humedad relativa.
- Control de la temperatura.
- Relleno de mermas.
- Cuidados en vacío.



## LA CRIANZA Y EL ENVEJECIMIENTO

- Serie de procesos enológicos por los que el vino, mediante prácticas especiales y con el transcurso del tiempo, evoluciona adquiriendo cualidades positivas o mejorando las que ya tenía.

- D.O.: Envejecimiento por un plazo no inferior a dos años naturales, contados a partir del 1 de diciembre del año de la vendimia, de los cuales uno, como mínimo, lo será en barrica de roble con capacidad aproximada de 225 litros.

- Es una "doble oxidación" 1º.- Etanol ➡ Etanal

2º.- Etanal ➡ Ácido acético

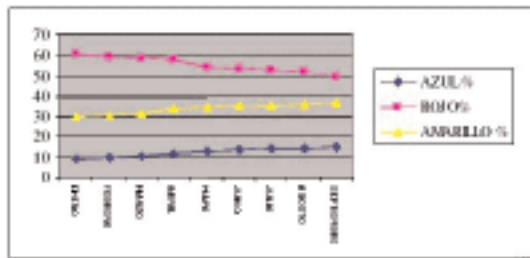
## LA CRIANZA Y EL ENVEJECIMIENTO





## LA CRIANZA EN MADERA

### EVOLUCIÓN DEL COLOR EN EL VINO



## LA CRIANZA EN MADERA

### ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS

- 1.- LIMPIEZA.
- 2.- CALIDAD DE LOS CORCHOS.
- 3.- EMBOTELLADO.
- 4.- ENCORCHADO.
- 5.- EMBALAJES.
- 6.- ALMACENAMIENTO.

- 7.- AGUAS.
- 8.- PALÉS Y CAJONES.
- 9.- OTRAS MADERAS.
- 10.- TIPOS DE CORCHOS.

# LA CATA: TÉCNICAS Y CONSEJOS

JOSÉ CARLOS ÁLVAREZ RAMOS

*Ingeniero Agrónomo - Enólogo*

DIRECTOR GERENTE C.R.D.O. RIBERA DEL DUERO

## LA CATA



28

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

- INTRODUCCIÓN.
- EL ENTORNO.
- FASE VISUAL.
- FASE OLFATIVA.
- FASE GUSTATIVA.
- LA VIDA DEL VINO.
- ASPECTOS BENEFICIOSOS DEL VINO.
- DEGUSTACIÓN Y APRENDIZAJE.
- CONCLUSIONES Y PUESTA EN COMÚN.

## INTRODUCCIÓN

**CONOCER UN VINO ES FUNDAMENTALMENTE DISTINGUIR LAS CARACTERÍSTICAS QUE LO DIFERENCIAN, IDENTIFICANDO SUS ATRIBUTOS Y PECULIARIDADES.**

## EL ENTORNO

### EL LUGAR:

Bien iluminado, ventilado, sin ruidos y sin motivos de distracción.

### DISPOSICIÓN DEL CATADOR:

Relajado y tranquilo, preferentemente en ayunas o con hambre.

### EL INSTRUMENTO

Catavinos homologado

forma de tomar la copa.

El llenado deberá ser un tercio de su volumen

## LA COPA DE CATA



33

## LA TEMPERATURA DEL VINO EN LA CATA

Según la temperatura de servicio el vino desarrollará más o menos sus distintas características.

### ALTA TEMPERATURA:

Aromas ↑

Azúcares y alcoholes ↑

salado y amargo ↓

Acidez ↑

Astringencia ↓



## LAS FASES DE LA CATA



35

## FASE VISUAL

8. OBSERVACIÓN



La mejor observación del vino se realiza en un lugar luminoso y tranquilo, por encima de la cabeza de quien observa.

1. Contemplar el vino inicialmente en reposo tratando de ver su transparencia o limpidez, así como el brillo, color y gama de tonalidades.

2. Análisis de la lágrima.

3. La capa fina.

## LA CAPA FINA



Fibra o borde amarillado con matiz ligeramente rojo.

Color cereza, intensidad media con ligero matiz azulado.

Fig. 1

## LOS COLORES DEL VINO

VINOS BLANCOS



Fig. 2

CON CINCO AÑOS DE VEJEZ  
Color amarillo pálido con intensidades débiles.



Fig. 3

CON 10 AÑOS DE VEJEZ  
Color amarillo dorado.

## LOS COLORES DEL VINO

VINOS ROSADOS



Fig. 5

ULTIMA DOSEDA.  
Color rosado vino con matiz rojo-frambuesa.



Fig. 6

DOS AÑOS DE VEJEZ  
Color rosado con matiz anaranjado.

OBSERVACIONES: En los rosados, el tiempo modifica el color hacia matices anaranjados, perdiendo el tono de vinosa de aquél que da el color frambuesa.

39

## LOS COLORES DEL VINO



Fig. 10

MANCHADO CLARO  
CON AMPLIACIÓN DE TONOS  
DE AMARILLO.

Fig. 11

MANCHADO  
FRUSTRACIONES DE TONOS.

Fig. 12

CLAROS  
CON TONOS AMARILLOS.

Fig. 13

PLUMOSOS  
CON TONOS DE TINTOS  
Y NEGROS.

## LOS COLORES DEL VINO

### BLANCOS

Incoloro  
blanco  
gris acerado  
amarillo pálido  
amarillo verdoso  
amarillo limón  
pálido  
amarillo dorado

amarillento  
topacio  
topacio tostado  
oro pálido  
oro verdoso

Oro fino  
oro viejo  
oro rojizo  
dorado  
bermejo  
rojizo  
tostado  
hoja muerta  
cañalfo

maderizado  
ciproso  
ámbar  
marrón  
caoba  
caramelo

## LOS COLORES DEL VINO

### ROSADOS

Manchado  
rosa claro  
rosa franco  
rosa violácea  
rosa pearly  
rosa cereza  
rosa frambuesa  
rosa carmín

Rosa amarillento  
rosa anaranjado  
rojizo  
albaricoque  
naranja  
salmón  
piel de cebolla  
ojo de perdiz

## LOS COLORES DEL VINO

### TINTOS

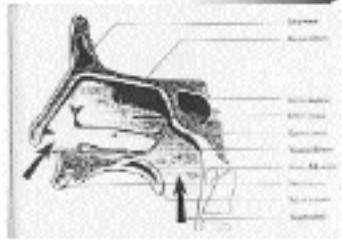
Rujo claro  
rojizo  
rojo franco  
rojo violácea  
rojo pearly  
rojo cereza  
rosa granada  
rosa sangre  
rosa fuego  
rosa ladrillo

Rujo teja  
rojo anaranjado  
rojo amarillento  
rojo marrón  
carmín  
rubí  
rubí tostado  
granada  
granada  
bermejo  
barnés

Púrpura  
violácea  
azul  
marrón  
café



### FASE OLFATIVA



LA RETRONASAL

### FASE OLFATIVA

Los olores del vino son producidos por las muchas sustancias volátiles que combinan y se pueden agrupar en varios conjuntos:

- animal.
- alérgicos.
- madera.
- químicos.
- farmacia.
- especias.
- ésteres.
- minerales.
- florales, afrutados, vegetales.

### FASE OLFATIVA

#### AROMAS PRIMARIOS:

Son los olores naturales del vino, originarios de la uva que se diferencian entre sí por la variedad de la vid.

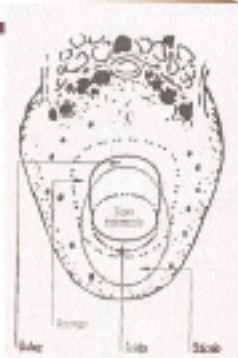
#### AROMAS SECUNDARIOS:

Son los producidos durante la fermentación.

#### AROMAS TERCIARIOS:

Son los que se desarrollan en el proceso de maduración y crianza durante la bodega y la botella.

### FASE GUSTATIVA

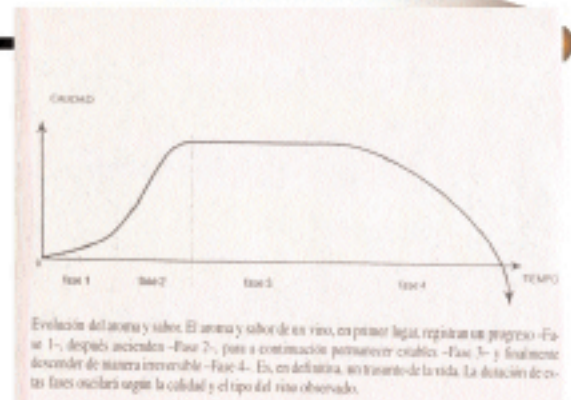


### FASE GUSTATIVA

## PASOS DEL FLUIDO DURANTE LA CATA GUSTATIVA



### LA VIDA DEL VINO



### DEGUSTACIÓN Y APRENDIZAJE





# ESTUDIO DE MADURACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FENÓLICA DE LAS VARIEDADES TINTAS DE LA D.O. RIBERA DEL DUERO

EDUARDO IZCARA ESTEBAN

Dpto. Biotecnología y Ciencia de los Alimentos.  
UNIVERSIDAD DE BURGOS

Dpto. de Experimentación del C.R.D.O. Ribera del Duero

## ■ INTRODUCCIÓN

Como en todas las actividades humanas, la enología también está condicionada por las modas que influyen notablemente sobre el mercado. En los últimos años hemos observado como los vinos de Ribera del Duero han alcanzado un gran prestigio nacional e internacional. Este éxito se basa fundamentalmente a la adecuación de estos vinos al estilo que en la actualidad goza de mayor aceptación por parte del consumidor más exigente. Se trata de vinos con intensidades de color rojo altas, que mantienen durante largo tiempo tonalidades púrpuras o violáceas y que tienen una gran estructura en boca debido a su alta concentración de taninos, sin que ello suponga una excesiva astringencia; y en el caso de los crianzas, vinos que presentan además un correcto equilibrio entre los aromas primarios y los característicos del roble. Todo esto es lo que en términos enológicos denominamos vinos de alto contenido polifenólico.

Los compuestos fenólicos contribuyen por tanto al aroma y amargor de los vinos, determinan su astringencia y son los máximos responsables del color, que es sin duda uno de los aspectos organolépticos más importantes del vino, no sólo por ser lo primero que observa el consumidor sino porque es un indicador de otros aspectos relacionados con su aroma y con su sabor. Así, por el color de un vino podemos tener una idea de su edad, de la cantidad de tanino presente, de su estado de conservación, etc.

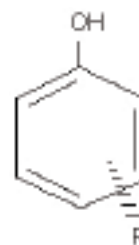
El contenido y estructura polifenólicas del vino dependen en gran medida del contenido inicial de polifenoles en la uva y la posterior elaboración y envejecimiento del vino. Así, las diferencias de composición de las diferentes variedades van a imprimir interesantes peculiaridades que serán determinantes a la hora de dar personalidad propia a los diferentes vinos.

El conocimiento de la estructura polifenólica de una variedad de uva y la evolución de los vinos elaborados con ella debe ofrecer una información de gran valor enológico a la hora de plantear la elaboración de cualquier tipo de vino. Por tanto, se consideró necesario iniciar un estudio del contenido fenólico de las variedades tintas permitidas durante todas las fases de la elaboración, como un paso importante para garantizar, no sólo la calidad actual de los vinos, sino el continuo desarrollo de ésta.

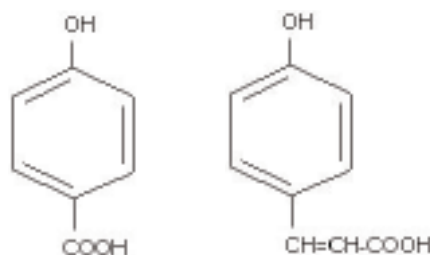
## CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS DE LA UVA Y EL VINO

La uva es un fruto muy rico en compuestos fenólicos, que se localizan fundamentalmente en el hollejo y en las pepitas. En la pulpa aparecen algunos compuestos de este tipo pero en concentraciones muy bajas.

Los compuestos fenólicos abarcan un gran número de sustancias muy heterogéneas, que se caracterizan por tener un anillo aromático con al menos una sustitución hidroxilo y una cadena lateral funcional. Pueden dividirse en cuatro grandes grupos: fenoles no flavonoideos, fenoles flavonoideos, compuestos fenólicos polimerizados y otros fenoles minoritarios.

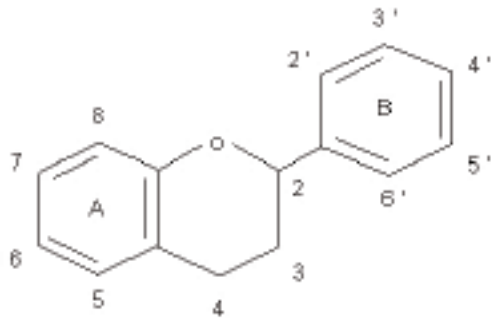


- *Fenoles no flavonoideos.* Contienen un único anillo bencénico y son el grupo cuantitativamente menos importante.



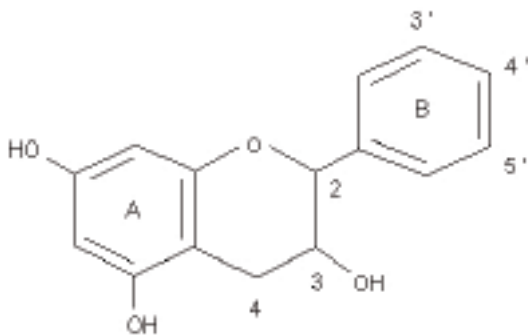
En el vino aparecen fundamentalmente derivados del ácido benzoico (R: COOH), que suelen aparecer libres y derivados del ácido cinámico (R: CH=CH-COOH), que por el contrario suelen aparecer combinados a otras moléculas (hidroxiácidos, azúcares y otros compuestos fenólicos, especialmente antocianos).

- *Fenoles flavonoideos.* Compuestos con una estructura básica de 15 átomos de carbono, formados por dos anillos aromáticos unidos por tres átomos de carbono, que en la mayoría de los compuestos se cierra formando un heterociclo oxigenado, cuyo grado de oxidación y sustitución da lugar a los diferentes tipos de



compuestos flavonoideos. En el vino llegan a suponer el 95% de polifenoles totales. De entre los muchos tipos, los más importantes en el vino son los flavonoles, los flavanoles y los antocianos.

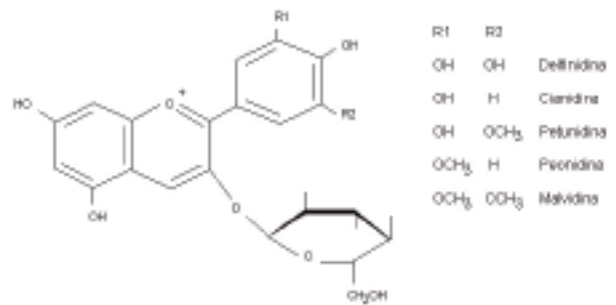
- **Flavonoles.** Los más importantes son la queretina, la miricetina, el kaempferol y la isoramnetina. Existen tanto en uvas blancas como en tintas. Aunque son cuantitativamente poco importantes, su importancia radica en que son destacados factores de copigmentación. Los copigmentos son compuestos capaces de unirse a los compuestos responsables del color, protegiéndolos y permitiendo la obtención de vinos con mayores cantidades de pigmentos.
- **Flavanoles.** Los más frecuentes son los esteroisómeros de catequina, epicatequina, galocatequina y epigalocatequina que genéricamente se denominan “catequinas”.



Pueden estar conjugadas con ácido gálico, formando los galatos correspondientes. Los flavanoles son la base para la formación de taninos condensados gracias a su facilidad para combinarse con otros flavanoles y formar cadenas.

- **Antocianos.** Son unos pigmentos intensamente coloreados y los principales responsables del color rojo del vino. Se encuentran presentes en el hollejo de las uvas tintas, excepto en las variedades tintoreras en las que también pueden aparecer en la pulpa. En la figura podemos ver su estructura química común.

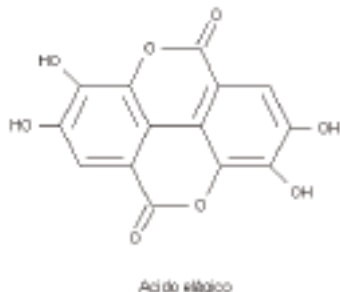
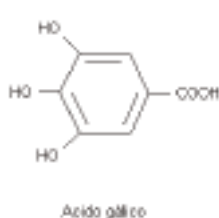
Las diferencias en los grupos R dan como resultado los cinco antocianos que podemos encontrar en el vino. Estas formas son muy poco estables en medio acuoso por lo que se presentan casi siempre unidos a un azúcar que aporta una cierta estabilidad y mejora su solubilidad. La forma de catión flavilio que aparece en la figura, de intenso color rojo, puede transformarse de forma reversible y en función del pH del medio en compuestos azulados o en compuestos incoloros o amarillos que por oxidación conducen a una pérdida definitiva del color.



Los antocianos son unos compuestos muy reactivos que tienen la posibilidad de combinarse con otros compuestos fenólicos, por ejemplo con taninos, para dar complejos que, si bien en principio son incoloros, durante el proceso de crianza oxidativo se transforman en compuestos de color rojo mucho más estables que sus precursores y que tendrán un papel fundamental en el color de los vinos de crianza.

- **Compuestos fenólicos condensados.** En este grupo se incluyen los taninos y las ligninas. Las ligninas son uno de los componentes principales de la madera y no tienen interés enológico. Bajo el nombre taninos se agrupan sustancias de estructura diversa cuya característica común es su capacidad “tanante”, es decir la propiedad de unir y precipitar proteínas. En el vino esta capacidad condiciona la principal característica organoléptica que le comunican al vino: la astringencia. Además pueden influir en el sabor amargo. Son sustancias básicamente incoloras, aunque por procesos oxidativos pueden dar lugar a productos con coloraciones amarillas o pardas. En la uva existen tanto en el hollejo como en las semillas. Otra importante fuente de taninos en el vino es, en su caso, la bodega. Se clasifican en taninos hidrolizables y taninos condensados o proantocianidinas.
- **Taninos hidrolizables.** Polímeros de los ácidos gálico y eláxico que pueden degradarse por hidrólisis en fragmentos más simples, azúca-

res y ácidos fenólicos. En la uva existen en el hollejo y sobre todo en las pepitas. Sin embargo, en el vino la principal fuente de taninos hidrolizables es la cesión a partir de la madera durante la estancia en bodega.



- **Taninos condensados o proantocianidinas.** Constituyen el grupo más importante y mayoritario en el vino. Están formados por cadenas de entre 2 y 10 unidades de tipo catequina. En la uva se encuentran cantidades importantes en las pepitas y también en el hollejo. En los vinos jóvenes lo más frecuente son dímeros y trímeros y a medida que avanza el proceso de crianza ganan importancia los de mayor longitud. Parece que hasta una determinada longitud los taninos presentan un mayor amargor y astringencia y a partir de ahí estas sensaciones disminuyen dándole al vino unas características tánicas suaves y agradables.
- **Otros fenoles minoritarios.** Este grupo engloba compuestos con estructuras químicas variadas como quinonas, benzofenonas, xantonas, estilbenos, betacianinas y biflavonoides.

Como resumen, podemos decir que para elaborar vinos con mucho color y una importante estructura tánica será por tanto necesario partir de una materia prima con gran concentración de los compuestos responsables de dicho color y del cuerpo del vino, los antocianos y los taninos. Es importante destacar que la acumulación de estos compuestos no sigue una evolución paralela a la acumulación de azúcares en la uva.

## EL PROCESO DE MADURACIÓN DE LAS UVAS

Vamos a analizar de una forma más detallada que cambios se producen en la uva a lo largo del proceso de maduración y como los factores externos influyen en dicho proceso.

La maduración de los frutos se caracteriza por una serie de cambios físico-químicos que pueden ser usados como marcadores del grado de maduración de la uva. Estos cambios están influenciados o se modifican según condiciones climá-

ticas, edáficas y genéticas. Dada la complejidad de la definición de “madurez” se tiende a definir distintos tipos de madurez, como la fisiológica, momento en el que las semillas tienen capacidad germinativa, la tecnológica, momento en el que el fruto tiene las mejores características para su destino final y la industrial, definida como el momento en el que se obtiene el máximo beneficio económico.

El proceso de desarrollo de frutos se estructura en tres periodos: crecimiento, maduración y senescencia, siendo en muchas ocasiones realmente difícil establecer las diferencias entre ellos. El desarrollo de la uva se caracteriza por una curva de crecimiento sigmoideal doble en las que se distinguen tres fases claramente: a) de crecimiento rápido de la baya debido a la elevada división celular; b) periodo de ralentización del crecimiento consecuencia de la finalización de la división celular, y c) un nuevo periodo de crecimiento rápido en el que se inicia el proceso de maduración.

El proceso de maduración abarca un amplio conjunto de cambios de naturaleza físico-química y fisiológica que terminan con la madurez y, que conducen a la obtención de frutos de características óptimas para su consumo o para su transformación.

## CAMBIOS FÍSICOS DURANTE LA MADURACIÓN

1. **Peso y volumen.** Desde el envero, a lo largo del periodo de maduración, la baya alcanza su tamaño y forma definitiva sufriendo aumento de peso y volumen de hasta un 40%. Este fenómeno se debe principalmente al aporte continuo de agua hacia el fruto, siempre que las condiciones edáficas sean favorables para ello, y a una acumulación de azúcares y otras sustancias de reserva. Una vez alcanzada la madurez, se observa una estabilización e incluso una disminución del valor de estos parámetros debido, esencialmente, a un aumento de la transpiración del fruto.

2. **Rigidez.** La rigidez de la piel y de la pulpa disminuye al aumentar el estado de maduración. La baya a lo largo de la maduración se va haciendo menos dura por hidrólisis de las sustancias pécticas de la pared celular. Este fenómeno implica un aumento de la jugosidad de la baya, menor dureza de la pulpa, menor resistencia a la rotura y aplastamiento, y mayor índice de desprendimiento de la baya del racimo.

3. **Densidad.** La densidad del mosto aumenta a lo largo de la maduración por un acúmulo de sólidos solubles. Ciertos sólidos solubles como el malato, la glucosa y la fructosa, se acumulan masivamente en la pulpa desde el envero, produciendo un aumento de la densidad vacuolar.

También observa la existencia de gradientes de concentración desde la epidermis al centro de la baya.

## CAMBIOS QUÍMICOS DURANTE LA MADURACIÓN

Estos cambios son cuantitativamente distintos en las diferentes partes de la baya: pulpa, pepita y hollejo, pero su comportamiento cualitativo suele ser semejante.

1. *Acidez y pH*. La composición ácida de la baya presenta una fuerte heterogeneidad según la parte de la uva que se considere. La acidez total es siempre mayor en la pulpa que en el hollejo debido a la fuerte salificación de los ácidos en la piel de la baya. Análisis cuantitativos de la fracción ácida de *Vitis vinifera* muestran invariablemente que en todas las partes de la viña, a excepción de la raíz, los ácidos tartárico y málico, son los constituyentes ácidos predominantes, alcanzando del 70-90% de esta fracción. Otros ácidos orgánicos encontrados en concentraciones variables son: cítrico, succínico, fumárico, fórmico, acético, ascórbico, glicólico, aconítico, quínico, siquímico y mandélico. El ácido ascórbico a pesar de ser escaso tiene un interés especial por su papel en el potencial redox. Entre los ácidos inorgánicos destaca el ácido fosfórico que se detecta en cantidades de 0,01-0,05%.

Numerosos trabajos confirman el descenso de la acidez total a lo largo de la maduración de la uva. En general, este fenómeno tiene lugar más rápidamente en la pulpa que en el hollejo. La disminución de la acidez y aumento del pH se debe a tres causas: a) salificación de los ácidos del fruto, principalmente por formación de sales potásicas; b) combustión interna, es decir, por combustión respiratoria, en la que principalmente se consume ácido málico; y c) dilución por engrosamiento del fruto.

La concentración de ácido málico desciende de forma rápida y pronunciada durante la maduración, mientras que la de ácido tartárico desciende lentamente o se mantiene constante según la variedad. El ácido fosfórico, al contrario que los ácidos málico y tartárico, se acumula a lo largo del periodo de maduración.

2. *Azúcares*. Los azúcares son unos de los constituyentes más importantes, desde el punto de vista enológico, de las uvas y su medida se ha usado y se usa como índice de madurez del fruto. Los principales azúcares de las uvas son glucosa y fructosa, les sigue la sacarosa, existiendo también pequeñas cantidades de arabinosa y galactosa. El contenido de azúcares y de sólidos solubles aumenta con el estado de maduración, coincidiendo su máximo con el máximo peso del fruto. La acumulación es rápida después del

envero, estabilizándose al final de la maduración, para aumentar después en la postmaduración. Se observa que los azúcares reductores experimentan un aumento de concentración mucho mayor que los no reductores, además de acumularse con anterioridad.

Muchos estudios indican que la glucosa predomina en la uva inmadura, que la razón glucosa/fructosa en uvas maduras es próxima a la unidad y que la fructosa constituye el azúcar mayoritario en uvas sobremaduras. Por ello, esta relación se ha usado ampliamente para determinar el índice de madurez.

3. *Compuestos fenólicos*. Los compuestos fenólicos de la uva se localizan principalmente en las partes sólidas de la misma (hollejo, pepita y raspón), por ello, las distintas técnicas de bodega influyen en la cantidad y composición de fenoles del vino. Las concentraciones y proporciones en que se encuentran en las distintas partes de la uva son diferentes. Los compuestos fenólicos se ubican preferentemente en las semillas (38%) y el hollejo (36%), en menor medida en el raspón (20%) y muy escasamente en la pulpa (6%).

Los polifenoles presentan una importancia enológica indiscutible, intervienen en los caracteres sensoriales del vino, son sustrato de ciertas transformaciones que se producen durante la crianza y además, tienen propiedades fisiológicas tales como efecto vitamínico P, acción bacteriostática y propiedad antitóxica, entre otras.

En general, los compuestos fenólicos totales aumentan a lo largo de todo el proceso, si bien su concentración aumenta con mayor intensidad en las últimas etapas de la maduración. El crecimiento sigue la misma pauta en variedades blancas y tintas, presentando las últimas mayores contenidos fenólicos, debido a la presencia de compuestos antociánicos.

4. *Compuestos volátiles*. Existen varios cientos de compuestos químicos relacionados con el aroma de la uva. La mayoría son de naturaleza terpénica, teniendo gran importancia también los alcoholes y aldehídos de 6 átomos de carbono. Todos se encuentran en muy baja concentración y son muy susceptibles a diversos procesos de degradación. Los terpenos se sintetizan en la baya, localizándose principalmente en la piel. A partir del envero, siguen unas curvas de evolución características, no coincidiendo su máximo contenido con el de los azúcares.

5. *Enzimas*. Se han aislado e identificado diversos sistemas enzimáticos en uvas. De todos ellos destacan:

- invertasas: presentes ya en la uva inmadura y que se encarga de transformar la sacarosa en glucosa y fructosa.
- oxidorreductasas: amplio grupo de enzimas que intervienen en un gran número de reac-



ciones de oxidorreducción. Las más importantes, por su incidencia en los fenómenos de pardeamiento, son la tirosina, propia de la uva, y la lacasa, presente en las uvas con podredumbre.

- pectolíticas: principalmente la pectinmetil-esterasa que libera grupos metoxi del ácido poligalacturónico y la poligalacturonasa que rompe las cadenas para liberar ácido galacturónico.

Se produce un aumento importante de la actividad enzimática general desde el envero. A modo de ejemplo señalar que la actividad invertasa es hasta 14 veces mayor en la uva verde, y que la actividad malato-deshidrogenasa sufre un aumento muy espectacular durante la maduración.

6. *Fracción mineral.* El elemento mineral más característico de la uva es el potasio. Le sigue en concentración el calcio, luego el magnesio y, por último, el sodio, cuya concentración suele ser muy baja, salvo en uvas de viñedos muy próximos al mar. Los aniones inorgánicos predominantes en orden de concentración decreciente son fosfato, sulfato y cloruro. Este último suele encontrarse en cantidades equimoleculares con el sodio. El fosfato experimenta un gran aumento de concentración con la maduración. El resto de los aniones aumenta de forma menos pronunciada.

Entre los cationes, el potasio es el elemento que experimenta mayor aumento, siendo su acumulación de 4 a 5 veces mayor en el hollejo que en la pulpa. También se producen aumentos del contenido de magnesio, calcio y metales pesados, mientras que permanece más o menos constante la concentración de manganeso y cobre, y disminuyen los niveles de hierro y zinc.

7. *Fracción nitrogenada.* Son numerosos los autores que coinciden en afirmar que a lo largo de la maduración el nitrógeno proteico aumenta, mientras que el nitrógeno amoniacal disminuye. El predominio del nitrógeno proteico hace que el nitrógeno total presente un comportamiento ascendente.

En la mayoría de las variedades de *Vitis vinifera*, la prolina es el aminoácido que predomina en todos los estados de maduración, creciendo su concentración continuamente, mientras el contenido del resto de aminoácidos experimenta un descenso después de la madurez.

8. *Lípidos.* Los lípidos son constituyentes minoritarios de las uvas. Se localizan principalmente en la pepita y luego en la piel, existiendo en muy baja concentración en la pulpa, donde inciden en su textura. Se han descrito 20 ácidos grasos constituyentes de los lípidos totales de las uvas, siendo los mayoritarios los ácidos linoléico, oleico, palmítico, esteárico, pelargónico y linoléico. El contenido lipídico total aumenta

al final de la maduración, tendiendo a aumentar la fracción de lípidos neutros más que la de los polares y experimentando un aumento poco pronunciado los fosfolípidos.

9. *Sustancias pécticas.* Las sustancias pécticas más abundantes en las uvas son poligalactanos de elevado grado de metoxilación. Estas sustancias presentan grandes diferencias de concentración de unas variedades a otras, evolucionando a lo largo de la maduración también de forma variada. En general, se puede decir que su contenido disminuye a medida que el fruto madura, alcanzando un mínimo en el momento de la vendimia.

10. *Polialcoholes.* Los polialcoholes están presentes en las uvas sanas en concentraciones muy bajas salvo el inositol que alcanza concentraciones de 0,5 g/L. La cantidad de estos compuestos aumenta notoriamente al disminuir la sanidad de la vendimia, especialmente con el ataque de *Botritis cinerea*.

11. *Vitaminas.* Las uvas poseen cantidades importantes de tiamina, mesoinositol y complejo vitamínico B en comparación con otros frutos. También son ricas en nicotinamida, vitamina PP y ácido pantoténico, tienen cantidades moderadas de ácido ascórbico y son pobres en riboflavina. Las vitaminas liposolubles están ausentes en la uva debido al bajo contenido en grasas de la pulpa. Tan sólo en algunas variedades de uvas blancas se ha detectado la presencia de provitamina A.

La mayoría de las vitaminas experimenta un aumento de concentración con la maduración de la baya, acumulándose principalmente en la pulpa.

## EL CLIMA Y EL DESARROLLO Y MADURACIÓN DE LA UVA

La vid tiene unas exigencias climáticas bien definidas que hacen que, aunque pueda subsistir en muchas regiones, su cultivo sólo sea posible en determinadas zonas. Los países templados reúnen condiciones muy favorables para su cultivo, y por esto en ellos se agrupan más de la mitad de los viñedos mundiales.

1. *La pluviosidad.* La abundancia o escasez de agua es de suma importancia para la viabilidad de la vid, para el desarrollo del fruto y para la calidad del vino. Las lluvias de invierno no tienen influencia directa sobre la fisiología de la vid. Penetran en el suelo donde se retienen en parte, mientras que el excedente, drenado en profundidad alimenta las capas freáticas. El agua retenida en el suelo constituye una reserva que se utilizará para alimentar a las raíces, por lo que se produce un efecto a largo plazo sobre la fisiolo-

gía de la vid. Las lluvias de comienzo del verano, siempre que no sean excesivas, permiten un buen desarrollo del aparato vegetativo y tienen un efecto favorable sobre el tamaño de los granos.

Los veranos deben ser cálidos y secos, por ello, como anteriormente se indicó, la reserva hídrica del suelo tiene gran importancia. Los veranos húmedos y las lluvias en la época de crecimiento favorecen el ataque de las plagas y la aparición de enfermedades criptogámicas. El cultivo normal de la vid exige precipitaciones medias anuales de unos 600 mm. Se considera que pluviosidades de entre 250 y 350 mm repartidos entre los meses de abril a septiembre son las más favorables para la consecución de vinos de buena calidad.

El volumen anual de la precipitación afecta a la composición fenólica de la uva, siendo ésta menor en los años lluviosos. Numerosos estudios sostienen que la disponibilidad hídrica de la cepa tiene una gran influencia sobre el contenido de compuestos fenólicos, encontrando menos coloración en los viñedos con mayor disposición hídrica, probablemente debido al mayor tamaño alcanzado por las bayas y por tanto a la menor relación hollejo/pulpa. También existe un nivel crítico de alimentación hídrica por debajo del cual disminuye el almacenamiento de azúcares en las bayas por alteración del metabolismo. Por otra parte, existe una relación directa entre la cantidad de agua disponible y el aporte de azúcares a la baya.

2. *La insolación.* La situación geográfica del viñedo determina a la vez la temperatura ambiente y la luminosidad zonal. El mínimo anual de horas de insolación requerido para el cultivo de la vid se sitúa entre las 1.500-1.600 horas, de las cuales una 1.200 deben recibirse en el periodo vegetativo.

Se debe tener en cuenta que existe también un límite superior por encima del cual la calidad del vino se ve mermada considerablemente. Así, es bien conocido que un exceso de horas de insolación produce uvas que darán lugar a vinos de mayor graduación alcohólica, pero menos finos y elegantes. En este sentido, diversos estudios señalan un contenido de ácido málico muy inferior en los racimos expuestos al sol respecto a los racimos a la sombra, mientras que el contenido en ácido tartárico es prácticamente estable.

Directamente relacionada con la luminosidad está la intensidad lumínica, la cual ejerce un importante papel en el control de los cambios que tienen lugar en el fruto durante su desarrollo y maduración. Por lo general, una intensidad lumínica alta produce mayor contenido de compuestos antociánicos, aunque la influencia de la intensidad lumínica es pequeña en las variaciones de color muy intenso. Por otra parte, la luz produce distinta coloración del fruto según el ángulo de incidencia debido a que la síntesis de

polifenoles depende de la iluminación y de la temperatura que soporta el racimo. Así, todo lo que altere las condiciones óptimas, por exceso o bien por defecto, supone una inhibición en la síntesis de compuestos fenólicos.

3. *La temperatura.* Este es un factor esencial para un desarrollo vegetativo bueno y para obtener una maduración completa de la uva. La temperatura tiene poca influencia sobre la vid durante su reposo invernal, ya que en esta época admite temperaturas extremas, resistiendo bastante bien las heladas. Se sabe que las yemas latentes no se hielan hasta los  $-12^{\circ}\text{C}$  y los brazos y el tallo resisten hasta los  $-16^{\circ}\text{C}$ . Por el contrario, las heladas de primavera a menudo causan estragos importantes sobre los órganos vegetativos una vez que éstos han abandonado la latencia invernal. Así, los brotes jóvenes pueden quedar destruidos cuando la temperatura del aire desciende por debajo de los  $-2,5^{\circ}\text{C}$ .

La temperatura afecta notoriamente a la maduración de la uva. Afecta al índice de respiración, por lo que repercute sobre los sustratos de la misma, azúcares y ácidos orgánicos entre otros. De este modo, la composición de la uva varía al hacerlo la temperatura media de maduración. Esta temperatura debe alcanzar al menos  $18^{\circ}\text{C}$  para conseguir un grado de madurez satisfactorio. Las temperaturas elevadas, superiores a  $42^{\circ}\text{C}$ , no son favorables, por provocar la calcinación de las hojas y de las uvas. Sin embargo, sí son necesarias temperaturas relativamente elevadas para la producción de vinos de calidad. Estudios hechos en Burdeos señalan un mínimo de 15 días con temperatura del aire superior a  $30^{\circ}\text{C}$  para obtener una buena cosecha.

El efecto de la temperatura no es igual sobre todos los componentes de las uvas. Diferentes variedades de *Vitis vinifera* presentan mayor contenido de compuestos antociánicos en piel cuanto menores son las temperaturas diurnas, y en general, en las regiones y en las estaciones más frías, se produce mayor cantidad de pigmentos. Las uvas que maduran a temperaturas elevadas presentan un contenido en compuestos antociánicos menor e incluso no llegan a desarrollar el color rojo característico, de forma que la biosíntesis de estos pigmentos se inhibe cuando las vides se ven sometidas a temperaturas diurnas y nocturnas similares,  $37^{\circ}\text{C}$  y  $32^{\circ}\text{C}$  respectivamente.

Se sabe que una marcada diferencia entre la temperatura diurna y la nocturna favorece una maduración lenta del fruto que lleva al desarrollo óptimo del aroma y del color y a la obtención de vinos finos y de buen "bouquet". También se ha demostrado la influencia del clima sobre la composición ácida de la uva. Así, el clima frío favorece altos contenidos en ácido málico, disminuyendo fuertemente su concentración a temperaturas superiores a  $30^{\circ}\text{C}$ . Las temperaturas altas en las proximidades de la vendimia provo-

ca una gran disminución de la acidez por combustión respiratoria. Además, en climas cálidos las uvas alcanzan elevados contenidos de sólidos solubles, de los cuales los azúcares constituyen un alto porcentaje.

Como resumen, y haciendo referencia a los compuestos que más interesan a la hora de la elaboración, podemos decir que a lo largo del proceso de maduración, a la vez que aumentan los azúcares, disminuye la acidez, la astringencia y el posible sabor amargo de los vinos y aumenta la tanicidad y el volumen en boca. En las últimas fases del proceso de maduración el grado probable, es decir, el contenido de azúcares de la uva, varía muy poco mientras que la síntesis de compuestos fenólicos es muy activa. Esto se debe a que la síntesis de los compuestos fenólicos proviene de las hexosas, que será por tanto máxima cuando exista una alta concentración de azúcares en la baya. Por tanto, la uva bien madura tendrá una alta concentración de antocianos y proantocianidinas.

Todo esto nos lleva a pensar en la necesidad de introducir algún parámetro de control de maduración que tenga en cuenta de alguna

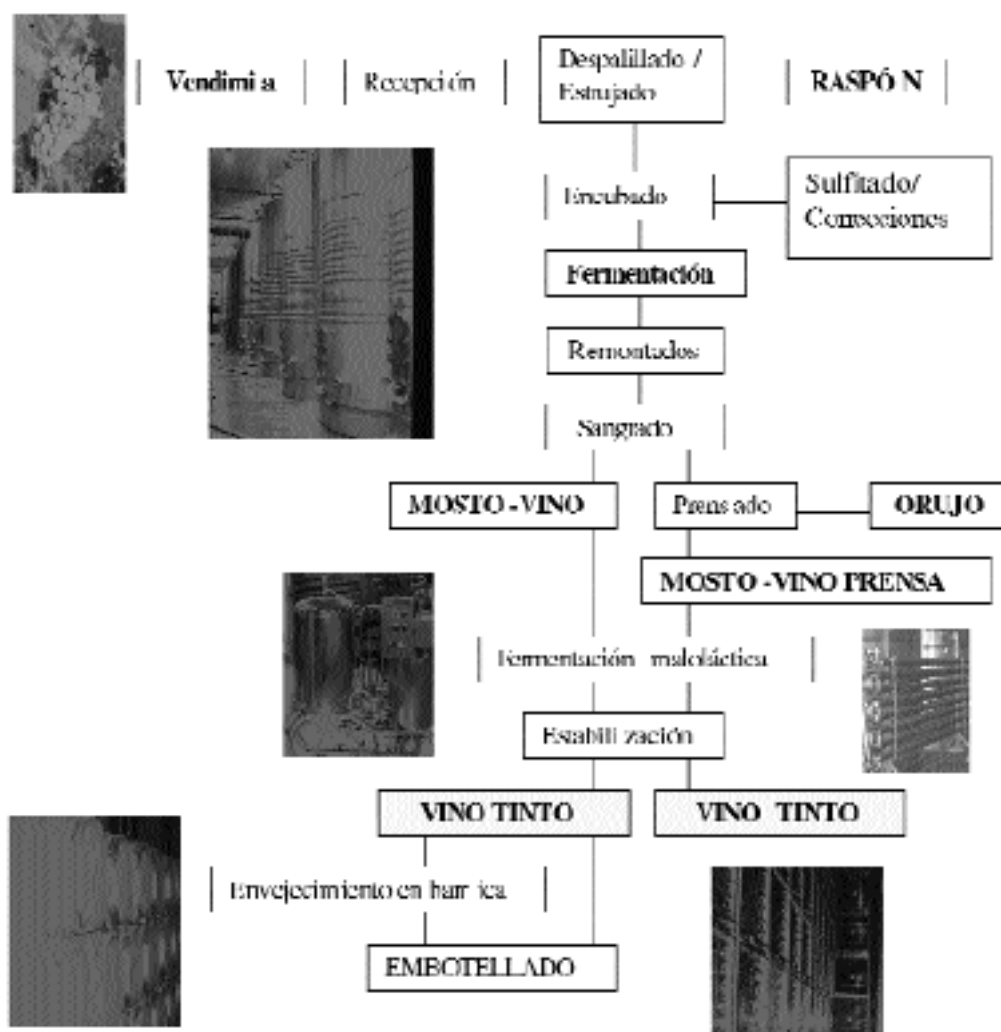
manera la maduración fenólica a la hora de elegir una fecha óptima de vendimia, ya que un grado probable óptimo no garantiza una adecuada composición fenólica para obtener vinos de gran calidad.

