

2010



Ribera del Duero

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



### DIRECTORES:

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

Pilar Rodríguez de las Heras  
*Iltr. Ayuntamiento de Aranda de Duero*

### DIRECTORA ACADÉMICA:

M.<sup>a</sup> Luisa González San José  
*Universidad de Burgos*



## 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) | E-mail: [experimentacion@riberadelduero.es](mailto:experimentacion@riberadelduero.es)  
C/ Hospital, 6 | Tel. +34 947 54 12 21 | Fax +34 947 54 11 16 | 09300 ROA (Burgos)

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

Primera edición: mayo, 2011

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

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

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

I.S.B.N.: 978-84-694-0515-4  
Depósito Legal: BU-56-2011

Impreso en España - Printed in Spain

# ÍNDICE

## VITICULTURA

### FERTILIDAD Y FERTILIZACIÓN EN LOS SUELOS DE LAS DENOMINACIONES DE ORIGEN DE CASTILLA Y LEÓN

VICENTE GÓMEZ-MIGUEL

*Doctor Ingeniero Agrónomo*

PROFESOR TITULAR DE EDAFOLOGÍA. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ..... 9

### EQUILIBRIO DEL VIÑEDO: MANEJO DEL POTENCIAL VEGETATIVO ORIENTADO A LA CALIDAD DE LA UVA

JESÚS YUSTE BOMBÍN

*Doctor Ingeniero Agrónomo*

ESPECIALISTA EN VITICULTURA. ITACYL – VALLADOLID ..... 23

### CONCEPTO Y DEFINICIÓN DE “VIÑEDO DE ALTA CALIDAD” EN EL SEGURO AGRARIO: APLICACIÓN A LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN RIBERA DEL DUERO

FERNANDO MARTÍNEZ DE TODA

*Catedrático de Viticultura*

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA ..... 35

### LA HUELLA DEL CARBONO VINCULADA A LA VITICULTURA

VICENTE SOTÉS RUIZ

*Doctor Ingeniero Agrónomo*

CATEDRÁTICO DE VITICULTURA. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ..... 41

## ENOLOGÍA

### INCIDENCIA DE LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN LA CALIDAD DE LOS VINOS

ALBERTO BARBA NAVARRO

*Catedrático de Química Agrícola*

DPTO. DE QUÍMICA AGRÍCOLA, GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA. UNIVERSIDAD DE MURCIA

JOSÉ OLIVA ORTIZ

*Doctor en Químicas*

DPTO. DE QUÍMICA AGRÍCOLA, GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA. UNIVERSIDAD DE MURCIA ..... 49

### EL CARÁCTER “VEGETAL” DEL VINO A NIVEL SENSORIAL

ANTONIO TOMÁS PALACIOS GARCÍA

*Doctor en Ciencias Biológicas*

LABORATORIOS EXCELL IBÉRICA

MARIANNE McKAY

DEPARTMENT OF OENOLOGY AND VITICULTURE UNIVERSITY OF STELLENBOSCH, SOUTH AFRICA ..... 65

### LOS POLISACÁRIDOS DE LA UVA Y DEL VINO; ASPECTOS TECNOLÓGICOS Y SENSORIALES

FERNANDO ZAMORA MARÍN

*Doctor en Ciencias Químicas. Diplôme National d’Oenologue U. Burdeos*

PROFESOR TITULAR DE LA FACULTAD DE ENOLOGÍA DE TARRAGONA. UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI ..... 77



## VARIOS

### INFLUENCIA DEL CONSUMO DE VINO SOBRE BIOMARCADORES DE ESTRÉS OXIDATIVO

PILAR MUÑIZ RODRIGUEZ

*Doctora en Biología*

ÁREA DE BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR. FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD DE BURGOS ..... 89

### PAISAJES Y OBRAS MAESTRAS DE LA ARQUITECTURA DEL VINO

MARÍA JOSÉ YRAVEDRA SORIANO

*Doctora en Arquitectura. Master en Viticultura, Enología y Legislación*

ARQUIVIN, ASESORÍA Y GESTIÓN DE PROYECTOS DE ARQUITECTURA DE BODEGAS ..... 93

### VINOS CLÁSICOS –vs– VINOS MODERNOS. HISTORIA DE LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN RIBERA DEL DUERO

JOSÉ CARLOS ÁLVAREZ RAMOS

*Ingeniero Agrónomo – Enólogo*

DIRECTOR TÉCNICO DE BODEGAS EMILIO MORO & CEPA 21 ..... 101



# VITICULTURA

# FERTILIDAD Y FERTILIZACIÓN EN LOS SUELOS DE LAS DENOMINACIONES DE ORIGEN DE CASTILLA Y LEÓN

Vicente Gómez-Miguel

Doctor Ingeniero Agrónomo. Profesor titular de Edafología. Universidad Politécnica de Madrid

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se están llevando a cabo los estudios de zonificación vitícola de las Denominaciones de Origen (en adelante DO, plural DOs) de Castilla y León bajo los auspicios de sus Consejos Reguladores y de la Comunidad Autónoma de Castilla-León. En concreto se han completado los de Ribera del Duero, Rueda, Toro, Bierzo, Cigales y Arribes, esta última financiada por el proyecto SUVIDUR, dentro del Programa para la Cooperación Transfronteriza entre España y Portugal de la Unión Europea durante el periodo 2007-2013.

En cada uno de estos estudios se han realizado más de cien mil determinaciones analíticas de los distintos suelos de cada región, con lo que se puede decir que se dispone de una herramienta importante para

conocer muchos aspectos tanto de su distribución geográfica como de su comportamiento.

Uno de tales aspectos se incluye tradicionalmente en los términos que aparecen en el título, entendiendo por fertilidad como el estado nutricional del suelo no sólo como status, sino también como capacidad potencial de suministro de nutrientes a la planta, en este caso la viña, y como fertilización el conjunto de actividades que permiten al viticultor influir en el sistema suelo-planta.

La cuestión que se plantea es, sin embargo, bastante compleja, sobre todo por los importantes temas que se relacionan con tales términos, aunque en este breve artículo sólo nos acercaremos a alguno de ellos (tabla 1).

<b>La viña y su medio</b>	La planta Los suelos vitícolas El clima, la alimentación hídrica y la nutrición de la viña	
<b>Necesidades nutricionales</b>	Las extracciones y el ritmo de absorción Los efectos de los elementos minerales sobre la viña La fertilización y la calidad Los principales accidentes de la alimentación mineral El control de la nutrición	
<b>Práctica de la fertilización</b>	Razonamiento de la elección de técnicas antes de la plantación	Información de la parcela en la que está o se va a plantar la viña Metodología de los estudios de suelos Los grandes tipos de suelos de la DO Objetivo de la plantación, por ejemplo, producir vides de calidad Preparación de suelo y precauciones sanitarias El suelo como factor de decisión entre planta tradicional, en pot, etc La corrección del suelo antes de la plantación
	Práctica del abonado de la viña en producción	Mantenimiento del suelo de la plantación El abonado del viñedo en producción Necesidades de exportación y pérdidas en elementos minerales y en materias orgánicas Control de la nutrición de la viña (abonado de mantenimiento) Las técnicas del abonado vitícola. Fertilización El coste del abonado vitícola
<b>Mantenimiento del suelo</b>	Mantenimiento mecánico Cubierta del suelo: vegetal o no, permanentes o no Malas hierbas en la viña: tipología, tratamientos, herbicidas y su empleo	
<b>Costes</b>	La tierra Instalaciones de riego Instalaciones de drenaje Enmiendas orgánicas y minerales Planta y plantación Abonado de fondo y mantenimiento Cubiertas Herbicidas Tratamientos	

Tabla 1. Temas relacionados con la fertilidad del suelo

## LOS GRANDES TIPOS DE SUELOS VITÍCOLAS DE LAS DOs DE CASTILLA Y LEÓN

En la tabla 2 se incluyen los tipos de suelos de las diferentes DOs y su importancia relativa en función de la superficie aproximada de dedicación al viñedo. Los nombres proceden de una de las clasificaciones más útiles desde el punto de vista agrícola (USDA, 2006), y constituyen el lenguaje más corriente de los mapas de suelos, (los mapas de suelos de las DOs de Castilla y León ilustran este trabajo), que permite aprovecharnos de investigaciones de otros lugares (transferencia de tecnología). En la misma tabla se incluye el porcentaje de viñedo que

se desarrolla en cada suelo en las distintas DOs. Para el desarrollo del trabajo se ha elegido un tipo suelo (serie) representativo de cada uno de los órdenes extremos y de mayor importancia que figuran en la tabla: alfisol (Haploxeralf), inceptisol (Calcixerept) y entisol (Xerorthent). Su caracterización se incluye en la tabla 3.

Desde la concepción local, los inceptisoles son los suelos blanquecinos, a veces amarillentos, sin elementos gruesos, desarrollados sobre materiales terciarios, y los alfisoles son los suelos rojizos, cascajos desarrollados sobre las terrazas de la red de drenaje. Los entisoles se caracterizan por su menor desarrollo, lo que les confiere propiedades especifi-

CLASIFICACIÓN		Arribes	Bierzo	Cigales	R. Duero	Rueda	Toro
ORDEN	GRUPO	T(Ha)/V(%)	T(Ha)/V(%)	T(Ha)/V(%)	T(Ha)/V(%)	T(Ha)/V(%)	T(Ha)/V(%)
Alfisol	Haploxeralf	801/1,1	26.022/35,1	16.344/53,7	74.388/49,6	92.900/49,8	17.438/36,5
	Rhodoxeralf	-	2.365/0,0	3.448/0,9	2.530/1,4	2.793/0,0	411/1,9
	Palixeralf	560/0,9	3.695/0,5	397/1,0	3.165/4,9	19.524/5,0	4.112/13,6
Inceptisol	Calcixerept	-	204/0,0	17.137/29,8	61.387/22,0	31.434/9,2	12.224/18,4
	Haploxerept	-	3.006/7,3	2.537/1,5	8.866/13,4	3.831/1,1	365/0,1
	Dystroxerept	9.305/2,7	29.307/22,7	-	-	-	-
Entisol	Xeropsamment	-	-	-	3.224/3,2	21.427/3,2	1.529/1,5
	Xerorthent	83.991/92,7	47.558/14,9	12.670/12,2	13.844/1,6	82.066/26,7	19.618/24,0
Ultisol	Haploxeralt	-	13.173/16,3	-	-	-	-
Grupos cognados	fluvéntico	3.308/2,5	3.062/1,8	713/0,0	6.014/2,1	7.945/1,2	2.484/2,1
	áquico	-	1.193/0,7	727/0,0	5.395/1,8	5.775/1,1	1.533/1,7
Otros subórdenes		-	-	363/0,1	-	5.767/2,0	-
Áreas Misceláneas		2.777/0,1	4.889/0,7	8.076/0,7	107.131/0,0	6.819/0,6	2.172/0,9
<b>TOTAL</b>		<b>100.856/100</b>	<b>134.474/100</b>	<b>62.410/100</b>	<b>286.737/100</b>	<b>280.282/100</b>	<b>61.885/100</b>

Tabla 2. Los suelos de las DOs de Castilla y León: superficie ocupada (T, Ha) y proporción de viñedo que soportan (V, %)

PROPIEDADES	Unidad de Suelo 1: Haploxeralf			Unidad de Suelo 2: Calcixerept			Unidad de Suelo 3: Xerorthent	
	A	Bt	Bk	A	Bk	C	A	C
Horizontes	A	Bt	Bk	A	Bk	C	A	C
Profundidad (cm)	0-35	49-87	99-140	0-37	62-109	99-151	0-32	64-107
Espesor (cm)	35	38	61	37	47	52	32	43
Da (Mg/m <sup>3</sup> )	1,35	1,22	1,28	1,32	1,26	1,30	1,33	1,37
Salinidad, CE (dSm) 1:2,5	0,11	0,13	0,12	0,13	0,13	0,11	0,13	0,08
pH	7,7	7,8	8,5	8,2	8,6	8,7	8	8,1
Elementos gruesos (%)	36	37	26	15	10	17	13	13
Arena (%)	69	57	60	55	52	62	61	67
Limo (%)	16	9	16	21	21	17	17	13
Arcilla (%)	15	34	24	24	26	20	21	19
Materia orgánica (%)	0,50	0,32	0,23	0,82	0,26	0,21	0,67	0,21
N (g/kg)	0,04	0,03	0,02	0,07	0,03	0,02	0,05	0,02
C/N	8,8	6,3	6,0	7,3	5,5	5,7	8,6	6,1
P (mg/kg)	18	6	3	15	3	1	25	4
ClC (cmol/kg)	9	23	14	16	38	13	16	15
Ca (cmol/kg)	7,52	19,96	12,70	13,68	15,03	11,40	13,47	12,18
Mg (cmol/kg)	1,12	2,38	1,00	1,59	2,36	1,35	1,85	2,32
Na (cmol/kg)	0,08	0,21	0,12	0,14	0,23	0,04	0,14	0,18
K (cmol/kg)	0,28	0,45	0,18	0,59	0,38	0,22	0,53	0,31
V (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
PCI (%)	83,54	86,77	90,71	85,49	83,47	87,68	84,20	81,22
PMI (%)	12,47	10,35	7,14	9,94	13,13	10,36	11,55	15,50
PSI (%)	0,87	0,91	0,86	0,86	1,28	0,50	0,90	1,19
PKI (%)	3,12	1,97	1,29	3,71	2,11	1,66	3,34	2,09
Ca/Mg	6,7	8,38	12,70	8,60	6,36	8,47	7,29	5,24
K/Mg	0,25	0,19	0,18	0,37	0,16	0,16	0,29	0,13
Caliza total (%)	6	4	33	14	38	36	4	5
Caliza activa (%)	1	2	11	3	8	4	1	1

Tabla 3. Propiedades de los suelos vitícolas más representativos de las DOs de Castilla y León (valores medios; ver símbolos en tabla 5)



cas como una profundidad efectiva menor. Esta referencia al orden es, por supuesto, meramente orientativa y cada una de las categorías inferiores en las que se subdividen es muy diferentes y tiene distinto tratamiento agronómico.