## RESUMEN DEL TRABAJO REALIZADO

### Materiales y métodos

Para la realización de este trabajo se han utilizado uvas de las variedades Tinta del País (TP), Tempranillo (T), Cabernet-Sauvignon (CS), Garnacha Tinta (GT), Malbec (MB) y Merlot (MT) procedentes de la parcela experimental que el Consejo tiene en la Horra. Una vez que las uvas alcanzaron el momento considerado óptimo de maduración se vendimiaron a mano en cajas de unos 20 kilos y se llevaron a la Estación Enológica de Castilla y León, en Rueda, donde fueron procesadas hasta obtener seis vinos monovarietales.

En la figura podemos ver un esquema del proceso de elaboración del vino tinto.



Se resume en las siguientes etapas:

- 1) Recepción de la uva en la bodega y descarga sobre tolva de acero inoxidable.
- 2) Despalillado, estrujado, sulfitado con una dosis de 5 g/HL de SO<sub>2</sub> y encubado en depósitos autovaciantes.
- 3) Proceso de fermentación llevado a cabo por levaduras autóctonas, con un remontado diario y sistemas de refrigeración que permiten el control de la temperatura de forma que no sobrepase los 25 °C durante la fermentación.
- 4) Descubado, prensado de la masa mediante una prensa neumática, mezclándose el vino yema con el de primera prensada.
- 5) Fermentación maloláctica.
- 6) Mantenimiento en depósitos de acero inoxidable durante unos 4 meses hasta su entrada en bodega.
- 7) Crianza oxidativa en bodega de roble nueva con un grado de tostado medio durante un año.
- 8) Embotellado y seguimiento del vino durante un año.

### Métodos analíticos y resultados

**Métodos de color.** Se utilizaron dos métodos, uno el más ampliamente utilizado para el seguimiento del color en el vino consistente en medir la absorbancia a 420, 520 y 620 nm para calcular a continuación intensidad, tonalidad y porcentajes de color. El otro recomendado por organismos internacionales para la medida del color, el CIELab con el que se obtienen entre otros parámetros como la luminosidad y la dominancia del rojo y del azul.

**Compuestos fenólicos.** Se analizaron polifenoles totales, antocianos totales, catequinas, proantocianidinas y en vinos además polifenoles poco polimerizados, mediante rectas de calibrado específicas para cada tipo de compuesto.

En primer lugar era importante tener una referencia del potencial fenólico de cada una de las variedades de uva utilizadas. Existen métodos de extracción muy variados y por lo general largos y difíciles de aplicar en bodega, por tanto se consideró necesario poner a punto un método lo más corto posible, que diera buenos resultados y fácilmente aplicable a una bodega.

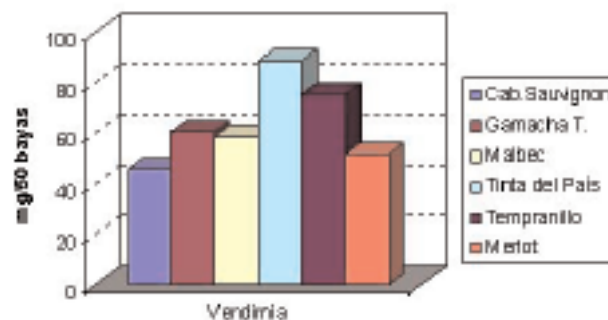
Para ello se compararon 2 métodos rápidos con uno largo en el que se supone el agotamiento total de los hollejos. En todos los casos se utilizó una muestra representativa de 50 uvas por duplicado, se separaron los hollejos por estrujado y se procedió a la extracción mediante una solución alcohólica con un 5% de ácido. En el método largo se realiza la extracción de los hollejos enteros durante 3 días, cambiando el disolvente todos los días. En los métodos cortos la extracción se realiza sobre los hollejos triturados y en agitación. En el primero con un volumen

de disolvente durante 2 h y en el segundo con la mitad del volumen 1/2 h y la otra mitad durante 1 h. En todos los casos el método corto 2 da mejores resultados que el 1, lo que indica que el efecto de lavado del cambio de disolvente es importante sobre los resultados finales. Los valores obtenidos, con valores de extracción cercanos al 100%, ponen de manifiesto que el método corto 2 es un método fiable y adecuado para sustituir otros más largos y de difícil aplicación en bodega. Los compuestos más difíciles de extraer son las proantocianidinas.

La aplicación de este tipo de métodos unido a sencillos análisis de color y compuestos fenólicos se presenta como una potente herramienta para controlar por un lado el grado de maduración de las uvas y por otro la calidad de las uvas que las bodegas compran, al disponer de parámetros objetivos y reproducibles de control.

En la gráfica vemos como las diferentes variedades presentan uvas de muy diferente tamaño, destacando las variedades Tinta del País y Tempranillo con valores superiores a la media y la variedad Cabernet-Sauvignon con uvas más pequeñas.

Valores medios de los pesos de 50 bayas

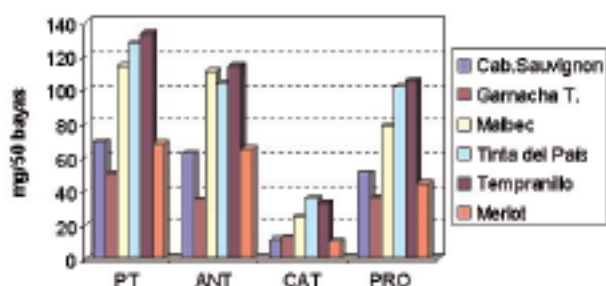


Del estudio de la composición fenólica se deduce que son las variedades Tempranillo, Tinta del País y la francesa Malbec las que presentan mayores concentraciones de polifenoles totales y la variedad Garnacha la que presenta los valores más bajos, siendo este un parámetro relativamente estable al final de la maduración. En cuanto a los antocianos, aumentan hasta el momento de vendimia destacando las mismas variedades que en el caso anterior. Estos compuestos están sujetos a grandes variaciones anuales. Las catequinas no presentan una tendencia bien definida, destacando los contenidos de las variedades autóctonas y valores muy bajos de algunas variedades francesas en determinados años.

Los contenidos de proantocianidinas presentan valores en concordancia al resto de los parámetros, destacando las variedades Tinta del País, Tempranillo y Malbec.



Valores medios de compuestos fenólicos en la vendimia



Sin embargo estos datos hay que analizarlos con cuidado ya que como hemos visto las uvas son en algunos casos muy diferentes tanto en tamaño como en la relación pulpa-hollejos. Las variedades con uvas más pequeñas compensan en parte el menor contenido fenólico por unidad de uva con mayor proporción de hollejos a la hora de la elaboración, por lo que estos datos no indican que los vinos elaborados vayan a tener menor contenido fenólico o menor color.

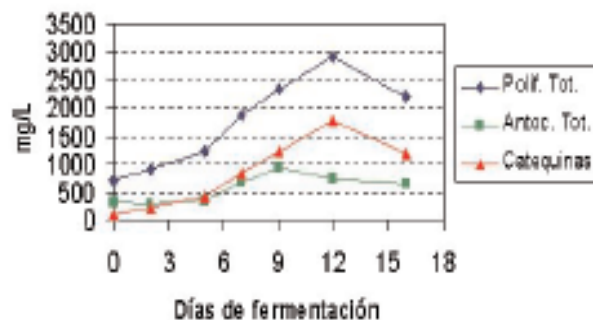
El desarrollo de la fermentación se controló mediante los parámetros clásicos incorporando el análisis de los compuestos fenólicos mencionados. Un aspecto importante para comprender la influencia del grado de madurez sobre la extracción de compuestos fenólicos es el hecho de que el grano de uva está recubierto con una capa impermeable de una sustancia ceroide, la pruina, que impide la solubilización de sustancias por la capa externa de la piel, al menos mientras la temperatura no suba y no aparezca el alcohol que la solubilice. También hay que tener en cuenta que la parte interna de la piel está recubierta por una capa de células de la pulpa que dificultará el intercambio por la parte interna de la piel. Esta capa será menor a medida que avanza el proceso de maduración. Por lo tanto, al inicio de la fermentación, cuando el mosto no está todavía caliente y no hay etanol, la salida de las moléculas responsables del color únicamente puede tener lugar por la cara interna de la piel y por tanto la extracción de compuestos fenólicos será más difícil cuando la uva esté menos madura.

Resumiendo, la uva verde posee una baja concentración de compuestos fenólicos que además será difícil de extraer y dará lugar a vinos con poca estructura y en el caso de que se fuerce la maceración tendrá taninos agresivos. Por el contrario, la uva madura tendrá una alta concentración de estos compuestos, más fácilmente extraíbles y dará lugar a vinos con cuerpo y de taninos suaves.

Algunos de estos aspectos se observan claramente en las gráficas que representan la evolución de algunos de los parámetros analizados a lo largo de la maduración en una de las variedades estudiadas. Por una parte la extracción de compuestos fenólicos no adquiere verdadera impor-

tancia hasta que no empieza a haber cantidades sustanciales de alcohol en el medio y por otra vemos como los antocianos alcanzan un máximo de concentración al final del periodo de mayor actividad fermentativa, mientras que la maceración que sigue hasta que el vino es descubado (día 12) es muy beneficiosa para la extracción de otros compuestos como los taninos.

Evolución de los compuestos fenólicos en la variedad Malbec



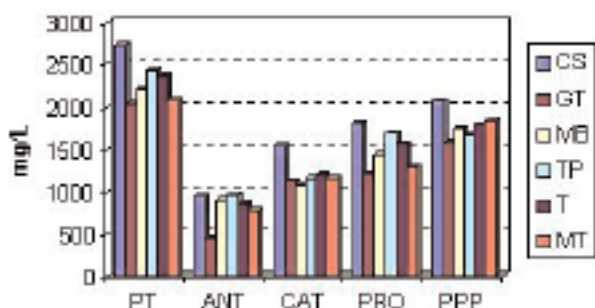
Evolución de los parámetros clásicos de fermentación en la variedad Malbec



Estudiando en detalle cada una de las familias fenólicas observamos como son los vinos elaborados a partir de Tempranillo y Tinta del País los que alcanzaron los mayores valores de antocianos, mientras que destaca negativamente la variedad Garnacha. En cuanto a la catequina destaca la variedad Cabernet-Sauvignon, debido especialmente a la alta concentración de estas sustancias que presenta en las pepitas. Le siguen las variedades Tempranillo y Tinta del País. Quizás sea bueno hacer una aclaración sobre el interés de controlar el contenido de catequinas en los vinos, y es que estos son unos compuestos muy reactivos y muy versátiles que pueden reaccionar con antocianos para formar otros pigmentos y pueden intervenir en reacciones de condensación para la formación de proantocianidinas y de taninos de mayor grado de polimerización. Como era de esperar se obtienen resultados similares en contenido de proantocianidinas. Respecto a los

polifenoles totales los resultados no hacen sino corroborar resultados anteriores; presentan contenidos mayores aquellos que ya destacaron por sus niveles de antocianos y proantocianidinas.

### Compuestos fenólicos en los vinos



En cuanto al color de los vino analizados, la variedad garnacha destaca por sus bajos valores de intensidad y las variedades Tinta del País y Tempranillo por su elevada componente azul, característica de los vinos de Ribera del Duero. Se observan grandes diferencias en cuanto a la intensidad de color encontradas en una misma variedad en sucesivas añadas, esto se deben principalmente a las diferencias climáticas que determinan en buena medida el desarrollo de la maduración.

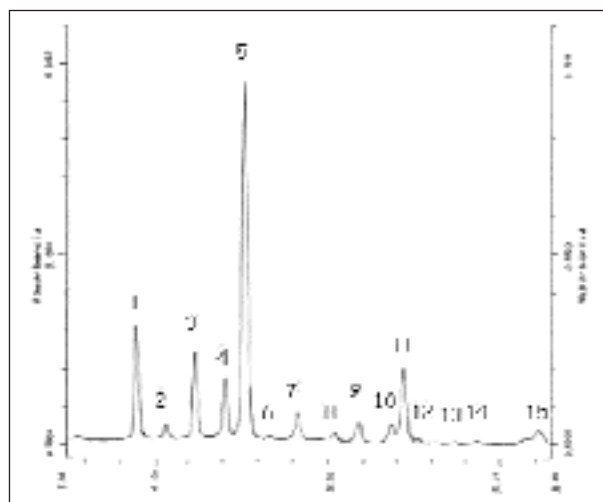
Para correlacionar los compuestos fenólicos de uvas y vino es necesario tener en cuenta también la composición de las pepitas y la relación hollejos/mosto de las uvas. Además, hay que tener en cuenta que el color y estructura fenólica de un vino depende en buena medida de los métodos de elaboración y por tanto las propias bodegas tienen mucho que decir en este tema. Intentar generalizar y pretender predecir estructura y color del vino a partir de datos de uvas es una labor difícil y que sólo se pueden plantear las propias bodegas a partir de la aplicación de unos determinados métodos de elaboración.

En general, los datos obtenidos permiten deducir que las variedades francesas estudiadas son buenas mejorantes del color.

### Análisis cromatográfico de compuestos fenólicos

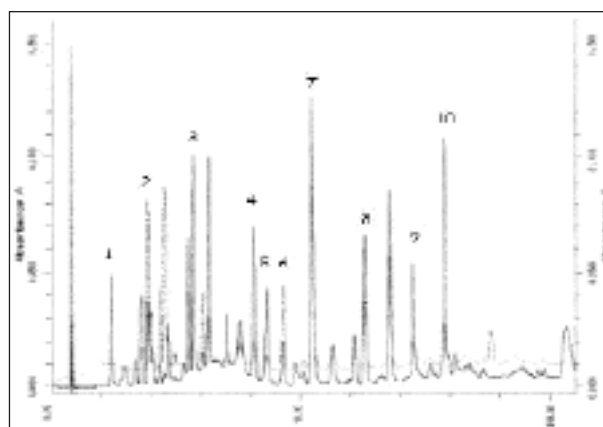
El análisis cromatográfico permite estudiar e incluso cuantificar diferentes compuestos fenólicos de los vinos de una forma rápida y simultánea. En la figura vemos, a modo de ejemplo, un cromatograma de los antocianos encontrados en la variedad Cabernet-Sauvignon.

Los picos 1-5 corresponden a los 5 antocianos glucósidos. El pico 5 corresponde a la malvidina (malvidín-3-O-glucósido) que es siempre el mayoritario. A continuación aparecen derivados acéticos de los anteriores y al final del cromatograma, y casi siempre en cantidades muy pequeñas, derivados cumáricos de los mismos.



Del estudio de este tipo de compuestos se deduce que las variedades francesas presentan cantidades muy superiores de derivados acéticos, que la variedad Cabernet-Sauvignon presenta un pico del derivado acético de la malvidina (pico 11) grande y característico y que cada variedad presenta un patrón de los 5 antocianos glucósidos característico siendo siempre la malvidina el antociano mayoritario y la cianidina el minoritario.

La última figura nos muestra un cromatograma de otros compuestos fenólicos (no antocianicos) de un peso molecular pequeño de la variedad autóctona Tinta del País. De estos se han identificado por ahora los 10 señalados, que se corresponden de menor a mayor con los ácidos gálico, protocatéquico y t-caftárico, la catequina, los ácidos cutárico, vainillínico, cafeico y síringico, la epicatequina y el ácido p-cumárico.



Estos compuestos no son característicos de la variedad sino que dependen más del factor añada. De todas formas se puede adelantar que en las variedades autóctonas son mayoritarios los ácidos libres (cafeico, p-cumárico), mientras que en las variedades francesas lo son los ácidos unidos al ácido tartárico (caftárico y cutárico).

# COMPUESTOS VOLÁTILES DEL VINO

MIRIAM ORTEGA HERAS

*Dpto. Biotecnología y Ciencia de los Alimentos*  
UNIVERSIDAD DE BURGOS

## ■ I. PRESENTACIÓN

El vino es probablemente una de las bebidas alcohólicas más compleja que existe, y es probablemente en su aroma donde reside parte de esta complejidad. Explicar la enorme riqueza de notas de un vino y la gran variedad de estos aromas, no es tarea fácil para los investigadores.

Los compuestos aromáticos, debidos al importante efecto que ejercen sobre nuestros órganos sensoriales, juegan un papel definitivo en la calidad de nuestros alimentos. Como ocurre en la mayoría de los alimentos, el “aroma” de un vino se debe a la acción de varios cientos de compuestos diferentes sobre nuestros sentidos. Cada uno de estos compuestos tiene un valor sensorial determinado, que puede ser modificado sensiblemente cuando está en presencia de otras sustancias. Actualmente se sabe que son más de 800 los compuestos volátiles que forman parte del aroma de los vinos, de los cuales han sido identificados más de 200, pero la relación entre su concentración y las características aromáticas del vino solamente se conoce en muy pocos casos. Entre estos compuestos se encuentran un gran número de familias químicas como: alcoholes, ésteres, ácidos, aldehidos, cetonas, terpenos, etc., que generalmente están presentes en todos los vinos aunque en concentraciones diferentes de unos a otros. Es precisamente esto lo que puede ser causa de las características propias de cada vino, aunque el aroma exclusivo de algunas variedades de uvas y de sus correspondientes vinos suele relacionarse con un compuesto específico.

## ■ II. LOS COMPUESTOS AROMÁTICOS Y SU SIGNIFICACIÓN SENSORIAL

Los órganos sensoriales humanos tienen reacciones variables a los compuestos aromáticos. La concentración más baja de un compuesto que puede ser directamente reconocida por su olor se conoce como “concentración o **valor umbral**”. Los datos relativos a esta concentración permiten comparar la intensidad o potencia de las sustancias olorosas, las cuales difieren considerablemente y pueden variar entre  $10^{-4}$  y  $10^{-12}$  g/L.

La concentración umbral depende de la presión de vapor de los compuestos, la temperatu-

ra, la composición del medio y por supuesto de la sensibilidad del catador. Un problema asociado a esta determinación es la adaptación del olfato al estímulo, que hace aumentar el umbral de olfacción con el tiempo de exposición.

La variación de la intensidad olfativa con la concentración de un compuesto no sigue la misma relación cuantitativa lineal para diversos compuestos del aroma, y a día de hoy la psicofísica (ciencia que estudia las relaciones entre estímulos y respuestas) no tiene una teoría generalizada que explique todos los fenómenos. Una de las leyes fundamentales de esta ciencia es la de Stevens que establece una relación de potencial.

$$I = K (S - S_t)^n$$

Donde I es la intensidad percibida, S la fuerza del estímulo,  $S_t$  el umbral de percepción, K una constante de proporcionalidad y n el exponente que establece la tasa de crecimiento de la intensidad percibida frente a la intensidad física del estímulo. Para concentraciones bajas de odorantes, como es el caso del vino, el valor n oscila entre 0,3 y 0,8.

A la hora de establecer la importancia sensorial de los odorantes es de gran utilidad su “**valor de aroma**”, o relación entre su concentración y su valor umbral. Cuando el valor de aroma es igual o mayor que la unidad, el odorante participa en el olor del producto y tanto más cuanto más alto es dicho valor. Valores inferiores a la unidad indican que el odorante no contribuye al olor del producto evaluado.

## ■ III. CONSTITUYENTES DEL AROMA DE LOS VINOS

Tradicionalmente los aromas del vino se han agrupado de acuerdo con su origen o procedencia. Podemos encontrar cuatro grandes grupos:

- **Aromas primarios o varietales:** están relacionados con la variedad de uva utilizada.
- **Aromas pre-fermentativo:** son los resultantes de las modificaciones que sufre la uva a lo largo de los tratamientos efectuados antes de la fermentación.
- **Aromas secundarios o fermentativos:** aparecen principalmente durante la fermentación alcohólica por acción de las levaduras o también durante la fermentación maloláctica por acción de las bacterias.





- **Aromas terciarios o post-fermentativos:** son los que aparecen a lo largo del envejecimiento del vino ya sea en barrica o en botella.

### 3.1. AROMAS PRIMARIOS O VARIETALES

Existen dos grandes grupos de compuestos varietales

- **Compuestos varietales libres:** en los que su cantidad y tipo es una consecuencia del tipo de variedad de uva, matizados por los factores vitivinícolas.
- **Compuestos aromáticos ligados y precursores:** en este grupo se incluyen aquellas sustancias que están ligadas a determinados compuestos, siendo en tal estado inodoras y que pueden ser liberadas mediante hidrólisis ácida o enzimática en el transcurso del proceso de vinificación o durante el periodo de envejecimiento y almacenamiento.

#### 3.1.1. Sustancias que componen los aromas varietales libres

##### 3.1.1.1. Terpenos

Estos compuestos aportan aromas florales y afrutados a los mostos y son característicos de las variedades llamadas aromáticas como Moscatel, Gewürztraminer, Albariño, y Malvasia entre otras. En estas variedades se encuentran muy por encima de su umbral de percepción. En el resto de los vinos, es decir, aquellos que no se han elaborado con variedades aromáticas, el contenido en terpenos no supera los 80 mg/L, no soliendo sobrepasar sus umbrales de olfacción y aunque es posible un efecto aditivo y por tanto, el aporte de alguna nota floral, parece bastante improbable que tengan relevancia en el total del aroma.

Dentro de este grupo se engloban especies químicas diferentes como son los monoterpenos, los sesquiterpenos y sus derivados.

Los monoterpenos son los compuestos mayoritarios en la uva y el vino y los más habituales son el linalol, a-terpineol, b-citronelol, nerol y geraniol.

Los terpenos se sintetizan en la baya, localizándose, principalmente, en la piel. A partir del envero siguen curvas de evolución características, no coincidiendo su máximo contenido con el de los azúcares. Se han descrito cinco fases en la evolución de estos compuestos, una primera de acumulación rápida, seguida de una ralentización e incluso parada en la síntesis, después otra donde se alcanza el máximo aromático a la que le siguen dos etapas de disminución de la concentración, una rápida, al final de la maduración, y una lenta, típica de postmaduración.

A veces se pueden encontrar en proporción idéntica entre las partes sólidas y el jugo vacuo-

lar de la baya (linalol) o mayoritariamente en la piel (geraniol y nerol).

##### 3.1.1.2. Pirazinas

Estos compuestos están asociados a los aromas vegetales típicos del Sauvignon y Cabernet Sauvignon, con los cuales se relaciona su aroma herbáceo y cierta nota a pimiento. Las especies mayoritarias son: 3-isobutil-2-metoxipirazina, 3-S-butil-2-metoxipirazina y 3-isopropil-2-metoxipirazina.

El origen de estos compuestos puede estar relacionado con ciertos aminoácidos como leucina, isoleucina y valina.

Además de las variedades citadas, estos compuestos pueden existir en otras, aunque en menores cantidades y a niveles menores que el umbral de olfacción. Su presencia es función de diferentes factores, aunque destaca el grado de maduración de la baya.

La concentración de estos productos es inversamente proporcional al grado de madurez, es decir, van disminuyendo apreciablemente a partir del envero y en condiciones óptimas de madurez son inapreciables.

#### 3.1.2. Sustancias ligadas y precursores de aroma

##### 3.1.2.1. Los monoterpenos:

Son más o menos sensibles a las reacciones de hidratación y de oxidación. Estos fenómenos pueden tener lugar durante el envejecimiento del vino; después de tres meses, el linalol, por ejemplo, da él sólo 4 compuestos principales: nerol, geraniol, a-terpineol, 6,7,-dihidroxi-linalol.

##### 3.1.2.2. Los dioles o polioles terpénicos:

Se transforman a unos pH relativamente ácidos, tales como los que poseen los mostos o los vinos, en monoterpenos con grados de oxidación más o menos elevados. Ciertos compuestos así obtenidos son olorosos, pero pueden comunicar aromas extraños al vino.

##### 3.1.2.3. Los carotenoides:

Son a veces el origen del aroma de ciertas variedades neutras. Este aroma se comienza a expresar desde los primeros estadios de la fermentación alcohólica y puede alcanzar su plenitud durante la crianza o envejecimiento.

Después de ser extraídos tras las operaciones pre-fermentativas, los carotenoides sufren una rotura catalizada por la luz y las actividades oxidativas, originando moléculas desde C9 a C13 (norisoprenoides), mucho más solubles y aromáticas, de carácter cetónico.

Estos compuestos se localizan en las partes sólidas de la pulpa y sobre todo de la película pero no en el mosto, por lo que puede ser poco probable que aparezcan en vinificaciones sin maceración.

Entre los compuestos C13 procedentes de la degradación de los carotenoides que juegan un papel importante en el aroma del vino se encuentran el vitispirane, que tienen un olor entre alcanfor y eucalipto; 11 1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftaleno (TDN), que confieren al vino un pronunciado aroma a petróleo o queroseno; y la b-damascenona y a y b-iononas, que poseen un fuerte y agradable olor a flores (Etievant y Bayonove, 1983).

### 3.1.2.4. Los precursores glicosilados del aroma:

Los glicósidos son compuestos formados por la unión de azúcares a otras moléculas llamadas agliconas. Como tales no intervienen en el olor pero son una fuente potencial del aroma ya que su parte aglicona es olorosa y puede ser liberada mediante hidrólisis ácida o enzimática durante el proceso de vinificación y la etapa de envejecimiento.

La parte aglicona está a menudo formada por terpenoles, de los cuales los principales son el linalol, nero y geraniol. Se encuentran también óxidos de linalol, dioles y trioles terpénicos. Otros compuestos como los alcoholes cíclicos o lineales (hexanol, feniletanol, alcohol bencílico), los C13 norisoprenoides, los ácidos fenólicos y los fenoles volátiles como la vainillina (Bayonove et al., 2000).

### 3.1.2.5. Los ácidos grasos:

Los ácidos grasos poliinsaturados son los precursores de los aldehídos y alcoholes C6.

### 3.1.2.6. Los ácidos fenólicos:

Los ácidos fenólicos (caféico, p-cumárico, ferúlico) por sí mismos no son olorosos. Sin embargo, estos derivados cinnámicos pueden sin embargo sufrir reacciones (conversión, hidrólisis, isomerización, oxidación, reducción) que les hacen desaparecer en parte del medio y los transforman en otros compuestos, concretamente en fenoles volátiles, que sí son olorosos.

## 3.2. AROMAS PRE-FERMENTATIVOS

Los principales compuestos responsables de estos aromas son los aldehídos y alcoholes de seis átomos de carbono: hexanal, trans-2-hexenal, trans-2-hexen-1-ol, cis-3-hexen-1-ol y 1-hexanol. Estos compuestos confieren al vino aromas y sabores herbáceos que pueden llegar a ser desagradables.

Se producen a partir de los ácidos grasos poliinsaturados, principalmente linoléico y linolénico, por acción de determinadas enzimas de la uva, lipoxigenasas, isomerasas, liasas, y alcohol deshidrogenasas, en el momento de la ruptura de los tejidos y en presencia de oxígeno.

Los ácidos grasos se localizan tanto en la película como en la pulpa, aunque en la primera resi-

de el 60-75% del total, hecho que reviste extraordinaria importancia en las operaciones pre-fermentativas.

Durante la maduración los ácidos grasos disminuyen, sobre todo el linoléico seguido del linoleico, hecho que conduce a explicar la disminución del riesgo de aparición de compuestos C6 en vendimias más maduras. La presencia de mayor o menor cantidad de ácidos grasos en la uva no viene condicionado por el tipo de variedad, si no más bien por las condiciones de suelo, clima y prácticas culturales que pueden hipotecar la maduración.

Estos alcoholes y aldehídos C6 representan el mayor porcentaje de compuestos volátiles de mostos de las denominadas variedades neutras.

## 3.3. AROMAS SECUNDARIOS O FERMENTATIVOS

Este tipo de sustancias aparecen como consecuencia principalmente de la acción de las levaduras durante la fermentación alcohólica. Estos aromas suelen producirse como productos secundarios en el ciclo de transformación del azúcar en alcohol y su calidad es función de las condiciones técnicas de desarrollo de la fermentación alcohólica. Así mismo pueden producirse por la acción de las bacterias en el transcurso de la fermentación maloláctica.

En la figura 1. se recogen las principales rutas biosintéticas de formación de los principales compuestos aromáticos durante la fermentación por acción de las levaduras.

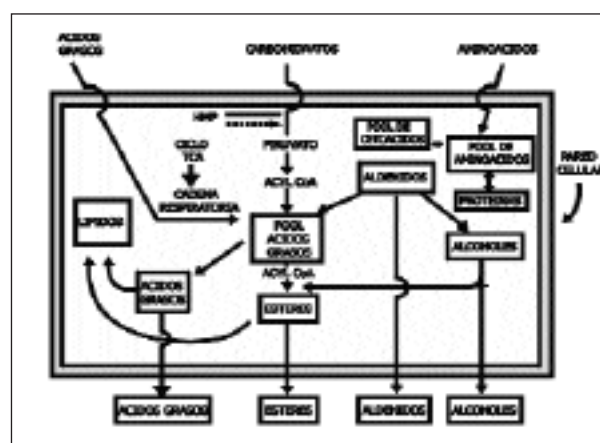


Fig. 1 Esquema que recoge las principales vías descritas de la formación de compuestos secundarios volátiles durante la fermentación alcohólica

### 3.3.1. Alcoholes

Los *alcoholes superiores* son, desde un punto de vista cuantitativo el grupo mayoritario de los compuestos volátiles presentes en el vino. Este

grupo está formado por alcoholes alifáticos y aromáticos. Los alcoholes alifáticos incluyen propanol, isobutanol, y los alcoholes isoamílicos (2-metilbutanol y 3-metilbutanol); el alcohol aromático más importante es el feniletanol. De entre todos ellos los alcoholes isoamílicos son los más abundantes, comprendiendo entre el 40-70% de el total de los alcoholes superiores sintetizados.

Exceptuando el 2-feniletanol cuya nota aromática es la de rosas, el resto de los alcoholes superiores, también conocidos como alcoholes de fusel, tienen olores poco agradables, a alcohólicos ásperos o tipo fusel (de ahí su nombre). Por esta razón, si su concentración total supera ciertos límites, (más de 300 o 400 mg/L, pueden perjudicar el aroma del vino aportando notas desagradables, aunque por debajo de 300 mg/L contribuyen de forma positiva a la complejidad del mismo.

### 3.3.2. Ésteres etílicos y acetatos de alcoholes superiores

Los ésteres etílicos de ácidos grasos y los acetatos de alcoholes superiores son un grupo importante de compuestos que contribuyen de manera importante al aroma del vino por dos razones: la primera es que la mayor parte se encuentra en el vino en concentraciones superiores a su umbral de detección y la segunda porque sus olores coinciden con los descriptores frutales del vino, principalmente del vino joven. Sin embargo, una característica aromática particular, no puede ser asociado con un éster en concreto.

La mayoría de los ésteres se sintetizan durante la fermentación del mosto por acción de las levaduras.

Los acetatos de alcoholes superiores y ésteres etílicos de ácidos grasos C6 C8, C10, C12 producen aromas afrutados muy finos y delicados que armonizan perfectamente con los aromas primarios de la uva.

El único de estos compuestos que puede alterar la calidad de un vino es el *acetato de etilo*, que si se encuentra en concentraciones elevadas confiere al vino un aroma peculiar, picante, a pegamento, con connotaciones desagradables.

### 3.3.3. Otros ésteres

De los ésteres que proceden de los ácidos orgánicos, succínico, málico, láctico, cítrico y glutámico principalmente, parece ser que es el lactato de etilo es el que juega un papel más importante en el aroma del vino. Este compuesto se ha asociado con el aroma a "chocolate de leche" de los vinos dulces naturales. También se ha visto que las mayores concentraciones de este compuesto se encuentran en vinos obtenidos mediante envejecimiento oxidativo.

Otros ésteres que también juegan un papel importante en el aroma del vino son los ésteres

cinámicos: cinamato de etilo y 2,3-dihidrocina-mato de etilo. Estos compuestos, aunque están presentes en muy bajas concentraciones, aportan al vino un intenso y agradable aroma a dulce, cereza y frutas.

### 3.3.4. Ácidos grasos

Estos compuestos comunican al vino olores a vinagre (acético), queso (ácido butírico, iso-valérico...) y jabón (octanoico). Existen estudios contradictorios sobre si estos compuestos afectan o no al aroma del vino, pero sí que parece claro que los ácidos C6, C8 y C10 están en general relacionados positivamente con la calidad del vino, o más bien que están presentes en mayores concentraciones en vinos de calidad junto con otros compuestos realmente responsables de dicha calidad como pueden ser los ésteres. Dado su potencial aromático y las características de éste, el efecto positivo o negativo dependerá de la concentración en que aparezcan en los vinos. Si ésta es excesiva su efecto positivo se transforma en un claro defecto y por tanto se hará negativo.

Los ácidos de número par de átomos de carbono, C6 a C12, conocidos como "lácteos", pueden jugar un papel importante si se oponen a la hidrólisis de los ésteres correspondientes.

Estos ácidos grasos pueden también actuar como inhibidores potenciales de la fermentación alcohólica. Este poder inhibitorio está directamente relacionado con sus solubilidad.

De todos los ácidos, el que puede afectar de manera más negativa a la calidad del vino es el ácido acético si se encuentra en concentraciones superiores a su umbral de percepción y los límites legales en los que se puede encontrar este ácido varían dependiendo del país y del vino de que se trate. Niveles altos de estos compuestos se deben principalmente a la actuación de bacterias lácticas y acéticas en presencia de oxígeno.

### 3.3.5. Lactonas

Las lactonas son compuestos aromáticos que están presentes en muchos productos alimenticios. Algunas lactonas se han encontrado en uvas almacenadas en condiciones anaerobias bajo CO<sub>2</sub>. Sin embargo, en vinos aparecen principalmente por la acción de las levaduras como productos de su metabolismo aminoácido y cetoácido.

- **γ-alcoxi y γ-carboxilactonas:** son compuestos que en principio no juegan un papel muy importante en el aroma del vino.
- **γ y δ alquil lactonas:** las γ-lactonas son más comunes en el vino que las δ-lactonas. Aunque la g-butirolactona es la que aparece en mayores cantidades, tiene un alto valor umbral y su importancia aromática no es



resaltable. También, la  $\gamma$ -hexalactona tiene un alto umbral de olfacción, muy alejado de la cantidad normal presente en los vinos.

Las  $\gamma$  y  $\delta$ -nonalactonas y las d-decalactonas tienen valores umbral mucho más bajos (alrededor de las decenas de mg/l) y poseen un intenso aroma, a menudo descrito como de melocotón o coco.

- **Lactona del vino:** la 3a,2,4,7a-tetrahidro-3,6-dimetilbenzofuran-2(3H)-ona ha sido nombrada por Guth como lactona del vino. Este autor la cita como uno de los odorantes más importantes en el aroma de las variedades Scheurebe y Gewürtraminer. Su olor se describe como dulce y coco.
- **Sotolón** o 4,4-dimetil-3-hidroxi-2(5H)-furanona, es una poderosa molécula aromática. Se considera un compuesto característico en los vinos tipo sherry o Jerez. También se han encontrado en vinos y en vinos oxidados. En el resto de los vinos aparece en concentraciones traza.
- **Furaneol** o 2,5-dimetil-4-hidroxi-2,3-dihidro-3-furanona, es un isómero posicional del sotolón. Es característico de vinos de la especie *Vitis Labrusca*, así como en nuevas variedades híbridas resistentes a los hongos. Es el compuesto responsable de las notas a fresa de estos vinos.

### 3.3.6. Compuestos carbonílicos

Los aldehídos volátiles de cadena corta son compuestos que contribuyen de manera importante a las características aromáticas del vino, aportando notas a manzana, cítrico o a frutos secos.

- **Acetaldehído:** este compuesto supone la mayor parte del contenido total de aldehídos de los vinos. Puede encontrarse en cantidades superiores a su valor umbral de olfacción e influir en la apreciación sensorial del vino achacándosele el papel principal en la sensación característica del aroma oxidado de un vino. Por otra parte se dice que confiere al vino un olor a frutas verdes no muy agradable.

El acetaldehído es también un precursor del acetato de etilo, acetoina y etanol.

- **$\alpha$ -dicetonas e hidroxicetonas:** la 2,3-butanodiona o diacetilo y la 3-hidroxi-2-butanona o acetoina, pueden producirse en pequeña cantidad durante la fermentación alcohólica por acción de las levaduras. Sin embargo, se forman en mayores concentraciones durante la fermentación maloláctica por actuación de las bacterias

Posteriormente su concentración en el vino va disminuyendo hasta llegar a concentraciones prácticamente despreciables,

seguramente como consecuencia de la formación de 2,3-butanodiol, (el diacetilo es reducido a acetoina y ésta lo es al 2,3-butanodiol).

- **Otros aldehídos:** los aldehídos pueden generarse en cantidades apreciables durante los procesos pre-fermentativos. En esta etapa, la actividad lipoxigenásica del mosto es intensa y como consecuencia de la oxidación de los ácidos linoleico y oleico se pueden formar un buen número de aldehídos de 6, 9 y 10 átomos de Carbono. Sin embargo, estos compuestos son rápidamente reducidos en el transcurso de la fermentación a sus correspondientes alcoholes y ácidos. De este modo la contribución de los aldehídos al aroma del vino recién obtenido podría considerarse nula. Sin embargo, su concentración aumenta posteriormente durante la crianza de los vinos, tanto por oxidación catalítica de los correspondientes alcoholes o de los ácidos grasos remanentes, como por oxidación de Strecker de aminoácidos.

El benzaldehído es uno de los aldehídos más importantes desde el punto de vista sensorial, ya que su olor recuerda al de las almendras amargas y si está presente en el vino en altas concentraciones puede ser un defecto del mismo. Su concentración suele aumentar durante la oxidación. Su generación está íntimamente relacionada con la variedad de uva.

Otros aldehídos son los C6 que confieren aromas verdes al vino y que ya han sido descritos en el apartado 3.2.

### 3.3.7. Fenoles volátiles

Se han encontrado más de 40 compuestos fenólicos volátiles en diferentes vinos. Estos compuestos juegan un papel importante en el aroma del vino aportando a éstos un cierto carácter balsámico. Además, muchos de ellos se encuentran en concentraciones superiores a su umbral de percepción.

- **Etilfenoles y vinilfenoles:** entre todos los compuestos son los etil y vinil-fenoles los que más contribuyen al aroma del vino reforzados por el probable efecto aditivo que se supone por la similitud de sus notas.

Durante la vinificación, los complejos enzimáticos de las levaduras o de las bacterias lácticas, o bien de las esterasas añadidas, pueden descarboxilar los ácidos fenólicos ferúlico y p-cumárico para dar lugar a sus correspondientes vinil y etilfenoles, circunstancia que se prolonga durante la conservación del vino y que se pone de manifiesto sobre todo cuando disminuye la presencia de acetatos durante la crianza (principalmente en vinos de maceración carbónica).

El contenido de compuestos fenólicos precursores depende de la variedad, y dentro de ésta, es función de los condicionantes de la maduración (suelo, fertilidad, control vegetativo, clima etc), puesto que éstos decrecen desde el envero a la madurez. La piel es mucho más rica en estos compuestos precursores que la pulpa y el jugo vacuolar.

Los principales fenoles volátiles producidos por las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* son el p-vinifenol y el p-vinilguaicol. Las cantidades producidas son generalmente mucho más elevadas en los vinos blancos que en los tintos, siendo igualmente más abundante el primero que el segundo (Baumes et al., 1986). Los vinos tintos contienen menos vinilfenoles que los blancos debidos a la presencia en las uvas correspondientes de fracciones fenólicas inhibidoras de la actividad cinamoildecaboxilasa de la levadura.

Concentraciones de más de 770 µg/L de una mezcla 4-vinilguaicol/4-vinilfenol 1:1 en vinos blancos, puede ser responsable de olores indeseables en el vino con notas a medicina o plástico.

Vinos tintos con niveles de etilfenol más etilguaicol superiores a 0,4 mg/l de una mezcla 10:1 de etilfenol/etil guaicol aportan al vino notas fenólico-animal, con olores característicos a establo y sudor de caballo. La presencia en el vino de especies de levaduras de los géneros *Brettanomyces* y *Dekkera*, contaminantes relativamente frecuentes de ciertas instalaciones, ha sido descrita como responsable de estos olores animales, estableciéndose una correlación positiva entre presencia exclusiva de especies de *Brettanomyces/Dekkera* y altos niveles de etilfenoles y olores desagradables. Se ha propuesto como mecanismo bioquímico de formación una reacción con una secuencia de dos actividades enzimáticas: primero una descarboxilación del ácido fenólico correspondiente (cinamato descarboxilasa) para dar vinilfenol, y segundo una reacción red-ox catalizada por la vinilfenolreductasa que transforma el vinilfenol en etilfenol. Estas levaduras son capaces de producir varios miligramos de etilfenoles por litro de vino, con una incidencia muy negativa en la calidad sensorial del vino. El contenido y la intensidad del carácter fenólico del vino aumenta con la población viable de las especies de *Brettanomyces/Dekkera*.

También se ha investigado la capacidad que diversas bacterias lácticas tienen para producir fenoles volátiles. Únicamente las especies *Pediococcus pentosaceus* y *Lactobacillus brevis* son capaces de dar cantidades significativas de p-vinilfenol.

Este efecto puede aparecer en el vino en cualquiera de los procesos de producción,

maduración o envejecimiento. Sin embargo, se ha detectado especialmente durante la guarda en barriles viejos y poco trasegados, en la etapa inmediatamente antes del embotellado.

Estas contaminaciones microbianas pueden prevenirse mediante los programas de medidas higiénicas habituales, muy especialmente en los barriles de maduración, así como un adecuado control de sulfatación en instalaciones y enseres.

Por otro lado, el empleo de ciertos preparados pectinolíticos comerciales sobre el mosto puede conducir a un contenido en vinilfenoles elevado y originar gustos no deseables en vinos.

### 3.3.8. Compuestos azufrados

Los compuestos azufrados pueden ser clasificados en función de su punto de ebullición en dos grupos: los extremadamente volátiles (SO<sub>2</sub>, SH<sub>2</sub>, sulfuro de dimetilo, etc.) y los menos volátiles con un punto de ebullición por encima de 90°C.

Estos compuestos se pueden formar a partir de aminoácidos que contienen azufre en su composición, como pueden ser metionina y cisteína por acción de las levaduras sobre ellos.