## NECESIDADES NUTRICIONALES DE LA VIÑA

Como el resto de las plantas, la viña necesita elementos minerales, nutrientes, para sobrevivir y para que su equilibrio fisiológico sea correcto.

Las necesidades de estos elementos varían durante el ciclo vegetativo de la planta y se relacionan con el volumen absorbido y el ritmo de absorción. Dentro de las extracciones minerales de la viña, lo que ésta toma del suelo, es tradicional distinguir entre exportaciones e inmovilizaciones. En las primeras se incluyen los restos de poda, las hojas y todo lo que se elimina de la parcela. Por inmovilizaciones se entiende todo lo que se almacena o permanece en reserva en la cepa y en las raíces, y representan entre un cinco y un diez por ciento del total absorbido cada año.

Las necesidades de elementos absorbidos por la viña varían en función de la región y el medio, del manejo del suelo, de la producción, de la edad y el vigor de las cepas, del portainjerto y la variedad, de la densidad y del modo de conducción y del contenido y disponibilidad del suelo, e incluso, de las fuentes de datos. En la tabla 4 se incluye una apreciación media aproximada de tales necesidades.

## IMPORTANCIA DEL SUELO. EL SUELO COMO FACTOR DE REGULACIÓN Y CONTROL

Para satisfacer las necesidades de la viña es necesario no sólo que ésta tenga a su disposición los nutrientes necesarios, sino también que los encuentre en el momento oportuno. Esto ha de conseguirse mediante un plan de abonado adecuado en el que el suelo toma un papel protagonista como almacén o despensa, y su estado sanitario, en sentido amplio, constituye la garantía de acceso a ella del sistema radicular de la viña.

El plan de abonado (figura 1), debe tener en cuenta esto, y además solucionar los problemas que surjan durante la vida de la plantación, respondiendo a las principales cuestiones que el viticultor se plantea: ¿cuánto? (dosis de fertilizantes y/o enmiendas),



Figura 1. Plan de Abonado: elementos a considerar

ELEMENTO	EXPRESIÓN/UNIDADES	Elemento	Oxido	Por unidad de producción
Nitrógeno	N (kg/Ha/año)	45-80		6-10 (kg N/t de uva/año)
Fósforo	P; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/Ha/año)	5-12	12-28	2-5 (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /t de uva/año)
Potasio	K; K <sub>2</sub> O (kg/Ha/año)	45-80	55-95	10-15 (kg de K <sub>2</sub> O/t de uva/año)
Calcio	Ca; CaO (kg/Ha/año)	45-90	60-125	
Magnesio	Mg; MgO (kg/Ha/año)	6-15	10-25	
Azufre	S; SO <sub>3</sub> (kg/Ha/año)	6		
Hierro	Fe (g/Ha/año)	600		
Cobre	Cu (g/Ha/año)	60-115		
Cinc	Zn (g/Ha/año)	100-200		
Boro	B (g/Ha/año)	80-150		
Manganeso	Mn (g/Ha/año)	80-160		
Molibdeno	Mo (g/Ha/año)	1-2		

Tabla 4. Necesidades nutricionales medias en la viña (ver tabla 11)

¿Cuándo? (momento de la realización del abonado), ¿Cómo? (extensión, localización, mecanización) y ¿Dónde? (diferenciación de las unidades de manejo, mapa de suelos). Solamente trataremos de la cuestión citada en primer lugar.

## CONTROL DE LA NUTRICIÓN

**Estudio del suelo.** De acuerdo con el párrafo anterior, es necesario conocer el suelo para poder efectuar una nutrición razonable y razonada de la viña.

Tanto si se va a efectuar la plantación, como si ésta ya está en producción, el conocimiento del suelo permite inferir la evolución de la nueva planta o en su caso, la respuesta de esta a la situación que se contempla.

El punto de partida es la unidad de muestreo, el perfil y su representatividad, el mapa de suelos de la finca. Este mapa es la respuesta a la pregunta ¿dónde abonar? y las unidades de suelo que lo conforman, bien definidas y bien caracterizadas y a una

escala adecuada (superiores a 1:5000), son la base de las unidades de manejo que permiten el diseño de una viticultura de precisión de tal detalle, que sea consecuente con las nuevas ideas de trazabilidad suelo-planta-uva-bodega-mercado.

A continuación se describen y analizan las propiedades físicas del suelo poniendo especial interés en los problemas e impedimentos naturales que planteen para poder planificar actuaciones (manejo) que disminuyan, o en su caso eliminen, las dificultades para el desarrollo radicular de la planta y su alimentación hídrica.

Finalmente, un muestreo meticuloso de los distintos horizontes del perfil (sin mezclar las muestras, la explotación del suelo se realiza en cada horizonte) permitirán conocer las propiedades físicas, químicas y fisicoquímicas del suelo (tabla 5).

**Análisis foliar.** Útil principalmente para el control de la nutrición durante la vida de la plantación, y que por problemas de espacio dejamos fuera del ámbito de este artículo (ver más adelante la tabla 12).

PROPIEDADES	UNIDADES	FINALIDAD Y UTILIZACIÓN	NIVEL
Serie/Clasificación	Sol Taxonomy, 2006	Comunicación e Intercambio de tecnología en situaciones comparables	
Horizontes			
Profundidad (efectiva)	cm	Estimación del volumen de suelo útil explorado por las raíces, peso del suelo	100-150
Perfil cultural	Hemin; Reynier, 2003	Detección de posibles obstáculos para las raíces, estratificación del peso-volumen (til)	
Conductividad Eléctrica, CE	µmhos/cm ↔ dS/m	Índice de salinidad	< 2
Densidad aparente, Da	g/cm <sup>3</sup> ↔ t/m <sup>3</sup> ↔ Mg/m <sup>3</sup>	Relaciones volumen-suelo; peso del suelo	
pH	1-14	Índice del estado general del suelo en relación con la fertilidad: si CE < 5 cmol/kg, pH > 8.2; si CE > 15 cmol/kg, pH > 6.5.	> 6.2-8.3
Elementos gruesos		Para no conocer las diferentes clases granulométricas de la fracción mineral, las relaciones entre la tierra fina y la tierra natural, propiedades hídricas, minerales..., limitaciones: límite abrupto, texturas contrastantes etc.	Ae < 45
Textura: Arena, Limo, Arcilla	%		
Materia orgánica	%	Contenido en materia orgánica del suelo	1.3-2
N	g/kg; %	Contenido en nitrógeno total del suelo	0.3-0.2
Relación C/N		Índice de degradación de la materia orgánica, si es baja esta más degradada y hay poco nitrógeno activo, si es elevada, esta poco degradada y hay poco nitrógeno activo	8-11
P	mg/kg; ppm	Fuente, elemento primordial, varios métodos según pH, suelos calizos Olsen	20-35
Capacidad de Intercambio Catiónico, CIC		Fertilidad potencial, posibilidad de almacenamiento de bases (Ca, Mg, Na, K)	12-25
Ca	me/100g ↔ cmol/kg	Contenido en calcio del suelo	10-20
Mg		Contenido en magnesio del suelo	2.5-5
Na		Contenido en sodio del suelo	< 2
K		Contenido en potasio. Los valores de referencia son en función de la arcilla	0.6-1.2
Porcentaje de Saturación de Bases, V		Fertilidad actual, índice del almacenamiento de bases en el suelo	60-100
PCI		Porcentaje de Calcio de Intercambio, Ca en relación con la CIC	140-70/85
PMI		Porcentaje de Magnesio de Intercambio, Mg en relación con la CIC	10-20
PSI		Porcentaje de Sodio de Intercambio, Na en relación con la CIC	0.5-3
PKI		Porcentaje de Potasio de Intercambio, K en relación con la CIC	2-12
Relación Ca/Mg		Antagonismo entre el calcio y el magnesio	5 (1-10)
Relación K/Mg		Antagonismo entre el potasio y el magnesio	0.5-1
Caliza total	g/kg; %	Diferenciación (respuesta entre suelos calizos y no calizos. Disponibilidad de caliza, riesgo de clorosis, disponibilidad de hierro, índice de poder clorotante	10-20
Caliza activa			< 8
Oligoelementos	ppm	Cobre (0.5-60), Zinc (2-20), Manganeso (5-100), Boro (0.2-0.3)	
Retención de humedad	Mm/1.2 m	Retención de agua del suelo a pH 3.3 kPa	120-190

Tabla 5. Propiedades a caracterizar en el estudio del suelo y niveles de referencia



## PRÁCTICA DE LA FERTILIZACIÓN

### a) Corrección del suelo antes de la plantación (Abonado de fondo).

El abonado de fondo debe asegurar una nutrición completa y equilibrada a la planta con el fin de obtener cosechas óptimas, regulares y de calidad. Esta práctica permite:

- aprovechar la facilidad de realización de las enmiendas antes de la plantación para conseguir una distribución completa y localizada y reducir costes
- facilitar el establecimiento de la planta
- favorecer y acelerar el inicio de la entrada en producción
- constituir una reserva adecuada de nutrientes y reducir en el futuro los riesgos de una mala nutrición
- aprovechar las sinergias de una correcta disponibilidad de nutrientes en relación con otras necesidades importantes como la alimentación hídrica

La fertilidad de un suelo, tanto si se va a plantar por primera vez, como si ya se ha plantado, debe ser ajustada a las condiciones deseables definidas en los análisis de suelos. Numerosos ensayos que se vienen haciendo desde antiguo, prueban la eficacia del abonado de fondo en relación con aspectos importantes. En concreto:

- restauración de la fertilidad del suelo
- equilibrio fisiológico de la planta
- resistencia a la sequía
- producción suplementaria, rendimiento
- calidad de la producción
- coste del abonado

Los problemas más frecuentes y graves que se deben corregir en el suelo mediante el abonado de fondo están relacionados con la reacción del suelo, la materia orgánica-N, la nutrición de fósforo y de potasio y el equilibrio magnesiano.

### Reacción del suelo (pH)

El pH del suelo no es por sí mismo un índice ni del estado sanitario del suelo, ni del equilibrio nutricional de la planta, ni de la calidad de la uva, del mosto o del vino: en el mundo existen vinos de calidad,

tanto tintos, como blancos, en suelos ácidos, en suelos próximos a la neutralidad, y en suelos alcalinos. Sin embargo el pH del suelo se relaciona con importantes propiedades y elementos del suelo como la estructura y la retención de humedad y la nitrificación, con determinados equilibrios nutricionales y con distintas deficiencias y toxicidades, y a través de ellos tiene una gran influencia en la calidad del vino.

Los suelos tienen tendencia a acidificarse por lavado, por las extracciones de las plantas, y por la actividad biológica. Además ciertos abonos, sobre todo en forma de sulfatos o amoniacales, o el azufre utilizado en los tratamientos, son acidificantes. Este efecto es poco preocupante en los suelos calizos o con sustrato calizo.

Las enmiendas son productos que aportan un anión ( $O^=$  y  $OH^-$  en la cal y  $CO_3^=$  en el de los carbonatos), y un catión ( $Ca^{++}$  y  $Mg^{++}$ ) y tratan de resolver este problema en suelos muy ácidos

En general es frecuente recomendar adecuar el pH inicial del suelo hasta valores de 6.5-7 aportando determinadas cantidades de caliza o dolomía (5 t/ha cada media unidad de pH, por ejemplo), sin embargo esto no deja de ser un recetario con el que frecuentemente se cometen importantes errores, no sólo por la variabilidad de comportamientos de los distintos suelos, sino también por las particulares propiedades de las calizas y dolomías comerciales. En algunas DOs (Arribes, Bierzo), existen importantes zonas de suelos (principalmente Haploxerult y Dystroxerept), con pH ácido (5.0-6.5) y por lo tanto se plantean problemas especiales a este respecto. La solución más adecuada es sin embargo compleja.

### Materia orgánica

La materia orgánica del suelo ha sido considerada siempre como un componente esencial de la fertilidad, y en sus orígenes la fertilización se basaba en restituciones orgánicas (estiércol, por ejemplo), hasta que se descubre que la planta sólo toma del suelo sustancias minerales. La materia orgánica tiene sin embargo un efecto beneficioso sobre las propiedades físicas, químicas, fisico-químicas, biológicas del suelo y medioambientales (figura 2), y el mantenimiento de un nivel suficiente ha de ser una preocupación primordial en la gestión del suelo.

Se suele fijar un nivel medio deseable y llegar a él desde el punto de partida fijado por análisis de

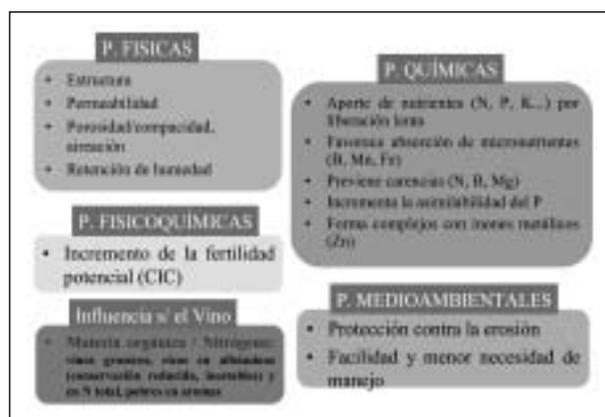


Figura 2. La materia orgánica y las propiedades del suelo

suelo. Este nivel deseable es sin embargo, muy discutido y discutible y varía desde el fijado en países de mayor latitud, o en alguno de los grandes *terroir* franceses (2-2.5 %), hasta los que pueden considerarse suficientes en los países de latitudes más bajas (1-1.5 %).

Los suelos de la DOs de Castilla y León son generalmente pobres o muy pobres en materia orgánica (tabla 6), y frecuentemente es necesario aumentar sus niveles de partida. En los suelos vitícolas, este aumento y su posterior mantenimiento es difícil y costoso: la viña restituye poco humus (hojas+sarmientos+racimos 2/3 t de materia seca/ha/año <> 0.7-0.8 t de humus, tabla 7), laboreo repetido del suelo, mineralización activada por el clima cálido, escasa producción de estiércoles en zonas vitícolas...