Aunque los compuestos azufrados más volátiles son responsables de olores desagradables que recuerdan huevos podridos, col, coliflor, ajo, cebollas, sin embargo no suelen ser problema en el vino pues la mayoría de ellos pueden eliminarse por un simple trasiego o suave aireación. En cambio los menos volátiles pueden afectar seriamente al aroma del vino sobre todo porque presentan un umbral de detección de sólo unos pocos µg/L.

Entre todos los compuestos de azufre hay pocos a los que se les considere beneficiosos para el aroma, de manera genérica se les correlaciona con los "defectos de reducción". Una excepción son los vinos de la variedad Sauvignon, en los que algunos compuestos organosulfurados están relacionados con la variedad.

Los compuestos de azufre de baja volatilidad se forman a concentraciones variables durante la fermentación, dependiendo del método de vinificación. Ciertos factores pueden estimular su producción, como por ejemplo la presencia de restos de ciertos plaguicidas que fomentan su concentración, aumentando el nivel de estos compuestos en los vinos o el contacto con las lías en condiciones reductoras.

### 3.4. AROMAS TERCIARIOS O POST-FERMENTATIVOS

Este último grupo se genera a lo largo del proceso de conservación y crianza del vino. Algunos de estos aromas todavía pueden proceder de precursores varietales, de la evolución oxidativa de los compuestos volátiles generados durante la

fermentación alcohólica y maloláctica, o de los productos volátiles aportados durante el contacto con la barrica de roble. Todos ellos pueden modificarse posteriormente, bajo condiciones reductoras, durante la crianza en botella.

Algunos de estos compuestos proceden de la ruptura de carotenoides y carbohidratos como son el 1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftaleno (TDN) y vitispirane, que y que aparecen principalmente durante el envejecimiento en botella.

El envejecimiento del vino en barrica aporta compuestos que son extraídos de la madera y que contribuyen de manera importante a la calidad del vino final. Los principales compuestos que se extraen son los que se indican a continuación:

#### 3.4.1. Lactonas del roble

Las  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octalactonas, más conocidas como lactonas del roble o whisky lactonas, son compuestos típicos de los vinos envejecidos en barricas de roble. Existen dos isómeros identificados, el *cis* y el *trans*. El isómero *cis* se encuentra en el vino en concentraciones superiores y presenta un umbral de percepción de 92 ppb y aporta al vino notas a tostado, madera, coco y vainilla. Por su parte el isómero *trans* es menos potente desde el punto de vista aromático, con un umbral de percepción de 460 ppb en el vino blanco y de 320 ppb en el vino tinto y está asociado a descriptores como sudor o farmacéutico.

#### 3.4.2. Furfural y derivados

Los principales compuestos que se extraen durante el envejecimiento del vino en barrica son el furfural, 5-metilfurfural y 5-OH-metilfurfural y aportan al vino notas a tostado y caramelo.

Estos compuestos aumentan su concentración en el vino a medida que lo hace el grado de tostado de la barrica ya que se forman por termólisis de la celulosa y hemicelulosa durante el proceso de elaboración de los toneles unidas a reacciones de Maillard.

#### 3.4.3. Aldehídos fenólicos

Los principales son la vainillina y el siringaldehído, y aunque se han encontrado en vinos jóvenes, estos compuestos aparecen principalmente en vinos de crianza, que se extraen de la madera durante el envejecimiento en barricas.

Aunque el siringaldehído se extrae de la madera en mayores concentraciones que la vainillina, no juega un papel importante en el aroma del vino, ya que su umbral de olfacción es mayor de 50 mg/L.

Se ha visto un efecto sinérgico de otros compuestos que se extraen del roble, como las whisky lactonas, sobre la nota a vainilla de los vinos envejecidos en barricas.

Otros aldehídos fenólicos que normalmente se han identificado con el envejecimiento en barrica son la acetovainillina y la propiovainillina.

#### 3.4.4. Fenoles volátiles

El eugenol es otro compuesto que aunque está presente en vinos jóvenes, aparece sobre todo en concentraciones importantes en vinos envejecidos en barricas de roble. Mejora la calidad de los vinos con notas que recuerdan a clavo (aroma especiado).

Los fenoles y cresoles no parece que jueguen un papel muy importante en el aroma del vino. El 2-metoxifenol o guaiacol es otro de los compuestos que se extraen durante el envejecimiento en barrica, aunque también esté presente en vinos jóvenes, y puede contribuir a reforzar notas a medicina o ahumado de los vinos.

Los etil y vinilfenoles (p-etilguaicol, p-etilfenol, p-vinilguaicol y p-vinilfenol) pueden también provenir de la hidrólisis de la lignina, proceso favorecido por el grado de tostado de la madera.

### ■ IV. FACTORES QUE AFECTAN A LA FRACCIÓN AROMÁTICA DEL VINO

**E**n el vino el aroma es el resultado de un largo proceso que se inicia en la propia uva y que termina en el momento en que se consume. Está por tanto influenciado por muchos factores, entre los que se puede destacar: la variedad de la uva, los factores culturales, las condiciones en las que se lleve a cabo el proceso de vinificación y por último la forma en que se realiza el envejecimiento. Todo ello marca definitivamente el aroma o bouquet del vino.

#### 4.1. VARIEDAD

La variedad de uva confiere al vino su calidad de tipicidad y es uno de los factores que más va a condicionar de forma más importante el aroma del vino, de ahí la importancia de esclarecer dónde reside la diferencia que hace que un vino elaborado con una variedad concreta, sea posible diferenciarlo únicamente por el aroma, de los elaborados con otra variedad.

#### 4.2. FACTORES CULTURALES QUE AFECTAN LA PRESENCIA DE COMPUESTOS VOLÁTILES EN LA UVA

En este apartado se recogen los efectos que los algunos de los factores edafoclimáticos pueden tener sobre el aroma del vino.



#### 4.2.1. Influencia del clima

El clima es el principal condicionante de la maduración. Si ésta se alcanza de una manera completa beneficia de forma indudable a la composición de la uva y a la posibilidad de obtener aromas de calidad. Cuando la uva llega a completa madurez, los aromas que se originan durante la fermentación alcohólica, poseen un aspecto cualitativo mayor que aquellos que proceden de maduraciones incompletas.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que los precursores aromáticos de naturaleza terpénica, y los propios terpenos libres, presentan una concentración máxima en estados previos a la madurez plena. Por otra parte, otros compuestos originados durante la fermentación parecen formarse en mayor cantidad cuando las uvas proceden de estadios de mayor madurez. Así se ha descrito para ácido butírico, ácido hexanoico, acetato de  $\beta$ -feniletanol,  $\gamma$ -butirolactona, hexanoato de etilo, octanoato de etilo y decanoato de etilo.

#### 4.2.2. El suelo

El suelo tiene influencia por su capacidad de retención de agua y también por una composición físico-química que inducen, entre ambos, una cierta fertilidad y por tanto determina la expresión vegetativa en la planta. No es tan evidente que el contenido de minerales tenga más o menos influencia sobre el carácter aromático, aunque nadie duda que lo tenga en la composición de la uva.

Normalmente los ejemplos de una mayor calidad aromática se encuentran en terrenos cuya orografía proporciona un buen drenaje y cuyas características (grava, pizarra,...) permiten mantener controlado el nivel de desarrollo vegetativo de la planta.

#### 4.2.3. Prácticas de cultivo

La mayoría de las prácticas de cultivo tienen influencia sobre la composición aromática mientras sirvan para obtener una vendimia de maduración óptima.

- **Aclareo de racimos:** el aclareo de racimos induce diferencias positivas en los perfiles aromáticos de la uva tanto en variedades neutras como aromáticas.
- **Riego:** por lo general, en la mayoría de los casos de riego, si éste se realiza moderadamente para paliar los efectos de un fuerte estrés hídrico, el vino resulta más armonioso y equilibrado. En todo caso se deberá tener en cuenta las repercusiones sobre ciertos compuestos como las metoxipirazinas.

#### 4.2.4. Rendimientos

Los niveles de producción bajos pueden no sólo incrementar los otros componentes de la vendimia, sino también los componentes aromáticos. En cualquier caso, juzgando de una forma global las sensaciones del vino, incluida la aromática, los rendimientos moderados llegan a producir una plenitud sensorial, incluyendo la percepción de los rasgos varietales.

#### 4.2.5. Conducción de la viña

La orientación de la viña también se ha demostrado que tiene una cierta incidencia en la calidad aromática.

Las altas densidades de plantación, dado que minimizan el vigor, pueden conducir a una mejora aromática en general. Los marcos de plantación amplios disminuyen, al menos, los compuestos terpénicos libres, aunque mantengan o incrementen la fracción ligada.

La densidad de vegetación puede afectar a la composición aromática por su influencia en el proceso de maduración. Si aquella aumenta, provoca un aumento del cis-3-hexen-1-ol, mientras que induce una disminución de monoterpenos, principalmente linalol, sus óxidos o los C13 norisoprenoides. Ambos fenómenos se correlacionan con un aumento del carácter herbáceo y la pérdida de aromas de fruta madura. Estos fenómenos se ven algo paliados a medida que avanza la edad de la viña.

Las conducciones que no permiten una buena exposición solar y por el contrario tienen una gran zona de sombreado en los racimos pueden disminuir sensiblemente el contenido de terpenos libres o la sensación agradable. En dichas condiciones la eliminación de hojas permite obtener un complejo potencial aromático, suma de aromas libres y ligados, mucho mayor.

Por el contrario, una exposición solar excesiva puede conducir al mismo resultado y en estos casos la eliminación de órganos verdes deberá hacerse de una forma menos severa. Será necesario en climas muy cálidos encontrar un equilibrio para conseguir mayores cantidades de terpenos y sus precursores. Entre los terpenos más sensibles a un exceso de radiación cabe citar el linalol.

#### 4.2.6. Sanidad de la vendimia

Los ataques por *Botrytis cinerea* puede modificar sustancialmente las características sensoriales de los vinos, desapareciendo los aromas varietales característicos y apareciendo otros de carácter químico a estireno y hongo provocado por el 1-octan-1-ol.

### 4.3. FACTORES ENOLÓGICOS QUE MODIFICAN EL AROMA DEL VINO

La forma en la que se lleve a cabo el proceso de vinificación también va a influir en las características aromáticas del vino final. En especial tienen gran relevancia los parámetros tiempo de maceración, temperatura y tipo de levaduras. Por último influye la forma en que se realiza el envejecimiento, o si éste tiene lugar en barricas de madera o en botella. Todo ello marca definitivamente el aroma o bouquet del vino.

#### 4.3.1. Grado de madurez

Si la madurez se alcanza de una manera completa beneficia de forma indudable a la composición de la uva y a la posibilidad de obtener aromas de calidad. Cuando la vendimia es más inmadura se obtiene un mayor contenido de la práctica totalidad de alcoholes superiores y un menor contenido en ésteres etílicos. Sin embargo, en condiciones de sobre-maduración el valor aromático es inferior al que se alcanza en condiciones de maduración óptimas.

Durante la maduración los ácidos grasos disminuyen, hecho que conduce a explicar la disminución de riesgo de aparición de compuestos C6 en vendimias más maduras. Este hecho es tanto más evidente en variedades como el Cabernet Sauvignon y tempranillo, donde los C6 disminuyen a partir del envero.

#### 4.3.2. Operaciones pre-fermentativas

La presencia de raspón y el estrujado producen un ligero aumento de los alcoholes superiores.

Durante el proceso de despalillado, con las magulladuras que se producen y la aireación, se obtiene un aumento de alcoholes de seis átomos de carbono, que pueden ser desfavorables para la calidad organoléptica del vino.

El hexanol está también presente en las hojas, por lo que es posible disminuir la concentración de hexanol en vino eliminando las hojas en la vendimia.

#### 4.3.3. Cepa de levadura empleada

El papel que juegan las levaduras en el desarrollo de los compuestos volátiles responsables del aroma de un vino es muy importante. Así, Pasteur escribía en 1876: "Las cualidades del vino dependen en gran parte de la naturaleza específica de las levaduras que se desarrollan durante la fermentación de los mostos. Podemos pensar que si se sometiese un mismo mosto a la acción de levaduras distintas se lograrían vinos de distinta naturaleza". Del mismo modo se puede decir que si dos mostos elaborados a partir de uvas distintas fueran fermentados con las mismas levaduras se obtendrían vinos con características aromáticas similares.

#### 4.3.4. Maceración

La maceración pre-fermentativa del mosto, antes de sufrir la fermentación alcohólica, es un factor que incrementa, en general, el aroma floral de los vinos, ya que permite una mayor difusión al mosto de los compuestos presentes en el hollejo.

A medida que aumenta el tiempo de permanencia del hollejo con el mosto aumenta el contenido de alcoholes y ésteres en el vino. Sin embargo, si el tiempo de maceración es demasiado prologando el contenido en ésteres puede llegar a disminuir de forma notable.

#### 4.3.5. Desfangado

El desfangado del mosto reduce la población de levaduras y nutrientes, y como consecuencia, da lugar a menor formación de alcoholes superiores.

Sin embargo con el desfangado se produce una mayor cantidad de ésteres ya que si el mosto está sucio pueden absorberse los ésteres a las sustancias lipófilas en suspensión.

#### 4.3.6. Condiciones de la fermentación

Las condiciones en las que se lleve a cabo el proceso de fermentación también van a afectar a la formación de los distintos compuestos volátiles. Entre los factores que más influencia tienen están la temperatura, pH y la concentración de oxígeno y de SO<sub>2</sub>.

##### 4.3.6.1. Temperatura

En general, temperaturas bajas favorecen la formación de ésteres mientras que temperaturas más altas favorecen la aparición de alcoholes superiores.

##### 4.3.6.2. pH

Un descenso del pH aumenta la cantidad de ésteres producidos y disminuye la de alcoholes.

##### 4.3.6.3. Presencia de oxígeno

En condiciones de anaerobiosis aumenta de forma notable la concentración de ésteres y ácidos grasos en el vino. De esta forma la maceración carbónica, favorece la síntesis de estos compuestos. Por el contrario, los alcoholes superiores son sintetizados en mayor concentración en presencia de oxígeno ya que se favorece el crecimiento celular.

##### 4.3.6.4. Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

Concentraciones elevadas de SO<sub>2</sub> aumentan la concentración de acetaldehído y alcoholes isoamílicos e isobutanol y disminuye la aparición de ésteres.

#### 4.3.7. Fermentación maloláctica

Como consecuencia de la fermentación maloláctica aumenta de forma notable el contenido en lactato de etilo, succinato de dietilo, diacetilo y acetoína.

#### 4.3.8. Clarificación

Con la clarificación se consigue la eliminación de fangos y con ellos sustancias nitrogenadas. El empobrecimiento del medio en nutrientes y en oxígeno frena la multiplicación celular de las levaduras y consecuentemente la síntesis de alcoholes superiores a partir de aminoácidos. Así mismo, este proceso reduce el contenido en ácidos grasos en el vino final.

#### 4.3.9. Condiciones del envejecimiento

Durante el envejecimiento del vino, ya sea en bodega o en botella, se van a producir una serie de reacciones bioquímicas de hidrólisis, oxidación, etc. que van a afectar a las características finales del vino.

##### 4.9.3.1. Envejecimiento en bodega

Durante el envejecimiento se forman nuevos compuestos volátiles, pero también hay otros que desaparecen. Es el caso de algunos aromas primarios, preexistentes en el fruto, los cuales disminuyen en el tiempo hasta desaparecer. Ocurre así para los aromas afrutados (más evidente en los vinos blancos) y para los herbáceos de las uvas bordelesas (Merlot, Cabernet, etc.) bien evidentes en la fase juvenil del vino pero que siempre se atenúan durante el envejecimiento, siendo sustituidos por aromas terciarios.

Los compuestos cedidos por la madera han sido ya descritos en el apartado 3.4.

##### 4.9.3.2. Envejecimiento en botella

Durante el envejecimiento del vino en botella se llevan a cabo una serie de reacciones que van a afectar al aroma del vino. Entre estos factores están:

- Hidrólisis de los ésteres etílicos a sus correspondientes ácidos y alcoholes. Esto hace que durante el envejecimiento los acetatos de alcoholes superiores disminuyan mientras los ésteres etílicos pueden aumentar o disminuir.
- Los ésteres etílicos de los ácidos orgánicos, principalmente el lactato de etilo y el succinato de dietilo aumentan de manera sistemática.
- Formación de compuestos procedentes de la ruptura de carotenoides y carbohidratos, vistispirane y TDN entre otros.

- Reacciones de los compuestos terpénicos: estas reacciones están afectadas por la temperatura a la que se mantienen los vinos durante el proceso de envejecimiento, y afecta al carácter varietal de los vinos.

## ■ V. ALTERACIONES ORGANOLÉPTICAS DE LOS VINOS

La aparición en el vino de compuestos que confieren al vino un olor y sabor desagradables pueden causar graves problemas y perjuicios tanto en la producción como en la comercialización del vino.

### 5.1. DEFECTOS DEBIDOS A LA UVA

#### 5.1.1. Aromas herbáceos

El vino elaborado a partir de uvas pre-maduradas puede presentar un aroma verde o herbáceo desagradable. Los compuestos responsables de estos aromas son los alcoholes y aldehídos de seis átomos de carbono entre los que destacan el hexanal, trans-2-hexenal y hexenol entre otros.

La biosíntesis de estos compuestos así como los factores que afectan a su presencia en la uva se recogen en el apartado 3.2.

Otros compuestos aromáticos que también aportan al vino aromas vegetales que recuerdan al pimiento verde son las metoxipirazinas, principalmente la 3-isobutil-2-metoxipirazina. Estos compuestos son característicos de vinos elaborados a partir de uvas de las variedades Sauvignon y Cabernet Sauvignon.

#### 5.1.2. Aromas que provienen de contaminaciones accidentales

La renovación del asfalto de las carreteras en el momento de vendimia es negativo para la calidad del vino. De la misma manera, las fugas de carburante del equipamiento de vendimia, y los lubricantes diversos (aceites de los circuitos hidráulicos, grasas minerales) que contaminan la vendimia pueden identificarse fácilmente en la degustación.

### 5.2. AROMAS NO DESEADOS QUE SE FORMAN DURANTE LA FERMENTACIÓN POR ALTERACIÓN MICROBIOLÓGICA.

#### 5.2.1. Aromas ligados a la formación de compuestos azufrados

Aunque los compuestos azufrados más volátiles son responsables de olores desagradables



que recuerdan a huevos podridos, col, coliflor, ajo, cebollas, sin embargo no suelen ser un problema en el vino pues, la mayoría de ellos pueden volatilizarse del vino por un simple descube o trasiego (ver apartado 3.3.8.).

A continuación se recogen algunos de los compuestos azufrados que confieren aromas desagradables al vino.

- **Sulfuro de hidrógeno:** este es uno de los compuestos azufrados más importantes del vino, aparece durante la fermentación y es responsable del olor a “huevos podridos”. Sin embargo no se encuentra en grandes concentraciones y desaparece pronto por aireación. La importancia de este compuesto en el aroma del vino radica en que puede dar lugar a otros compuestos azufrados que igualmente confieren un olor desagradable al vino, como es el caso del mercaptano de etilo (que se forma por reacción del  $H_2S$  con el etanol) que al ser menos volátiles permanecen en el mismo, siendo difícil su eliminación.
- **Dióxido de azufre:** los vinos suelen llevar añadido  $SO_2$  para asegurar su estabilidad. Desde el punto de vista olfativo, es el  $SO_2$  libre el más importante, que puede llegar a 50 mg/L. Más que un olor, lo que provoca es una irritación del sistema trigémino provocando su irritación, que se traduce en picor o sensación punzante en las fosas nasales. Si se llega a detectar esta sensación se deberá a un abuso en su dosificación y es un factor penalizante porque un efecto importante del  $SO_2$  reside en su capacidad de fijar acetaldehído y diacetilo, modificando (reduciendo) los efectos olfativos de éstos.
- **Mercaptano de etilo:** este compuesto es responsable del aroma a ajo o cebolla del vino. En contacto con el aire se oxida y pasa a formar sulfuro de dietilo, otro compuesto que también contribuye de manera negativa al aroma del vino.
- **Otros compuestos azufrados de interés:** el 3-metiltio-1-propanol o *metionol* se forma a partir del aminoácido metionina. Este compuesto confiere un olor a col hervida que puede ser bastante perjudicial en los vinos.

El *etanotiol* y *metanotiol*, si se encuentran por encima de su umbral de percepción pueden aportar olores a ajo o cebolla.

### 5.2.2. Olor a orina de ratón

Los compuestos responsables de este off-flavour son el 2-etil-3,4,5,6-tetrahidropiridina, el 2-acetil-2,3,5,6-tetrahidropiridina y el 2-acetil-1,2,5,6-tetrahidropiridina. Estos compuestos confieren al vino un aroma muy desagradable

que recuerda a la orina de ratón, y que deja un gusto en la boca bastante repulsivo. Estos compuestos aparecen en el vino gracias a la acción de determinados microorganismos entre los que se encuentran levaduras del género *Brettanomyces* y ciertas bacterias del género *Lactobacillus*.

### 5.2.3. Olor a mantequilla

La 2,3-butanodiona o diacetilo, es el compuesto responsable del olor atípico a mantequilla que aparece en los vinos cuando está presentes en concentraciones comprendidas entre 0,9 y 4,3 mg/L. Los vinos que no presentan este aroma a mantequilla contienen concentraciones de diacetilo que oscilan entre los 0,2 y 0,4 mg/L. Si la fermentación alcohólica se lleva a cabo en condiciones fuertemente reductivas, el diacetilo se puede reducir a acetoina y ésta a su vez es reducida a 2,3-butanodiol, que es un componente habitual del vino.

Únicamente en vinos atacados o que manifiestan alguna enfermedad provocada por desarrollos indeseables de bacterias lácticas, la concentración de estos compuestos llega a ser elevada provocando la aparición estos defectos aromáticos en el vino.

### 5.2.4. Olor a vinagre

El olor a vinagre de un vino es el defecto, no sólo oloroso, sino también gustativo más conocido del vino. Suele ser responsable de un descenso en la calidad del vino con las consiguientes pérdidas económicas que ello conlleva. El responsable de del picado acético es principalmente el ácido acético. El acetato de etilo, cuando se encuentra en concentraciones superiores a 150 mg/L también contribuye al aroma a “vinagre” de los vinos.

El ácido acético aparece en el vino como resultado de la actuación de varios microorganismos. A parte de las bacterias acéticas que oxidan el etanol a ácido acético bajo condiciones aeróbicas (en presencia de oxígeno) otras “levaduras salvajes” (*Candida*, *Hansenula*, *Brettanomyces*, etc.) también pueden producir ácido acético. Las bacterias lácticas homofermentativas producen casi únicamente ácido láctico, mientras las heterofermentativas producen otros compuestos a parte del ácido láctico entre los que se encuentran el ácido acético.

### 5.2.5. Medicinal, piel, sudor de caballo, establo

Los compuestos responsables de estos olores desagradables son los vinil y etilfenoles.

En el apartado 3.3.7. se recogen su rutas biosintéticas así como los microorganismos responsables de su aparición.

### 5.3. DEFECTOS AROMÁTICOS QUE APARECEN DURANTE EL ENVEJECIMIENTO Y ALMACENAMIENTO

#### 5.3.1. Olor a geranio

El ácido sórbico es un conocido fungicida que se añade al vino para inhibir la re-fermentación por acción de las levaduras. Este compuesto puede ser reducido por acción de algunas especies de bacterias lácticas para dar lugar a su correspondiente alcohol (2,4-hexandien-1-ol) a partir del cual se puede formar 3,5-hexadien-2-ol. Estos dos alcoholes están en aparente equilibrio con sus correspondientes éteres: 1-etoxihexa-2,4-dieno y 2-etoxihexa-3,5-dieno respectivamente. Varios autores han coincidido en que es el 2-etoxihexa-3,5-dieno el máximo responsable del aroma atípico a geranio que se puede encontrar en algunos vinos.

#### 5.3.2. Aromas extraños que aparecen durante el envejecimiento en botella

Los compuestos responsables de estos aromas proceden de la degradación de los carotenos y son el vitispirane y el 1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftaleno (TDN). El primero tienen un olor entre alcanfor y eucalipto, mientras que el segundo confiere al vino un pronunciado aroma a petróleo o queroseno.

#### 5.3.3. Aroma a corcho

El aroma a corcho es uno de los defectos olfativos que aparecen con más frecuencia en los vinos. Entre los compuestos responsables de este defecto destaca el 2,4,6-tricloroanisol (TCA), que tienen un umbral de percepción que oscila entre 4 y 50 ppt. Sin embargo este no es el único compuesto responsable del aroma a corcho de un vino, ya que se han encontrado vinos con un aroma típico a corcho en los que no se ha detectado (TCA), lo que significa que otros compuestos también pueden aportar al vino notas desagradables. Entre estos compuestos están el 2,3,4,6-tetraclorofenol, 2-metilisoborneol, geosmina, 1-octen-3-ona y guaicol.

El TCA se produce en el metabolismo microbiano, fundamentalmente de hongos filamentosos de compuestos clorados (pesticidas, productos fitosanitarios, productos de limpieza, cloro libre, etc). Se puede encontrar en el arconoque y puede producirse en cualquiera de las etapas de fabricación del corcho. Pero también puede formarse en las barricas de madera o en cualquier otro material auxiliar de la bodega, sin la presencia del tapón de corcho.

## VI. TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DE COMPUESTOS VOLÁTILES DEL VINO

La determinación de los compuestos volátiles presentes en el vino es muy compleja debido a múltiples razones, entre las que destacan: la pequeña proporción que constituye la fracción volátil característica del aroma, el que los aromas aislados sean mezclas extremadamente complejas compuestas de cientos de componentes individuales, y el amplio intervalo de umbrales de detección olfativa que presentan estos compuestos volátiles.

A lo largo de los años se han propuesto numerosas técnicas para la extracción e identificación de compuestos aromáticos. El principal problema con el que se encuentran los investigadores es el de obtener un extracto que represente cuantitativamente y fidedignamente la composición de la muestra original, siendo necesario recurrir a la combinación de varias de estas técnicas para lograrlo.

En la figura 2 se recogen las etapas de las que consta el proceso de extracción de los compuestos volátiles del vino y las distintas técnicas empleadas en cada una de ellas.

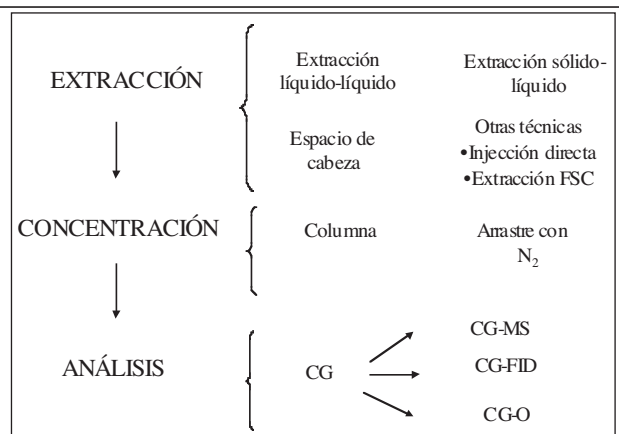


Fig. 2 Esquema de las distintas etapas de las que consta el proceso de determinación de la fracción aromática del vino

### 6.1. EXTRACCIÓN DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES

#### 6.1.1. Extracción líquido-líquido

En el momento actual, la extracción líquido-líquido, ya sea simple o en continuo, es la técnica de referencia y la más empleada en el aislamiento de la fracción volátil. Los disolventes más usados hoy en día son el éter dietílico, hidrocarburos como pentano etano, freones y diclorometano.

Una de las técnicas más comunes empleadas en la actualidad es la destilación acompañada de una extracción con disolventes.

La principal ventaja de esta técnica es que se extraen la mayor parte de los compuestos volátiles presentes en el vino.

Sin embargo, presenta también algunas desventajas como son la alta toxicidad de los disolventes orgánicos empleados, tiempos de extracción largos, degradación térmica de algunos compuestos y aparición de otros que no están presentes en la muestra original y enmascaramiento de picos de interés con el pico del disolvente. Además, en la mayoría de los casos es necesario también una etapa de concentración, con la consiguiente pérdida de compuestos volátiles e irreproducibilidad que ello supone.

### 6.1.2. Espacio de cabeza

Las técnicas de espacio de cabeza normalmente se dividen en dos grandes grupos o categorías: espacio de cabeza estático y espacio de cabeza dinámico. En los dos casos, sin embargo, el principio fundamental es el mismo: los compuestos volátiles de una muestra sólida o líquida pasan a la fase vapor donde son analizados.

#### 6.1.2.1. Espacio de cabeza estático

El espacio de cabeza estático se basa en el equilibrio termodinámico de los componentes volátiles en una muestra líquida o sólida y la fase gaseosa en un sistema cerrado.

Si un material complejo, como puede ser el vino, se coloca en un recipiente cerrado y se deja durante algún tiempo, algunos de los compuestos más volátiles en la matriz de la muestra abandonarán la muestra y pasarán al espacio de cabeza que la rodea. Estos compuestos si se encuentran en concentración suficiente pueden ser analizados por una simple inyección de una cantidad de la atmósfera del recipiente.

La cantidad de compuestos que pasan al espacio de cabeza depende de varios factores, incluyendo la concentración del compuesto en la muestra original, la volatilidad del mismo, la temperatura del vial, y el tiempo que ha permanecido la muestra dentro del recipiente. La concentración del analito en el espacio de cabeza como es lógico también depende del volumen del recipiente utilizado que determina la relación muestra/espacio de cabeza.

Las principales ventajas de esta técnica son su fácil automatización, la escasa manipulación que requiere la muestra, y su alta reproducibilidad.

La desventaja de esta técnica se centra en que los analitos minoritarios, presentes en la muestra original en concentraciones muy bajas, no pueden ser determinados, ya que su concentración en la fase gaseosa no es suficiente como para ser detectados.

#### 6.1.2.2. Espacio de cabeza dinámico

El espacio de cabeza dinámico implica favorecer la salida de los analitos de la muestra hacia la fase gaseosa. Esto se logra porque la atmósfera que rodea la muestra es constantemente arrastrada por un gas portador, de tal forma que no se alcanza nunca el equilibrio y por tanto la salida de volátiles no se paraliza. Además conlleva un aumento del tamaño del espacio de cabeza más allá del límite del recipiente que contiene la muestra.

Las ventajas de este aumento en la cantidad de analitos volátiles extraídos solo serán efectivas si la totalidad del espacio de cabeza es transferido para un único análisis. Esto se logra haciendo pasar el gas portador del espacio de cabeza a través de una serie de trampas que retienen los compuestos orgánicos que han sido arrastrados. De esta forma los analitos recogidos en un gran volumen de espacio de cabeza se concentran en la trampa, desde la que serán inyectados en el cromatógrafo, generalmente por desorción térmica.

Las trampas sobre las que se pueden concentrar los analitos son: carbón activo, polímeros macroporosos como Tenax o resinas XAD, o mediante criocentración en trampas frías.

Esta técnica presenta las mismas ventajas que el espacio de cabeza estático, y aumenta la sensibilidad del análisis pudiéndose detectar compuestos trazas.

Las principales desventajas de esta técnica se centran en que la instrumentación o equipo necesario es más complicado y caro que en otras técnicas. Por otra parte, el paso de la desorción térmica conlleva el riesgo de alteraciones, descomposición y formación de artefactos.

### 6.1.3. Extracción sólido-líquido

La utilización de resinas para la adsorción de los volátiles del vino o de un destilado del mismo es un método con larga tradición en el aislamiento de aromas. En este caso se hace pasar la muestra a través del lecho de la resina donde quedan retenidos los analitos o compuestos de interés, que posteriormente son eluidos de la misma con distintos disolventes orgánicos en función de la polaridad de los compuestos retenidos y naturaleza de la fase sólida empleada.

Este método presenta algunas ventajas frente a la extracción líquido/líquido tradicional, como son la reducción del volumen de muestra necesario para la extracción así como del tiempo de duración del proceso y mejora en la separación de algunos picos.

Sin embargo, frente a las técnicas de espacio de cabeza presenta el inconveniente de no ser una técnica automatizable, además es necesario el uso de disolventes orgánicos y la posterior concentración de la muestra con los consiguientes riesgos de contaminación, formación de artefactos



tos, pérdida de compuestos y falta de reproducibilidad que ello conlleva.

Para resolver los problemas planteados por la extracción sólido-líquido convencional se ha desarrollado recientemente una nueva técnica: la *microextracción en fase sólida sobre el espacio de cabeza*.

Existen varias casas comerciales que han desarrollado aparatos tanto manuales, como automáticos para la aplicación de esta técnica. El aparato empleado en la extracción manual es básicamente una jeringa modificada en cuyo cuerpo se coloca la resina.

El proceso de extracción es muy sencillo, la muestra se coloca en un vial sellado herméticamente con un septum, se calienta la muestra a la temperatura deseada durante el tiempo necesario para que se alcance el equilibrio entre la muestra y el espacio de cabeza. A continuación la aguja de la columna de microextracción en fase sólida perfora el septum, de este modo la resina queda expuesta a la fase gaseosa donde se encuentran los compuestos volátiles que son adsorbidos en la fibra o resina. La adición de una sal favorece el desplazamiento del equilibrio hacia la fase sólida, así mismo la agitación hace que el equilibrio se alcance más rápidamente. Una vez que la fibra o resina ha estado en contacto con el espacio de cabeza el tiempo necesario para que todos los analitos sean extraídos, se retira la columna de microextracción y se introduce directamente en el puerto de inyección de un cromatógrafo de gases donde los compuestos retenidos son desorbidos térmicamente y transferidos a la columna del cromatógrafo para su posterior análisis.

Es una técnica simple, rápida, de bajo coste y selectiva para la extracción de compuestos volátiles y semivolátiles. No requiere el uso de un disolvente y se puede llevar a cabo sin calentar la muestra, lo que reduce considerablemente el riesgo de que se formen artefactos. Tampoco es necesario pre-concentrar la muestra.

## 6.2. CROMATOGRAFÍA-OLFACTOMETRÍA

El primer problema al que se enfrentan los investigadores que trabajan con el aroma es saber qué compuestos deben ser estudiados, ya que no todos los compuestos volátiles presentes contribuyen al aroma. El desarrollo de la olfactometría ha supuesto un gran avance en este sentido. Esta técnica permite identificar y asignar descriptores de olores a picos de un cromatograma y separar compuestos olorosamente activos de aquellos con un poder odorante muy bajo o nulo. La técnica consiste en desviar parte del gas portador de la muestra que va al detector cromatográfico hacia una salida olfativa denominada sniffer que permite oler cada pico o compuesto con cada respuesta en el detector (Figura 3).

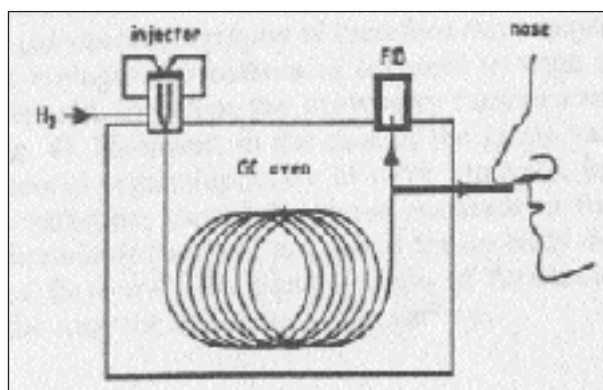


Fig. 3 Esquema del funcionamiento de la cromatografía-olfactometría

La nariz humana teóricamente puede detectar compuestos volátiles olorosamente activos en concentraciones de ng/L, de este modo esta técnica permite diferenciar entre compuestos con olores diferentes aunque estén solapados, así mismo permite detectar compuestos impacto y defectos del vino.

## ■ VII. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- ALEIXANDRE, J.L. y LIMAZA, V. (1998). Factores que intervienen en la composición de un vino. *Alimentaria*. Noviembre: 114-146.
- BERTRAND, A. (1999). Deviations aromatiques pendant le processus de vinification et d'élevage. En: *Jornada Técnica Los compuestos aromáticos del vino*. Instituto Catalán de la Viña y el vino. Villafranca del Penedés.
- CHATONNET, P.; DUBOURDIEU, D.; BOIDRON, J.N. y PONS, M. (1992). The origin of ethylphenols in wines. *J. Sci. Food Agric.* 60: 165-178.
- CHATONNET, P.; DUBOURDIEU, D.; BOIDRON, J.N. y LAVIGNE, V. (1993). Synthesis of volatile phenols by *Saccharomyces cerevisiae* in wines. *J. Sci. Food Agric.* 62: 191-202.
- ETIÉVANT, P.X. (1991). Wine en *Volatile Compounds of Food and Beverages*. Ed. Maarse, H. Nueva York, pp: 483-546.
- FLANZY, C. (Coordinador). (2000). *Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos*. Ed: AMV ediciones y Mundi Prensa.
- GUTH, H. (1997). Identification of character impact odorants of different white wine varieties. *J. Agric. Food Chem.* 45. 3022-3026.
- HARMON, A.D. (1997). Solid-phase microextraction for the analysis of flavors. En: *Techniques for analysing food aroma*. Eds.: Marsili, R. Marcel Dekker. New York, pp: 81-112.

- LAMBRECHTS, M.G. y PRETORIUS, I.S. (2000). Yeast and its importance to wine aroma. A review. *S. Afric. J. Enol. Vitic.* 21: 97-129.
- MÍNGUEZ, S. (1999). Tipos de aromas y condicionantes productivos que afectan su presencia en la uva. En: *Jornada Técnica Los compuestos aromáticos del vino*. Instituto Catalán de la Viña y el vino. Villafranca del Penedés.
- NYKÄNEN, L. (1986). Formation and occurrence of flavor compounds in wine and distilled alcoholic beverages. *Am. J. Enol. Vitic.* 37 (1): 84-96.
- PARLIMENT, T.H. (1997). Solvent extraction and distillation techniques. En: *Techniques for analysing food aroma*. Eds.: Marsili, R. Marcel Dekker. New York, pp: 1-26.
- RAAP, A. (1993). Foreign and undesirable flavours in wine. En: *Les acquisitions récentes en chromatographie du vin. Applications à l'analyse sensorielle des vins*. Institut d'Oenologie, Université de Bordeaux, II (France), pp: 151-174.
- WAMPLER, T.P. (1997). Analysis of food volatiles using headspace-gas chromatographic techniques. En: *Techniques for analysing food aroma*. Eds.: Marsili, R. Marcel Dekker. New York, pp: 27-58.

# LEVADURAS VÍNICAS

JOSEFINA VILA CRESPO

Dra. en Microbiología Departamento de Microbiología. E.T.S. Ingenieros Agrónomos  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

## Índice.

- Introducción
- Levaduras indígenas o seleccionadas
- Selección de levaduras
- Clasificación de *Saccharomyces*
- Levaduras secas activas LSA
- Activadores de fermentación

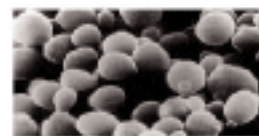
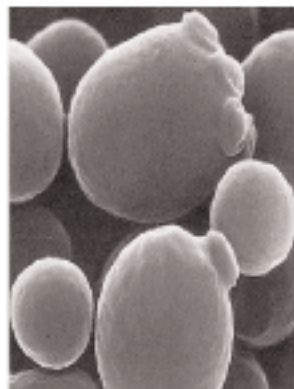
## Introducción.