En la tabla 8 se incluye el cálculo de la enmienda orgánica de las unidades seleccionadas como ejemplos. Es necesario hacer algunas consideraciones:

- El valor de materia orgánica elegido como deseable puede parecer bajo (1-1.25 %, mayor para los suelos menos fértiles) aunque lo consideramos justificado.
- Se han elegido restos de poda (sarmientos) como enmienda de referencia porque nos permite corroborar la idea de que únicamente con ellos no es posible mantener y menos aún elevar, los niveles de materia orgánica del suelo: a pesar del bajo valor elegido, las cantidades a aportar son importantes: 43 t/ha (unidad de suelo 1), 53 t/ha (unidad de suelo 2), y 57 t/ha (unidad de suelo 3).
- La consecuencia inmediata de estos aportes es la disponibilidad de nutrientes, en ocasiones desproporcionada, particularmente el nitrógeno, el potasio y el fósforo, pero también calcio y magnesio.
- Si los aportes se hubiesen planificado con otra enmienda de menor contenido en humus como estiércol (tabla 7), la desproporción hubiese sido aún mayor, y la decisión más apropiada sería su distribución en varios años, preferiblemente al principio de la vida de la plantación. Los aportes excesivos crean problemas de distribución y acumulación con los consiguientes de putrefacción y asfixia.

### Abonado de fósforo

Se considera al fósforo un regulador del desarrollo de las plantas y se le atribuye un papel determinante en la evolución de los frutos, y además favorece el desarrollo de las raíces. Sin embargo, es difícil precisar el papel del fósforo en la viña ya que no parece tener demasiada influencia en los rendimientos más que en

DO	Nº de perfiles	MO (%)		P (Mg/Kg)		K (Mg/Kg)		Mg (cmol(+)/Kg)		Ca/Mg		K/Mg	
		MED	STD	MED	STD	MED	STD	MED	STD	MED	STD	MED	STD
Arribes	513	1.73	1.21	50.01	48.8	125.8	78.8	0.61	0.51	4.10	1.93	0.71	0.46
Bierzo	329	1.71	1.23	5.31	12.5	113.4	87.2	0.83	0.89	7.15	9.17	0.76	0.85
Cigales	174	1.25	0.87	37.05	58.8	146.7	133.2	0.64	0.69	18.13	16.74	0.72	0.63
Ribera de Duero	619	1.10	0.85	13.90	18.8	190.2	172.8	1.32	1.26	12.67	22.47	0.51	0.49
Rueda	402	0.70	0.43	14.29	21.5	159.4	135.6	1.04	1.13	9.05	11.71	0.63	0.80
Toro	186	0.75	0.46	6.89	18.4	90.6	100.1	0.71	0.77	9.24	13.59	0.68	1.15
Rioja	621	1.38	1.02	17.16	12.5	197.6	127.4	1.03	0.80	22.20	30.74	0.68	1.45
<b>REFERENCIA</b>		<b>1.5-2</b>		<b>15- 25</b>				<b>2.5-5.0</b>		<b>5</b>		<b>0.5-1.0</b>	

Tabla 6. Materia orgánica y algunos elementos de la fertilidad de referencia y del horizonte superficial (Ap) de las DOs de Castilla y León, y, a efectos comparativos, DO Ca Rioja



Enmiendas	Dosis de aplicación (T/Ha)	Valores expresados en kg/t de materia fresca							
		Materia seca	MO	Humus	N Total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg
Estiércol de vaca	40-80	230	170	85	5.0	3.0	6.0	5.0	1.2
Paja de cereales	2-10	850	800	80	7.5	2.5	14.0	2.2	0.7
Compost verde	20-50	450	450	60	5.8	3.3	4.2	29.0	2.5
Sarmientos	2-4	500	500	150	4.2	1.3	4.8	3.1	0.5

Tabla 7. Composición de distintos tipos de enmiendas orgánicas (kg/t)

(\*) El coeficiente isohúmico puede definirse como la cantidad de humus formada a partir de cada unidad de materia seca de una determinada enmienda orgánica.

S	PROPIEDADES	Enm.	STU1	STU2	STU3	OBSERVACIONES/CÁLCULOS
<b>CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE UNA ENMIENDA TIPO (Sarmientos)</b>						
Q	Cantidad (kg)	1000				
A	Materia seca (%)	52				
B	Materia orgánica bruta (%)	50				
C	MO sobre seca (%)	96				C= 100*B/A
N	N (kg/t bruta)	4.2				
Ke	K <sub>2</sub> O (kg/t bruta)	4.8				
Pe	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/t bruta)	1.3				
Ce	CaO (kg/t bruta)	3.1				
Me	MgO (kg/t bruta)	0.5				
K <sub>i</sub>	Coefficiente isohúmico (k <sub>i</sub> , %)	0.4				Criterio experimental variable para un producto s/ suelo y medio
D	MO sobre seca (kg)	500				D = Q * A/100 * C/100
H	Humus (kg/t)	200				H = D * K <sub>i</sub>
F	Fracción de N (%)	30				Fracción de N disponible el año del aporte
Nd	Nd disponible (Kg/t bruta)	1.26				Nd disponible el año del aporte = N total * F/100
<b>CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS SUELOS</b>						
	Profundidad horizonte A (cm)		0.35	0.37	0.32	
E	Espesor a enmendar (cm)		20	22	17	
Da	Da (Mg/m <sup>3</sup> )		1.35	1.32	1.35	
G	Elementos gruesos (%)		36	15	13	
P	Peso del suelo a enmendar (T/Ha)		1728	2468	1967	Peso de suelo natural = Da*E*(100-G)
Mos	MOs (%)		0.50	0.82	0.67	Materia orgánica del suelo
<b>CÁLCULO DE LA ENMIENDA ORGÁNICA</b>						
Mod	Materia orgánica deseable (%)		1.00	1.25	1.25	
I	Incremento de MO (%)		0.50	0.43	0.58	I = MOs-MOd
Ha	Humus a aportar (T/ha)		8.64	10.61	11.41	Ha = P * I/100
Qt	Estiércol a aportar (T/ha)		43	53	57	Qt= Ha*1000/H
	N disponible el año del aporte		54	67	72	N (Kg/ha)= Qt*Nd
	K <sub>2</sub> O disponible		207	255	274	K <sub>2</sub> O (kg/ha)= Qt*Ke; para obtener K, dividir por 1.20
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> disponible		56	69	74	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)= Qt*Pe; para obtener P, dividir por 2.29
	CaO disponible		134	165	177	CaO (kg/ha)= Qt*Ce; para obtener Ca, dividir por 1.40
	MgO disponible		22	27	29	MgO (kg/ha) = Qt*Me; para obtener Mg, dividir por 1.65

Tabla 8. Cálculo de la enmienda orgánica de los tres suelos vitícolas (STU1, STU2, STU3) utilizados como ejemplo representativo de las DOs de Castilla y León

P Olsen	kg/ha	
	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
P < 5 ppm	75	170
5 < P < 10	50	115
10 < P < 15	37.5	85
15 < P < 20	25	57
20 < P < 25	12.5	28
P > 25	innecesario	innecesario

Tabla 9. Recomendaciones medias de fósforo según el Método Olsen

la medida en que corrige las carencias de nitrógeno, disminuyendo la sensibilidad al corrimiento y a determinadas enfermedades (fig 3).