- Calidad del vino:
  - ◆ materia prima:
    - ◇ composición
    - ◇ estado sanitario
  - ◆ transformaciones bioquímicas levaduras
- LSA y activadores de fermentación
- Ventajas de levaduras seleccionadas:
  - ◆ optimizar desarrollo fermentación
  - ◆ evitar desviaciones organolépticas
  - ◆ orientar calidad del vino
- Elección y utilización de LSA

## Levaduras indígenas o seleccionadas

- Cepas indígenas:
  - ◆ desarrollo aleatorio en fermentación
  - ◆ variabilidad en calidad obtenida
  - ◆ posibles problemas organolépticos
  - ◆ frecuencia paradas y accidentes fermentativos
- Cepas seleccionadas
  - ◆ aporte masivo suplanta a indígenas

*Saccharomyces cerevisiae*



## Selección de levaduras enológicas

- Obtención de colección de cepas
- Selección: criterios positivos
  - ◆ cinética fermentativa regular: 1-2 h latencia
  - ◆ alto rendimiento azúcar/etanol
  - ◆ agotamiento azúcares
  - ◆ resistencia al etanol
  - ◆ resistencia al sulfuroso
  - ◆ características organolépticas
- Selección: criterios negativos
  - ◆ acidez volátil
  - ◆ síntesis de sulfhídrico
  - ◆ síntesis de sulfuroso
  - ◆ formación de espuma
  - ◆ síntesis de acetaldehído
  - ◆ producción de aromas desagradables
- Selección: criterios específicos
  - ◆ producción de aromas secundarios
  - ◆ producción de ésteres volátiles
  - ◆ hidrólisis de precursores aromáticos
  - ◆ extracción de polifenoles
  - ◆ preservación o reducción de acidez
- Selección: imperativos de producción
  - ◆ rendimiento de producción en fermentadores
  - ◆ aptitud al secado
  - ◆ viabilidad durante la conservación
  - ◆ aptitud a la rehidratación



- Selección: otros criterios
  - ◆ producción de glicerol
  - ◆ consumo de málico
  - ◆ liberación de manoproteínas
  - ◆ necesidades nitrogenadas
  - ◆ temperaturas de desarrollo
  - ◆ fenotipo killer
- Levaduras autóctonas

## Clasificación de *Saccharomyces*

- Única especie: *Saccharomyces cerevisiae*
- Diferenciación molecular de cepas:
  - ◆ perfil cromosómico: ECP
  - ◆ digestión enzimática y amplificación de fragmentos de ADN: PCR, RFLP, AFLP
- Interés enológico
  - ◆ monitorización en fermentación

## Levaduras secas activas

- Producción:
  - ◆ fermentadores con intensa aireación, limitación de azúcares y control de temperatura: obtención de biomasa
  - ◆ control esteriles, ácidos grasos insaturados y trehalosa (viabilidad)
  - ◆ recogida mediante centrifugación
  - ◆ filtrado, lavado, extrusionado y secado
  - ◆ comercialización: filamentos o esferas
- Conservación:
  - ◆ < 10°C hasta 2-3 años
  - ◆ 15-20°C unos meses
- Adición:
  - ◆ preparación del mosto
    - ◇ sulfitado moderado 3-4 g/hl horas antes
    - ◇ desfangado controlado 80-150 NTU
    - ◇ control térmico
    - ◇ corrección con activadores
- Dosis:
  - ◆ LSA contienen 20-30 células/g
  - ◆ importancia:
    - ◇ deben superar en 10 a la microbiota indígena ( $10^8$ - $10^9$ ) para asegurar dominancia
    - ◇ acortan fase de latencia
  - ◆ mínimo 15 g/hl. Según mosto y cepa
  - ◆ elección cepa adecuada: autóctonas

- Rehidratación:
  - ◆ preparación del medio:
    - ◇ temperatura 37-40°C
    - ◇ presión osmótica: 50 g/hl sacarosa o mosto diluido
  - ◆ dispersión con leve agitación
  - ◆ rehidratación estática
  - ◆ aclimatación: 2 volúmenes de mosto, 30 min.
  - ◆ adición al mosto a fermentar, temperatura
  - ◆ homogeneizado por remontado con aireación

## Activadores de fermentación

- favorecen finalización de fermentación
- aditivos: nutrientes, compensan carencias del medio
- adyuvantes: adsorben sustancias tóxicas
- formulaciones solas o combinadas
- nutrientes:
  - ◆ tiamina: en desarrollos de microbiota indígena
  - ◆ sales de amonio: en carencias de NFA
  - ◆ oxígeno: al final del crecimiento exponencial
- adsorbentes:
  - ◆ celulosa: fija CO<sub>2</sub>
  - ◆ paredes de levaduras: fijan ácidos grasos C6-C10 y fungicidas
- productos combinados:
  - ◆ sales de amonio y oxígeno
  - ◆ sales de amonio y tiamina
  - ◆ sales de amonio, tiamina y paredes celulares
  - ◆ levaduras inactivadas

## Conclusiones

- protagonismo de levaduras en fermentación
- existencia de numerosas levaduras vínicas
- necesidad de selección: autóctonas
- importancia de adecuada adición de levaduras al mosto
- empleo de activadores de fermentación

# LA MADERA EN ENOLOGÍA

MARÍA LUISA GONZÁLEZ SAN JOSÉ

*Dra. en Ciencia y Tecnología de los Alimentos Facultad de Ciencias. Área de Tecnología de los Alimentos*

UNIVERSIDAD DE BURGOS

## ■ INTRODUCCIÓN

### GENERALIDADES SOBRE LA MADERA

La madera puede ser definida como el material sólido que se encuentra bajo la corteza de las raíces, ramas y troncos de las plantas leñosas. Los anillos leñosos se forman por engrosamiento de la pared celular vegetal, debido a una deposición capa a capa de distintas sustancias entre las que destaca la lignina. Esto se conoce como crecimiento en aposición, aunque también existen mecanismos de inserción de nuevas sustancias entre las ya existentes, y es el proceso característico de la lignificación. Así, la composición de la madera queda definida por los constituyentes de la pared celular y por las sustancias que se acumulan durante la lignificación.

La pared celular vegetal está formada por celulosa y hemicelulosas como constituyentes mayoritarios, a los que acompañan otras sustancias como pectinas y otros compuestos no polisacáridos como proteínas, lípidos, minerales, etc, que aparecen siempre en proporciones mucho menores.

La celulosa y hemicelulosa son polisacáridos. La primera está formada por cadenas lineales de unidades de glucosa enlazadas mediante uniones  $\beta$  1-4. Se presenta como agregados fibrilares cristalinos, confiriendo a las paredes celulares una gran resistencia, y es probablemente el componente más abundante de los vegetales. La hemicelulosa presenta estructura para-cristalina o amorfa, siendo su estructura diversa e imprecisa. Xilanos, arabinoxilanos, galactanos, glucuroarabinoxilanos, glucomananos y xiloglucanos son los polímeros más frecuentes. En general, se caracterizan por una cadena lineal central plana, formada por azúcares diversos unidos por enlaces  $\beta$  1-4, que presenta ramificaciones cortas (frecuentemente un único azúcar). Además, destaca que no puede agregarse formando fibras como la celulosa ya que tiene impedida la formación de puentes de hidrógeno entre cadenas. Sin embargo, si pueden co-cristalizar con cadenas de glucosa.

Los vegetales superiores tienen la capacidad de lignificar sus tejidos, haciéndose así más resistentes. En este proceso de lignificación se producen distintos fenómenos entre los que destaca la síntesis de la lignina que es el polímero vegetal no polisacárido más abundante.

La lignina tiene una estructura amorfa, no cristalina, variable y no definida. Se forma por

condensación ó polimerización no enzimática de distintos esqueletos fenólicos, siendo los más abundantes los alcoholes coniferílico, cumarílico y sinápico. Además, en el proceso de polimerización pueden quedar englobadas otras sustancias, y las condiciones del medio condicionan fuertemente su composición final, ya que inciden sobre la síntesis de sus precursores. La lignina puede formar enlaces covalentes con las celulosas y hemicelulosas, originando una estructura fuerte y resistente a la degradación.

A medida que se va depositando la lignina el agua vegetal va siendo desplazada, y la pequeña cantidad que queda tras la lignificación suele ser desplazada por la deposición de sílice ó carbonato cálcico, entre otras sales. De este modo, el tejido lignificado es un material “seco”, con un relativamente bajo contenido en agua, siendo mucho más resistente.

Junto con la lignina otras sustancias son sintetizadas y acumuladas ya sea como sustancias de recubrimiento, de impregnación, o formando capas específicas. Suberina, ceras y cutina, aparecen en mucha menor concentración, acumulándose de forma importante tan solo en ciertas especies, ó en tejidos aéreos específicos.

Las ceras son principalmente mezclas de ésteres alifáticos, alcoholes y cetonas, y confieren impermeabilidad a la madera, además de aumentar su resistencia, suavizarla y conferirle aromas específicos, como los tonos balsámicos aportados por la cerina. Por su parte, cutina y suberina están formados por ácidos grasos de cadena larga como el dihidroxi- y el trihidroxi- octadecanoico, muy resistentes al ataque enzimático. Ceras y cutina se depositan esencialmente en la parte externa de las capas epidérmicas de plantas superiores, mientras que la suberina lo hace en el lado interno de la pared celular primaria de las células de corcho.

Otras sustancias que aparecen son resinas, aceites esenciales, y diversos compuestos fenólicos, todas ellas contribuyen a la conservación de la madera, ya sea por aumentar tanto su resistencia física (impermeabilización), como y sobre todo microbiológica (fenoles y resinas). Además aromatan y caracterizan las maderas. Entre los compuestos fenólicos destacan los taninos ya sean hidrolizables (galo y elagiotaninos) o condensados (derivados de los flavan-3ol o catequinas). Los primeros podrán liberar al hidrolizarse diversos ácidos fenólicos además de azúcares.

La lignificación se hace a partir de la lámina media de la pared celular hacia el interior. De

este modo, anualmente, las plantas leñosas acumulan en su tronco, raíz y ramas, un nuevo anillo, pudiéndose incluso apreciar las zonas diferenciadas correspondientes al crecimiento de primavera y otoño.

Esta composición general varía notablemente de unas especies a otras, y se ve afectada por numerosos factores tanto intrínsecos (edad, parte del tronco, etc) como extrínsecos (clima, suelo, prácticas silvoculturas, etc). Por otra parte, los tratamientos que se le dan a la madera para su conservación también modificarán su composición. Entre ellos tienen especial relevancia desde el punto de vista del posterior aprovechamiento de la madera en el sector de las bebidas alcohólicas, la lixiviación de la savia celular que tiene lugar durante la exposición de la madera al agua de lluvia o a duchas, y el posterior proceso de secado ya sea al abierto, de modo natural, o bajo cubierta de modo forzado o controlado, que inducirán cambios no sólo en el grado de humedad sino también sobre su composición química.

#### MADERA PARA BARRILERÍA Y TONELERÍA

El uso de la madera para la elaboración de barriles data de muy antiguo, de hecho a lo largo de la historia son diversas las maderas empleadas para la construcción de este medio de empaque o envasado, tanto con fines propios de almacenaje como para el transporte de diversos alimentos.

En general las maderas más empleadas para construir toneles, barriles o barricas de uso alimentario han sido (por orden alfabético) las de castaño, cerezo, fresno, haya y roble. La selección de estas maderas parece haber sido tanto por sus características como por su abundancia en determinadas zonas, así como la tradición parece haber influido también es sus principales destinos finales. De este modo, la madera de haya se ha dedicado esencialmente para contener materias secas, el fresno para contener bebidas sin color como el Kirsh, el cerezo ha destacado en su empleo para la crianza de ron, el castaño se asocia a las sidras y derivados, también a la cerveza, así como a grandes tinós de vino, quedando el roble como madera de excelencia para la crianza de vinos y de los denominados destilados "nobles", derivados vínicos y el güisqui, aunque también se ha usado y se usa con otras bebidas (cerveza, ron, etc)

#### LA MADERA Y LAS BEBIDAS ALCOHÓLICAS

Las primeras consideraciones que deben tenerse en cuenta ante el binomio madera-bebida alcohólica son:

- a) la madera es una barrera porosa (figura 1), por tanto permeable, que permite la interacción del medio exterior con el contenido de la barrica o tonel, y
- b) las posibles interacciones entre ambos medios que suponen la hidrólisis de los constituyentes de la madera, su extracción, etc, modificando la composición tanto de la propia madera como, y más evidentemente, de la bebida alcohólica contenida en la barrica. (figura 2).

Respecto a la porosidad de la madera y el intercambio, esencialmente gaseoso, que esto supone, los principales cambios que este factor inducirá pueden resumirse en: entrada de oxígeno, lo que modifica el potencial redox y por tanto favorece la oxidación de distintos sustratos contribuyendo al enriquecimiento en sustancias volátiles además de favorecer el cambio de color por oxidación de los compuestos fenólicos; salida de sustancias volátiles de bajo peso molecular, esencialmente, etanol, etanal, ácido acético, etc, además de agua. Este último efecto afecta la composición aromática pero también a la graduación alcohólica final, así como condiciona las mermas que se producen durante la permanencia de la bebida alcohólica en la barrica.

Son varios los parámetros que condicionan a su vez el intercambio gaseoso. Entre ellos, la porosidad asociada a lo que se denomina habitualmente "grano" de la madera, que depende de la naturaleza o tipo de madera, condiciona esencialmente el paso de oxígeno, mientras que las condiciones medioambientales (temperatura y humedad) condicionan el ritmo, tipo y cantidad de compuestos que se evaporan, siendo las responsables de que las mermas se produzcan por pérdida principalmente de agua ( $H_r < 75\%$ ) o de etanol ( $H_r > 75\%$ ).

Por otra parte, el contacto de la bebida con la madera hace posible toda una serie de procesos químicos que modificarán considerablemente la composición de la bebida contenida en el recipiente leñoso. Entre ellos destacan los siguientes fenómenos:

##### I. Extracción y solubilización de sustancias fenólicas.

Este fenómeno puede ocurrir de modo directo, por extracción de las sustancias solubles en el medio hidroalcohólico que impregna la madera. Así, el medio se enriquece entre otros en flavonoles u otros fenoles simples que impregnan la madera, pudiéndose ser extraídos también algunos taninos de peso molecular no muy elevado. Sin embargo, la mayor extracción se debe a la etanolisis o hidrólisis inducida por el etanol del medio que provoca, esencialmente, la degradación de la lignina, liberando aldehídos benzoicos y sus derivados, y la degradación de los taninos, principalmente de los elagiotaninos liberando entre otros los ácidos elágico y gálico, así



como derivados de ellos. Por otra parte, el etanol puede provocar la hidrólisis parcial de los taninos condensados favoreciendo la extracción de oligómeros de pesos moleculares más reducidos, aunque este proceso es minoritario frente a los otros dos.

El enriquecimiento del medio hidroalcohólico en sustancias fenólicas hace que se modifique su potencial aromático (especies, cuero, ...), su estructura y cuerpo (astringencia), y por supuesto su color. Aunque no todos los compuestos fenólicos extraídos son coloreados, e incluso aquellos que lo son muestran coloraciones amarillentas ligeras, las bebidas incoloras rápidamente toman tonos marrones debidos a la formación de polímeros pardos que provienen de la oxidación y condensación de las materias fenólicas extraídas desde la madera. No debe olvidarse que la porosidad de la madera hace que en el interior exista un potencial oxidante considerable. Por otra parte, el enriquecimiento en materias fenólicas también contribuye a las modificaciones cromáticas de las bebidas coloreadas, como los vinos tintos, ya que se favorecen reacciones de condensación y co-pigmentación entre los fenoles extraídos y los ya presentes en los vinos. Estas reacciones pueden inducir una estabilización o una desestabilización del color inicial, por tanto en estos casos es muy importante considerar la estructura (composición fenólica inicial) de los vinos que se destina a la crianza en madera.

II. Hidrólisis de la hemicelulosa y extracción/solubilización de monosacáridos. Por una parte, la hidratación de la madera supone la recuperación parcial de actividades enzimáticas residuales de la propia madera, como la actividad polisacarasa presente en las paredes celulares, y que aunque tiene un pH óptimo de actuación cercano a 5, actúa bien a pH ácido. La activación de estos sistemas implica la ruptura de ciertos enlaces glicosídicos con la consiguiente liberación de azúcares que se solubilizan en el medio que impregna la madera y que se difunden hacia el interior pasando a la bebida contenida en la barrica. A la vez, el propio pH ácido del medio, sobre todo en el caso de los vinos, produce la hidrólisis de determinados enlaces entre constituyentes de la pared celular, liberando más moléculas de azúcares simples. Así, por ejemplo, los enlaces hidroxiprolina-arabinosa o xiloglucano-celulosa, se rompen a pH ácido por procedimientos no enzimáticos. Es principalmente la hemicelulosa la estructura atacada porque es la más accesible, ya que como ya se ha comentado no suele formar fibras compactas como lo hace la celulosa.

Los azúcares extraídos contribuyen a las modificaciones de la bebida de varias formas, la principal es "endulzando" la bebida envejecida en madera, redondeándola o y haciéndola más agradable al paladar al enmascarar ciertas notas agresivas, además modifican, más o menos inten-

samente dependiendo de los productos, el cuerpo, estructura, equilibrio y bouquet final del producto.

## LA MADERA Y EL VINO

El encuentro del vino con la madera data de la llegada de los romanos a las Galias, momento en el que el vino, producto extendido por Europa por las tropas romanas, se pone en contacto con el recipiente tradicional de los galos, las barricas y toneles, que se usaban para la elaboración de cerveza, transporte de mercancías, etc.

Durante siglos este binomio se mantuvo principalmente por razones comerciales la barrica era un medio de transporte mas manejable, estable, duradero, apilable, estanco, etc, que otros medios usados previamente como las tinajas y las vasijas de barro o cerámicas, lo cual hacia de este material el ideal para los viajes a largas distancias como eran las travesías transoceánicas, o los viajes a través de Europa. No será hasta casi finales el siglo XVIII cuando aparezca el concepto "crianza" más o menos como hoy lo conocemos. Los siglos pasados pusieron de manifiesto que la permanencia de los vinos en contacto con la madera modificaba sus características, mejorándolas en muchos casos, por ello es a partir de este siglo cuando se empieza a usar las barricas no solo como medio de transporte o almacenaje sino como una "técnica" para producir vinos distintos y, en general, de calidades superiores o más apreciados. Por tanto, la crianza del vino en madera es una práctica relativamente moderna, con unos cientos de años (algo mas de 200) de vigencia, frente a los miles de años ( entre 4.000 y 4.500 según autores) en los que se lleva produciendo vino.

## EL ROBLE LA MADERA DEL VINO

El origen del binomio roble-vino es incierto, es decir, históricamente no está bien definido el momento en él que el roble se convierte en la madera ideal para la elaboración de las tinajas, tinos, barriles o barricas destinadas a la elaboración y crianza de vinos. De lo que no cabe ninguna duda es que la experiencia, tradición e incluso las reglamentaciones así lo reconocen y avalan, probablemente todas ellas basadas en la bondad de las características de esta madera, entre las que destacan su compacidad, dureza, flexibilidad, resistencia, impermeabilidad, fácil hendido, buen cimbrado, aislamiento térmico satisfactorio, y capacidad aromatizante y sávida, entre otras. Sin embargo no todos los robles poseen estas características y por ello las más usadas en enología, y en el envejecimiento de bebidas alcohólicas en general, han sido las provenientes del grupo de robles denominado o conocido como robles blancos.

Botánicamente el roble pertenece al Género *Quercus* en el que se engloban unas 250 especies. De ellas, como ya se ha comentado, tradicionalmente en enología se han usado tan solo algunas de ellas (tres en concreto), que a su vez se han distinguido entre robles europeos (subgénero *euquercus*), y robles americanos, que como sus nombres indican proceden de uno u otro continente. En el primer grupo destacan el *Q. petraea* o *sessilis* y el *Q. robur* o *pedunculata*, mientras que el roble americano más usado es el *Q. alba*. Esto no implica que no existan otras especies potencialmente explotables, todas ellas americanas, como *Q. macrocarpa*, *Q. montana*, *Q. lilyata*, *Q. stellata*, *Q. garryana*, *Q. muehlenbergii*, *Q. prinus*, *Q. virginiana*, y *Q. oocarpa* autóctono de Costa Rica.

Estas especies, tanto las europeas como las americanas, se cultivan o producen en extensiones localizadas en distintos lugares geográficos, donde la climatología y los suelos son diversos, además de estar sometidos a técnicas de explotación muy distinta (densidad de plantación, clareos, fertilización, etc...) todos ellos parámetros que condicionan las características físicas (densidad, grano, dureza, etc) y químicas (composición) de las maderas. Por tanto, decir el origen general, francés o americano, no aporta mucha información, e incluso mencionar la especie no es más que aportar una pequeña información sobre la madera, ya que robles del mismo tipo cultivados en regiones distintas pueden dar origen a maderas muy diversas, y maderas de robles de distinta especie pero desarrollados en condiciones "óptimas" para cada una pueden dar lugar a maderas de calidades similares. Es quizás por ello que los grandes toneleros cada vez le dan menos importancia al origen, preocupándose esencialmente por la calidad de la madera independientemente de su procedencia.

A pesar de lo expuesto con anterioridad, y con de ciertas excepciones, aún es frecuente o existe cierta tendencia a hablar de las maderas por sus orígenes generales (americano ó francés) y cuando se "profundiza" mas se tiende a hacer referencia al origen pero ya de modo mas concreto, así se habla de roble americano de Illinois, Iowa, Kentucky, Missouri, Ohio, Tennessee, Virginia, Wisconsin,...(mencionando a veces incluso valles o montañas específicas), o de robles de Canada o Costa Rica. De modo similar en el caso de los robles franceses, los más afamados dentro de los europeos, se distinguen los robles de Allier, Limousin, Nevers, Tronçais o Vosges. Curiosamente, los primeros (Allier) son *Q. petraea*, mientras que los segundos (Limousin) son *Q. robur*, por tanto aunque ambos franceses con importantes diferencias entre sí. Últimamente están adquiriendo cierta fama los robles del este europeo: rusos, polacos y húngaros, que en algunos casos mues-

tran características muy similares a los franceses. Recientemente se extiende la fama de ciertos robles italianos y de algunos portugueses, e incluso se empieza a contemplar la posibilidad de explotar algún tipo de roble español que aunque los resultados aún se encuentra en fase experimental está demostrando tener buenas posibilidades para competir probablemente con otros robles europeos. Esto indudablemente tendría un importante beneficio no solamente para el sector vitivinícola, sino también para el forestal, revalorizando los bosques y por tanto, fomentando la reforestación y el mantenimiento de las masas forestales ya existentes, con una importante repercusión en el medio ambiente, y en desarrollo sostenido de las zonas rurales productoras.

La composición media de la madera de roble (componentes mayoritarios) queda resumida en la tabla I. A pesar de la influencia de las condiciones edafoclimáticas y silviculturales sobre la composición de la madera, pueden establecerse ciertas diferencias generales entre la composición química de los robles europeos y del roble americano que se centran esencialmente en la dotación fenólica y en los compuestos volátiles. Así, mientras que en general en todos predominan los taninos hidrolizables frente a los condensados, en *Q. pedunculata* hay casi el doble de elagiotaninos que en *Q. sessil*, y éste, a su vez, dobla el contenido de *Q. alba*. Algo similar ocurre con otros fenoles extraíbles no volátiles. Por el contrario, *Q. alba* es mucho más rico en compuestos volátiles ya sean de naturaleza fenólica o no (vainillina, whisky lactona, norisoprenoides, etc) que los *Quercus* europeos. Estas diferencias condicionan la capacidad de extracción o de cesión de compuestos y por tanto las características que conferirá cada madera a las bebidas que contengan.

Otras características, físicas en este caso, diferencian ambos tipos de robles, condicionando su posibilidades de trabajado y aprovechamiento, aunque también inciden evidentemente en la capacidad de extracción y en el paso de oxígeno. En general, se dice que el roble americano es menos poroso lo que permite que sea aserrado. Este fenómeno se debe a la estructura de la madera, pero no simplemente por una densidad mayor o menor, o a un crecimiento anular mas (*Q. pedunculata*) o menos (*Q. alba* y *sessil*) ancho, sino que está asociado también con el aislamiento natural o cierre de los haces o vasos de primavera. Así mientras que en la especie americana los callos que cierran los vasos están perfectamente organizados, siendo espesos y resistentes, las especies europeas presentan callos relativamente finos, irregulares y desgarrables. Por tanto, estas maderas deberán trabajarse de modo que se evite la orientación de los vasos hacia el líquido, ya que estos al no estar estancos no son impermeables al paso del líquido.

## LA TRANSFORMACIÓN DEL ÁRBOL EN BARRICA: EL ARTE DE LA TONELERÍA

La madera que se pone en contacto con el vino, el brandy, güisqui, u cualquier otra bebida alcohólica que pase por una fase de permanencia en madera, ya sea de crianza o elaboración, ha sido cuidadosamente seleccionada, tratada, y manipulada, desde el propio bosque. En algunos casos la labor del tonelero comienza en las forestas, las cuales recorre en busca de los árboles con los troncos más aptos o idóneos, incluso gestionando el aprovechamiento de la misma, su explotación, conducción, y demás. En otros casos, la labor empieza algo más tarde en los aserraderos o en los almacenes, donde igualmente desarrollará la función de selección u escogido de aquellas maderas más idóneas, de calidad “ebanistería”, sin nudos, con densidad de fibras adecuadas, rectas y paralelas, etc.

En cualquier caso, las operaciones previas que sufre el tronco de roble son esencialmente, el corte que se lleva a cabo en las etapas “sin savia” un descortezado o eliminación de las capas más externas, que puede llevarse a cabo en el propio campo o en el aserradero, y un corte del tronco en piezas de algo más de una vara.

El paso siguiente es la obtención de los cuarterones y las piezas en forma de cuña (fotografía 1) de las que se obtendrán las tablas que darán origen a las futuras duelas. Estas deben cortarse lo antes posible desde la tala o corte del árbol. Hay que tener en cuenta que el tronco se distingue el duramen, parte más externa donde la madura es más vieja y esta perfectamente lignificada, y el alburno, parte más interna y por tanto formada por las capas más jóvenes aún no aptas para su aprovechamiento. Por tanto, de estas piezas sólo se aprovechará la zona de los anillos externos (la marca en la fotografía con una línea exterior).

Obtenidos los cuarterones u otras piezas algo menores, se procede a la obtención de los tablones. Esta operación puede llevarse a cabo de dos formas, por hendido o por aserrado, diferenciándose esencialmente en como será el corte respecto a la estructura de la madera, o lo que es lo mismo como será el corte respecto a los radios medulares del tronco tal y como se muestra en la figura 3. Así, la duela hendida se corta paralela al radio, respetando la orientación de las fibras, lo que asegura una penetración baja de los líquidos y del oxígeno, ralentizando los fenómenos de cesión de compuestos y de intercambio gaseoso. Por el contrario, el corte aserrado, transversal a los radios, proporciona superficies que mojan bien, pilosas, con una alta y rápida cesión de compuestos, y un intercambio gaseoso en principio más intenso. La estructura de la madera, su densidad y grosor (ancho) de los anillos anuales, así como el cierre de los haces vasculares, como ya se indicó, condicionan que tipo de maderas pueden o no ser aserradas, desde el punto

de vista de obtener recipientes “estancos”, relativamente impermeables, que no presenten grandes mermas, ni pérdidas de líquidos. Respecto al grosor, las duelas hendidas suelen variar entre 18 y 25 mm, mientras que las aserradas son algo más gruesas unos 30 mm.

Los tablas que formaran los fondos se cortan de modo similar, se distinguen las piezas medias, las contramedias y los chantreles, desde el centro hacia los extremos.

Por otra parte, el tipo de corte condiciona los rendimientos que son aproximadamente del doble en el aserrado. Se calcula que unos 5 a 6 m<sup>3</sup> de troncos proporcionan aproximadamente 1 m<sup>3</sup> de tablones hendidos desde los que se obtendrán unas 10 - 12 barricas de 225 L, mientras que se obtienen aproximadamente 2 m<sup>3</sup> de tablones aserrados de los que se obtendrán unas 20 - 22 barricas de 225 L. Este hecho evidentemente condicionará el precio de un tipo y otro de barricas.

El paso siguiente es el curado de las tablas, base de las duelas y fondos. Este proceso se lleva a cabo de modo tradicional a la intemperie, dejando las tablas o las duelas en los patios de maduración o curado (fotografía 2). El curado tradicional dura unos tres años, durante los cuales la madera sufre periodos de alternancia de lluvias y sequía, calor y frío, luz y oscuridad, que conducen a su maduración o curado. Prácticas más modernas que pretenden imitar este proceso se desarrollan bajo cubierta, en cámaras especiales donde se intentan reproducir los periodos de calor y frío, y de lluvia y sequedad, con sistemas de duchas y de calefacción/ refrigeración (fotografía 3). Estos sistemas se conocen como de maduración forzada o curado controlado, debido al control que se ejerce sobre los remojos y tratamientos térmicos, y porque en general acortan el tiempo de maduración.

El curado, también denominado secado, es algo más que un proceso para reducir la humedad de la madera ya que al final del mismo la madera verde, agresiva, se habrá transformado en un producto seco, aromático y refinado. Esta transformación se debe a los importantes cambios, sobre todo de composición, que sufre la madera durante el proceso y que son provocados por factores intrínsecos, como la acción de enzimas propios, y por factores extrínsecos, como la temperatura, la luz, el agua de lluvia o de duchas, la acción de enzimas exógenos escretados por microorganismos y mohos que se desarrollan en ella, etc. De modo resumido estos cambios implican:

- el lavado de materias solubles en agua y reducción del contenido de humedad. Los materiales solubles, bien que ya estaban presentes en la madera, como ácidos y sales, entre otros, y aquellos que se forma por degradación térmica, oxidaciones, actividades enzimáticas diversas, etc, son arrastradas por el agua de lluvia o de las duchas que impregna la madera y los elimina por



lixiviación. También se asocia a este proceso la eliminación de la savia que queda aún retenida, así como de otros jugos celulares, resinas, etc que en general aportan notas amargas, herbáceas y duras. Por tanto, al final del proceso se ha producido una reducción del contenido de humedad, el permitido por el equilibrio con la humedad ambiental (12-15%), y como consecuencia de este secado, se produce cierta contracción de las fibras de la madera.

- dulcificación y suavización: resultado conjunto del efecto de: el lavado, la polimerización y la degradación química y enzimática de las estructuras tánicas, especialmente de los elagiotaninos, así como de la degradación, en menor grado, de algunos hidratos de carbono poliméricos como las hemicelulosas. En estos procesos juegan un papel primordial los microorganismos que crecen sobre la madera en los periodos húmedos, que excretan al medio enzimas con actividades despolimerizantes muy interesantes.
- eliminación de volátiles agresivos: supone la pérdida de los aceites esenciales, ciertas resinas, y otros compuestos que bien se pierden por simple evaporación debido a su alta volatilidad, o que son degradados por ser termolábiles, fotosensibles o simplemente fácilmente oxidables. Esto también tiene un efecto suavizante.

Algunos estudios ponen de manifiesto que el curado forzado o controlado no conduce a maderas de características parecidas a las de curado tradicional, señalando que son detectables marcadas diferencias entre ellas. Estos resultados son esperables debido sobretodo al papel que los microorganismos juegan en este proceso.

Una vez que la madera está curada las siguientes fases son ya las de montado o formado de la barrica que comienza con formar las duelas definitivas, así como los fondos, dándoles su forma y espesor definitivos, marcando los "canales" de ajuste duela-fondo, etc. Debe tenerse en cuenta que ningún elemento distinto a la propia madera curada será empleado en la elaboración de la barrica, es decir, las duelas se unirán entre sí por moldeo y ajuste, los fondos se unen usando "clavos" de la propia madera y como mucho se usan juncos secos para asegurar un ajuste perfecto. Dado que el éxito en la elaboración de una buena barrica radica, en primer lugar, en su estanqueidad, se hace imprescindible una selección adecuada de las duelas que formarán cada barrica intentando escoger aquellas que ajustarán perfectamente. La experiencia y pericia del tonelero se hace esencial en este proceso, así el tonelero selecciona cuidadosamente las duelas que empleará en cada caso, comprueba sus espesores, for-

mado, acabado, etc.; y una vez seleccionadas y comprobadas procederá al montaje para el que se ayudara de un aro maestro (fotografía 4) que le servirá de guía para "levantar" la barrica. Montadas las duelas y ajustadas al primer aro, se coloca un segundo y un tercero, de diámetros superiores, y que van encajando y curvando las duelas, domándolas. Esta operación debe realizarse con sumo cuidado ya que del encajado adecuado de las duelas, del perfecto ajuste de sus laterales depende la estanqueidad del barril. Aunque la madera de roble es fácilmente cimbrable, es necesario recurrir a la aplicación de calor y a remojos para conseguir curvarla en el grado necesario para la formación de la barrica (fotografía 5). Esto se debe a que la lignina, principal responsable de la flexibilidad de la madera, y los otros polímeros que forman la madera, hemicelulosa y celulosa, son termomoldeables, con la diferencia de que para moldear los segundos es necesario un elevado grado de humedad.

Los remojos y calentamientos propios del domado, así como las fuerzas que se ejercen sobre la madera, producen nuevas modificaciones de la madera que abarcan resumidamente:

- modificaciones de la textura, como la aparición de pequeños orificios o canales, resultado de la ruptura de ciertas fibras y que aumentan la capacidad de penetración de los líquidos y, por tanto, de extracción de compuestos de la madera. Este efecto siempre que no se produzca en demasía no es importante, siendo incluso positivo o beneficioso.
- modificaciones químicas: la aplicación conjunta de humedad y calor producen reacciones que modifican la composición química afectando sobre todo a los compuestos fenólicos y a los azúcares. En general, se producen cambios positivos, como que la madera se endulza y enriquece en aromas producto de las reacciones de Malliard y de caramelización. Por otra parte, se eliminan algunas de las sustancias agresivas de volatilidad media.

El método más tradicional para desarrollar el domado recurre al uso de hogares de leña (focos de fuego directo que se colocan en el centro de la barrica) y remojo con cubos o chorros de agua. Sistemas más modernos aplican vapor de agua que ejerce la doble función de humectar y calentar, e incluso se está empleando la inmersión en baños de agua caliente. Dado que cada método supone aplicaciones de calor y aumentos de humedad distintos, los cambios que provocan sobre la madera también difieren de unos a otros. Sin embargo, puede considerarse que los cambios de esta fase no son los mas significativos, ya en que la fase siguiente, el tostado, se intensifican.

Habitualmente una vez que la barrica está formada se somete al proceso de tostado, que es un secado intenso, ya que se aplica calor con distintas intensidades, y en este caso sin aporte de humedad, sobre la cara interna de la barrica lo que produce un secado general de la barrica y un tostado de la madera en mayor o medida y en mayor o menos profundidad. Los grados de tostado más habituales en Europa son bajo, medio y alto, aunque en América se aplica un cuarto grado, de mayor intensidad. Estos grados se diferencian entre sí, en las temperaturas máximas que alcanza la madera, el tiempo de duración y la profundidad o grosor de la capa “tostada”, todos ellos factores relacionados con la intensidad de los cambios que se producen en la madera, que se exponen posteriormente, y por tanto directamente involucrados en la capacidad de cesión de compuestos al medio hidroalcohólico con el que se pongan en contacto.

El proceso de tostado se lleva a cabo tradicionalmente por exposición directa al fuego, siendo lo más habitual quemar madera de roble (restos no aprovechables), y se aplica al cuerpo de la barrica (fotografía 6), y si así se desea también a los fondos (fotografía 7). Otros métodos son el quemado por infrarrojo, resistencias eléctricas o sopletes, cada uno de los cuales aporta características diversas sobre todo por el gradiente térmico, velocidad de tostado y las temperaturas máximas distintas que producen.

El grado de tostado final se define de forma empírica quedando en manos de la pericia del tonelero fijar el momento final, de este modo la posible homogeneidad entre barricas depende claramente del tonelero y, evidentemente, no podrá ser muy elevada dadas las características del proceso y del producto. Debe tenerse en cuenta que el grado de tostado alcanzado es variable incluso entre las duelas de una misma barrica, e incluso en una misma duela varía de unas zonas a otras.

Los principales efectos de tostado sobre la madera están relacionados de nuevo con cambios de sus constituyentes, las cuales influirán notablemente en el potencial de cesión de compuestos sápidos (polisacáridos y derivados dulces), aromáticos (volátiles) y estructurales (táninos y derivados). De forma resumida los cambios principales son:

- Desaparecen sustancias muy volátiles y las termolábiles. Al alcanzarse temperaturas elevadas muchas de las sustancias volátiles que impregnaban la madera la abandonan. Este es un efecto especialmente beneficioso en el caso de que quedarán aún aceites esenciales, resinas u otros compuestos aromáticos intensos pero agresivos para el vino y espirituosos.
- Aparecen compuestos de caramelización y quemado (pirolisis), destacando la aparición de derivados furánicos y cresoles, entre

otros. Estos compuestos aportarán nuevos compuestos aromáticos enriqueciendo el perfil olfativo de las bebidas envejecidas en madera. Deben buscarse grados de tostado que no produzcan cantidades excesivas ya que muchos de ellos tienen potenciales aromáticos fuertes y podrían, en exceso, aportar notas desagradables, demasiado intensas a quemado, neumático, etc. Además el aporte de derivados del fulfural debe estar bien controlado, ya que estos compuestos tienen límites máximos legales establecidos para las distintas bebidas alcohólicas. La mayor parte de los “caramelos”, así como los derivados furánicos se forma desde la termólisis de la celulosa y sobre todo de la hemicelulosa, que libera esqueletos azucarados que siguen modificándose por el calor del medio.

- Se produce la degradación térmica parcial de taninos y lignina que aumenta el poder extractivo de las sustancias producidas en esta degradación: fenoles volátiles y no, y en ciertos casos de restos azucarados. Además, se produce una transformación térmica de los fenoles más simples, como son las transformaciones del ácido químico e pirogalol, catecol y fenol, ó la del ácido cafeico en catecol, 4-etilcatecol, 4-vinilcatecol, 3,4-dihidroxicinamaldeido, entre otros. Todos estos compuestos tienen poder odorante importante y aportarán notas peculiares a las bebidas envejecidas (ver tema de volátiles).
- Tiene lugar la termólisis de lípidos (ceras y otros) dando origen a la formación de lactonas, con un importante papel en las características finales de los productos envejecidos en madera.

Tras la formación de la zapa o boca de llenado/vaciado, que se hace en el centro de una de las duelas produciendo un corte limpio y bien perfilado, se pasa a las fases finales: el montado final o unión de los fondos con el cuerpo de la barrica, y el lijado. Previamente a esta fase, evidentemente los fondos habrán sido cortados, formando un círculo de diámetro idóneo para ser acoplado a los extremos del cuerpo de la barrica. Los fondos se encajan en las hendiduras de las duelas, mientras que se sustituyen los aros maestros por los aros definitivos, o flejes de acero galvanizado que reciben diversos nombres según su posición como testa, argallo, cuello y barrigal. Estos sean los responsables de asegurar la perfecta unión de las duelas entre sí y con los fondos, así como la estabilidad de la barrica. Para conseguir un acabado perfecto y estético las barricas suelen lijarse, manual o mecánicamente. Ese proceso elimina asperezas externas, posibles defectos superficiales y redondea cantos o bordes de los extremos (fotografías 7 y 8).

Las barricas o barriles más habituales son las bordelesas de 225L de capacidad, pero existen otros tipos como la “Burgundy” de 228L, el barril Hogshead de 300L, o la bota jerezana de 425L.

Además de barricas o barriles el roble puede usarse en la elaboración de otros recipientes con aplicación enológica, estos grandes recipientes son cubas, tinos, grandes barricas o botas, etc, que se usan tanto para la elaboración, fermentaciones, como para el almacenaje y crianza.

Los procesos de construcción son similares con ciertas consideraciones especiales como que la madera que se usa es de alta densidad, y gran homogeneidad de fibra, con total ausencia de nudos, espesor de la madera (tabla) mayor entre 65 mm y 120 mm; los cabezales van reforzados por barras de madera, se instalan sobre soportes tratados, etc.

#### LOS SUSTITUTOS DE LA BARRICA: SISTEMAS DE ENVEJECIMIENTO O CRIANZA ACELERADA

Se calcula que entorno al 20-25% de los vinos de calidad (v.c.p.r.d. ó vinos de calidad producidos en regiones determinadas) envejecen en barrica, por tanto es elevado el número de barricas que son necesarias cada año para cubrir esta demanda. Por otro lado, son también numerosas las barricas que cada año son desechadas creando un subproducto de difícil aprovechamiento. Todo esto suponen una gran inversión y un capital inmovilizado nada despreciable que encarece el precio final de los productos, máxime en los últimos años en los que la tendencia es al uso mayoritario de madera nueva, lo que hace que las barricas se usen 4 ó como máximo 5 años, lo que implica continuas inversiones para la renovación de la madera, y por tanto continua y cada vez mayor demanda de barricas. Así, esencialmente por razones económicas se empezó a desarrollar determinadas prácticas que intentan conseguir productos de características similares a los de crianza tradicional pero con costes de producción mucho más bajos. Estas prácticas están relacionadas con el uso de virutas de madera, “chips”, astillas, tablas o tablones, que se adicionan sobre el vino contenido en recipientes herméticos, o incluso se tratan en sistemas en contracorriente, de tal manera que la cesión de los compuestos de la madera al vino o a la bebida alcohólica de que se trate, sea mucho más rápida que en el sistema de barrica. Por otra parte, estos materiales puede usarse en “bruto” o tras haber sido acondicionados y tostados. Además, para conseguir la imitación total de la barrica estos sistema se complementan con equipos de micro-oxigenación u otros de aporte más o menos controlado de oxígeno al medio (bazuqueos, removidos, remontados, entre otros. Evidente-

mente estas prácticas permiten reducir costes de elaboración, ya que no se invierte en la compra de barricas, el vino o bebida alcohólica en elaboración está mucho menos tiempo inmovilizado, por tanto la inmovilización de capital es menor, además se eliminan las mermas, se pueden “reciclar” o aprovechar las barricas desechadas, así como la madera sobrante de las tonelerías, el espacio necesario se reduce considerablemente, se necesita menos mano de obra, etc. Además, los primeros resultados obtenidos en estudios sistemáticos muestran que estas técnicas permiten ajustar fácilmente las características del producto final a las expectativas de ciertos grupos de consumidores.

Estás prácticas se empezaron a implantar y se han desarrollado ampliamente en los países productores de bebidas alcohólicas con las reglamentaciones más permisivas, los denominados “nuevos productores”, donde las prácticas sobre todo vitivinícolas no tienen un arraigo o tradición importante, cómo Estados Unidos, Australia y Sur África, o Argentina y Chile, sin que ello implique que no se apliquen igualmente en Europa, a pesar de nuestro arraigo y tradición vitivinícola.

Un adecuado uso de los chips, virutas, etc, radica en la aplicación de adecuadas relaciones líquido/sólidos, ajuste de los tiempos de permanencia en contacto, adecuados tiempos de equilibrio posterior, etc.

Los datos derivados de estudios comparativos muestran que paneles de expertos detectan importantes diferencias entre los vinos tradicionales y los de envejecimiento acelerado, sobre todo en lo que se refiere a armonía e integración de la madera en la bebida. Sin embargo, combinaciones apropiadas con la micro-oxigenación están rindiendo resultados bastante satisfactorios. Por otra parte, estudios con consumidores no han demostrado que estos sean capaces de notar grandes diferencias, e incluso en algunos estudios los vinos preferidos fueron los de elaboración con “chips”. Está claro que en cuanto a preferencias la subjetividad de cada quien es un parámetro incontrolable, pero no se debe olvidar que es la preferencia de los consumidores, su máximo grado de satisfacción en todos los sentidos, la que convierte a un producto en líder del mercado.

En cualquier caso, guste o no, con sus ventajas y sus desventajas, es una práctica que se está aplicando, que los vinos así elaborados están en el mercado, y que pronto será reconocida oficialmente hasta por la OIV, organismo que actualmente está estudiando su regulación y reglamentación, así como la información que deberá figurar en el etiquetado de tal momento que se evite el “engaño” del consumidor, el cual debe ser consciente o al menos estar adecuadamente informado de como fue elaborado el producto que compra.



**II. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA Y CONSULTADA PARA ELABORAR ESTE CAPÍTULO**

- ACE Revista de Enología. [www.rubes.net](http://www.rubes.net). Artículos varios sobre crianza en madera
- Am. J. Enology and viticulture. Nº especial dedicado al roble Vol 50 (4), 1999.
- Asociación de enólogos de Rioja. Jornadas Técnicas sobre la utilización de la barrica de roble en la crianza de vinos de Rioja. 1989. Ed. Ramondín. Logroño.
- Moreau S. Vinos y Maderas, memorias de los encuentros científicos. [www.seguin-moreau.fr](http://www.seguin-moreau.fr).
- Tonneau tonnellerie [www.tonneau.com](http://www.tonneau.com)
- Soyez JM 1991. Les Ebenises du Vin. Ed. Presquile. Lormont.

<input type="checkbox"/> Celulosa:	36 al 44%
<input type="checkbox"/> Hemicelulosa:	18 al 26 %
<input type="checkbox"/> Lignina:	24 al 32%
<input type="checkbox"/> Fenoles:	< 1%
<input type="checkbox"/> Taninos:	3 al 9%
<input type="checkbox"/> Sales minerales:	0.3 al 0.5 %
<input type="checkbox"/> Otros como ceras, grasas y resinas:	0.5 al 0.9 %

Tabla I. Contenido medio de los principales constituyentes de la madera de roble.

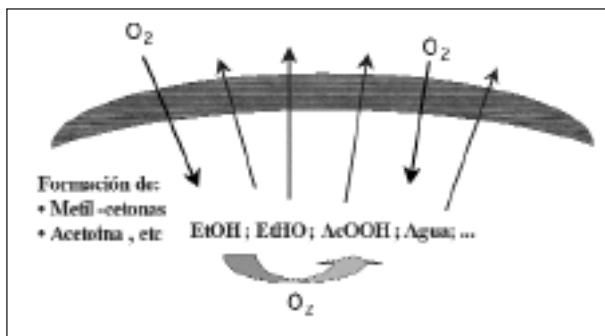


Figura 1. La duela es una barrera porosa que permite el intercambio gaseoso entre el interior de la barrica y el exterior.

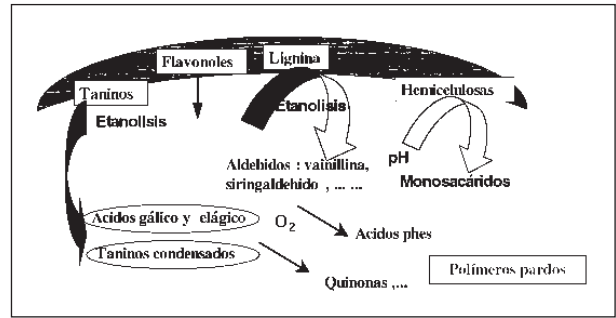


Figura 2. Principales cambios que tienen lugar al ponerse en contacto el medio hidroalcohólico con la madera.

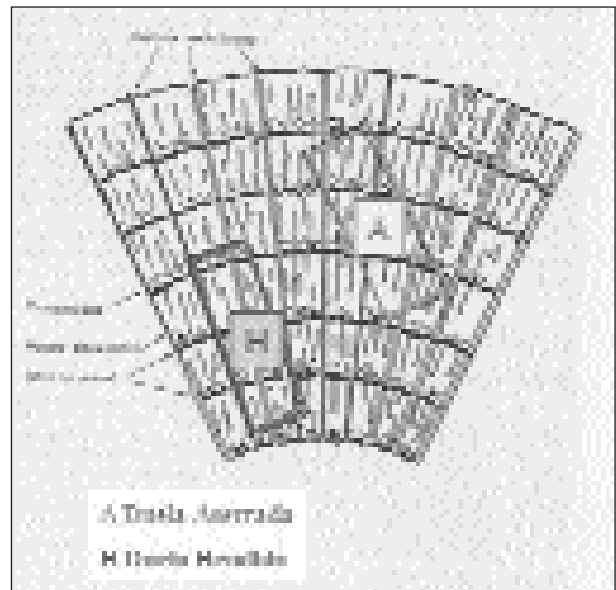


Figura 3. Diversos modos de obtención de las tablas que darán origen a las duelas.

**AGRADECIMIENTOS**

La autora quiere expresar su agradecimiento a D. Javier Escobar de la Torre por la cesión de las fotos que ilustran este capítulo.

# EVOLUCIÓN DE LOS VINOS ENVEJECIDOS EN BARRICA

DRA. SILVIA PÉREZ MAGARIÑO

Dpto. Biotecnología y Ciencia de los Alimentos.

UNIVERSIDAD DE BURGOS

## I. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento de los vinos es un proceso relativamente reciente en nuestro país pudiéndose remontar al siglo XVIII, cuando se introducen sistemas de elaboración tendentes a la conservación de vinos más allá de la añada natural de la cosecha. Quizás por influencia de los franceses, se buscó la posibilidad de conservar los vinos durante más tiempo de lo habitual, y se vio que la crianza en barrica permitía la obtención de vinos más estables, de aromas y sabores más afinados, suaves y colores elegantes.

El proceso de crianza es una etapa importante y fundamental en la obtención de vinos de calidad, y cuyo fin es la maduración y obtención de unas mejores características sensoriales en los vinos. Hay que tener en cuenta que no todos los vinos son aptos para la crianza en madera. Deben ser vinos equilibrados y de alta calidad, principalmente asociada a altos contenidos de antocianos y compuestos fenólicos en general, y una alta graduación alcohólica.

De forma general se puede decir, que los vinos hacen la crianza en madera y envejecen en botella. Evidentemente esta definición no es tan exacta y muchas veces estos términos se confunden y mezclan.

A continuación se comentará únicamente el proceso de crianza de los vinos tintos, vinos característicos de la D.O. Ribera del Duero. Sin embargo, no hay que olvidar que hay otro tipo de vinos, como los de Jerez, y destilados, como el ron, whisky, etc., que también son sometidos a procesos de crianza en barrica.

## II. PREPARACIÓN DE LOS VINOS PARA LA CRIANZA EN BARRICA

Los vinos destinados a crianza necesitan de unos especiales procesos de selección que comienzan con el control exhaustivo del viñedo, un riguroso seguimiento de todos los procesos vegetativos de la planta, y una cuidadosa selección de la calidad y de las variedades de uva a emplear. La variedad de uva es uno de

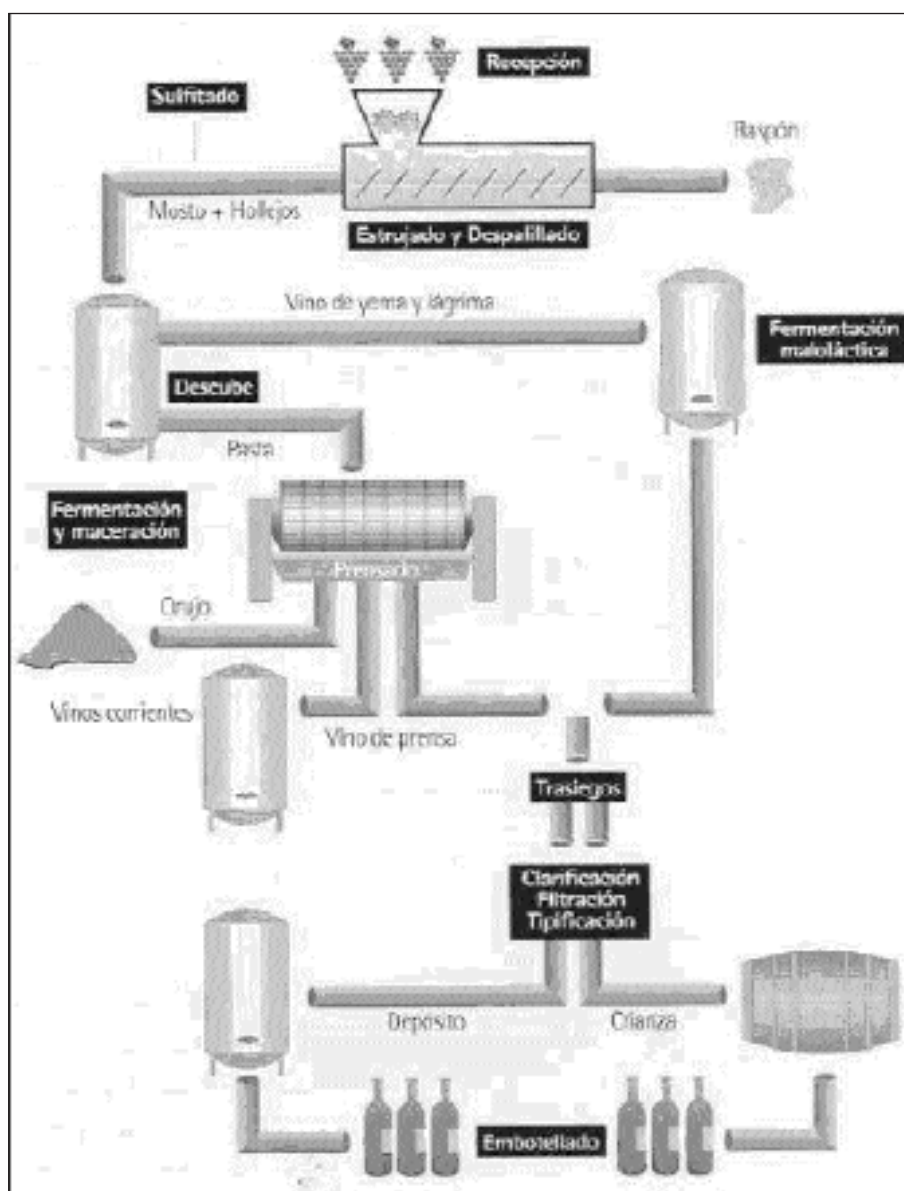


Figura 1. Esquema del proceso de elaboración de vinos tintos.

los factores fundamentales para el logro de una buena crianza, ya que no todas las variedades son aptas para este proceso.

El proceso de elaboración general de los vinos tintos se observa en la Figura 1.

Después del proceso de fermentación de las uvas tintas y de los trasiegos necesarios, se lleva a cabo la fermentación maloláctica, que consiste en la actuación de las bacterias lácticas que transforman el ácido málico en ácido láctico. Este ácido es más suave y menos fuerte que el ácido málico, por lo que el vino se suaviza y mejora en calidad y sabor.

A continuación se realizan los trasiegos, seguidos del proceso de clarificación, que garantizará la limpieza del vino. Este proceso consiste en añadir sustancias que favorezcan la eliminación, por precipitación, de las partículas y residuos que contiene el vino, favoreciendo su limpidez y transparencia. Se utilizan para esta operación gelatinas, cola de pescado, caseína, albúminas, o sustancias minerales como tierras especiales o bentonitas.

Posteriormente se lleva a cabo el proceso de refrigeración con el fin de estabilizar el vino. Se somete a bajas temperaturas próximas a su punto de congelación durante períodos que oscilan entre ocho y doce días, consiguiendo así la precipitación principalmente de tartratos y bitartratos de potasio y calcio. Los vinos que no pasan correctamente por este proceso presentan alteraciones al cabo de un tiempo y que se traducen en la presencia de unos pequeños cristales blancos, que aparecen en el fondo de las botellas y alrededor de la parte interior del corcho, menoscabando la calidad del vino por su presencia pero que no alteran su composición.

Antes de introducir el vino en la barrica se puede someter a un proceso de filtrado que se hace a la temperatura más baja posible, con el fin de eliminar la turbidez. El vino se hace pasar a través de un material poroso que retiene los sedimentos y que suele usarse como complemento de la clarificación. Los tipos de filtros más comunes son: tierras de diatomeas, de placas o membranas.

Por último, se realiza la tipificación o clasificación de los vinos, estableciendo aquellos que pasan a depósito y son embotellados como vinos jóvenes; y aquellos que pasarán a la etapa de crianza en madera para completar los procesos de maduración deseados para la obtención de vinos de crianza. Estos vinos sufrirán inicialmente una crianza oxidativa en barrica, en la que se busca la prolongación de la vida del vino, el mantenimiento de sus cualidades, y la adquisición de una serie de peculiaridades características. Posteriormente, se someterán a una segunda crianza que tiene lugar en las mismas botellas que llegarán al consumidor, y es lo que se denomina envejecimiento en botella.

Los procesos de clarificación, filtración y refrigeración comentados son etapas opciona-

les y sobre todo suelen llevarse a cabo en vinos jóvenes, mientras que en los vinos destinados a crianza no siempre se realizan.

### ■ III. PROCESO DE CRIANZA EN BARRICA

La madera permite a los grandes vinos expresar su riqueza, suavidad, redondez y finura, y esto depende sobre todo de la calidad inicial del vino.

El proceso de crianza se realiza en barricas de madera, que ceden numerosas moléculas las cuales aportan características aromáticas, permite suavizar los taninos y estabilizar el color mediante reacciones lentas y progresivas que tienen lugar con el tiempo. Por lo tanto durante este proceso es fundamental el contacto vino-madera para una extracción eficaz y selectiva de aquellas sustancias que enriquezcan el perfil sensorial del vino.

Actualmente, la madera de roble es la más idónea y empleada para la elaboración de las barricas que permiten un buen y largo envejecimiento de los vinos, les permiten evolucionar favorablemente, y modifican positivamente sus características sensoriales.

Las barricas más usualmente empleadas para una correcta crianza son las denominadas "bordelesas", con una capacidad de 225 litros, aunque en algunas bodegas se utilizan barricas o recipientes de mayor tamaño. En España, por lo general, este tipo de barricas son las más utilizadas, mientras que en otros países de gran tradición vinícola como por ejemplo Portugal o Italia, se siguen empleando recipientes de madera con capacidades entre los 7.000 y 15.000 litros. Evidentemente la relación entre la superficie de las barricas y el volumen de vino no es la misma, por lo que los procesos que tienen lugar no ocurrirán en el mismo grado, ni en tiempo ni en calidad. En el caso de grandes tinos la relación superficie-volumen es menor y estos vinos necesitarían un mayor tiempo para llevar a cabo las mismas reacciones, y la extracción de los componentes de la madera será menor.

Las barricas deben llenarse en su totalidad, evitando que queden espacios de aire que darían una oxidación excesiva y mayor a la deseada.

Además el vino tiene que trasegarse, es decir, pasarlo de unas barricas a otras, con el fin de:

- separar el vino de los sedimentos que se van depositando en las paredes y el fondo de la barrica, y
- homogeneizar la calidad y características del vino que contiene cada barrica, ya que no todas ellas llevan a cabo el proceso de crianza de la misma manera.



Tras el vaciado de las barricas se deberá proceder a un lavado intenso del interior de las barricas, para su uso posterior sin riesgos de contaminaciones.

#### ■ IV. ENVEJECIMIENTO EN BOTELLA

Llegado el momento oportuno, los vinos son embotellados y se lleva a cabo el envejecimiento en botella donde el vino sufre otra serie de modificaciones. Durante este tiempo el vino acabará de desarrollarse, adquiriendo finura en el bouquet, concretando su carácter aterciopelado y perfilando definitivamente su redondez. Así, se obtiene una mejora cualitativa de la calidad del vino final.

El envejecimiento del vino en botella es de naturaleza distinta a la producida en barrica. Tanto el vidrio como el tapón de corcho evitan el paso del oxígeno, por lo que el vino permanecerá en ausencia de oxígeno. En este periodo desarrolla lo que se denomina “bouquet de reducción”.

Por tanto la permanencia en botella permite continuar de forma más lenta las reacciones que no se completaron en el proceso de crianza y se producen nuevos efectos o reacciones que requieren distintas condiciones y que no pueden ocurrir en las condiciones oxidativas de la barrica.

Las botellas se deben almacenar a temperatura constante y siempre fresca (14-16° C), impidiendo que sufran vibraciones, manteniéndolas protegidas de la luz y del exceso de humedad. Las botellas deben conservarse acostadas, de forma que el líquido mantenga siempre húmedo el tapón de corcho y no permita la entrada de oxígeno. Además así se impide el desarrollo de los hongos parásitos del corcho.

#### ■ V. TIPOS DE VINOS DE CRIANZA SEGÚN EL TIEMPO DE PERMANENCIA EN BARRICA Y BOTELLA

Los períodos de crianza en barrica y de envejecimiento en botella son muy diversos y están marcados por la propia evolución y características del vino, y corresponde a los enólogos y catadores determinar el momento en el que el vino debe pasar a la botella o cuando deben salir al mercado. Hay que tener en cuenta que cualquier vino no va a ser mejor por estar en madera más tiempo, sino que depende principalmente de la calidad del vino introducido en barrica. Así a mayor calidad del vino inicial, mayor será el tiempo que éste pueda permanecer en madera, y por ello los vinos llamados reserva o gran reserva son de gran calidad.

Además existen también unos plazos mínimos que establecen los diferentes Consejos Reguladores para cada Denominación de Origen, y que dependen de las características peculiares de cada región vinícola.

En España, los vinos tintos de crianza se diferencian en distintas categorías, lo que no ocurre en otros países. En general, se puede decir que los vinos destinados a la categoría de “vinos de crianza” deben permanecer un mínimo de dos años de envejecimiento de los cuales al menos 9 meses deben ser en barrica y el resto en botella; los “vinos de reserva” deben permanecer un mínimo de tres años (12 meses en barrica y 24 en botella); y los “vinos gran reserva” permanecerán un mínimo de cinco años (24 meses en barrica y 36 en botella).

#### ■ VI. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE CRIANZA

Existen diversos factores que van a determinar la evolución de los vinos durante el proceso de crianza. Los principales son las características de la barrica, las características intrínsecas del vino y las condiciones de bodega.

##### 6.1. CARACTERÍSTICAS DE LA BARRICA

La calidad y características de la barrica empleada son fundamentales en el resultado de la crianza, siendo uno de los factores más importantes e influyentes en este proceso y por tanto en la calidad final del vino. Los principales factores relativos a la barrica que determinan diferentes modificaciones producidas en vinos envejecidos en madera son:

##### 6.1.1. Variedad y origen de la madera

La madera utilizada mayoritariamente es el roble, y dentro de éste se usan fundamentalmente el roble americano (*Quercus alba*) y el roble francés (*Q. petrae* y *Q. robur*). Estos tipos de roble presentan diferencias sobre todo en composición (contenido fenólico y lignina) y en la porosidad de la madera, que determina la cantidad de oxígeno que pasa al vino, influyendo por tanto en las reacciones de oxidación.

##### 6.1.2. Fabricación o modo de elaboración de la barrica

Dentro del modo de fabricación de la barrica se incluyen principalmente el fabricante, el proceso de secado y el grado de tostado. De todos ellos, el grado de tostado es uno de los más importantes, ya que permite la formación de

compuestos fuertemente aromáticos (aldehidos furánicos, aldehidos fenólicos, fenoles volátiles y lactonas) y determina la cantidad de compuestos fenólicos que pueden ser extraídos (taninos hidrolizables). Se considera que la aplicación de temperaturas medias (150-200°C) son las más idóneas para la calidad de los aromas, debido a que temperaturas más altas comunicarían al vino sabores amaderados y desagradables, y además se puede producir la caramelización de los azúcares.

### 6.1.3. Tamaño de la barrica

Como ya se ha comentado, el tamaño de la barrica es determinante, ya que la relación superficie de la barrica/ volumen de vino influye en la cantidad de oxígeno que “penetra”, en la cantidad de compuestos que cede y en la velocidad de las reacciones que tienen lugar durante este periodo.

### 6.1.4. Edad de la barrica

La edad de la barrica es un factor muy importante, ya que los compuestos presentes en ella se van solubilizando. En primer lugar se extraen aquellos compuestos más sencillos y de menor grado de polimerización, y posteriormente se van solubilizando los más polimerizados. Diversos autores indican que tras 4 o 5 años, las barricas casi no ceden compuestos aromáticos y además se aumenta el riesgo de contaminaciones microbianas. Por todo esto sería necesario renovar las barricas al menos cada 4 o 5 años, ya que la utilización de barricas nuevas todos los años supondría un coste muy elevado.

## 6.2. CARACTERÍSTICAS INTRÍNSECAS DEL VINO

Otro factor importante en la crianza del vino son las características intrínsecas del mismo, especialmente relacionado con el contenido de antocianos y compuestos fenólicos en general, el grado alcohólico y el pH. Los compuestos fenólicos determinarán la evolución del color, del sabor y del cuerpo del vino. El etanol favorece la solubilización de los distintos componentes de la madera, permitiendo una mayor extracción de los mismos, y el pH bajo favorece también la extracción y ayuda a mantener estable el color del vino.

## 6.3. CONDICIONES DE LA BODEGA

Las condiciones de la bodega también van a influir en el proceso de crianza de los vinos. Se considera adecuado mantener las barricas a temperaturas bajas entorno a 15°C, y con una hume-

dad relativa del ambiente alta, superior al 90% (92-95%). Estas condiciones permiten reducir al mínimo las pérdidas por evaporación de agua y etanol, así como la pérdida de volátiles.

## ■ VII. MODIFICACIONES Y REACCIONES QUE SE PRODUCEN DURANTE LA CRIANZA DEL VINO

En el transcurso de la crianza, el vino mejora sus condiciones organolépticas, perfilando sus matices hasta redondearse y producir sensaciones más gratas. Esto se debe a que durante este proceso tienen lugar una serie de modificaciones en la composición de los vinos y reacciones que traen consigo cambios en las características sensoriales finales de los vinos de crianza. A continuación, se explicarán los compuestos que se modifican, los procesos y reacciones que se producen y los cambios que provocan en las características sensoriales de los vinos. Todos estos cambios producidos durante la crianza se resumen en la Figura 2

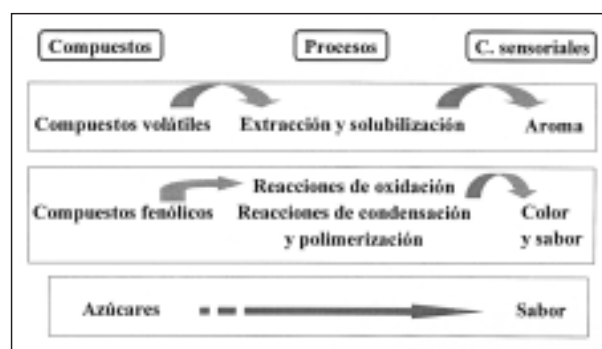


Figura 2. Esquema de los cambios producidos durante la crianza del vino.

### 7.1. AROMAS O COMPUESTOS VOLÁTILES

Los aromas primarios (aromas frutales y florales propios de vinos jóvenes) disminuyen con el tiempo llegando incluso a desaparecer. Durante el envejecimiento aparecen los aromas responsables del “bouquet” del vino o aromas terciarios, que proceden principalmente de la madera.

#### 7.1.1. Extracción de compuestos aromáticos

Los compuestos volátiles relacionados principalmente con el proceso de crianza son:

- *Aldehidos furánicos*: como son el furfural, 5-hidroximetilfurfural y 5-metilfurfural, que proceden de la degradación de los polisacáridos de la madera, y proporcionan aro-

mas a caramelo, a tostado, y que en proporciones moderadas son positivos.

- *Aldehidos fenólicos*: proceden de la degradación de la lignina, y se dividen en: aldehidos benzoicos como son la vainillina (presenta una mayor incidencia aromática) y el siringaldehido, y aldehidos cinámicos como el coniferaldehido y el sinapaldehido.
- *Fenoles volátiles*: guayacol y derivados, eugenol, 4-vinilfenol, entre otros que proceden de la degradación de la lignina, y proporcionan aromas a ahumado y especiado.
- *Lactonas*: *cis* y *trans-whiskylactonas*, son muy importantes desde el punto de vista aromático y aportan aromas a coco, nuez y madera fresca. Estas lactonas proceden de la degradación de los lípidos de la madera.
- *Volátiles mayoritarios y minoritarios* como alcoholes superiores, acetatos, ésteres de ácidos grasos, de ácidos orgánicos, ácidos aromáticos, etc., que se pueden modificar durante la crianza, pero que no dependen de la madera, sino de las condiciones de oxidoreducción y de las características del vino.

La extracción y solubilización de estos compuestos de la madera depende esencialmente de la temperatura, pH y grado alcohólico del vino, así como del tamaño de los compuestos a extraer. Los compuestos más pequeños se extraen más fácilmente, siendo los de mayor grado de polimerización los que se extraen posteriormente. La concentración de cada uno de ellos dependerá del tipo de madera, del proceso de elaboración y edad de las barricas.

Estos cambios en la composición aromática producen modificaciones en el aroma de los vinos, ya que como se ha comentado, se pierden los aromas primarios y son sustituidos por aromas más complejos (aromas terciarios) que se forman en esta etapa y que constituyen el “bouquet” del vino. Estos aromas se deben a los compuestos extraídos de la madera que aportan matices a vainilla, coco, frutos secos, tostados o torrefacto, clavo, etc.

### 7.1.2. Evolución de los compuestos aromáticos a lo largo de la crianza

Durante el proceso de crianza en madera, los vinos se van enriqueciendo en compuestos aromáticos presentes en la madera, especialmente de aldehidos como la vainillina, las whiskylactonas, eugenol, y otros fenoles volátiles. Además la madera cede variables cantidades de furfural y sus derivados en función del grado de tostado de la madera.

La extracción de estos compuestos es progresiva, siendo en general más importante durante los primeros 6 o 9 meses. Un ejemplo se puede ver en la Figura 3.

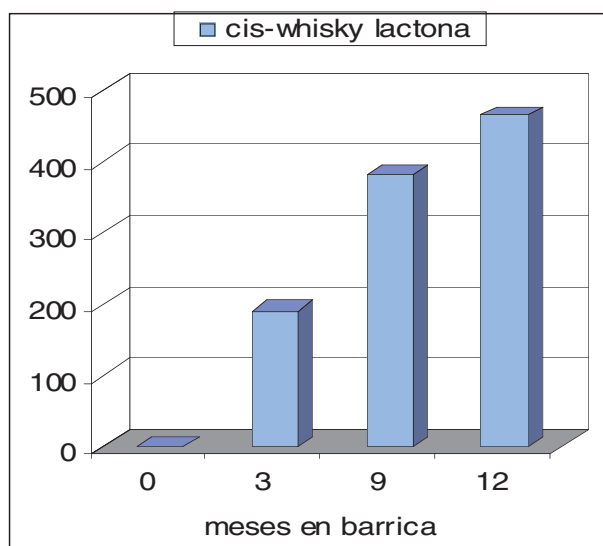


Figura 3. Evolución de la *cis-whiskylactona* ( $\mu\text{g/L}$ ) en un vino tinto sometido a crianza.

## 7.2. COMPUESTOS FENÓLICOS

### 7.2.1. Clasificación de los compuestos fenólicos

Una clasificación general de los compuestos fenólicos es la que aparece en la Figura 4.

1. Compuestos fenólicos no flavonoideos: fenoles sencillos como ácidos, alcoholes, cetonas y aldehidos fenólicos.
2. Compuestos fenólicos flavonoideos, con una estructura  $\text{C}_6\text{-C}_3\text{-C}_6$ , y que se dividen en distintos grupos:
  - Flavonas, flavanonas, isoflavonas
  - Flavonoles, flavanonoles, flavanoles
  - Antocianos, calconas, auronas
3. Compuestos fenólicos polimerizados: taninos hidrolizables y condensados, y ligninas.
4. Compuestos fenólicos minoritarios: que engloban compuestos con estructuras variadas.

Figura 4. Clasificación general de los compuestos fenólicos.

De todos ellos los que se modifican principalmente durante la crianza son los fenoles sencillos, flavonoles, flavanoles, antocianos y taninos, algunos de los cuales se comentarán a continuación con más detalle.

- *Taninos hidrolizables*. Se dividen en galotaninos (derivados del ácido gálico) y elagitaninos (derivados del ácido elágico). Los taninos hidrolizables proceden de la madera y principalmente son elagitaninos. Sin embargo, su concentración en el vino envejecido suele ser más baja de lo esperado, y que puede ser debido a varias razones, como a su interacción con polisacáridos.



dos o proteínas, y/o a que pueden sufrir procesos de polimerización o hidrólisis, procesos de etanolisis, y/o reacciones de oxidación.

Estos taninos se oxidan más fácilmente que otros fenoles, por lo que van a actuar como reguladores de la oxidación de otros fenoles. Durante la oxidación se forman peróxidos capaces de oxidar los compuestos presentes en el vino. El etanol es el compuesto más fácilmente oxidable, y se transforma en acetaldehído (Figura 5). Por todo esto algunos autores sugieren que estabilizan el color y reducen la astringencia, debido a que favorecen las reacciones de condensación entre los antocianos y los taninos mediadas por el acetaldehído, y además reducen el desarrollo de los tonos amarillos ya que previenen la oxidación de los fenoles.

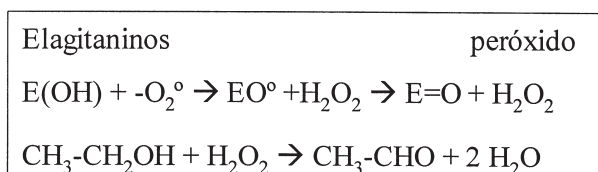


Figura 5. Proceso de oxidación de los elagitaninos.

- *Taninos condensados o proantocianidinas.* Son derivados de flavan-3-oles, que proceden en pequeña cantidad de la madera y principalmente de la uva. Su concentración se ve modificada porque se polimerizan entre sí o se condensan con otros fenoles dando lugar a polímeros amarillo-anaranjados.
- *Antocianos.* La cantidad de antocianos monoméricos libres disminuye con el tiempo, pero éstos se condensan con los flavanoles dando nuevos pigmentos coloreados característicos de los vinos de crianza, y que son más estables que los antocianos libres.

### 7.2.2. Procesos y reacciones de los compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos pueden dar lugar a reacciones de oxidación, de condensación y/o polimerización.

Las *reacciones de oxidación* se ven favorecidas por la presencia de pequeñas cantidades de oxígeno que pasan a través de la madera. Los principales sustratos de oxidación son los ortodifenoles que son compuestos que tienen 2 grupos hidroxilos consecutivos unidos a un anillo fenólico (Figura 6), como son los flavanoles, ácido cafeico, ácido gálico, ácido protocatéquico, y derivados de la cianidina. Los monofenoles, los

metadifenoles y los fenoles sustituidos no son oxidables o son difíciles de oxidar.

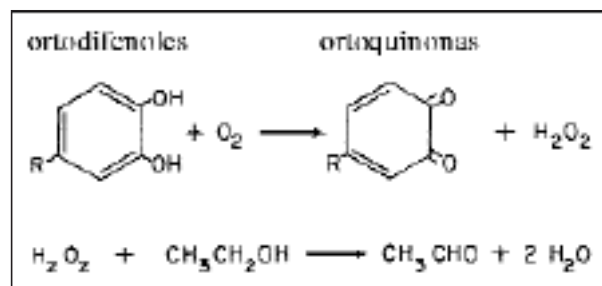


Figura 6. Proceso de oxidación de ortodifenoles a quinonas.

Las reacciones de oxidación que se producen son reacciones químicas, no enzimáticas mediadas por el oxígeno que transforma los ortodifenoles en ortoquinonas, formando peróxidos. Por un lado, los peróxidos obtenidos pueden oxidar otros compuestos del vino fácilmente oxidables como el etanol para la formación del acetaldehído o etanal (Figura 6). Y por otro lado, las quinonas son unos compuestos muy reactivos que pueden dar lugar a reacciones de reducción y adición con otros compuestos fenólicos o no fenólicos. Como consecuencia de estas reacciones se forman pigmentos amarillo-anaranjados que producen un aumento de la componente amarilla y pérdida de rojo, pasando los vinos a unos tonos cereza o rubí y llegando a los tonos teja anaranjados en aquellos vinos muy viejos.

Otro tipo de reacciones importantes entre los compuestos fenólicos son las *reacciones de condensación y polimerización*, que se ven aceleradas por los procesos de oxidación. Las principales reacciones que se pueden producir son:

1. Reacciones de condensación de los flavanoles entre sí, y de condensación de los flavanoles con los antocianos directamente. Estas reacciones dan lugar a pigmentos amarillo-anaranjados. La elevada polimerización de estos compuestos dará lugar a compuestos más pardos y que con el tiempo pueden llegar a formar coloides y precipitar. Ambos tipos de reacciones se producen de forma lenta, y se ha observado que la presencia de acetaldehído, bien existente o formado por la oxidación del etanol, favorece y acelera estas reacciones de condensación.
2. Así un segundo grupo importante son las reacciones de condensación de los flavanoles entre sí o con los antocianos actuando el acetaldehído como puente de unión (Figura 7). Este tipo de reacciones proporciona compuestos rojo-anaranjados o amarillo-anaranjados que son más estables y ayudan a mantener la intensidad de color.

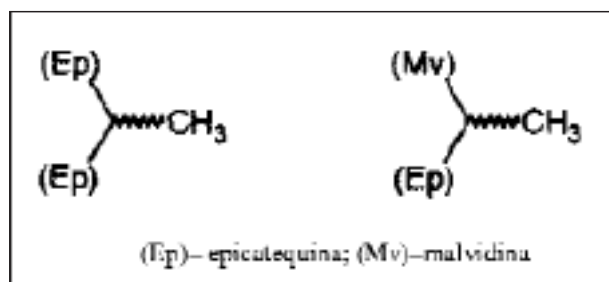


Figura 7. Reacciones de condensación flavanol-flavanoil o flavanol-antociano mediadas por el acetaldehído.

- Por último están las reacciones de condensación de los antocianos y/o flavanoles con otros compuestos de menor peso molecular, además del acetaldehído, como son el ácido pirúvico o el ácido glioxílico. Los compuestos más importantes que se forman y que han sido encontrados en vinos, son los derivados pirúvicos de antocianos obtenidos por condensación de los antocianos con el ácido pirúvico, y la vitisina B que se forma por condensación del malvidin-3-glucósido con el acetaldehído. Estos compuestos son denominados “nuevos pigmentos” y son compuestos de color rojo-anaranjado, que desplazan el máximo de absorción hacia tonalidades violetas y mantienen alta la intensidad de color del vino durante más tiempo, ya que son mucho más estables a cambios de pH y  $\text{SO}_2$ . Así se mantienen durante más tiempo los tonos rojos, llegando a tejas cuando los vinos son muy viejos.

Por tanto, todas estas reacciones de oxidación, condensación y polimerización que tienen lugar entre los diferentes compuestos fenólicos, provocan cambios en el color y alteran las características sensoriales de los vinos. En general, se produce una estabilización del color del vino de crianza, debido a la formación de nuevos pigmentos mucho más estables y que mantienen la intensidad de color y los tonos cereza durante más tiempo, como ya se ha comentado.

Además de la influencia en el color de los vinos, se produce una pérdida de la dureza en el paladar, la astringencia acusada y la sensación de amargor, transformándose en sensaciones gratas de suavidad, nobleza, equilibrio y redondez. La disminución de la astringencia con el tiempo se debe a la polimerización intensa de los flavanoles o taninos, que se hacen insolubles y precipitan cuando el grado de polimerización es muy elevado (> 10 monómeros).

### 7.2.3. Métodos de análisis de los compuestos fenólicos y del color

Debido a la gran variedad de *compuestos fenólicos* existentes con distinta estructura y

propiedades, una forma adecuada de evaluarlos es realizar una medida global de aquellos compuestos que presentan un comportamiento químico idéntico frente a determinados reactivos. Así se pueden evaluar polifenoles totales (PT), antocianos totales (ACY), catequinas (CAT) y proantocianidinas (PRO) mediante métodos colorimétricos que son rápidos y fáciles de realizar.

Sin embargo, los “nuevos pigmentos” que se forman durante la crianza, y los antocianos individualizados, sólo se pueden ver y cuantificar mediante técnicas de cromatografía de líquidos como es el HPLC.

El *color* de un cuerpo se debe a la capacidad de absorber o reflejar las distintas radiaciones que percibe. Por ello, la forma más objetiva de medir el color se basa en la medida de las absorbancias o transmitancias del vino a las longitudes de onda que componen el espectro visible, en condiciones determinadas.

De los distintos métodos de medida, el más usado en enología es el método de Glories que se basa en la medida de 3 valores de absorbancia a 420, 520 y 620 nm. Los parámetros que evalúa son: la intensidad como suma de las absorbancias a 420, 520 y 620 nm, la tonalidad como la relación entre las absorbancias a 420 y 520 nm, y además calcula los porcentajes de las componentes amarilla, roja y azul.

En 1986, la CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) estableció un nuevo espacio de color cuyos parámetros se calculan a partir de una transformación no lineal de las transmitancias en todo el espectro visible (380-770 nm), usando el observador patrón de  $10^\circ$  de campo visual, que representa en general la sensibilidad del ojo al rojo, verde y azul, y el iluminante  $D_{65}$ , que representa un promedio de la luz diurna. Este nuevo espacio denominado espacio CIE-Lab, define unos nuevos parámetros que son:  $L^*$ : claridad o luminosidad;  $a^*$ : que representa los colores rojo/verde según sea positivo o negativo;  $b^*$ : que representa los colores amarillo/azul según sea positivo o negativo;  $C^*$ : croma o cromaticidad que da idea de la pureza o saturación; y  $h^*$ : tono.

### 7.2.4. Evolución de los compuestos fenólicos y del color a lo largo de la crianza

La evolución del contenido de compuestos fenólicos de un vino tinto de la variedad Tinto fino se recoge en la Tabla I.

El contenido en polifenoles totales puede aumentar ligeramente, pero en general se mantiene prácticamente constante a lo largo de la crianza y envejecimiento. Las catequinas y proantocianidinas aumentan un poco inicialmente en los primeros meses, volviendo posteriormente a los niveles iniciales que se mantienen a lo largo del tiempo.

Compuestos	Meses en bodega /botella				
	0	3	9	12	12/7
Polifenoles totales	2275	2397	2367	2367	2359
Antocianos totales	580	462	329	318	254
Catequinas	1193	1270	1371	1232	1203
Proantocianidinas	1581	1455	1686	1503	1515

Tabla I. Contenido de compuestos fenólicos (mg/L) de un vino tinto durante la crianza.

Los antocianos totales disminuyen principalmente en los primeros meses debido a la pérdida de antocianos monoméricos. Este descenso es más pronunciado durante los 9 primeros meses, posteriormente se estabiliza, disminuyendo lige-

ramente en botella. Esta pérdida de antocianos se ve reflejado en la Figura 8 que representa dos cromatogramas de antocianos de un vino joven y de un vino con aproximadamente dos años de crianza.

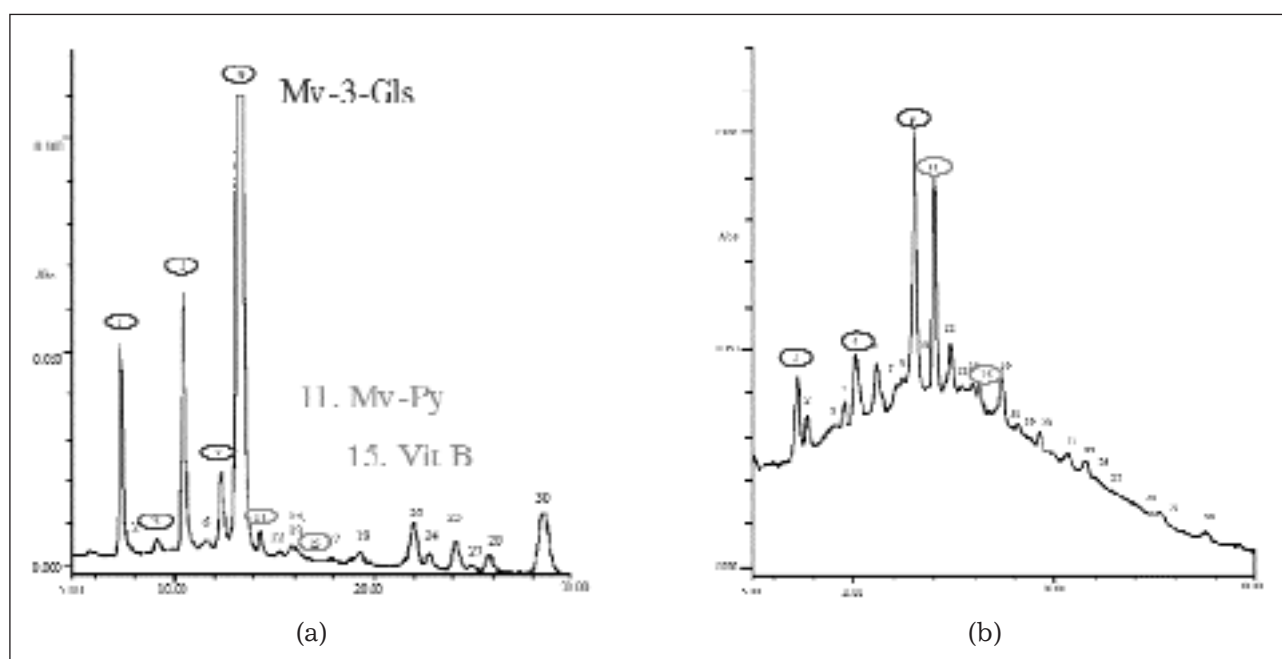


Figura 8. Cromatogramas de antocianos de (a) un vino joven y (b) un vino de dos años de crianza.

Se observa que un vino joven tiene un contenido importante de antocianos libres (picos 1, 3, 5, 7 y 9) y muy poca cantidad de nuevos pigmentos (picos 11 y 15 principalmente). Sin embargo tras el periodo de crianza el vino sufre una pérdida grande de antocianos libres y se produce un aumento importante de los nuevos pigmentos derivados de antocianos. A pesar de esta pérdida significativa de antocianos, el color se modifica muy poco, como se verá a continuación, debido a la formación de estos nuevos pigmentos mucho más estables que los antocianos libres.