El fósforo es un elemento muy poco móvil en el suelo y se encuentra en distintas formas: en la solución del suelo (es la reserva restringida pero inmediatamente disponible); adsorbido por el complejo arcillo-húmico (constituye la mayor parte de la reserva intercambiable que se libera fácilmente para compensar las pérdidas por extracciones); ligado a la materia orgánica del suelo (momentáneamente no disponible pero progresivamente liberable); no disponible (en forma de fosfatos insolubles o muy poco solubles, procedentes de la roca madre ya sea por precipitación progresiva de los fosfatos disueltos en los suelos calizos o, por el contrario, muy ácidos). Sólo las dos primeras formas (reserva asimila-

ble), intervienen en la alimentación inmediata de la viña. El valor de calibración se obtiene por distintos métodos entre los que se hay dos variantes, una en suelos ácidos y otra en suelos calizos.

Con la excepción de Arribes y Bierzo, en la mayoría de las DOs de Castilla y León predominan los suelos calizos (datos de P en la tabla 6), y por ello es usual utilizar el método Olsen cuyos niveles de referencia se incluyen en la tabla 9.

En los suelos ricos, donde la reserva del suelo en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> asimilable es suficiente, el abonado fosfatado (coeficiente de utilización de 5 a 10%), tiene como papel principal compensar las exportaciones y aquéllas pérdidas debidas a la evolución del P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en suelos muy ácidos o muy calizos: es un abonado de mantenimiento o de restitución (ver más adelante). El abonado fosfatado de fondo es un anticipo a largo plazo para los suelos pobres (coeficiente de utilización de 20 a 30%), y tiene el papel de cubrir las necesidades de la viña *in situ* y de contribuir a enriquecer progresivamente el suelo antes de una plantación (Reynier).

La oportunidad del abonado se fija, por lo tanto, por el análisis del suelo (horizontes hasta la profundidad efectiva, normalmente A+B), aunque también existen valores de aportaciones tópicos, muy generales y variables según zonas, que se aconsejan sin justificación y con desigual fortuna.

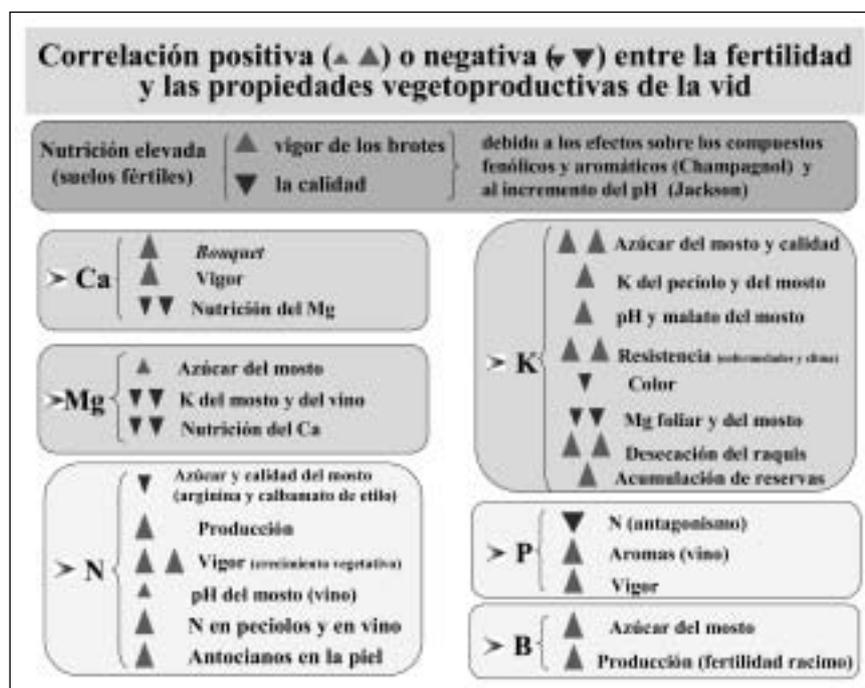


Figura 3. Relación entre el estatus nutricional del suelo y la calidad del producto en la vid



Sim-bolo	PROPIEDADES	Unidad de Suelo 1		Unidad de Suelo 2		Unidad de Suelo 3		OBSERVACIONES / CALCULOS
<b>CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS SUELOS</b>								
	P (mg/kg)	18		15		25		Fósforo del suelo (método Olsen)
	CIC (cmol <sub>c</sub> /kg)	23	M	18	M	16	M	12-25
	Ca (cmol <sub>c</sub> /kg)	19.96	M	15.03	M	13.47	M	10-20
	Mg (cmol <sub>c</sub> /kg)	2.38	B-M	2.36	B-M	1.85	Bajo	2.5-5
	Na (cmol <sub>c</sub> /kg)	0.21	M	0.23	M	0.14	M	< 2
	K (cmol <sub>c</sub> /kg)	0.45	Bajo	0.38	Bajo	0.33	Bajo	0.6-1.2
	PCI (%)	86.77	M	83.47	M	84.20	M	(40-70)85
	PMI (%)	10.35	M	13.13	M	11.55	M	10-20
	PSI (%)	0.91	M	1.28	M	0.90	M	0.5-3
	PKI (%)	1.97	Bajo	2.11	M	3.34	M	2-12
	Ca/Mg	8.38	M	6.36	M	7.29	M	5 (1-10)
	K/Mg	0.19	Bajo	0.16	Bajo	0.29	Bajo	0.5-1
<b>CALCULO DEL ABONADO FOSFORICO</b>								
<i>P<sub>d</sub></i>	P desahle (mg/kg)	25		25		25		
<i>I</i>	Incremento de P (mg/kg)	7		10		0		$I = P_d - P$
<i>P<sub>n</sub></i>	P necesario (kg/ha)	21		42		0		$P_n = 2.29 * P^{1.3} / 1000$
	P aportado por MO (kg/ha)	25		30		32		$P_2O_5 (kg/ha) = Q * P_c$
	<b>P a aportar (kg de P/ha)</b>	<b>-4</b>		<b>12</b>		<b>-32</b>		
<b>CALCULO DEL ABONADO POTÁSICO Y MAGNÉSICO</b>								
	K desahle, cmol <sub>c</sub> /kg	1.2		1.2		1.2		
	Incremento de K, cmol <sub>c</sub> /kg	0.75		0.82		0.67		
	K necesario (kg/ha)	517		799		662		
	K aportado por MO, kg/ha	173		212		228		
	<b>K a aportar, kg de K/ha</b>	<b>344</b>		<b>587</b>		<b>434</b>		
	Mg desahle, cmol <sub>c</sub> /kg	2.5		2.5		2.50		
	Incremento de Mg, cmol <sub>c</sub> /kg	0.12		0.14		0.65		
	Mg necesario (kg/ha)	25		41		201		
	Mg aportado por MO, kg/ha	13		16		17		
	<b>Mg a aportar, kg de Mg/ha</b>	<b>12</b>		<b>25</b>		<b>184</b>		

Tabla 10. Cálculo de la corrección mineral de tres suelos vitícolas utilizados como ejemplo representativo de las DOs de Castilla y León

En la tabla 9 se incluye una calibración tradicional considerando un peso de suelo aproximado de 3.000 t/ha. En la tabla 10 se incluye el cálculo de la fertilización fosfórica para los suelos que estamos utilizando como ejemplo de las DOs de Castilla y León, en el que se ha descontado la aportación de la materia orgánica. Los resultados son comparables y sólo en la unidad de suelo 2 es necesaria una pequeña aportación (12 kg de P/ha), aunque hemos de tener en cuenta que no todo el fósforo de la materia orgánica se libera el año del aporte, además de la posible inmovilización del fósforo en los suelos calizos.