La Tabla II recoge los valores de los parámetros de color del mismo vino. Se observa que la

intensidad aumenta en los primeros meses probablemente debido a la formación de los nuevos pigmentos, y luego se mantiene constante durante el envejecimiento. La tonalidad aumenta debido a la formación de pigmentos pardos como consecuencia de la oxidación de los fenoles, aunque cabe destacar que los valores de tonalidad no son muy elevados para ser vinos de casi 2 años. Los valores de porcentaje de amarillo presentan la misma tendencia que la tonalidad. Los valores de porcentaje de rojo disminuyen por la pérdida de antocianos libres, pero al mismo tiempo se produce un aumento de los tonos azules-violetas, como consecuencia del desplazamiento de color que inducen los nuevos pigmentos.



Parámetros de color	Meses en barrica /botella				
	0	3	9	12	12/7
Intensidad	0,89	0,93	0,93	0,94	0,92
Tonalidad	0,63	0,69	0,72	0,75	0,76
Porcentaje de Rojo	53,9	51,5	50,3	49,2	48,7
Porcentaje de Azul	12,3	13,1	13,4	13,9	14,5
Porcentaje de Amarillo	33,8	35,4	36,3	37,0	36,8
Luminosidad (L*)	74,5	73,4	73,3	73,3	73,5
Parámetro a*	27,5	26,5	25,6	24,5	23,3
Parámetro h*	-3,5	0,2	2,5	4,2	7,8

Tabla II. Parámetros de color de un vino tinto durante la crianza.

Los parámetros CIELab siguen la misma evolución que algunos de los parámetros de Glories. Así la luminosidad (L\*) disminuye ligeramente de forma paralela al aumento de la intensidad. El tono (h\*) aumenta debido a la formación de pigmentos pardos (similar a la tonalidad), y el parámetro a\* disminuye como el porcentaje de rojo.

### 7.3. AZÚCARES

Los azúcares pueden proceder principalmente de la degradación de la hemicelulosa. También podrían obtenerse cantidades pequeñas de la hidrólisis de la lignina y de los elagitaninos, de los flavonoles y de los antocianos.

Los azúcares que se pueden encontrar en vinos son principalmente monosacáridos: hexosas (azúcares de 6 átomos de carbono) como la glucosa, galactosa, fructosa y manosa, y pentosas (azúcares de 5 átomos de carbono) como la arabinosa, rhamnosa, ribosa y xilosa.

En general las modificaciones en su concentración son pequeñas, y poco importantes y pueden proporcionar sabores ligeramente más dulces.

#### *Evolución de los azúcares a lo largo de la crianza*

Existen pocos estudios relativos a la composición de azúcares y su evolución a lo largo del tiempo de crianza. Aunque en principio se podría producir un aumento del contenido de azúcares, los estudios encontrados no ponen de manifiesto este hecho. La concentración de hexosas y pentosas se mantuvieron más o menos constantes, influyendo poco en las características sensoriales de los vinos.

## ■ VIII. INFLUENCIA DE LA VARIEDAD DE UVA Y DE LA MADERA EN EL PROCESO DE CRIANZA DE LOS VINOS

Por último se verá la influencia que puede tener o no, la variedad de uva y las barricas usadas en el contenido fenólico, aromático y el color de los vinos.

### 8.1. INFLUENCIA DE LA VARIEDAD

Los vinos tintos elaborados con distintas variedades de uva presentan diferentes contenidos de azúcares, ácidos, compuestos fenólicos, etc., por lo que la evolución de estos vinos en barrica será también diferente, y no todas las variedades evolucionan igual en barrica.

En general, aquellos vinos con mayores contenidos fenólicos, por ejemplo de la variedad Tinta del País, tendrán una mejor evolución. Esto se debe a que al tener una gran cantidad de fenoles y antocianos, aunque se produzca una pérdida, no es tan apreciable, manteniéndose en gran medida la intensidad y las tonalidades violáceas. Además al tener más fenoles, las reacciones de condensación entre ellos se producirán en mayor medida.

La variedad también influye en el contenido aromático, ya que determina los precursores iniciales, pero quizá la madera sea un factor más determinante en los aromas de los vinos de crianza.

### 8.2. INFLUENCIA DE LA MADERA

El mismo vino fue sometido a crianza en distintos tipos de maderas (barricas) con el fin de observar la influencia del tipo de roble, el fabricante, y la edad de la barrica, en determinadas características del vino.

#### 8.2.1. Influencia del tipo de roble

Un mismo vino se sometió a crianza en cinco barricas diferentes: dos americanas y tres francesas. En la figura 9 se observa que este vino evolucionó de forma diferente según el tipo de madera. Así dos de ellos mantuvieron los valores de

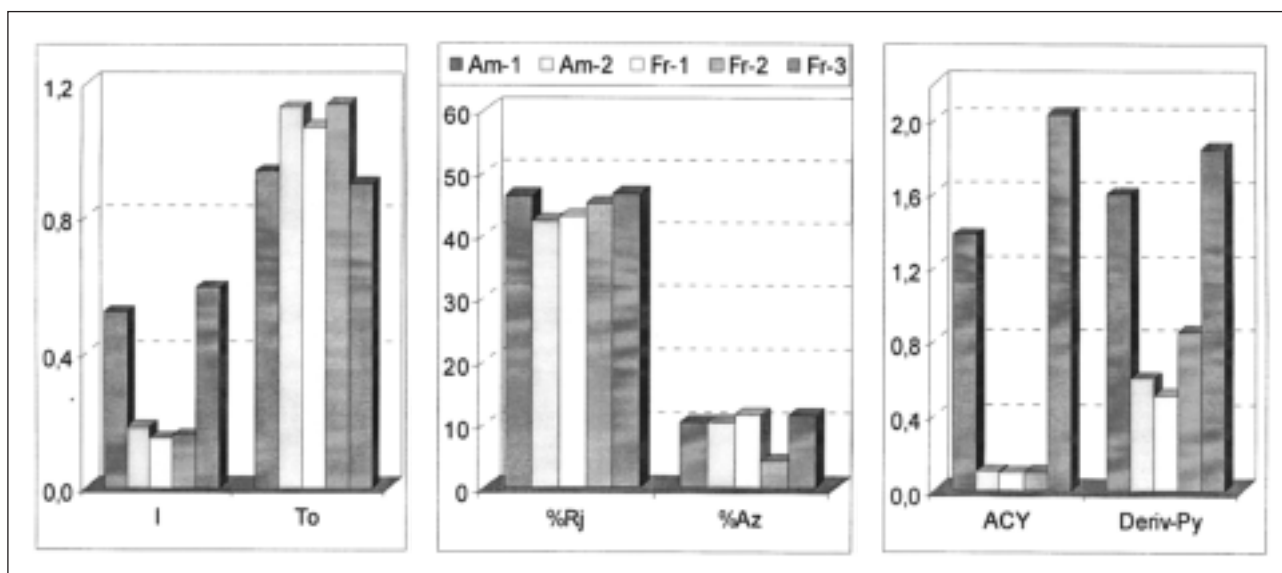


Figura 9. Parámetros de color y antocianos de un mismo vino tras una crianza de dos años en barricas diferentes.

intensidad y de antocianos, mientras que otros tres sufrieron una oxidación excesiva con la consiguiente pérdida de intensidad, antocianos y tonos rojos, y el aumento importante de la tonalidad.

Además se observa que la evolución del vino no sólo depende del origen de la barrica, sino que incluso existen diferencias dentro de los distintos tipos de roble americano o francés, ya que dependerá también de la foresta. En este primer ejemplo, el vino que inicialmente era el mismo,

mientras que otros tres sufrieron una oxidación excesiva con la consiguiente pérdida de intensidad, antocianos y tonos rojos, y el aumento importante de la tonalidad.

Por tanto, estos estudios demuestran que es necesario conocer cada tipo de roble, y la foresta, y que no es suficiente con conocer el origen del mismo.

En cuanto a los aromas ocurre más o menos lo mismo, pero en general se puede decir que el roble americano es más rico en *cis*-whiskylactona y el roble francés tiene más vainillina.

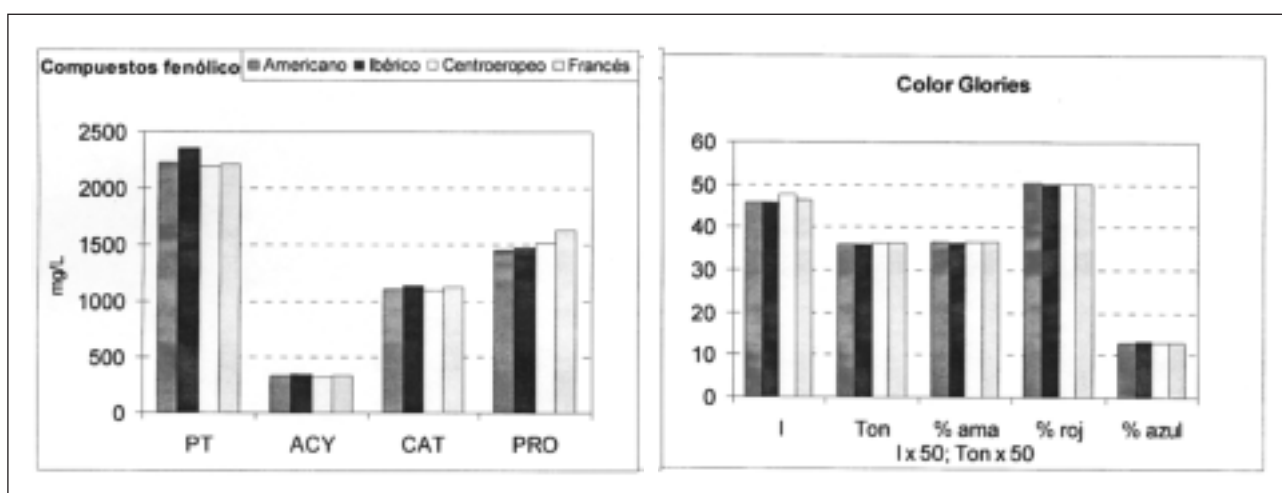


Figura 10. Parámetros de color y antocianos de un mismo vino tras una crianza de dos años en barricas diferentes.

tras el proceso de crianza en diferentes barricas, evolucionó de forma distinta.

Sin embargo, en otro estudio realizado con maderas de cuatro orígenes distintos americano, ibérico, centroeuropeo y francés, el mismo vino no sufrió apenas diferencias tras el envejeci-

### 8.2.2. Influencia del fabricante

La Figura 11 recoge los parámetros de color y el contenido de antocianos de un mismo vino envejecido en barricas de cuatro tonelerías diferentes.

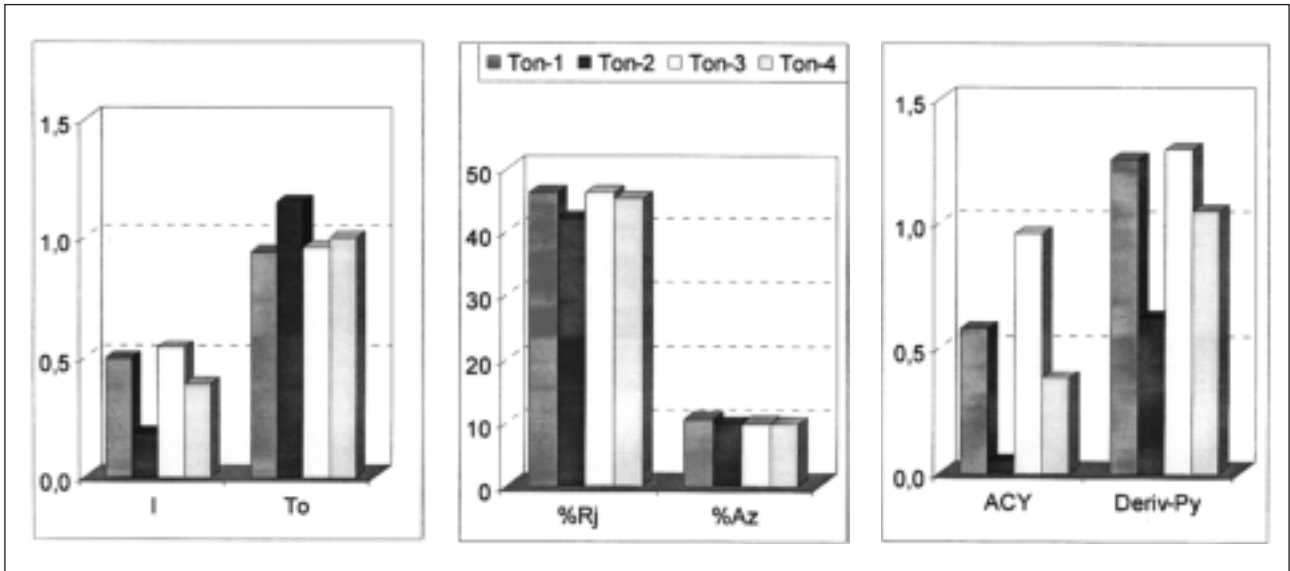


Figura 11. Parámetros de color y antocianos de un mismo vino tras una crianza de dos años en barricas de cuatro tonelerías diferentes.

Se observan también diferencias en el mismo vino según la tonelería. Destaca negativamente la barrica de la tonelería 2 que proporcionó vinos con una baja intensidad, y con bajos niveles de antocianos y nuevos pigmentos. Además presentaron un mayor grado de oxidación que se ve reflejado en los altos valores de tonalidad y bajos del porcentaje de rojo.

### 8.2.3. Influencia de la edad de la barrica

La edad de la barrica, como era de esperar, influye de forma importante en las característi-

cas del vino final. La Figura 12 representa un mismo vino sometido a crianza en una barrica nueva y simultáneamente en otra vieja.

La barrica nueva proporcionó un vino con una mayor intensidad, menor tonalidad, y un mayor contenido de antocianos (y fenoles en general) que se traduce en vinos con unos mayores tonos rojo-violáceos. También se observó un mayor contenido de compuestos aromáticos en los vinos envejecidos en barricas nuevas.

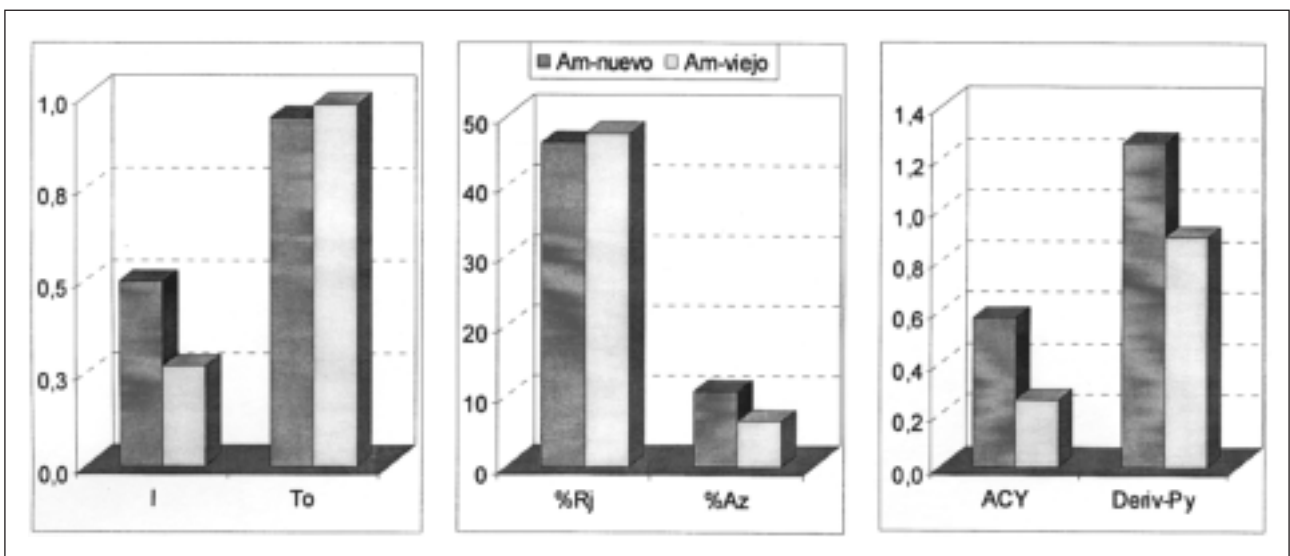


Figura 12. Parámetros de color y antocianos de un mismo vino tras una crianza de dos años en barrica nueva y vieja.



## ■ IX. CONCLUSIONES

El proceso de crianza depende de numerosos factores, destacando las características del vino y de la madera.

Con la crianza se obtienen vinos de color más elegantes y estables, con aromas más complejos y con sabores más afinados debido a la pérdida de las sensaciones de astringencia y amargor.

Además la formación de nuevos pigmentos coloreados permiten mantener la intensidad y los tonos cereza durante más tiempo, debido a su mayor estabilidad.

## ■ X. BIBLIOGRAFÍA

- C.I.E. (1986). Colorimetry, 2nd edn. Publication C.I.E. No. 15,2, Central Bureau of the Commission Internationale de L'Eclairage, Viena.
- García-Barceló J. (1990). Técnicas analíticas para vinos. GAB.
- Glories Y. (1984). The color of red wines. *Connaissance Vignevini* 18: 195-217.
- González-Sanjosé M.L., Santa-Maria G. y Díez C. (1990). Anthocyanins as parameters for differentiating wines by grape variety, wine-growing region and wine-making methods. *Journal of Food Composition and Analysis* 3: 54-66.
- OIV (1990). *Récueil des Méthodes Internationales d'Analyse des vins et des moûts*. Office International de la Vigne et du Vin, París.
- Paronetto L. (1977). *Polifenoli e tecnica enologica*. Selepress, Milán.
- Pérez-Magariño, S., Revilla, I., González-Sanjosé, M.L. y Beltrán, S. (1999). Various applications of liquid chromatography-mass spectrometry to the analysis of phenolic compounds. *Journal of Chromatography A* 847, 75-81.
- Peynaud E. (1987). *El gusto del vino*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Peynaud E. (1989). *Enología práctica*. 3ª edición. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Revilla I., González-Sanjosé M.L. y Gómez-Cordovés, M.C. (1999). Modificaciones cromáticas del vino tinto de crianza según el tipo de barrica en que envejece. *Food Science and Technology International*, 5, 177-181.
- Revilla I., Pérez-Magariño S., González-Sanjosé M.L. y Beltrán S. (1999). Identification of anthocyanin derivatives in grape skin extracts and red wines by liquid chromatography with diode-array and mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography A* 847: 83-90.
- Troost G. (1985). *Tecnología del vino*. Ed. Omega S.A., Barcelona.

# LAS ENFERMEDADES DEL VINO

EVA NAVASCUÉS LÓPEZ-CORDÓN

Departamento de Tecnología de Alimentos Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

El vino ha sido considerado desde antiguo como un producto vivo, por ello no ha de extrañar que las alteraciones del vino de origen microbiano reciban el nombre figurado de *enfermedades*. Este término implica un curso evolutivo, iniciado por un proceso de *infección*, seguido por un desarrollo de la enfermedad, que culmina si no se pone remedio con un desenlace fatal: la *muerte* o depreciación total del vino. Los agentes causantes son microorganismos que proceden de la uva o de la contaminación existente en las bodegas.

En la elaboración de vino, a diferencia con otros productos alimenticios, ni la materia prima ni a lo largo del proceso de vinificación se utilizan tratamientos esterilizantes, a excepción de la dosificación con anhídrido sulfuroso, que inhibe en cierta medida el desarrollo microbiano. Por ello, las alteraciones microbianas han sido uno de los mayores problemas para la elaboración y conservación de vinos desde siempre y muchas veces han marcado hitos históricos importantes. Así, los romanos, el desagradable olor y sabor de los vinos picados con esencias y aromatizantes. En el siglo XVIII, con el auge del comercio británico se comenzó a añadir alcohol a ciertos vinos para evitar el desarrollo de microorganismos durante las largas travesías en barco, apareciendo entonces los vinos encabezados de Oporto y Jerez. Los primeros trabajos de Pasteur, padre de la Microbiología, consistieron en averiguar la razón por la que el vino no embotellado de determinadas vendimias se echaba a perder en primavera fenómeno debido a la refermentación de los azúcares residuales ayudada por la subida de las temperaturas.

Afortunadamente los procedimientos y técnicas de elaboración han cambiado considerablemente, y los problemas de conservación que preocupaban hace tan solo cincuenta años están prácticamente solventados. El mayor control de vendimia, la aplicación racional del azufre, las fermentaciones dirigidas, una mayor higiene en bodega y las mejoras en maquinaria y materiales han permitido reducir el número y la gravedad de las *enfermedades del vino*.

Sin embargo, también hoy los microorganismos siguen preocupando a los enólogos. Ello se debe a dos causas principales. Por un lado, al evitar los problemas microbianos de primera magnitud se ponen de relieve toda una serie de alteraciones microbianas que el consumidor no está dispuesto a tolerar en vinos de calidad. Por otro, aquellas alteraciones microbianas frecuentes y que antiguamente se identificaban rápidamente, hoy son tan poco habituales que cuan-

do aparecen, el desconcierto es enorme y se tarda en actuar en consecuencia.

Desde esta perspectiva, se van a repasar las distintas alteraciones microbianas del vino causadas por bacterias, levaduras y hongos filamentosos, haciendo especial hincapié en aquellas que más preocupan hoy en día.

## ■ I. ALTERACIONES RELACIONADAS CON EL DESARROLLO BACTERIANO

Las alteraciones producidas por bacterias han sido tradicionalmente las más frecuentes. Las bacterias acéticas producen la alteración conocida como *picado* del vino, por metabolización del etanol y conversión en ácido acético. También las bacterias lácticas, de efectos positivos en el vino cuando protagonizan la fermentación maloláctica en depósito, son en vinos con restos de azúcares y escaso control tecnológico causantes de graves alteraciones. Es el caso de la *vuelta o rebote*, el *ahilado o enfermedad de la grasa*, el *amargor*, la *fermentación láctica de los azúcares*, o, en vinos no estabilizados, las temidas *refermentaciones en botella*.

### 1.1. PICADO O AVINAGRADO

La oxidación del etanol con formación de ácido acético y acetato de etilo origina la alteración más frecuente, perjudicial y también la de más difícil o imposible corrección

**Agente implicado** Los agentes causantes son bacterias acéticas de los géneros *Gluconobacter* y *Acetobacter ssp.* (*A. hansenii*, *A. liquefaciens*, *A. pastorianus*, *A. aceti*).

**En que consiste.** Oxidación del etanol y transformación en ácido acético (Figura 1). La eventual oxidación sucesiva del ácido acético puede ser parcial cuando se forma acetato de etilo o total (especies del género *Acetobacter*) cuando se oxida totalmente el acético a anhídrido carbónico y agua. El acetato de etilo, es el responsable de la acecencia, en tanto que el ácido acético, con un umbral, de percepción más bajo, comunica el carácter de acritud a los vinos picados. Además las especies de *Acetobacter* pueden utilizar las hexosas, el acetato, los lactatos y la glicerina como fuente de carbono y energía en aerobiosis, que se traduce en una alteración apreciable de sus características organolépticas.

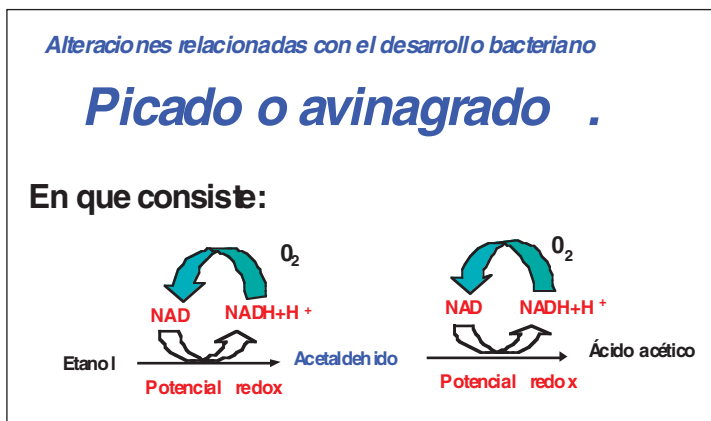


Figura 1.

**Cuando se produce.** La alteración puede aparecer en mosto, en vino en depósito o en botella. Cuando el vino comienza a picarse su aspecto no acusa cambios sensibles, el color no se altera y el enturbiamiento es débil. Solamente el olor puede acusar cierto índice por presencia de acetaldehído y acetato de etilo. La acidez volátil puede permanecer baja en los comienzos de esta fase y la corrección de la alteración aún es posible. Cuando la alteración está más avanzada, el enturbiamiento es más evidente y aparece un velo superficial de aspecto liso, grisáceo, que, tiempo después presenta finos y largos pliegues en forma de nervaduras. A medida que los velos van envejeciendo, se hacen más gruesos, su consistencia cambia a gelatinosa y a veces forma capas espesas que caen en forma de discos. Estos casos no se consideran alteraciones del vino, sino transformación de aquel en vinagre.

**Prevención y control.** Dado el carácter aerobio de las bacterias acéticas, la medida preventiva para evitar alteraciones de éste tipo será no dejar al vino en contacto con el aire. El relleno de los depósitos y la corrección del sulfuroso consiguen prevenir su desarrollo durante la conservación.

### 1.2. FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA DESPLAZADA

Las bacterias lácticas están presentes a lo largo de la vinificación y se pueden convertir en agentes de alteración cuando degradan otros substratos que nos sean el ácido málico de los mostos y vinos o cuando la degradación de málico no se hace en el momento oportuno.

**Agente implicado:** Bacterias lácticas: grupo bacteriano heterogéneo cuyas especies que lo integran no tienen la misma morfología ni fisiología. Como punto en común presentan la formación de ácido láctico. Se clasifican según su metabolismo homo o heterofermentativos de los azúcares.

Los géneros y especies de desarrollo habitual en el vino son *Pediococcus* (*P. cerevisiae*, *P. vini*), *Lactobacillus* (*L. plantarum*, *L. casei*, *L. debrueckei*), *Leuconostoc* (*L. mesenteroides*, *L. dextranicum*), y *Oenococcus* (*O. oenos*). Estas especies son capaces de realizar la fermentación maloláctica, que consiste en la degradación del ácido málico y formación de un ácido mucho más estable, el ácido láctico.

**En que consiste.** La conversión del málico en láctico es buscada en todos los vinos tintos destinados a crianza y en aquellos vinos jóvenes en los que se quiere modelar la acidez. Sin embargo cuando la fermentación maloláctica no tiene lugar en el momento deseado, o se realiza de forma inesperada supone una alteración del vino por desaparición de acidez, con el consiguiente incremento de pH, pérdida de estructura, equilibrio y color en vinos tintos. Se acompaña con subida de la acidez volátil, en el caso de que sea protagonizada por especies heterofermentativas.

**Cuando se produce.** Puede tener lugar en depósito, o lo que es más grave, en barrica y en botella.

**Prevención.** Asegurar una fermentación maloláctica completa inmediatamente después a la fermentación alcohólica, comprobando el consumo total de ácido málico. En el caso de que no se desee disminuir la acidez, evitar la fermentación maloláctica, vigilando los niveles de sulfuroso.

**Cuando se produce.** Puede tener lugar en depósito, o lo que es más grave, en barrica y en botella.

### 1.3. FERMENTACIÓN LÁCTICA DE LOS AZÚCARES

**Agente implicado:** Bacterias lácticas homo y heterofermentativas. Como se ha indicado anteriormente las bacterias lácticas se clasifican atendiendo a su metabolismo homo o heterofer-

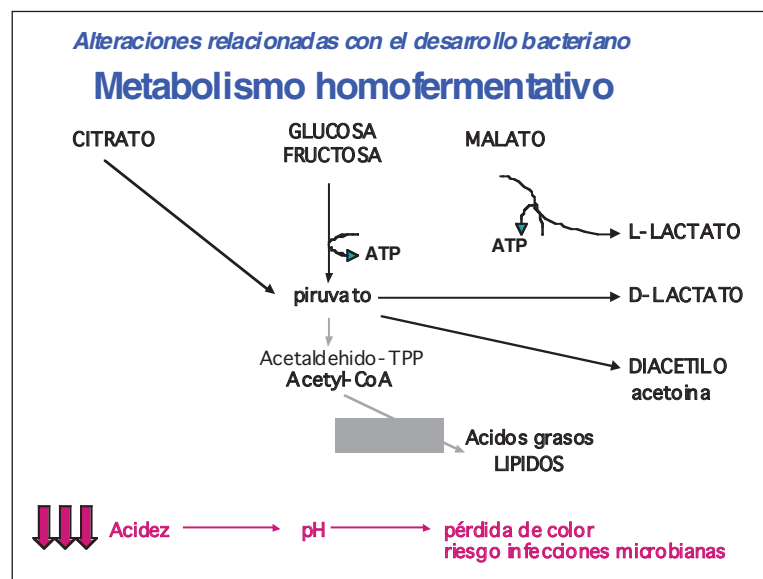


Figura 2.



mentativo, y las consecuencias de la alteración serán muy distintas según se trate de uno u otro tipo.

**En que consiste:** Consumo de los azúcares del mosto, con formación de ácido láctico. Cuando se trata de:

- Metabolismo homofermentativo (*Pediococcus* y *Lactobacillus*): a partir de los azúcares de la uva, se origina ácido láctico como única molécula orgánica (Figura 2).
- Metabolismo heterofermentativo (*Lactobacillus*, *Leuconostoc* y *Oenococcus*): junto con el ácido láctico, se producen cantidades significativas de ácido acético (Figura 3). Además, las bacterias lácticas heterofermentativas pueden reducir la fructosa a manitol. La formación de manitol (manita) supone una mayor capacidad de formar ácido acético.

El ajuste de los niveles de sulfuroso y acidulación para corregir el pH por debajo de 3,6 en el caso de mostos o vinos problemáticos, son medidas preventivas eficaces. Se recomienda para este fin la utilización de ácido tártrico, ya que tanto el málico como el cítrico son utilizados por las bacterias lácticas. En cualquier caso se deben evitar temperaturas altas (>28° C).

#### 1.4. PRODUCCIÓN DE DEXTRANO EN VINOS. AHILADO O ENFERMEDAD DE LA GRASA

**Agente.** Bacterias lácticas homofermentativas del género *Pediococcus ssp.*

**En que consiste.** Debido a la producción de polisacáridos extracelulares de tipo glucano a partir de azúcares, el vino adquiere un aspecto aceitoso y filante al ser trasvasado. La acidez volátil apenas aumenta, dado al carácter homo-

fermentativo de la bacteria responsable. El riesgo principal de un ahilado es que se acompañe del desarrollo de otras bacterias, que afecten a otros compuestos del vino

**Cuando se produce:** durante conservación deficiente. Comienza en el fondo del depósito y envuelve el contenedor. Es una alteración más frecuente en vinos blancos que en tintos, debido a la escasez de taninos. Un grado alcohólico bajo, los azúcares residuales y la escasa acidez son condiciones favorables para iniciar el ahilado.

**Prevención y control:** Control de la fermentación alcohólica, ajuste de los niveles de sulfuroso y corrección del pH. Para recuperar un vino afectado por esta alteración se recomienda el tratamiento con enzimas. Para corregirlo: tratamiento con glucanasas junto con aireación y sulfita- do energético.

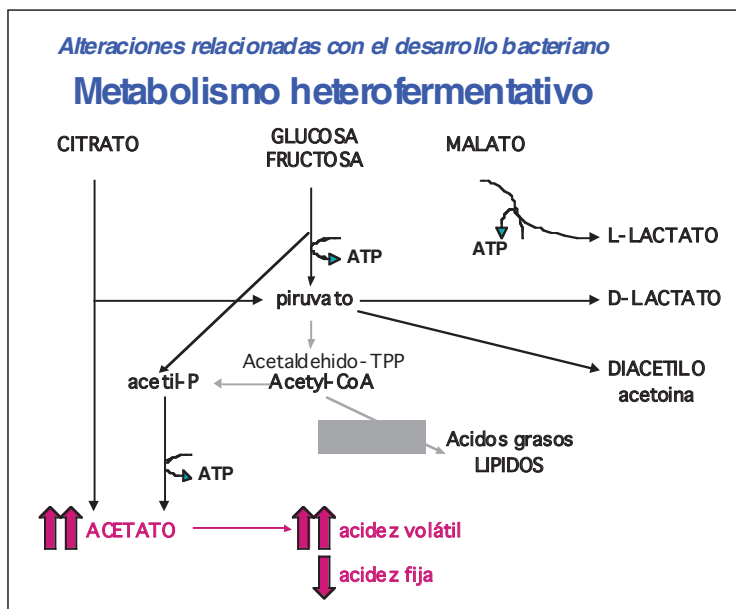


Figura 3.

**Cuando se produce:** La fermentación láctica de los azúcares puede ocurrir durante la fermentación, alteración conocida como **picado láctico**. También puede tener lugar inmediatamente después de la fermentación alcohólica, junto a la fermentación maloláctica (vinos no del todo secos), ocasionado incremento notorio de la acidez volátil. Igualmente, en vinos embotellados (sobre todo en vinos licorosos y vinos dulces naturales sin filtración amicrobica), produce aumento de la acidez volátil, turbidez y descorchado de la botella por emisión de carbónico. En todos los casos se observa pérdida notoria de las cualidades organolépticas del vino.

**Prevención.** Control de la fermentación, evitando las paradas y ralentizaciones de la misma.

#### 1.5. FERMENTACIÓN DEL ÁCIDO TARTÁRICO: VUELTA, REBOTE, TORNADO O TORCEDURA

**Agente:** algunas especies del género *Lactobacillus* principalmente *L. plantarum* (bacteria láctica homofermentativa) o *L. brevis* (heterofermentativa).

**En que consiste:** Degradación bacteriana del ácido tartárico siguiendo dos rutas metabólicas distintas, así, *L. plantarum* degrada el tartárico a ácido cítrico y láctico, mientras que *L. brevis* lo degrada a acético y succínico. En ambos casos se observa desprendimiento de carbónico.

Los vinos atacados, tintos o blancos, presentan enturbiamiento y color más oscuro. Cuando el vino está embotellado y por efecto del carbónico, puede saltar el tapón del envase (de aquí el

nombre de rebote). Cuando la alteración está avanzada, se aprecian en la superficie iridiscaciones similares a islotes flotantes de grasa. El olor y sabor se alteran profundamente.

**Cuando se produce:** En el caso de conservación deficiente, tanto en depósito como en botella, bajo determinadas condiciones: temperatura elevada, pH alto (>3,6-3,9) y concentración suficiente de tartrato.

**Prevención y control:** Ajuste de niveles  $\text{SO}_2$ , corrección de pH.

#### 1.6. DEGRADACIÓN DE LA GLICERINA O AMARGOR

**Agente:** Diversas especies de bacterias lácticas. Se ha estimado la incidencia en cepas de *Lactobacillus* en un 31%, para *Pediococcus parvulus* un 12% y del 1% para *Oenococcus oeni*.

**En que consiste:** Por degradación de la glicerina se forma ácido pirúvico y acroleína (Figura 4). La acroleína combinada con los polifenoles produce la sensación de amargor. Los vinos afectados por esta alteración presentan olor poco franco, sabor insípido en la primera etapa de la enfermedad y amargo cuando está avanzada, junto con enturbiamiento y precipitación de materia colorante.

**Prevención y control:** Ajuste de niveles  $\text{SO}_2$ , corrección de pH.

## II. ALTERACIONES PRODUCIDAS POR LEVADURAS

Las enfermedades del vino ocasionadas por levaduras pueden clasificarse en tres grupos principales:

Aquellas derivadas de la utilización de los azúcares del mosto por levaduras no deseadas, que producen incremento de acidez volátil y generación de olores desagradables.

La aparición de anomalías sensoriales por acción de las propias levaduras fermentativas, cuando se las obliga a trabajar en condiciones desfavorables (temperaturas muy bajas, carencias nutricionales del mosto). Es el caso de los *olores y gustos de reducción*, a  $\text{SH}_2$ .

Las alteraciones producidas por levaduras contaminantes del género *Brettanomyces*.

### 2.1. LEVADURAS DEL MOSTO

La utilización de los azúcares del mosto por levaduras es causa de alteraciones graves en el perfil sensorial del vino. Las levaduras no fermentativas (*Pichia*, *Hansenula*, *Kloeckera ssp.*), habituales en la primera fase de fermentación del mosto pueden ocasionar si su actividad es prolongada incremento de acidez volátil y generación de aromas indeseables. Dentro de este grupo se pueden distinguir las anomalías producidas por levaduras aerobias y levaduras osmófilas.

– **Levaduras aerobias:** (*Hansenula anomala*, *Kloeckera apiculata* /*Hanseniopora*, *Hansenula anomala*, *Pichia membranefaciens*, *Candida mycoderma*). Utilizan glucosa, glicerinos de la uva para formar ácido acético y acetaldehído. Se desarrollan en las primeras fases de fermentación o en el caso de que esta se vea interrumpida. Cuando la fermentación termina aquellas especies capaces de soportar el etanol, afloran sobre la superficie del depósito, formando un velo más o menos continuo, que recibe el nombre de flores del vino.

Su acción nociva sobre el vino es el incremento considerable de la acidez volátil y disminución de la acidez fija. También disminuye el contenido en glicerina, lo que rebaja la riqueza en extracto seco de éstos vinos. La pasteurización y la filtración amicrobica del vino es la manera de eliminar por completo el desarrollo y presencia de estos organismos.

Como en el caso de las bacterias el transporte rápido de la uva a la bodega, la adi-

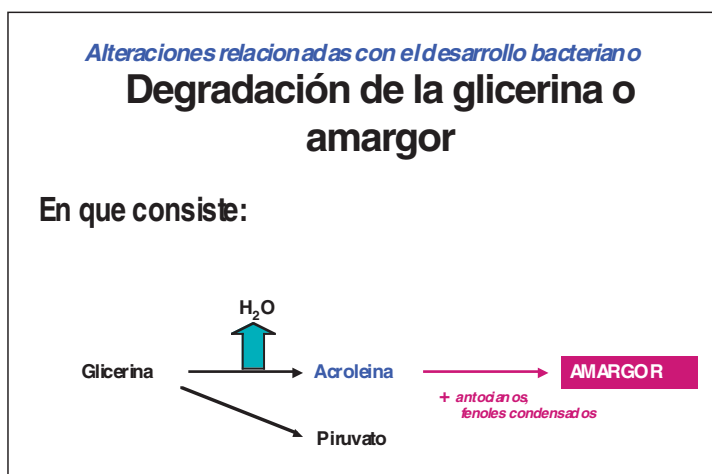


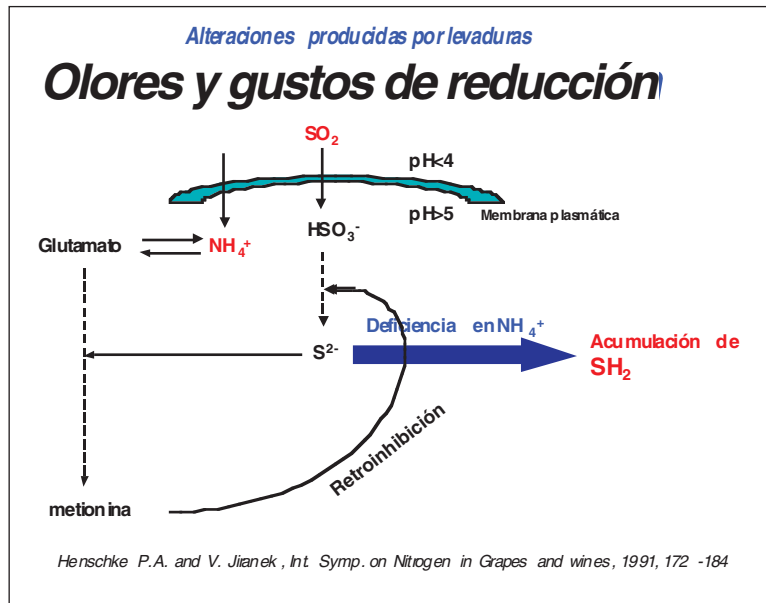
Figura 4.

Para algunos autores, las especies bacterianas responsables pueden atacar simultáneamente al glicerol y al ácido tartárico, circunstancia que parece estar muy relacionada con el pH del vino. La degradación de la glicerina a cargo de bacterias lácticas es posible a pH bajo del orden de 3,2, mientras que el ataque al ácido tartárico requiere al menos un pH de 3,6.

**Cuando se produce:** Afecta casi exclusivamente a vinos tintos con bajo grado alcohólico, después de un periodo de crianza y, generalmente cuando ya está embotellado.

ción de SO<sub>2</sub> sobre la tolva de descarga y la adición de levaduras fermentativas seleccionadas han minimizado considerablemente estos problemas.

- **Levaduras osmófilas:** (*Zygosaccharomyces pombe*) Capaces de fermentar mostos con alto contenido en azúcares, concentrados o sin concentrar. Para ello forma un entorno favorable, creando una película de agua sobre la que se desarrolla. Es extraordinariamente resistente a al alcohol y al sulfuroso. Fenoles y antocianos inhiben su crecimiento, por lo que la alteración por estas levaduras es más frecuente en vinos blancos que en tintos.



- **Levaduras fermentativas:** Debidas a la acción de levaduras del género *Saccharomyces ssp.*, su desarrollo a partir de los azúcares residuales en vinos terminados origina refermentaciones: Se caracterizan por producir enturbiamiento con abundante desprendimiento de gas carbónico y depreciación de las cualidades sensoriales. La especie *Saccharomyces bailii* aparece con mayor frecuencia, en tanto que su participación en al etapa fermentativa es poco significativa.

Figura 5.

## 2.2. FORMACIÓN DE COMPUESTOS AZUFRADOS

**Agente implicado:** *Saccharomyces cerevisiae*.

**En que consiste:** Las levaduras tienen la capacidad de utilizar los sulfatos, los sulfitos y el azufre elemental. El azufre se incorpora a los aminoácidos azufrados (metionina) y forma los puentes disulfuro de las proteínas. Pero para formar el esqueleto aminado es necesario además una dosis suficiente de nitrógeno asimilable. Si la levadura se encuentra en situación carencial de nitrógeno, el azufre se acumula en su interior combinándose y excretando al vino sulfuro de hidrógeno y otros compuestos químicos azufrados (metanotiol, etanotiol y sulfuro de dimetilo) que se manifiestan como olores a reducción (Figura 5). Además, cuando el mosto es pobre en nitrógeno fácilmente asimilable, las levaduras están obligadas a degradar las proteínas, formándose sulfuro de hidrógeno

**Cuando se produce:** Durante el transcurso de la fermentación, aunque la percepción de la anomalía (olor asulfhídrico) se suele detectar al final dela misma.

**Prevención y control:** El control nutricional del mosto suele ser la clave para la producción de este tipode anomalías. Se recomiendan dosis

de nitrógeno fácilmente asimilable (NFA) superiores a 150mg/l, así como una turbidez del mosto (en el caso deblancos) superior a 80 NTU.

Es importante además conocer las necesidades nutritivas de la cepa de levadura empleada para dirigir la fermentación, ya que existe una predisposición mayor para la formación de compuestos sulfureos en condiciones deficitarias por parte de aquellas cepas que tengan necesidades nutritivas altas. En cualquier caso, la aireación durante las primeras fases de fermentación permite una buena preparación de las células de levadura frente las condiciones limitantes del fin de la misma.

En la producción de compuestos sulfúreos por la levadura influyen además, la composición del fruto (añada), intensidad y número del sulfitado de los mostos, tiempo de maceración y estancia del vino con las lías.

## 2.3. LEVADURAS CONTAMINANTES: OLOR A RATÓN/ OLOR A CABALLO PRODUCIDO POR BRETTANOMYCES SSP

**Agente:** *Brettanomyces/Dekkera ssp.*

**En que consiste:** El olor a caballo se asocia a aromas de carácter animal (cuero, cuadra). Se debe al 4-etilfenol (Figura 6), compuesto muy odorante (umbral de percepción 0,6mg/l) que en concentraciones bajas supone un factor de complejidad pero que, en dosis superiores 4 mg/l desencadena percepciones negativas. Este hecho explica la controversia sobre si la presencia de determinados tonos animales son beneficiosos o perjudiciales para el aroma del vino. El 4-etilfenol se debe a la biotransformación de ácidos fenoles que pueden ser utilizados por *Brettanomyces* como fuente de energía.

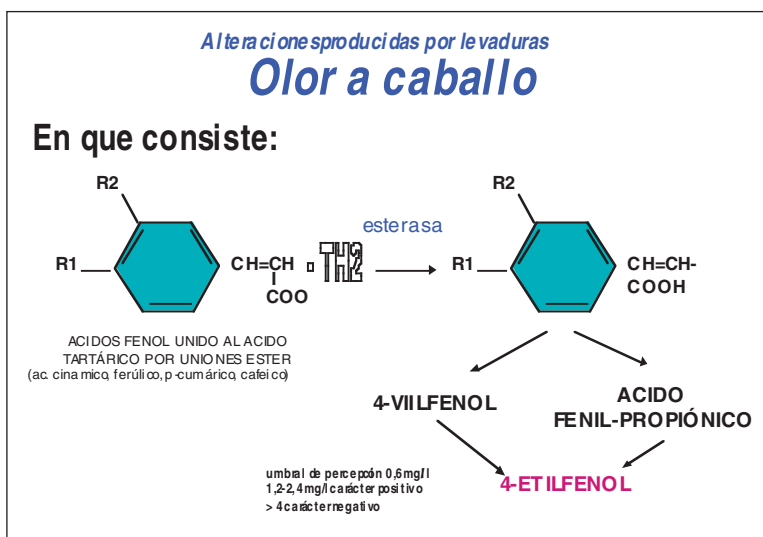


Figura 6.

Olor a ratón: algunas especies de *Brettanomyces* (*B. vini*) son capaces además de biosintetizar la 2 acetil-3,4,5,6 tetrahidropiridina a partir de lisina y etanol (Figura 7). Este compuesto no es volátil en un medio ácido como el vino, pero en la cata tras la deglución, se neutraliza con la saliva, entonces se volatiliza y puede detectarse olfativamente. Ello explica que el gusto ratón no aparezca más que tardíamente en la fase gustativa.

**Cuando se produce:** *Brettanomyces* procede de la uva o está como microbiota contaminante en la bodega, no se multiplican en fase fermentativa (aunque tienen la capacidad de hacerlo en ausencia de *Saccharomyces*). Pueden desarrollarse en la conservación a expensas de los azúcares residuales del mosto, pero también en vinos secos a partir de etanol y etil acetato. Durante la crianza en madera son capaces de utilizar la celobiosa, como fuente de carbono. La eliminación de las levaduras de la bodega es difícil debido al carácter áspero e irregular de la madera.

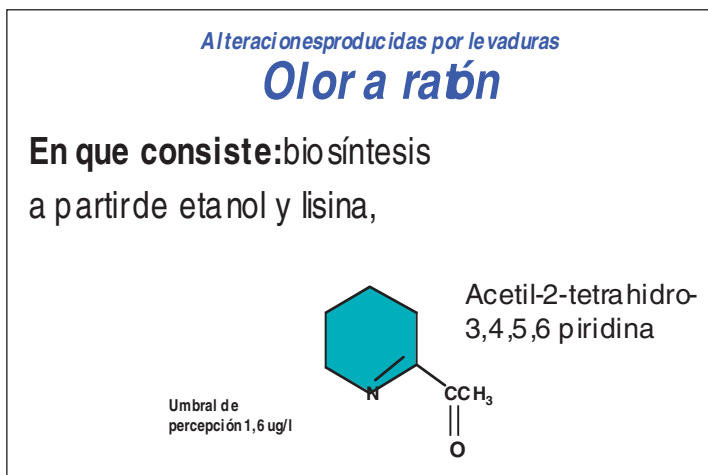


Figura 7.

**Prevención y control.** Una buena higiene en bodega unida a mantenimiento riguroso de las barricas y la presencia en vinos de dosis de sulfuroso suficiente, protege eficazmente contra la proliferación de estos agentes microbianos. Una vez desarrollada la infección, estas levaduras son muy resistentes al  $\text{SO}_2$ , por lo que la única solución es la esterilización.

Para evitar el desarrollo de *Brettanomyces* se aconseja meter en barrica vinos completamente secos, ya que tan solo 300mg/l de azúcares residuales permiten su desarrollo, y tener especial cuidado con las maderas tanto nuevas, ricas en celobiosa, como vieja en la que pueden quedar restos de infecciones antiguas, difíciles de eliminar incluso con vapor y en las que se ha de tener especial cuidado de no meter vino con azúcares.

### III. ALTERACIONES DEL VINO PRODUCIDAS POR HONGOS FILAMENTOSOS

Las alteraciones producidas por hongos filamentosos son resultado del proceso de invasión de las uvas o de materiales de contacto en bodega pues no pueden vivir en el vino y sobre el mosto no tienen competencia con levaduras y bacterias.

#### 3.1. ALTERACIONES DE LA MATERIA PRIMA. LA PODREDUMBRE GRIS

**Agente responsable:** El grano de uva puede ser atacado por los mohos en distintos estadios de su desarrollo, generalmente en la época cercana a la maduración, perdiendo sus propiedades en mayor o menor grado, lo que se traduce en primer lugar en una reducción del volumen de la cosecha y, posteriormente en la calidad del vino obtenido. Entre estos hongos es la especie *Botrytis cinerea* es la más estudiada y peligrosa produce la llamada podredumbre gris de la uva.

**En que consiste:** Antes de la maduración del fruto apenas hay desarrollo del hongo. En los granos maduros, comienza con la aparición de manchas circulares de color lila, que acaban cubriendo totalmente la superficie de la baya. Si la humedad ambiental persiste, el hongo penetra profundamente, en la pulpa del grano, y, finalmente los graos se marchitan y se secan.

Los efectos sobre la uva son muy perjudiciales:



- El micelio que invade la uva debilitada destruye su piel, y da lugar a una pérdida por evaporación de su jugo, afectando al rendimiento.
- Además el moho absorbe gran cantidad de sustancias azúcares, ácidos y sustancias nitrogenadas. El consumo de los ácidos es proporcionalmente mayor que el de los azúcares.
- El curso de la fermentación, se ve afectado por el empobrecimiento en materia nitrogenada asimilable del mosto, y en consecuencia las levaduras ve limitada su actividad.
- La producción en el grano de uva de la sustancia antibiótica, la botricina, que pasa al mosto y ralentiza aún más la fermentación.
- Por todo ello, los vinos procedentes de uvas con podredumbre, acusan una mayor predisposición a la alteración por otros agentes microbianos
- Las vendimias atacadas de podredumbre, en particular las tintas, son siempre muy ricas en oxidasas y sus efectos son muy negativos para la calidad del vino. Son muy sensibles a la oxidación. Se debe fundamentalmente a la acción de una polifenoloxidasa, la lacasa, sobre cierta fracción de polifenoles de la materia colorante que a la vez va progresivamente insolubilizándose, tomando el vino color chocolate. Se trata de una quiebra oxidásica.

El vino resultante evidencia además importantes alteraciones en sus caracteres organolépticos y deficiencias en su estabilidad físico-química.

- Los polisacáridos de β-glucano producidos por el hongo son insolubles en el vino, provocando enturbiamientos e impidiendo la clarificación y filtración.
- Las uvas botritizadas comunican sabor amargo al vino

**Cuando se produce:** En la viña, poco antes de la época de vendimia.

**Prevención y control:** Control del viñedo (riego y tratamientos fitosanitarios).

### 3.2. EL GUSTO A CORCHO

Es una alteración cuya incidencia va en aumento, se estima que afecta al 5% de todas las botellas de vino. Se caracteriza por un potente olor definido como terroso, mohoso, cueva o humedad.

**Agente responsable:** Varias especies de hongos filamentosos (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*). Los compuestos volátiles responsables del *gusto a corcho* en el vino han sido objeto de gran controversia. En un principio, se propusieron como causa del defecto los compuestos 1-octeno-3-ona, 1-octen-3-ol, 2-metil isoborneol (MIB). Los resultados más recientes muestran que las alteraciones aparecen asociadas a distintos compuestos organoclorados y muy estrechamente con el 2,4,6 tricloroanisol (TCA) (Figura 8).

Los hongos filamentosos son capaces de metabolizar clorofenoles, y biosintetizar cloroonisoles en concentraciones importantes e intervalos de tiempo cortos. Los clorofenoles son agentes fungiestáticos ampliamente utilizados en el tratamiento de maderas, estadios y vigas. Recientemente se ha revelado además que los hongos filamentosos son capaces de sintetizar moléculas cíclicas cloradas a partir de cloro elemental procedente de lejías, detergentes e incluso agua (Figura 9).



Figura 8.

**Cuando se produce:** Se ha de resaltar que alteración sensorial *gusto a corcho/tapón* no se asocia exclusivamente al tapón de corcho debiéndose, en sentido amplio, a la metabolización de moléculas cloradas por hongos filamentosos.

Así, la causa de la anomalía puede proceder de:

- **La madera de roble.** Barricas viejas, lavadas con agua clorada, en la que se instalan hongos filamentosos.
- **La bodega,** humedad excesiva o mal regulada, poca ventilación, higiene deficiente,

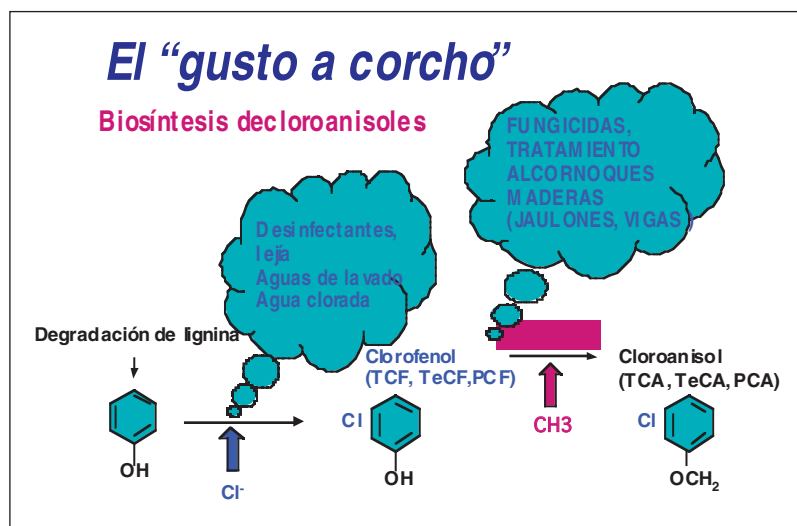


Figura 9.

limpieza a base de detergentes clorados, utilización de maderas tratadas con clorofenoles (pallet, estadios, material de construcción), pinturas con cloro en su composición suelen ser causas frecuentes de aparición de anomalías.

- **El corcho**, en sus distintas formas. La microbiota de la corteza de alcornoque está constituida por gran variedad de hongos filamentosos, levaduras y bacterias. Las diferentes especies se encuentran de forma latente en las lenticelas, desarrollándose en la superficie del tejido cortical cuando las condiciones son las adecuadas. Tanto el corcho en plancha, durante el proceso de fabricación del tapón o en tapones nuevos con tratamiento esterilizante deficiente pueden evidenciar el desarrollo de hongos. La utilización del cloro como desinfectante se ha estimado contraproducente y está prácticamente eliminada su utilización en la industria taponera.

En buena parte de los casos documentados la contaminación suele ser posterior al tratamiento del corcho, y normalmente tiene lugar en la bodega, tanto en tapones nuevos como, sobre tapones de vino embotellado. La coexistencia de hongos con presencia de compuestos a base de cloro en la bodega supone un factor de riesgo de la alteración.

Por último, y aunque no se consideran enfermedades del vino, hay que comentar el papel de los microorganismos en la generación de metabolitos causantes de alergias como es el caso de la *ochratoxina* y de las *aminas biógenas*. Su presencia no afecta a sus aptitudes sensoriales, pero sí a la salud del consumidor.

#### IV. BIBLIOGRAFÍA

- AMON, J.M., VANDEPEER, J.M., SIMPSON, R.F. (1989). *Compounds responsible for cork taint in wine*. Australia & New Zealand Wine Industry Journal, 4, 62-69.
- BAYONOVE, C. (1989). *Incidences des attaques parasitaires fongiques sur la composante qualitative du raisin et des vins*. Revue Française d'Oenologie, 116, 29-34.
- BERTRAND, A., BARRIOS, M.L. (1994). *Contamination de bouchons par les produits de traitements de palettes de stockage des bouteilles*. Revue Française d'Oenologie, 149, 29-33.
- BIDAN, P., COLLO, Y. (1985). *Métabolisme du soufre chez la levure*. Bull. OIV, 652-653: 544-563.
- BOULTON, R.B., SINGLETON, V.L., BISSON, L.F., KUNKEE, R.E. (1995). *Principles and practices of winemaking*. Chapman Hall. New York.
- BRITZ, I.J., TRAZEY, R.P. (1990) *The combination effect of pH, SO<sub>2</sub>, ethanol and temperature in the growth of *Leucoconostoc oenos**. J. Appl. Bacteriol. 68: 23-31
- CALDENTEX, P. (1992). *Formación de compuestos sulfurados volátiles durante la fermentación alcohólica*. Vitivinicultura, 11 (12), 40-49.
- CANAL-LLAUBERES, R.M., GIBBONS, N.E. (1989) *Structure moléculaire B-D glucane exocellulaire de *Pediococcus* ssp.* J.Sci. Food. Agric. 60: 165-178.
- CHATONNET, P., DUBORDIEAU, D., BOIDRON, J.N. (1992). *Le caractère phénolé des vins rouges: caractérisation, origine et moyens de lutte*. Revue Française d'Oenologie, 138, 21-24.
- CHATONNET, P., DUBORDIEAU, D., BOIDRON, J.N., PONS, M. (1992). *The origin of ethylphenols in wines*. J. Sci. Food Agric. 60:165-178.
- CHATONNET, P., GUIMBERTEAU, G., DUBORDIEAU, D., BOIDRON, J.N. (1994). *Nature et origine des odeurs de "moisi" dans les caves. Incidences sur la contamination des vins*. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 28 (3), 131-151.
- CHATONNET, P., DUBORDIEAU, D., BOIDRON, J.N. (1995). *The influence of *Bretanomyces/Dekkera* ssp. yeast and lactic bacteria on the ethylphenol content of red wines*. Am J. Enol. Vitic., 2: 201-212.
- CLARET, C., SALMON, J.M., ROMIEU, C., BORIES, A. (1995). *Physiology of *Glucono-**

- bater oxydans* during dihydroxyacetone production from glycerol. Appl. Microbiol. Biotechnol. 43: 786-793.
- COLEY-SMITH, J.R., VERHOEFF, K., JARVIS W.R. (1980) *The biology of Botrytis*. New York: Academic Press.
  - CORDONIER, R. (1987). *Les effets de Botrytis cinerea sur la couleur et l'arôme*. Rev. Fr. Oenol. 108: 21-29.
  - CRAIG, J.T., HERESZTYN, T. (1984). 2-ethyl-3,4,5,6-tetrahydropyridine. An assesment of its possible contribution to the mousy off-flavor of wines. Am. J. Enol. Vitic. 35: 46-48.
  - DAVIS, C.R., WIBOWO, D., LEE, T.H., FLEET, G.H. (1988) *Properties of wine lactic acid bacteria and their potential enological significance*. Am. J. Enol. Vitic. 39: 137-142.
  - DICKS, L.M.T., DELLAGLIO, F., COLLINS, M.D. (1995). *Proposal to reclassify Leuconostoc oenos as Oenococcus oeni*. Int. J. Syst. Bacteriol. 45:395-397.
  - DRYSDALE, G.S., FLEET, G.H. (1988). *Acetic acid bacteria winemaking: a review*. Am. J. Enol. Vitic., 39: 143-154.
  - DRYSDALE, G.S., FLEET, G.H. (1989). *The effect of acetic acid bacteria upon the growth and metabolism of yeast during fermentation of grape juice*. J. Appl. Bacteriol. 67: 471.
  - DUBOIS, P. (1994). *Les arômes des vins et leurs défauts I*. Revue Française d'Oenologie, 145, 27-39.
  - DUBOIS, P. (1994). *Les arômes des vins et leurs défauts II*. Revue Française d'Oenologie, 146, 39-50.
  - EDWARDS C.G., PETERSON I.C., BOYLSTON, T.D., VASILE, T.D. (1994). *Interactions between Leuconostoc oenos and Pediococcus spp. during vinification of red wines*. Am. J. Enol. Vitic. 45(1)49-55.
  - FLANZY, C. (2000). *Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos*. AMV Ediciones/Mundiprensa. Madrid
  - FROUDIÈRE, I. LARUE, F. (1990) *Conditions de survie de Brettanomyces (Dekkera) dans le mout de raisin et le vin*. Actualités Oenologiques 89, Dunod. 297-303.
  - FUGELSANG, K.C. (1997). *Wine microbiology*. Chapman & Hall. New York.
  - GONIAK, O.J., NOBLE A.C. (1987) *Sensory study of selected volatile sulphur compounds in white wine*. Am. J. Enol. Vitic., 3, 223-227.
  - HENICK-KLING, T., PARKY.H. (1994). *Considerations for the use of yeast and bacterial starter cultures: SO<sub>2</sub> and timing of inoculation*. Am. J. Enol. Vitic, 45 (4): 464-469.
  - HERESZTYN, T. (1986) *Formation of substituted tetrahydropyridines by species of Brettanomyces and Lactobacillus isolated from mousy wines*. Am. J. Enol. Vitic., 37, 127:132.
  - HERESZTYN, T. (1986) *Metabolism of volatile phenolic compounds from hydroxycinnamic acid by Brettanomyces yeast*. Arch. Microbiol. 146:96-98.
  - JOYEUX, A. LAFON-LAFOURCADE, S. RIBERAU-GAYON, P. (1984) *Evolution of acetic acid bacteria during fermentation and storage of wine*. Appl. Envir. Microbiol. 48:153-156.
  - JOYEUX, A. LAFON-LAFOURCADE, S. RIBERAU-GAYON, P. (1984). *Métabolisme des bactéries acétiques dans le mout de raisin. Consequence a l'égard de la fermentation alcoolique et de la fermentation malolactique*. Sci. Alim. 4: 247:255.
  - JOYEUX, A. LAFON-LAFOURCADE, S. RIBERAU-GAYON, P. (1984). *Metabolism of lactic acid bacteria in grape must: consequences on alcoholic and malolactic fermentation*. Sci, Alim. 4:257-255.
  - KANDER, O. (1983) *Carbohydrate metabolism in lactic acid bacteria*. Antonie Van Leeuwenhoek, 49, 209-224.
  - KRUMPERMANN, P.H., VAUGHN, R.H. (1966). *Some lactobacilli asociated with decomposition of tartaric acid in wine*. American Journal of Enology and Viticulture, 17, 185-190.
  - KOVAC, V.; VZBASKI, L. (1983) *Quelques moisissures présentant un intérêt oenologique. Penicillium et Cladosporium*, Bulletin de l'OIV; 628: 420-432.
  - LAFON-LAFOURCADE, S, LUCMARET, V., JOEUX, A. (1980). *Quelques observations sur la formation d'acide acétique par les bactéries lactiques*. Connaissance de la Vigne et du Vin, 3 (14), 183-194.
  - LARUE, F, ROZES, N, FROUDIÈRE, I., COUTY, C., PEREIRA G.P. (1991) *Incidence du développement de Dekkera/Brettanomyces dans les moûts et les vins*. J. Int. Sci. Vigne. Vin 25: 149-165.
  - LAVIGNE, V. (1995) *Interprétation et prevention des défauts olfactifs de reduction lors de l'évage sur lies totales*. Rev. Fr. Oenol. 155: 36-39.
  - LEFEBVRE, A., RIBOULET, J.M., BOIDRON, J.N., RIBERAU-GAYON, P. (1983). *Incidence des micro-organismes du liège sur les altérations olfactives du vin*. Sciences des Aliments, 3 (2), 265-278.
  - LONVAUD-FUNEL, A., JOYEUX, A., ROULLAND, C. (1990). *Etude d'alterations des vins par les bactéries lactiques*. En: Actualites Oeno-



- logiques 89, P. Ribereau-Gayon and A. Lonvaud Eds. 378-382. Paris. Dunod.
- NAVASCUÉS, E. (1998) *Origen y presencia en vinos alterados de compuestos organoclorados relacionados con el metabolismo microbiano*, Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 1998.
  - PALACIOS, A.T., SUÁREZ, J.A., JUDEZ, L., NAVASCUÉS, E., GONZÁLEZ, J.R. (1997). *Análisis estadístico de una encuesta realizada a usuarios de tapones de corcho en bodegas*. Les Cahiers de l'IECV. Institut Europeen de Conjoncture Vitivinicole, 1, 1-19.
  - PEYNAUD, E. (1989). *Enología práctica. Conocimiento y elaboración del vino*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
  - PINEAU, J. (1987). *Modification de la composition du raisin par attaque de *Botrytis cinerea**. Revue Française d'Oenologie, 108, 17-20.
  - RAPP, A., GUNERT, M., ALMY J. (1985). *Identification and significance of several sulphur containing compounds in wine*. Am. J. Enol. Vitic, 3: 1985.
  - RIBEREAU-GAYOM, P., DUBORDIEU, D., DONECHE, B., LONVAUD, A. (1998) *Traité d'Oenologie. I.-Microbiologie du vin. Vinifications*. Edditions La Vigne. Dunod. Paris.
  - ROMANO, P., SUZZI, G. (1996) *Origin and production of acetoin during wine yeast fermentation*. Appl. Environ. Microbiol. 309-315.
  - SALAZAR, D.M. (1994). *Enfermedades criptogámicas: *Botrytis*. Podredumbre gris*. Semana Vitivinícola, 2500, 2247-2253.
  - SOUSA, M.J., MIRANDA, C., CORTE-REAL, M., LEAO, C. (1996). *Transport of acetic acid in *Zygosaccharomyces bailii*: effect on ethanol and their importance on the resistance of the yeast to acidic environment*. Appl. Environ. Microb. 61 (9)3152- 3157.
  - SCHUTZ, H., RADLER, F. (1984). *Anaerobic reduction of glycerol to propanediol 1-3 by *Lactoobacillus buchneri**. Syst. Appl Microbiol, 203: 1-10
  - SCOTT, P.M., FULEKI, T., HARWIG, J. (1977). *Patulin content of juice and wine produced from mouldy grapes*. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 25, 434-437.
  - SPONHOLZ, W.R. (1993). *Wine spoilage by microorganism*. In: *Wine Microbiology and Biotechnology*. G.H. FLEET (ed.). Harwood Academic Publishers.
  - SUÁREZ, J.A., ÍÑIGO, B. (1992). *Microbiología enológica (2ª ed)*. Mundi-Prensa. Madrid.
  - SUÁREZ, J.A. (1992). *El falso gusto del corcho*. Vitivinicultura, 3, 24-26.
  - SUÁREZ, J.A. (1995). *Aromas de fermentación, defectos olfativos y metabolismo microbiano*. XXI Congreso Mundial de la Viña y el Vino. Punta del Este. Uruguay.
  - SUÁREZ, J.A. (1997). *Defectos olfativos a "moho" o a "tapon" en vinos embotellados*. Alimentación, Equipos y Tecnología, Dic, 67-72.
  - SUÁREZ, J.A. (1997). *Levaduras vínicas. Funcionalidad y uso en bodega*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
  - SUÁREZ, J.A., NAVASCUÉS, E. CALDERÓN F., VILA, J., COLOMO, B. GARCÍA VALLEJO, C. (1997). *Présence de champignons et concentration de chloroanisoles pendant le processus de fabrication des bouchons de liège pour l'embouteillage des vins*. Bulletin de l'O.I.V., 793-794, 235-245.
  - VALADE, M. (1994). *Les problemes organoleptiques lies au bouchon liege*. Vignerons Champenoise, 109 (3), 35-40.
  - VEIGA DA CUNHA, M. FOSTER, M.A. (1992). *Sugar-glycerol cofermentation in *Lactobacilli*. The fate of lactate*. J. Bacteriol, 174: 1013-1019
  - VOS, P.J.A., GRAY, R.S. (1979) *The origin and control of hydrogen sulphide during fermentation of grape must*. Am J. Enol. Vitic, 3: 187-197.
  - ZEE, J.A. (1983). *Biogenic amines in wine*. Am J. Enol. Vitic, 34: 6-9
  - ZIMMERLI, B., DICK, R. (1996). *Ochratoxin A in table wine and grape-juice: occurrence and risk assessment*. Food additives and contaminants, 13 (6), 655-668.



# PARÁMETROS ANALÍTICOS USUALES EN MOSTO Y EN VINO

## MÉTODOS DE DETERMINACIÓN Y VALORES

JOSÉ-IGNACIO ARCE PICÓN

*Aula-Taller de Viticultura y Enología*  
CENTRO "CONDE DE ARANDA"

El análisis de un producto es un paso inevitable si se pretende llegar a su conocimiento; el mosto y el vino no escapan a esta regla. Esta relación se evidencia con el uso del apelativo de "químico" popularmente para designar al enólogo o enotécnico de una bodega.

Este análisis será más útil en la medida en que el objetivo que se persiga esté bien establecido: ¿se desea conocer la composición del vino, la calidad o la conformidad con la legislación vigente...?

La orientación del análisis no será la misma para un productor que desea que su vino se beneficie de un reconocimiento de calidad como la D.O. que para realizar transacciones comerciales internacionales.[1]

La calidad de un alimento es un término muy amplio, que supone la adecuación de las características que quiere conseguir el elaborador en su producto, con las que espera conseguir el consumidor del mismo. En el caso del vino estas consideraciones son válidas si se tienen en cuenta una serie de propiedades:

- Sensoriales: referentes al color, aroma, cuerpo, etc.
- Calidad/ seguridad: cumplimiento según normas de legislación.
- Vino/ salud: aspectos nutricionales o de salud.[6]

Tampoco son iguales las exigencias para un Vino de Mesa que para un Vino de Calidad en sus características analíticas: grado alcohólico, anhídrido sulfuroso, acidez total, acidez volátil, y análisis organolépticos.

La circulación de vinos y bebidas entre los países de la Comunidad Europea y entre ésta y terceros países, hace imprescindible la adopción de análisis comunes con el doble objetivo de determinar la composición por métodos idénticos en todos los países y determinar si ha habido fraudes o infracciones en los tratamientos de tales productos. Los métodos aprobados son los más adecuados y su empleo es obligatorio en las operaciones de control de transacciones comerciales en el sector del vino: eficaces, repetibles y comparables, en cuya preparación se han tenido en cuenta los últimos progresos científicos. Nuestros vinos deben ajustarse en su calidad a las normas comunitarias y deben ajustarse a los "métodos de análisis comunitarios aplicables al sector del vino" que se recogen en el Reglamento del Diario Oficial CEE Nº 2.676/90.[7]

Es necesario destacar que el vino es una bebida poco contaminada y las concentraciones de oligoelementos útiles, metales indeseables y contaminantes se determinan actualmente con bastante fiabilidad, y sus concentraciones están bajando regularmente debido a la disminución de algunos en el medio ambiente y al progreso del equipamiento vitivinícola. Algunos son objeto de limitaciones estrictas por parte de la OIV (Oficina Internacional de la Viña y el Vino, 1990): plomo, cadmio, zinc, arsénico, platino...

La calidad de los vinos también debe entenderse como ausencia de productos indeseables, su seguridad para el consumidor. El consumidor y el productor de vino se preguntan: ¿llegan residuos de productos fitosanitarios al vino?, ¿son seguros los productos fitosanitarios en la producción del vino?. Dado que en la mayoría de las ocasiones se considera necesaria su utilización por razones bien fundamentadas, debemos procurar que sus efectos sobre vinificación y salud sean lo más reducidos posibles, y para ello es preciso desarrollar una analítica adecuada de amplio espectro y precisión adaptada a estas dosis de sus metabolitos o productos de degradación. Es decir, por encima de la actividad y la selectividad debe primar la seguridad humana, la seguridad medioambiental y la calidad.

El cada vez más conocido "certificado de trazabilidad" de los productos alimentarios, incluido el vino, y los sistemas de producción integrada implican el control y vigilancia, registro y verificación de todas las operaciones y productos del proceso. La seguridad en la producción del vino incluirá estudios de vinificación (LMR: límite máximo de residuos, PS: plazos de seguridad), controles organolépticos y catas. Debemos comenzar por un programa de gestión de cultivos, pero hasta entonces seguiremos analizando, y después también.

Está adquiriendo gran importancia el desarrollo e implantación de un sistema de autocontrol en las industrias de fabricación, elaboración, transformación y envasado de bebidas alcohólicas. Se fundamenta en un Manual HACCP- APPCC (Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos), basándose en el Real Decreto 2207/ 1995, por el que se establecen las normas de higiene relativas a productos alimenticios. Este sistema tiene por objeto evitar o minimizar los riesgos de contaminación de los productos elaborados y almacenados, mediante una serie de medidas preventivas y de control que abarcan todas las fases del proceso, desde recepción de la uva (solamente en la época de

vendimia) hasta la expedición del vino elaborado. Considera fundamentalmente los riesgos que más afectan a la salubridad de los productos, es decir los riesgos de contaminación microbiana. No obstante, también se consideran algunos posibles riesgos de contaminación química y otras alteraciones de origen físico que pudieran darse en las instalaciones de la empresa y que pueden alterar los productos. Existen diversos sistemas de certificación de calidad: ISO 9000, EQ Net...

El vino como producto rico en constituyentes (hasta hoy se han catalogado más de 1.500), requiere necesariamente que se elijan los productos a analizar. Intentar definir una zona vitivinícola del planeta, un determinado tipo de vino o una determinada cosecha exclusivamente por sus medidas analíticas, es una tarea complicada que normalmente no nos daría una imagen exacta de lo que queremos mostrar.

Una zona vitivinícola de personales vinos de calidad tiene en su producto elaborado una serie de características más amplias que unas series de frecuencias numéricas. Pero obligatoriamente debemos trabajar con las determinaciones analíticas para que nos definan concreta y exactamente las características de los vinos de una zona.

Primero debemos decidir el número de parámetros a utilizar:

- Los análisis básicos, comunes y usuales: densidad, grado alcohólico, acidez total, acidez volátil, pH, azúcares, o dióxido de azufre constituyen desde hace décadas el trabajo habitual de los laboratorios de enología, por métodos bien conocidos, probados y oficiales a nivel nacional e internacional. El resultado obtenido es sencillo y concreto pero muy amplio y general, distribuyendo los vinos del mundo en 3 tipos o zonas básicas:
  - Vinos de zonas húmedas y frías
  - Vinos de zonas templadas de tipo continental. Ej. D.O. Ribera del Duero.
  - Vinos de zonas cálidas
- Todos los posibles a obtener: aniones y cationes, ácidos orgánicos, glúcidos, proteínas, alcoholes, ésteres, colorantes, vitaminas, etc. Llevaría a una analítica exhaustiva ( más de 200), no comparable entre zonas y dudosamente práctica.
- Mejor decisión es optar por un número de parámetros intermedio (alrededor de 25), esperando con el tiempo y el trabajo de los técnicos deducir la utilidad de algunos nuevos que frecuentemente comienzan a aparecer en nuestras determinaciones experimentales como necesidad de las mismas. Estos parámetros son los siguientes: Densidad 20/20; Grado alcohólico 20/20 (% vol.); Extracto seco (gramos/l); pH; Acidez total (g /l) en ácido tartárico; Acido tartá-

rico; Ácido málico (g /l); Acidez volátil (g /l) en ácido acético; Azúcares reductores (g /l); Glicerol (g /l); Potasio (mg /l); Sulfuroso libre(mg /l); Sulfuroso total (mg /l); Intensidad de color; Índice de Polifenoles totales; Taninos (gr/l); Antocianos (g /l)

En cuanto a la analítica a emplear para la determinación de estos parámetros, nos basamos en un análisis físico-químico del vino apoyado en modernas técnicas de análisis instrumental (cromatografías, espectrofotometrías, etc) pero que en el caso de vinos con vocación de crianza en el tiempo también debe complementarse con analítica sensorial: evolución de tonos violáceos, tonos rubí y aromas lácteos, persistencia en boca, relación acidez/taninos y retrogusto.[3] El análisis sensorial o cata es la clave para hacer buen vino: conocer la gama del color, del gusto y del aroma permite al elaborador determinar los atributos y defectos, corrigiendo las deficiencias o evitando el posterior deterioro. Muchas veces se detectan cambios catando antes de ser percibidos por el análisis químico.

Existen técnicas de referencia, dentro del análisis informativo por métodos oficiales y otras que podríamos denominar usuales más rápidas o sencillas, con resultados fiables:

## ■ ANÁLISIS BÁSICOS

- MASA VOLÚMICA /DENSIDAD RELATIVA: Ref. Picnometría . Aerometría. Densimetría con balanza hidrostática. Densimetría automática.
- AZÚCARES DE MOSTOS, M. CONCENTRADOS, M. C. RECTIFICADOS: Refractometría (° Brix). R. Portátil / R. de Abbe
- GRADO ALCOHÓLICO VOLUMÉTRICO (%vol):Ebullometría: Barus, Malligand o Dujardin Salleron. Ref. Destilación por arrastre de vapor + picnometría. (+aerometría, densimetría/ alcoholómetro, refractometría). Espectrofotometría infrarroja.
- AZÚCARES REDUCTORES:Ref. Columna intercambiadora de iones + defecación con acetato neutro de Pb. (+hexacianoferrato de Zn o de K). Método enzimático. Método de Rebelein. Reactivo de Fehling. Práctico: test clínico
- ACIDEZ TOTAL: Valoración potenciométrica o ácido- base en presencia de azul de bromotimol a pH 7.0 con patrón de coloración. Valoración automática por potenciometría.
- ACIDEZ VOLÁTIL: valoración tras arrastre de vapor de agua y rectificación de vapores. .Método García- Tena y variantes. Destilador automático por arrastre de vapor. Método enzimático.

- ACIDEZ FIJA: Diferencia entre acidez total y volátil
- DIÓXIDO DE AZUFRE (LIBRE Y TOTAL): Ref. Método Aparato de Rankine/ paul- Rankine. Método rápido de Ripper (valoración yodométrica). Valoración automática por Ripper.

## ■ ANÁLISIS INFORMATIVOS COMPLEMENTARIOS

- EXTRACTO SECO TOTAL: Método densimétrico
- ÁCIDO TARTÁRICO: Ref. Gravimetría. Columna cambiadora de iones+ espectrofotometría. Colorimetría. Mét. Enzimático.
- ÁC. MÁLICO TOTAL: columna camb. Iones + Espectr. Cromatografía sobre papel. Método enzimático.
- POTASIO: Ref. Espectr. Absorción atómica. Fotometría de llama.
- TANINOS: Espectr. UV- Visible
- GLICERINA: Método enzimático. Espectrofotometría UV/ VIS
- CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS: Espectrofotometría UV- Visible ( Intensidad colorante + Tonalidad)
- ÍNDICE DE FOLIN- CIICALTEU (% DE COMPUESTOS FENÓLICOS, expresado en equivalentes de ácido gálico EGA): Espectrofotometría UV- Visible
- ANTOCIANOS: Espectr. UV- Visible
- ÍNDICES QUÍMICOS DE MADURACIÓN
  - Relación Glucosa- Fructosa
  - Í. de maduración de Cillis y Odifreddi
  - Í. de Baragiola y Schuppli
  - Í. en grados Baumé
  - Í. de Goded , de Dalmaso- Venecia, de Simón, de Weaver

## ■ RESTO DE ANÁLISIS

- SACAROSA: Cromatografía de capa fina. Cromatografía líquida de alta resolución.
- GLUCOSA/ FRUCTOSA( también diluidas): Método enzimático, Espectrofotometría.
- DETECCIÓN DEL AUMENTO DEL GRADO ALCOHÓLICO NATURAL EN MOSTOS Y VINOS (“CHAPTALIZACIÓN”): Espectrofotometría de Resonancia Magnética Nuclear de Deuterio (RMN-FINS/ SNIF-NMR)
- CENIZAS: Incineración horno Mufla 500-550°C (más en destilados)
- ALCALINIDAD DE LAS CENIZAS: Valoración volumétrica
- CLORUROS: Potenciometría (pH- metro)

- SULFATOS: precipitación con sulfato de Ba y pesada
- ÁCIDO CÍTRICO: Espectrofotometría/ Enzimático
- ÁCIDO LÁCTICO: Ref. Espectrofotometría. Columna cambiadora de iones + colorimetría. Método enzimático.
- ÁC. L- MÁLICO: test enzimático+ espectrofotometría.
- ÁC. D- MÁLICO: test enzimático+ espectrofotometría.
- ÁC. MÁLICO TOTAL: columna camb. Iones + Espectr. Cromatografía sobre papel. Método enzimático.
- ÁC. SÓRBICO: Espectr. De Absorción Ultra- Violeta. Cromatografía de gases. Trazas por cromatografía de capa fina.
- ÁC. SUCCÍNICO: Método enzimático
- ÁC. L- ASCÓRBICO: Ref. Fluorimetría. Colorimetría ( Cromatografía capa fina + Espectr.
- ÁC. GLUCÓNICO: Mét. Enzimático.
- ÍNDICE DE VENDIMIA BOTRYTIZADA: Ácido glucónico, cítrico y glicerina. Enzimas Tirosinasa y Lacasa
- pH: Potenciometría, pH-metro. Valoración potenciométrica automatizada.
- SODIO, POTASIO: Ref. Espectr. Absorción atómica. Fotometría de llama.
- MAGNESIO, CALCIO, COBRE, PLATA, ZINC...: Espectrofotometría de Absorción Atómica
- HIERRO: Ref. Espectr. Abs. Atómica. Usual: colorimetría
- CADMIO, PLOMO: Espectrofotometría de Abs. Atómica sin llama.
- FLUORUROS: Electrodo específico con membrana sólida
- DIÓXIDO DE CARBONO: Vinos tranquilos: potenciometría. Vinos de aguja y espumosos: Afrómetro (sobrepresión en botella)
- NITRÓGENO: Método Kjeldal.
- HIDRIXIMETILFURFURAL: Reacción de Winckler.
- COLORANTES SINTÉTICOS: Cromatografía de papel.
- CIANO- DERIVADOS: Control de los vinos tratados con hexacianoferrato II de K en clarificaciones azules. Determinación argentimétrica del ácido cianhídrico total.
- ISOTIOCIANATO DE ALILO: Destilación + Cromatografía en fase gaseosa
- METANOL Y ALCOHOLES SUPERIORES: Cromatografía de gases (más en destilados). Método del ácido cromotrópico.
- PESTICIDAS: Cromatografía de líquidos
- ESTABILIDAD PROTEICA: Reacción al tanino.
- ÍNDICES DE COLMATACIÓN DE FILTROS
- ANTIFERMENTOS y ANTISÉPTICOS: Análisis microbiológico- Fermentabilidad (Sacarímetro “de cisne”, producción de CO2).



- SIEMBRAS, AISLAMIENTOS E IDENTIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS: de cepas de levaduras, mohos, especies de bacterias lácticas, acéticas...
- MÉTODOS DE ANÁLISIS ESPECÍFICOS PARA MOSTOS DE UVA CONCENTRADOS RECTIFICADOS: Cationes totales, Conductividad, Hidroximetil furfural, Metales pesados, Etanol, Mesoinositol, Scylo-Inositol y Sacarosa.
- ANÁLISIS DE CORCHOS: densidad (observación visual/ pesado), capilaridad, humedad, higroscopicidad, longitud, diámetro, ovalación... Aspectos microbianos. Aspectos químicos (agresión vino-corcho/ corcho-vino)
- TCA (2,4,6 Tri- Cloro-Anisoles)
- Determinación de presencia de vino procedente de "HÍBRIDOS PRODUCTORES DIRECTOS": diglucósido de malvidina
- INHIBIDORES ILEGALES: ácido 5- Nitrofurilacrílico, ácidos halogenados, azida de sodio, pimaricina...
- ADITIVOS PARA PRODUCIR CAMBIOS SENSORIALES O DE COMPOSICIÓN DE LOS VINOS: Dietilén glicol y otros glicoles, metanol, potenciadores sensoriales...