Los niveles de fósforo en el suelo deben ajustarse antes de la plantación, aprovechando la labor profunda. La profundidad de localización es importante ya que puede facilitar el enraizamiento de las plantas en la parte del suelo que consideremos

óptima, y asegurar a largo plazo una alimentación suficiente en fósforo, durante varios años, incluso durante toda la vida de la viña ya que las extracciones no son demasiado grandes (tabla 4). En los suelos calizos, sin embargo, no hemos de acercar este elemento al horizonte cálcico, ya que su inmovilización como fosfatos insolubles disminuiría en gran medida su efectividad.

### Equilibrio del complejo de cambio

En el suelo, el llamado equilibrio iónico se lleva a cabo entre el complejo de cambio (formado por los minerales de la arcilla y la materia orgánica), y la solución del suelo (formada por el agua en el que están disueltas las distintas sales), sobre la que se realizan todas las aportaciones como el propio agua (lluvia y riego) y los nutrientes (fertilización, trata-

mientos, contaminación...) y de la que se producen todas las extracciones (nutrición de las plantas, lavado, erosión...). En el complejo de cambio se aprecian: la fertilidad potencial, que se mide con la capacidad de intercambio catiónico (CIC), que es la despesa donde está el conjunto de los nutrientes (calcio, magnesio, sodio y potasio; la suma de todos se denomina suma de bases, SB); la acidez de cambio (AC), que es la parte vacía de la despesa ( $AC=CIC-SB$ ); la fertilidad actual, que se mide con el porcentaje de saturación de bases (V), que es la parte de la despesa que está llena ( $V=100*SB/CIC$ ); y la alcalinidad, que se mide con el porcentaje de sodio intercambiable (PSI), que es la parte de la despesa llena de este mal elemento ( $PSI=100*Na/CIC$ ). En la solución del suelo se evalúan el agua que rellena todos los poros como humedad de saturación (Hs) como referencia para el resto de las variables, la reacción (pH), la salinidad con la conductividad eléctrica (CE), y los distintos aniones (cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos).

De acuerdo con este equilibrio, al estudiar los resultados aportados por el boletín de análisis hemos de considerar el valor absoluto de los nutrientes, el valor en relación con la capacidad de intercambio catiónico, y finalmente los posibles antagonismos entre ellos, particularmente en la viña son muy importantes los existentes entre el K y el Mg, y entre el Ca y el Mg. (ver datos de las DOs en la tabla 6). Algunas de las implicaciones directas de estos elementos en la vid y en la calidad del vino se incluyen en la figura 3.

El estado nutricional de las unidades de suelo que venimos estudiando se incluye en la tabla 10. La fertilización ha de dejar equilibrados todos los elementos y sus índices ya que, aunque las cantidades de alguno de ellos sean importantes, los rendimientos no son obligatoriamente elevados ya que (ley del mínimo), es suficiente un factor desfavorable (factor limitante), para que el suelo se comporte como si fuera pobre en todos los demás elementos. En general y a la vista de la tabla, se observa que los valores bajos se refieren a aquellos índices en los que están implicados el potasio y el magnesio.

**Potasio.** Cuantitativamente es el catión más importante de la célula vegetal e interviene en los principales mecanismos fisiológicos, la fotosíntesis, la respiración y la transpiración, y por ello se considera factor de vigor y de rendimiento, factor de calidad,

de salud y de perennidad y factor de resistencia a la sequía.

**Magnesio.** Entra en la composición de la clorofila; neutraliza los ácidos orgánicos y participa con el calcio y el potasio en el balance iónico intracelular. A pesar de su importancia sobre todo en suelos calizos, su aportación sistemática no es demasiado frecuente.

Por lo tanto, el cálculo de la cantidad de potasio, magnesio (y en su caso el calcio) a aportar como abonado de fondo en la plantación de la viña, se determina conjuntamente a partir de los análisis del suelo teniendo en cuenta todos los índices relacionados y es obvio, que en el resultado final se han de conservar las diferentes relaciones en los niveles de referencia adecuados (tabla 5). Para las tres unidades de suelo consideradas en el ejemplo de las DOs de Castilla y León, excluido el coeficiente de fijación de las arcillas (2.17, 1.85 y 1.69 respectivamente), se calcula en la tabla 10.

Las aportaciones a realizar, a pesar de descontar los valores de la materia orgánica, son importantes: en la unidad de suelo 1 (344 kg de K/ha y 12 kg de Mg/ha), en la unidad de suelo 2 (587 kg de K/ha y 25 kg de Mg/ha), y en la unidad de suelo 3 (434 kg de K/ha y 184 kg de Mg/ha).

#### **b) Abonado de viña en producción (abonado de mantenimiento y/o restitución).**

El abonado de mantenimiento debe compensar no sólo los consumos anuales (extracciones: cosecha) con el mantenimiento de los niveles de reserva conseguidos, sino también las pérdidas por lixiviación (lavado del suelo: N, K, Mg, Ca) o inmovilización (fijación por el suelo: K, P; órganos perennes, malas hierbas). La fertilización consistirá entonces en aportar las cantidades necesarias para una alimentación equilibrada de la viña, ni demasiado elevadas, ya que entrañaría un vigor excesivo y un descenso de la calidad con riesgos de manifestación de carencias, ni demasiado débiles.

En la práctica, es difícil, sino imposible calcular el resultado final del balance. El viticultor dispone, sin embargo, de medios para apreciar el estado de salud fisiológica de la planta y frenar los problemas debidos a un desequilibrio, una insuficiencia o un exceso de uno o varios elementos nutritivos. En la fertilización de mantenimiento se ha de considerar el abonado orgánico y el abonado mineral.