Por otro lado debemos cambiar el esquema, pues el precio medio del kilo de uva empieza a convertirse en un concepto anacrónico, especialmente en aquellas bodegas que aspiran a introducir en el mercado grandes vinos y reforzar la imagen de calidad que se presume a la Denominación de Origen. La experiencia de las últimas campañas y las sangrientas consecuencias de la guerra de precios padecida por el sector en el 99 han revolucionado la última vendimia del milenio, más razonable que la pasada, y estirado hasta la saciedad la banda que separa el máximo y el mínimo en el mercado de valores. La evidencia: por un kilo de uva se paga hoy en día, aproximadamente, entre 70 y 250 pesetas. En algunos casos muy determinados incluso más.

La graduación del mosto en la entrega ya no es la panacea. En la valoración del fruto empiezan a aplicarse nuevos métodos basados en la analítica de parámetros que hasta ahora pasaban desapercibidos en el resumen de la cosecha. La impenitente y reiterada sugerencia que los científicos venían realizando al sector empieza, por fin, a ser atendida.

La clave reside en los analizadores de mosto que han sido incorporados por importantes bodegas a su planta de descarga para determinar, además de la graduación alcohólica, el índice de acidez total, los valores de pH y el estado sanitario de la uva en el momento de la entrega, determinando la existencia de botrytis gris o ácida, la actividad fermentativa y la incubación de bacterias lácticas.

El grado pasa de ser el único elemento de tasación de la uva a marcar la banda base de pre-

cios. El resto de los parámetros sirven para primar o sancionar las prácticas de cultivo en función de los niveles –óptimos o perjudiciales– que presentan. Un ejemplo: cepas sometidas a tratamientos foliares de potasa pueden dar frutos con más de 13 grados, lo que generaría una amplia demanda. Ahora se constata que el exceso de producto aumenta el pH y disminuye la acidez y sitúa bajo mínimos el residuo málico y tartárico, esencial para el envejecimiento del vino. Los bodegueros consideran este proceso una “chaptalización en cepa” que aumenta los niveles de azúcar pero sin equilibrio con el resto de los parámetros.

A grandes rasgos, ese es el patrón de juego al que se ajusta este reducido grupo de elaboradores, con mínimas diferencias en la tabla de precios y primas que ofrecen a los productores, y en la relación de niveles que analizan, en algunos casos de momento sólo con carácter experimental. Ciertamente, todos admiten mayor margen de mejora para próximas vendimias. En principio porque algunos comienzan a adelantar que en el futuro también se sancionará la uva que presente restos desmesurados de pesticidas, y todos buscan una mejora en el equipo analítico por el que se pagan hasta diez millones para primar también la pigmentación del grano y, como consecuencia, las perspectivas de color que presenta de cara a su posterior fermentación.[4]

La importancia atribuida a la configuración del suelo y subsuelo de cada pago, vidueño, terruño o “terroir” para los franceses, que pueden ser muy diferentes entre sí según estudios geológicos, debe conducir a vinos diferenciados no sólo en la nota de cata, sino una identidad propia en el análisis enológico. Cuando se describe la aportación de los tipos de suelo: “las arcillas aportan la estructura y los taninos, los calizos la persistencia en boca, los suelos arenosos aportan su vivacidad y los cantos rodados la fineza aromática”; no será casualidad que para determinada variedad y clima, un análisis de suelo concreto esté íntimamente relacionado con el del mosto y vino que a partir de esas cepas se obtenga y elabore.

El conocimiento de la concentración de ciertos metales aunque no aporta una información inmediata, puede ser útil después, por ejemplo en el estudio de la autenticidad de los vinos, respecto a su origen. Las tierras raras parecen ser un grupo interesante, junto con otros, para realizar esta distinción.

Tampoco es un secreto, a estas alturas, que cuando encontramos aromas a regaliz, cacao, pimienta negra, frutas confitadas, heno, yogur, tierra mojada, tabaco, sándalo, cuero, frutas tropicales, tostados, cebolla o pelo de ratón, por mencionar algunos, o cuando calificamos un vino como sabroso, complejo, gran cuerpo, bien estructurado o con largo final, en el fondo y sin ser conscientes en muchas ocasiones, estamos realizando la “radiografía bioquímica” de un



mosto en todo su proceso de vinificación y envejecimiento; tampoco nos va a resultar extraño que para ciertos caracteres sensoriales exista una correspondencia en propiedades físicas y estructuras químicas concretas. Algunos autores afirman que la determinación fina del contenido metálico de un vino podía explicar mejor los resultados de una degustación que los elementos volátiles.

La elaboración y crianza de los vinos requiere, por tanto, la realización de controles químicos y organolépticos, pues la intuición del bodeguero no es suficiente para elaborar un vino bajo control de sus parámetros. La vinificación, considerada un arte por algunos, es además una técnica que hay que dominar perfectamente. Siendo necesario remarcar el papel de la analítica en la correcta ejecución de las correcciones de diversos parámetros, cuando estás se hacen precisas.

Los aparatos existentes en los laboratorios de enología actuales, analizan varios parámetros en muy pequeñas dosis. Existen técnicas recientes y mejoras para la determinación de compuestos de mostos y vinos:

- Colorimetría
- Perfeccionamiento de las técnicas de absorción atómica (“con llama”, “con horno de grafito”) Ej. Pb
- Técnicas espectrofotométricas que hacen uso de plasmas inducidos por alta frecuencia (ICP) o por descarga de corriente continua (DCP) en un gas plasmógeno como el argón. Ej: Elementos refractarios: Al, Si, Bo. También Sr, Ba, P
- Activación neutrónica ICP/ MS (Plasma con acoplamiento inductivo y Espectrofotometría de masas): autenticidad de productos y origen de contaminaciones. Ej. Pb
- Ablación láser para determinar elementos minerales sobre sólidos y origen de madera de roble de barricas. Ej. Fl, Cl, Br
- Cromatografía iónica para determinación de halógenos.
- Técnicas de nebulización + ICP/ MS para determinación de metales ultratrazas o “tierras raras”.
- HPLC (Cromatografía líquida de alta resolución)
- Polarigrafía de resolución anódica para estudio de metales formando complejos. Ej. K, Ca, Fe, Pb, Fe, Cu, Zn, ...
- GC (Cromatografía gaseosa)
- Técnica “Fingerprint” (huellas digitales): reconocimiento de autenticidad, análisis sensorial, investigación de contaminación...

La investigación de residuos de pesticidas (agrofarmacéuticos, fitosanitarios, o xenobióticos) se apoya fundamentalmente en:

- Colorimetría o espectrofotometría
- HPLC

- GC. Detectores: FID (ionización de llama); FPD (Fotómetro de llama); NPD (detector termoiónico); ECD (captura de electrones); MS (espectrofotometría de masas); ELCD (Detector conductimétrico de Hall)

Como la existencia de fraudes en la elaboración de los productos es una práctica antigua, se emplean algunos métodos para su detección:

- RMN (Resonancia magnética nuclear)
- SMRI (Espectrofotometría de masas de reparto isotópico)

La adición de agua o azúcar de distintos orígenes, investigación delicada para el químico, puede ser deducida por comparación con valores estandar analizados para los vinos de la misma región y cosecha.

La utilización de los métodos isotópicos en la distinción entre sustancias naturales y sintéticas, puede tener un ámbito privilegiado en los aromas.

Aunque las técnicas cromatográficas se utilizan en el análisis de vino hace tiempo, se está haciendo patente su entrada en la caracterización de los vinos:

- Cromatografía sobre papel: investigación de ácidos orgánicos
- Cromatografía en fase gaseosa: alcoholes, principalmente metanol
- Cromatografía líquida: ácidos orgánicos, azúcares, compuestos fenólicos, aminoácidos...
- Acoplamiento cromatografía-espectrofotometría de masas: caracterización de pesticidas en vino y aproximación en el mundo de los aromas.

La evolución probable de las técnicas: hacia máquinas más manejables y componentes de tipo ICP/ MS de alta resolución magnética equivalentes a la activación neutrónica, menos caras y disponibles en todos los laboratorios. Acoplamientos entre plasma y otros tipos de detectores de masas como las trampas de iones ya han aparecido. Evolución de infraestructuras hacia “salas blancas” en investigación ultratrazas, productos ultrapuros y un material de referencia vino para asegurar un control de calidad riguroso. En el futuro, el análisis de minerales debería desarrollarse especialmente en el ámbito de los metales ultratrazas (lantánidos), de la especiación y del análisis de datos.

Esta evolución está ligada a varios parámetros: la demanda del mercado, las prácticas culturales, las prácticas enológicas y los progresos de la ciencia (concretamente en el ámbito de la química analítica).[1]

La obtención de resultados analíticos precisa modos operatorios perfectamente definidos internacionalmente y aparatos sofisticados y costosos para especialidades analíticas de alto nivel:

- El analista deberá elegir el método adecuado y controlar la calidad de los análisis.
- La interpretación de resultados estará ligada a la competencia y experiencia de aquél, y conforme a una norma, legislación o banco de datos.
- Elección de técnicas estadísticas (clásicas o análisis de datos) en función de que se trate de descripción, experimentación, discriminación, previsión... Importante complemento de la informática para elaborar conclusiones.

El seguimiento analítico de los vinos se efectúa, en resumen, por varias razones:

- Deben presentar año tras año características concretas, pues el cliente se acostumbra a un mismo tipo de vino.
- Deben ser estables y no sufrir alteraciones.
- Debe cumplirse la reglamentación para evitar fraudes y ofrecer garantías al consumidor.

La reglamentación define y garantiza una calidad mínima y la técnica enológica proporciona los medios para conseguirla.

No se puede definir analíticamente la calidad de un vino: no podemos expresar fácilmente la diferencia entre un vino corriente y un buen vino, pero sí detectar defectos y fijar límites de ciertos constituyentes de la propia uva, de los procesos de elaboración y conservación, o de adiciones y contaminaciones. Se debe dar prioridad a la enología preventiva sobre la curativa (riesgos de estabilidad, análisis de microorganismos...) y realizar un correcto control de calidad.[2]

Importante es la serie de funciones definidas en la creación de las Estaciones Enológicas en este sentido: son centros especializados en tecnología de la vid y del vino. Gracias a su labor viticultores, bodegueros e instituciones pueden obtener análisis básicos e informativos automáticos, análisis informativos por métodos oficiales y determinaciones específicas, de forma relativamente rápida y económica; y a su vez su procesamiento de datos e investigación es un punto de referencia fundamental para la mejora progresiva en todos los campos de la viticultura y la enología.

Como misiones fundamentales de las Estaciones Enológicas: estudiar y clasificar las diversas variedades de uva; practicar los análisis convenientes para conocer las condiciones y elementos constitutivos de vides, mostos y vinos; combinar caldos y vinos para formar unos tipos determinados; elaborar con el fruto de la región correspondiente vinos en condiciones exigidas por el consumidor; ensayar la fabricación y conservación de vinos, aguardientes y vinagres para obtener tipos de fácil venta; verificar estudios biológicos para apreciar y remediar las enfermedades que afectan a los vinos; analizar los mostos y caldos que remitan los cosecheros

mediante una módica tarifa y aconsejar las correcciones convenientes al objeto de que puedan obtener productos bien elaborados; amén de otras importantes cuestiones, como formar aprendices y capataces bodegueros.

El conocimiento de las bases de la enología moderna, práctica y teórica (química, microbiología, tecnología) debe unirse a la práctica meditada de la cata para explicar el sabor de los vinos (estrechamente unido a su composición química, técnicas de vinificación y procesos de conservación) y dar un veredicto para su mejora. Se trata de una cata técnica analítica, explicativa: se pretende definir el sabor del vino por su composición; intentar descomponer en sabores simples a los que poder dar nombre; tratar de relacionar sabores con sustancias y tratar de retroceder a las condiciones de vinificación y conservación; procurar adivinar su futuro, su conservación, su evolución. Es decir, después que "las máquinas" dan el visto bueno a un vino tiene que pasar por la sala de catas para que los catadores hagan su análisis sensorial.

Los vinificadores modernos intentan dirigir y controlar las diferentes etapas que permiten la obtención de un estilo de vino preciso. Los nuevos conocimientos bioquímicos, que explican los procesos fermentativos y los conocimientos físico-químicos, que hacen entender muchos procesos de conservación y crianza de los vinos, se han incorporado a la ciencia enológica. Pero también en el proceso de vinificación hay un cierto carácter empírico, una parte de intuición, gracias a la cual el elaborador imprime un sello y estilo, ya que el vino es un producto uniforme e igual, sea cual sea su origen y su forma de elaboración.

El campo de conocimientos científicos en materia vitivinícola abarca desde el viñedo hasta la cata, pasando por cada estadio de cultivo, proceso de elaboración, técnicas de vinificación, análisis organoléptico del vino, servicio y consumo; y también en materia de legislación, economía y comercialización.

Se debe buscar la calidad de los vinos y por tanto las propiedades que lo hacen aceptable o deseable, el placer subjetivo que nos produce beberlo (caracteres sólo apreciables por la cata, que no se pueden medir). Pero también existen criterios de calidad objetivos, reglamentados por normas: definición oficial del vino; reglamentación de su producción; medidas de protección de la política de calidad mediante codificación de prácticas de vinificación, de conservación y de tratamiento; y las prohibiciones y limitaciones. La reglamentación se hace más estricta al progresar el conocimiento del vino y su elaboración; y se modifican normas de composición al modificarse algunas técnicas de vinificación.[4]

Como prueba evidente de la necesidad de continua evolución y adaptación de las técnicas analíticas a lo avances científicos: el primer vino procedente de cepas transgénicas podría salir en breve al mercado (Investigado en la Univ. de Flo-

rida para combatir la enfermedad de Pierce, introduciendo un gen del gusano de seda en las vides). El producto ya ha suscitado un intenso debate dentro del sector vitivinícola internacional: No están muy claras las implicaciones de esta modificación sobre los productos obtenidos de la uva y destinados al consumo humano. Algunos expertos señalan la conveniencia de comprobar el nivel de péptidos del “vino transgénico” antes de proceder a su comercialización. Otros prestigiosos profesionales solicitan el aplazamiento en la introducción de cepas y levaduras genéticamente modificadas.

Los catadores profesionales de vino no van a quedarse sin trabajo, pero sí van a ver simplificadas sus tareas. Al menos en lo que se refiere a primeras clasificaciones y a la detección de posibles anomalías que alteren la calidad de los caldos. Este es el propósito de la nariz electrónica basándose en los parámetros básicos que rigen los procesos de obtención del mosto, vinificación y fermentación. Se trata de convertir en objetivo lo que hasta ahora era subjetivo. Se basan en la agrupación de sensores capaces de caracterizar diferentes tipos de gases, a fin de identificar los compuestos principales o, simplemente, su presencia o ausencia. De momento las narices electrónicas disponibles en el mercado no van mucho más allá y en la mayor parte de los casos participan en proyectos experimentales en colaboración con el sector industrial con la finalidad de perfeccionar la tecnología. Sin embargo, algo está cambiando y las grandes empresas están empezando a apostar por el desarrollo de este tipo de dispositivos en sectores como alimentación, medio ambiente o aplicaciones militares. La clave reside en la capacidad de integrar varios sensores y lograr que se comporten de modo que la información recogida por cada uno de ellos genere un diagnóstico global. Incluso se investiga en la línea de las narices virtuales: un “anализador” de gases codifica los olores de determinada sustancia, los transmite vía informática y un receptor decodifica la señal y reproduce mediante combinaciones el aroma inicial en la distancia.

Entre las investigaciones en marcha, llama la atención la lengua electrónica. Basada en principios similares a los de la nariz, su misión fundamental es caracterizar cuerpos líquidos. Se emplean sensores de pH (grado de acidez), iónicos (proporción de sales), polarográficos (presencia de azúcares), o electroquímicos. La suma de narices y lenguas electrónicas, podría asegurar, según los expertos, que un vino, un café o un queso son los que efectivamente anuncian en su etiqueta como denominación de origen. Determinar su calidad subjetiva continuaría dependiendo del catador y, finalmente, del gusto del consumidor.[5]

No son estos los únicos aspectos relacionados con la analítica de mostos y vinos, muy importante es también el aspecto controvertido de la

salud. Un estudio de Renaud y De Lorgeril en 1.992, revela que el vino deja de ser meramente una bebida alcohólica y ofrece, con un consumo moderado, unas esperanzas muy atractivas por sus efectos antioxidantes. Actualmente no solo se habla, para glosar los beneficios del vino en términos de salud, de enfermedades cardiovasculares; además se ha extendido a la prevención de enfermedades cancerígenas, a la demencia senil, a enfermedades inflamatorias...

Pero como controvertido, también hay que tenerlo en cuenta en los análisis de Alcoholemia, su Toxicología y la implicación en las drogodependencias. Por descontado también en la Prevención de Riesgos Laborales en toda la cadena vitivinícola: por ejemplo, todas las personas que realicen trabajos donde puede existir exposición al anhídrido sulfuroso deberán pasar un reconocimiento médico previo al ingreso y periódicamente, para asegurarse de no enviar a estos puestos de trabajo a ninguna persona que padece conjuntivitis crónica o laringitis, enfisema, asma bronquial, neumoescrosis, cualquier alteración que impida la respiración nasal, o enfermos cardiovasculares; y entre otros análisis, se realizarán la exploración radiológica, determinación de la acidez urinaria y amoniaco urinario.

Como en todos los aspectos científicos, las nuevas técnicas y procedimientos, con la intención final de aclarar y dar luz en los aspectos más desconocidos, van haciendo más complejo el proceso de determinación de parámetros analíticos usuales en mosto y en vino, y según los descubrimientos se objetiva o relativiza el valor de los resultados.

Las tablas de valores utilizadas en la exposición pueden servir como referencia, teniendo en cuenta que el valor principal de la media y de los extremos son históricos recientes, y con una velocidad asombrosa (unos ocho años) se ha producido una evolución positiva, en general, hacia los valores más recientes que figuran a continuación para los vinos de la D.O. Ribera del Duero.

## ■ BIBLIOGRAFÍA

Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. Claude Flanzky

- AMV Ediciones/ Mundi Prensa 2.000
- El gran libro de los vinos de España. ABC.
- La Ribera del Duero. Sus viñas y sus vinos. Varios autores.1.992
- El Correo, 29 Oct. 2.000. Roberto Rivera
- ciberp@ís, 26 Nov. 1.998. Xavier Pujol
- Compuestos fenólicos en vino blanco y cava. M. Ibern-Gómez y otros. Alimentación: Equipos y Tecnología N° 10. Dic. 99

- Métodos de análisis comunitarios aplicables en el sector del vino. AMV Ediciones 1991.

## ■ TABLAS PARÁMETROS

### COMPOSICIÓN DE LA UVA Y MOSTO:

Variable según factores (variaciones cuantitativas):

- Genéticos
- Climáticos
- Culturales
- Sanitarios
- Grado de maduración

### MADURACIÓN DE BAYA:

- Cambios físicos
- Cambios químicos

COMPOSICIÓN DEL MOSTO, Grupos de sustancias:

- Cuerpos en suspensión: partículas de suciedad, resto de paredes celulares, restos de material vegetal, microorganismos...
- Coloides
  - De naturaleza glucídica: pectinas metoxiladas (fuente de metanol y ácido galacturónico), arabanos, mucílagos, gomas, polialcoholes (vendimias con podredumbre)...
  - De naturaleza polifenólica: taninos (diverso grado de polimerización)
  - De naturaleza proteica: péptidos de elevado p.m. y proteínas

Interacción entre ellos originando complejos de elevado p.m. solubles ("limpiar" por centrifugación)

- Sustancias disueltas: azúcares, ácidos orgánicos, iones inorgánicos, compuestos nitrogenados de bajo p.m., algunos compuestos fenólicos, vitaminas y sustancias aromáticas.

### Composición mosto(g./l)

- AGUA: **700-800**
- AZÚCARES: **150-230**
- ÁCIDOS:
  - MÁLICO: **0,5-5**
  - TARTÁRICO: **2-5**
  - CÍTRICO: **0-0,5**
- SALES ORGÁNICAS:
  - TARTRATO POTÁSICO: **2-6**
  - TARTRATO CÁLCICO: **0,1-0,4**
- IONES:
  - SULFATOS: **0,2-1**
  - CLORUROS: **0,2-1**
  - FOSFATOS: **0,1-1**
  - K: **0,4-2**
  - Ca: **0,05-0,3**
  - Fe: **0,06-0,12**
  - Cu: **0,03-0,1**
  - Na: **0,02-0,2**
- POLIFENOLES
- SUSTANCIAS NITROGENADAS(N amoniacal, AA, péptidos, proteínas, enzimas)
- VITAMINAS
- SUST. PÉCTICAS
- ÉSTERES
- ALDEHÍDOS
- ALCOHOLES
- DERIVADOS TERPÉNICOS

GRADO ALCOHÓLICO-SIGNIFICADO		
GRADOS	Blancos y rosados	Tintos
16°		
15°	Vinos densos, oxidables	Vinos de poca figura
14°	Los rosados y blancos de esta graduación son poco frescos y oxidables. No son comerciales.	Vinos de desgranado no útiles ni para "coupages" Vinos de maceración carbónica útiles para "coupages"
13°	No útiles en mezclas o "coupages" para vinos jóvenes	Vinos de maceración carbónica adecuados para crianza y envejecimiento. Útiles en mezclas o "coupages"
12°	Rosado y blanco clásico, que hoy tiene menos demanda pero que tiende a incrementarse en el comercio. No es adecuado para vino del año, pero ideal para crianza. Para vinos del año sólo en mezclas.	Vinos aptos para crianza y envejecimiento, siendo elaborados por desgranado Tintos adecuados para vinos del año como elaboraciones "tradicionales".
11°	Adecuado para el rosado y blanco de aroma fresco y afrutado según el modelo actual que tiene gran demanda como vino del año.	Vinos "Flojos". Útiles en "coupages"
10°	Flojo y verde para ser buen vino. Útiles en "coupages"	"Lágrimas", vinos sin cuerpo inadecuados para vinos del año y para crianza. No útiles ni en "coupages"





GRADO ALCOHÓLICO: N° de volúmenes de alcohol contenido en 100 vol. de producto considerado.

$$\text{Peso alcohol} = Gt \times 8$$

$$12^{\circ} (\% \text{ vol.}) = 12 \times 10 \times 0,789 = 12 \times 8 = 96 \text{ g./l.}$$

**R.D. Media: 12,65 (\*13,95)**  
**Máx.: 14,20**  
**Mín.:11,90**

**Evolución 94- 00: 13,20 \* 13,80 \* 13,70 \* 13,60 \* 13,32 \* 13,50 \* 13,95**

Comentario histórico: Equilibrado y moderado para vinos de calidad. Adecuado, ligeramente bajo para crianzas prolongadas. Media y mínimos manifiestan las dificultades de maduración algunos años. (la progresión ha anulado la validez del comentario).

ACIDEZ TOTAL - SIGNIFICADO		
GR./L. Expres. tartárico	Blancos y Rosados	Tintos
9	Demasiado "verdes" y "duros" al paladar	Vinos muy "verdes" o "lágrimas" de uva inmadura
8		
7	Valores normales	Vinos de desgranado aptos para crianza.
6		Vinos de maceración carbónica o de elab. tradicional correctos.
5		Vinos de elab. tradicional "blandos". Adecuados para vinos del año.
4	Vinos "Sosos", corregir acidificando.	Vinos de elab. "tradicional" muy bajos de acidez, deben ser corregidos con tartárico.
3	Vinos enfermos	Vinos enfermos
2		
1		
0		

ACIDEZ TOTAL: suma de acidez volátil y fija. Suma de concentraciones de distintos ácidos libres, no salificados, sin tener en cuenta naturaleza. Expresado en g./l. de ácido tartárico (> 4,5 según legislación) o sulfúrico.

Mayoritarios en uva: Tartárico y Mállico. En vino también Láctico.

Menores concentraciones: Fosfórico; Cítrico y Ascórbico y otros minoritarios.

Valor enológico importante: influye en características físico-químicas y organolépticas del vino, y además defensa natural contra las alteraciones.

La acidez titulable indica la conveniencia de correcciones.

TARTÁRICO:

- Máx. responsable de pH
- PH ácido favorece conservación
- Enmascara sabor propio del alcohol

- Control de desarrollo microbiano de fermentación junto con SO<sub>2</sub>

MÁLICO:

- Condiciona la necesidad de realizar FML para armonizar el gusto
- ASCÓRBICO:
- Condiciona potencial redox del vino
- Protege de oxidación química de mostos

**R.D. Media: 4,93 (\*4,96)**

**Máx.: 5,75**

**Mín: 4,36**

**Evolución 94- 00= 4,70 \* 4,70 \* 5,00 \* 4,80 \* 5,24 \* 4,80 \* 4,96**

Adecuada, teniendo en cuenta que son valores medidos después de FML.

ACIDEZ VOLÁTIL- SIGNIFICADO		
GR./L. ÁCIDO ACÉTICO	TINTOS	BLANCOS Y ROSADOS
0,9	LÍMITE LEGAL: 1 en blancos y rosados, 1,2 en tintos.	
0,8		
0,7	Límite en vinos de 14º. Vigilar el sulfuroso	
0,6	Límite en vinos de 12º. Vigilar el sulfuroso	
0,5	Límite en vinos de 10º. Vigilar el sulfuroso	
0,4		
0,3	Valores buenos en vinos de más de 14º. Altos ya para vinos de 12º.	
0,2	Valores aceptables en todo tipo de vinos	
0,1	Valores muy buenos	
0		

ACIDEZ VOLÁTIL: conjunto de ácidos grasos de la serie acética. Se excluye carbónico, láctico, succínico, sórbico, sulfuroso libre y combinado.

Durante la F.A. se forma ác. Acético partiendo de acetaldehído. Máximo cuando la mitad del azúcar ha fermentado y disminuye al final del proceso.

Orientación del estado sanitario del vino. Olor a "picado"

Si no está bien conservado aumenta durante este periodo, pero no del todo cierto (posible valor 0,3 sin FML menos estable que 0,6 con

FML).El aumento de los tiempos de maceración para la máxima extracción de polifenoles implica ajustar los valores de este parámetro. En los vinos jóvenes es menor que en los viejos debido a que el proceso fermentativo está más avanzado en estos últimos.

**R.D. Media: 0,54(\* 0,52)**

**Máx.: 0,63**

**Mín.: 0,39**

**Evolución 94- 00: 0,50 \* 0,52 \* 0,48 \* 0,47 \* 0,47 \* 0,43 \* 0,52**

SULFUROSO TOTAL- SIGNIFICADO:		
mg./l.SO2	TINTOS	BLANCOS Y ROSADOS
140	Fuera de reglamentos	Valores excesivos
130	Valores muy altos. Se necesita saber	Valores normales en vinos de uva podrida
120	cómo están todas las cubas para	
110	mezclar. Justificable en el caso que la uva estuviera podrida	
100	Valores altos. Cuidado con las	Valores normales de fermentación no controlada.
90	reposiciones	
80		
70	Elaboración correcta en desgranado	
60		Valores normales en elab. tradicional y en bodegas que han hecho fermentación controlada.
50	Elaboración correcta en elab.	
40	tradicional	
30		
20	Valores muy bajos de elaboración arriesgada	
10	Valores que demuestran que no se ha	Vinos que no han recibido sulfuroso en la vendimia.
0	sulfitado la vendimia	

SULFUROSO TOTAL: No característica de los vinos, pues depende de la elaboración.

**R.D. Media: 39,0 (\*)**  
**Máx.: 61,60**

**Mín.: 15,30**

Aporte realmente bajo en la R.D. respecto a la media nacional y respecto a la normativa europea. Límite máx. 200 mg/l.

SULFUROSO LIBRE- SIGNIFICADO						
mg./l. SO <sub>2</sub>	Blancos y rosados	Tintos				
		pH 3,3-3,5	pH3,5-3,7	pH 3,7-3,9	pH3,9-4,2	
30	Valores correctos despues de separar de las heces en Diciembre			Adecuado para conservar	Corregir el pH bajándolo a 3,9 y sulfuroso libre a 30	
25						Adecuado para conservar
20						Adecuado para conservar
15	Contenidos normales desde final de la fermentación hasta separar de las heces	Adecuado para conservar	Adecuado para hacer maloláctica			
10			Adecuado para hacer la maloláctica			
5	Valores al final de fermentación	Adecuado para hacer la maloláctica	Valores normales al descube en elab. tradicional			
0			Valores al descube en desgranado			

SULFUROSO LIBRE:

**R.D. Media: 25,30**  
**Máx.:41,20**  
**Mín.: 15,60**

Contenidos normales

<b>AZÚCARES -SIGNIFICADO</b>		
<b>AZÚCARES REDUCTORES GRS./L.</b>	<b>Blancos y rosados</b>	<b>Tintos</b>
4,0 3,5	Vinos no	Valores muy altos que es preciso disminuir aplicando sulfuroso si está bajo a 20 mg./l. de libre, levadura y calor
3,0	Valores muy altos, que en botella puede plantear enturbiamientos y en bodega al llegar mayo supone enturbiamiento	
2,5		Valor límite para vinos de 12,5º de alcohol. Embotellado puede plantear problemas.
2,0 1,5	Valores altos que conviene rebajar con levadura	Mantener con 30 g./l. de sulfuroso libre
1,0	Valores normales de correcta elaboración	Valores normales de correcta elaboración
0,5		

R.D. Vino considerado seco por debajo del límite de 5 g./l.

Media = 2,6 (\*1,47)

Máx. = 4,3

Mín. = 1,3

Evolución 94- 00 = 1,80 \* 2,00 \* 1,60 \* 1,90 \* 1,38 \* 1,70 \*1,47

<b>DENSIDAD- SIGNIFICADO</b>		
<b>Kg./l.</b>	<b>Tintos</b>	<b>Rosados y blancos</b>
0,9980	Valores muy altos que indican ser vinos con azúcar o ser de prensa	Vinos dulces
0,9970		
0,9960		
0,9950	Valores normales en tintos del año y para crianza	
0,9940	Valores normales en vinos rosados y blancos	
0,9930	Vinos "flojos" o de mucho grado Vinos muy flojos o de mucho grado	

**DENSIDAD RELATIVA:** Expresada en decimales, de la masa volúmica del alcohol o de un destilado a 20°C en relación a la masa volúmica del agua a la misma temperatura.

**R.D. Media: 0,993 (\*0,9935)**

**Máx.: 0,991**

**Mín.: =0,996**

**Evolución 94- 00: 0,9939\*0,9939\*0,9935\*0,9948\*0,9940\*0,9938\*0,9935**



<b>EXTRACTO SECO- SIGNIFICADO</b>		
g./l.	Tintos	Rosados y blancos
35	Vinos de prensa de desgranado a vinos dulces aún	Dulces
30		
25	Vinos normales de desgranado, adecuados para crianza y vinos de prensa de elab.tradicional	Vinos con más de 5 gramos por litro de azúcar
20	Vinos de maceración carbónica	Vinos con azúcar 2-3 g./l.
	Vinos de "lágrima"	Vinos normales
15	Inadecuados para tintos	Vinos de poco cuerpo
		Vinos de defangada enérgica
10		Inadecuados

**MATERIAS SECAS TOTALES:** Conjunto de sustancias disueltas en estado coloidal, no volátiles = materias reductoras, ácidos orgánicos, glicerol, cenizas, polifenoles, materias nitrogenadas, 2,3 butanodiol, alcoholes superiores, y sustancias más o menos coloidales (pectinas, gomas, dextrinas). Se expresa por la cantidad de sacarosa que, disuelta en agua hasta 1 l. da una solución de la misma densidad que el residuo sin alcohol.

**R.D. Media:** 25,74 (\*29,85)  
**Máx.:** 31,50  
**Mín.:** 22,30

**Evolución 94-00:** 28,40 \* 29,00 \* 28,90 \* 32,20  
 \* 29,17 \* 29,50 \* 29,85

<b>pH- SIGNIFICADO</b>		
pH	Tintos	Blancos y rosados
4.2	Corregir muy pronto con 16 g./ cántara de tartárico. El sulfuroso libre debe ser de 30 mg. /l.	INADECUADO O ENFERMOS
4.1		
4.0	Corregir con 12 g./ cántara de tartárico. En verano el sulfuroso libre debe ser de 30 mg./l.	
3.9		
3.8	Vino blando, adecuado para vino del año, si se quiere envejecer ha de corregirse con 8 mg/ cántara de tartárico	
3.7	Vino de elab. tradicional adecuado para varios años. Si no ha hecho la maloláctica volver a analizar a un mes	
3.6		
3.5	Vino de desgranado adecuado para crianza y envejecimiento. En la elab. tradicional puede resultar duro	Adecuado para vinos de cierta crianza.
3.4		
3.3	Vinos demasiado duros, sólo útiles para reservas si superan 12,5 ° alcohol.	Adecuados para vinos jóvenes "del año" con menos de 2 gramos de azúcar.
3.2	Normalmente son flojos o "lágrimas" Inadecuados para tintos. Se supone que	
3.1	además de "duros" de paladar no llegan a color de tintos ni tienen cuerpo	Precisan 3,5 gramos de azúcar para ser embotellados

pH	Tintos	Blancos y rosados
3.0		Desacidificar con un gramo por litro de carbonato de cal
2.9		
2.8		Desacidificar fuertemente
2.7		

pH: logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno. Expresa la energía ácida del vino.

En maduración de uva aumenta por disminución de ácidos y neutralización formando sales, principalmente potásicas.

**R.D. Media: 3,60 (\*3,68)**  
**Máx.: 4,03**  
**Mín.: 3,40**

**Evolución 94-00: 3,73 \* 3,78 \* 3,77 \* 3,82 \* 3,91 \* 3,63 \* 3,68**

Adecuado para crianzas. Alto para crianzas prolongadas. Preocupantes los valores máximos (no significativos). Tendencia a elevaciones progresivas en las regiones vitivinícolas más importantes de Europa.

ÁCIDO MÁLICO- SIGNIFICADO		
g./l.	Blancos y rosados	Tintos
3.0		
2.5	Vinos "verdes"	Muy verdes, poco gratos y vinos de "lágrimas"
2.0		
1.5		Valor alto, en vino joven que precisa cuidado para hacer la maloláctica.
1.0	Nivel máximo para cata como vino fresco	Valor normal, que si el vino tiene menos de 13º de alcohol hará la maloláctica pronto. Cuidar que el sulfuroso libre sea menor de 15
0.5		Vinos que están haciendo la maloláctica
0	Vinos sin frescura	Fermentación maloláctica concluida

ÁCIDO MÁLICO: el más difundido en el reino vegetal (hojas y frutos). Frágil, fácilmente metabolizado y degradado por células. Completamente fermentado por bacterias lácticas: láctico y gas carbónico (pierde la característica acidez del vino nuevo)

**R.D. Media: 0.1 (\*0,1)**  
**Máx.: 0.2**  
**Mín.: 0,1**

**Evolución 94- 00: 0.20 \* 0,20 \* 0.60 \* 0.20 \* 0,61 \* 0,20 \* 0,10**

Con la FML realizada, espontánea y natural. Conveniencia de controles de ác. Láctico como compuesto final en la acidogénesis de los vinos de la RD.

#### ÁCIDO TARTARICO (g./l.) -SIGNIFICADO

Ácido específico del vino. Práctica totalidad de acidez de vino joven constituida por él, o sea, la mitad o más de la acidez total de los mostos y los vinos se debe al ácido tartárico y sus sales ácidas.

Ácido fuerte del vino (el que libera más H+) cuyo pH depende de su riqueza.

De los 3 ácidos orgánicos de la uva es el más resistente a la acción desintegrante de bacterias: las bacterias lácticas lo descomponen en ácido láctico y acidez volátil (enfermedad de la vuelta).

Concentración disminuye por precipitación como cristales de bitartrato potásico, tartrato neutro de calcio por enriquecimiento en alcohol o descenso de temperatura.

Tartárico total = libre + combinado

**R.D. Media:** 2,70  
**Máx.:** 3,70  
**Mín.:** 2,20

**Evolución 94- 00:** 1,96 \* 1,56 \* 1,44 \* 1,74 \* 1,32 \* 1,81 \* 1,66

#### GLICERINA (g./ l.)- SIGNIFICADO

Después del agua y alcohol, es el constituyente del vino más abundante, transmite suavidad, cuerpo y consistencia.

Su formación depende de la cantidad inicial de azúcar, de la naturaleza de las levaduras y de condiciones de fermentación, T<sup>a</sup>, acidez, aireación, sulfitado...

**R.D. Media:** 7,8 (\*8,57)  
**Máx.:** 12,27  
**Mín.:** 5,60

**Evolución 94- 00:** 8,80 \* 8,50 \* 8,00 \* 8,90 \* 8,57 \* 8,50 \* 8,57

Índices algo elevados respecto a vinos de similares características, aumenta algo en la crianza.

Factor importante a tener en cuenta, sobre todo en el comportamiento suave y untuoso del vino en boca, así como en la persistencia.

#### POTASIO (mg./ l.) – SIGNIFICADO

Catión predominante en el vino, con importante trascendencia en las características gustativas, ya que los ácidos normales de la uva y los adquiridos durante la fermentación, presentan su carácter más o menos acusado en relación a la intensidad de sus cationes, fundamentalmente del K<sup>+</sup>.

Cantidad según grado de madurez de uva, clima, suelo, variedad, tipo de elaboración y conservación.

Precipita en parte durante la fermentación y se conserva en forma de bitartrato.

Valores desde 100 a 1.700 mg./l.

**R.D. Media:** 930 (\*1.255)  
**Máx.:** 1.090  
**Mín.:** 760

**Evolución 94-00:** 1204 \* 1396 \* 1991 \* 1655 \* 1441 \* 1293 \* 1255

Valores adecuados y equilibrados

POLIFENOLES, INTENSIDAD DE COLOR, ANTOCIANOS Y TANINOS.

**POLIFENOLES:** Componentes de los vegetales, principales constituyentes de los pigmen-

tos rojos- azules de las flores y plantas. Conjunto de sust. orgánicas con una o varias funciones fenol

No bien conocido el papel en el metabolismo de las plantas, pero acción inhibitoria frente al crecimiento de microorganismos (protección frente al ataque de agentes externos).

Conjunto de polifenoles engloba:

**Ácidos fenólicos; fenoles sencillos:** derivados de ácido benzoico y cinámico, presentes en los vegetales principalmente como ésteres.

**Flavonoides:** importantes por ser responsables del color. 15 átomos de C, según grado de oxidación y naturaleza de los radicales = FLAVONOLES, ANTOCIANIDOLES, CATEQUINAS, LEUCOANTOCIANOS.

Se encuentran como heteróxidos o estructuras más complejas.

Flavonoles y antocianos: materia colorante de uva y vino.

Catequinas y leucoantocianos: Incoloros

Relacionados por fenómenos de óxido- reducción.

**TANINOS:** Grado de evolución de los anteriores

T. Hidrolizables. Ésteres de glúcidos con ácidos fenólicos, derivados el ácido gálico.

T. Condensados: Polimerizaciones de flavonoides: catequinas y leucoantocianos. Tonos anaranjados de vinos envejecidos.

#### Importancia:

Intervención en caracteres sensoriales

Color de tipos de vino

Cambios coloración en envejecimiento

Pardeamiento en blancos

Astringencia-amargor

R.D.\*\*POLIFENOLES, INTENSIDAD COLORANTE (ÍNDICE), ANTOCIANOS Y TANINOS

#### POLIFENOLES TOTALES (ÍNDICE)

**Media:** 62,25 (70,50)  
**Máx.:** 85,75  
**Mín.:** 38,50

**Evolución 94-00:** 51,70 \*57,10 \*63,00 \*53,40 \*64,00 \*48,20 \*70,50

#### INTENSIDAD COLORANTE (ÍNDICE)

**Media:** 12,53  
**Máx.:** 19,27  
**Mín.:** 5,80

**Evolución 94-00:** 8,30 \* 9,70 \* 10,70 \* 8,40 \* 11,17 \* 13,10 \* 16,8

### ANTOCIANOS (mg./l.)

Media: 621,00

Máx.: 825,50

Mín.: 363,20

Evolución 94-00: 465 \* 647 \* 706 \* 508 \* 657  
\* 418 \* 767

### TANINOS (g./l)

Media: 4,89 (\*4,94)

Máx.: 6,68

Mín.: 3,11

Evolución 94- 00: 3,60 \* 4,00 \* 4,40 \* 3,80 \*  
4,54 \* 3,40 \* 4,94

VALORES IMPORTANTES Y MUY SIGNIFICATIVOS QUE ASEGURAN LA VOCACIÓN PARA CRIANZA.

### CENIZAS

Conjunto de los productos de incineración del residuo de evaporación de un volumen conoci-

do del vino, realizada de manera que se puedan obtener todos los cationes (excepto amonio) en forma de carbonatos y otra sales minerales anhidras.

Se utiliza en algunas fórmulas enológicas para detectar la adición de agua, la de azúcar o el encabezado.

En general el contenido de cenizas es alrededor del **10% del extracto exento de azúcar.**

### METANOL

Intervalo de legalidad: 36- 350 mg/l.

### CALCIO

Límites: 0,030- 0,112 g/l según BOE

### FOSFATOS

Límites legales: 0,073- 0,527 g/l





## El Corazón del Duero





El Corazón del Duero



Consejo Regulador  
de la Denominación de Origen Ribera del Duero

[www.riberadelduero.es](http://www.riberadelduero.es) | E-mail: [info@riberadelduero.es](mailto:info@riberadelduero.es)  
C/ Hospital, 6 | Tel. +34 947 54 12 21 | Fax +34 947 54 11 16 | 09300 ROA (Burgos)