Rf°	PROPIEDADES	Unidad de suelo 1	Unidad de Suelo 2	Unidad de Suelo 3
<b>CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE HUMUS POR MINERALIZACIÓN</b>				
P	Peso del suelo (T/ha)	1728	2468	1967
	Materia orgánica (%)	1	1.25	1.25
	Stock de humus (T/ha)	17.28	30.85	24.5875
K <sub>2</sub>	Coefficiente de mineralización (%)	1.1	1.4	2
H <sub>p</sub>	Pérdidas de humus(kg/ha/año)	190	432	492
<b>CÁLCULO DE ABONADO ORGÁNICO</b>				
H <sub>m</sub>	Estiércol a aportar , t/ha/año	3	6	7
<b>CÁLCULO DEL ABONADO NITROGENADO</b>				
N <sub>l</sub>	N liberado del humus (kg/ha/año)	10	22	25
N <sub>m</sub>	N del año del aporte (kg/ha/año)	2	6	6
	N a aportar (kg de N/ha/)	39	24	20
<b>CÁLCULO DEL ABONADO FOSFÓRICO</b>				
P <sub>m</sub>	P liberado (kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/año)	7	15	18
	P a aportar (kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/año)	8	0	-3
<b>CÁLCULO DEL ABONADO POTÁSICO</b>				
K <sub>m</sub>	K liberado (kg de K <sub>2</sub> O/ha/año)	10	22	25
	K a aportar, kg de K <sub>2</sub> O/ha/año	36	24	21
<b>CÁLCULO DEL ABONADO MAGNÉSICO</b>				
M <sub>m</sub>	Mg liberado (kg de MgO/ha/año)	9	20	23
	Mg a aportar, kg de MgO/ha/año	2	-9	-12
<b>CÁLCULO DEL ABONADO CÁLCICO</b>				
C <sub>m</sub>	Ca liberado (kg de CaO/ha/año)	19	43	49
	Ca a aportar, kg de CaO/ha/año	52	28	22

Tabla 11. Cálculo del abonado de mantenimiento de los suelos vitícolas más representativos de las DOs de Castilla y León (ver tabla 8)

	Análisis del suelo	Análisis de la planta	Comportamiento de la viña
<b>Nitrógeno</b>	Inútil	Útil	<b>Muy útil</b>
<b>Fósforo</b>	Útil	Útil	Inútil
<b>Potasio</b>	<b>Muy útil</b>	Muy útil	Muy útil
<b>Magnesio</b>	Útil	<b>Muy útil</b>	Muy útil
<b>Oligoelementos</b>	Útil	<b>Muy útil</b>	Muy útil

Tabla 12. Utilidad de los diferentes criterios en la fertilización mineral de mantenimiento

El **abonado orgánico** de mantenimiento debe compensar fundamentalmente las pérdidas de mineralización, descontando los aportes de la vegetación espontánea (y en su caso, cubiertas vegetales temporales o permanentes) y los retornos de la propia viña: hojas, sarmientos...

En la tabla 11 se calculan las pérdidas anuales de humus por mineralización para los suelos utilizados como ejemplo de las DOs de Castilla y León, y la cantidad de materia orgánica necesaria para su restitución. En el cálculo se ha tenido en cuenta el nivel de materia orgánica conseguido con la

<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-MgO</b>		<b>INDICE (%)</b>	<b>Nitrógeno</b>		<b>INDICE (%)</b>
Estado de fertilidad del suelo	Muy pobre	+100	Vigor de la viña	Fuerte	-50
	Pobre	+50		Débil	+50
	Satisfactorio	0	Tendencia a Botritis	Fuerte	-20
	Rico	-100	Materia orgánica	Alto	-20
	Muy rico	-100		Bajo	+20
Profundidad efectiva del suelo	Muy profundo (> 80 cm)	-20	Trabajo del suelo en verano		-10
	Poco profundo (<40 cm)	+20	Cubierta vegetal según permanencia		+0-40
Elementos gruesos	Bajo (< 20 %)	-20	Suelo ligero		+10
	Alto (>40 %)	+20	Elementos gruesos	Bajo (< 20 %)	-10
Materia orgánica	Alto	-10		Alto (>40 %)	+10
	Otros	Bajo	+10	Profundidad efectiva del suelo	Muy profundo (> 80 cm)
Riego regular o precipitación abundante (>1000 mm)		-25	Poco profundo (<40 cm)		+15
Trituración de sarmientos		-20			

Tabla 13. Índice de ponderación del fósforo, del potasio, del magnesio y del nitrógeno en porcentaje de la dosis normal a aportar

enmienda orgánica de preplantación y el coeficiente de mineralización anual ( $k_2$ ), que varía de acuerdo con las condiciones de clima y suelo.

Dado los bajos niveles de materia orgánica considerados como adecuados, las necesidades no son excesivas: unidad de suelo 1 (3 t/ha/año), unidad de suelo 2 (6 t/ha/año), y unidad de suelo 3 (7 t/ha/año), y las aportaciones de mantenimiento se pueden hacer cada dos/tres años, aunque, y debido al carácter experimental de los coeficientes  $k_1$  y  $k_2$  y de su variabilidad, es conveniente incrementar estos valores al menos en un 10 %.

El **abonado mineral** de mantenimiento debe compensar fundamentalmente las exportaciones, las fijaciones y el lavado. Los criterios para este tipo de abonado se basan en el análisis del suelo, el análisis foliar o peciolar, y en el comportamiento de la propia viña (tabla 12).

En el cálculo de este tipo de abonado, a veces se considera suficiente utilizar valores medios de extracciones de nutrientes, que como hemos comentado son extremadamente variables (tabla 4). La dosis normal necesaria se efectúa con una mera multiplicación, y la dosis final a aportar será el resultado de aplicar sobre ella las ponderaciones indicadas en la tabla 13. El cálculo realizado en la tabla 11 pretende tener en cuenta las mismas consideraciones de una forma razonada.

**Fertilización nitrogenada.** El nitrógeno aumenta generalmente el vigor y la capacidad de producción de las cepas y sus relaciones con el medio, la viña y el vino son determinantes (figura 3). El nitrógeno

que permanece en el suelo se relaciona frecuentemente con la materia orgánica (es la forma más segura de perdurar), y dado su carácter excesivamente lábil, no es viable hacer la corrección con el abonado de fondo. En las DOs de Castilla y León sus niveles son generalmente muy bajos.

La dosis a aportar en la fertilización nitrogenada está ligada al vigor actual y deseable de la viña orientado al tipo de producción (uva de mesa, vino corriente o vino de calidad), a la pluviometría del año precedente, y al tipo de suelo, con un cuidado especial en los suelos arenosos (elementos que tienen en cuenta en el factor de corrección de la tabla 13). En el cálculo de la tabla 11 se tienen en cuenta además, las propiedades del suelo y el nitrógeno liberado en el proceso de mineralización de la materia orgánica y en el aporte anual (estiércol). Los valores a aportar sobre las necesidades de la viña son: unidad de suelo 1 (39 kg de N/ha/año), unidad de suelo 2 (24 kg de N/ha/año), y unidad de suelo 3 (20 kg de N/ha/año).

**Fertilización fosfórica de mantenimiento.** Está relacionada con el tipo de suelo, el vigor, el volumen de producción y las exportaciones previstas, y además es importante tener en cuenta un coeficiente de mayoración por retrogradación en los suelos calizos y ácidos que, aunque inferior que en el caso de cultivos anuales, puede llegar a 10 unidades de  $P_2O_5$ .

En el cálculo incluido en la tabla 11 se tienen en cuenta además, las propiedades del suelo y el fósforo liberado en el proceso de mineralización de la materia orgánica. Los valores a aportar sobre las

necesidades de la viña son muy bajas en la unidad de suelo 1 (8 kg de  $P_2O_5$ /ha/año), e incluso innecesarios en las unidades de suelo 2 y 3.

Fertilización potásica de mantenimiento. Está relacionada con el tipo de suelo, el vigor, el volumen de producción y las exportaciones previstas, además, se ha de tener en cuenta un coeficiente de mayoración por la fijación del potasio en las arcillas que puede variar entre 15 y 20 unidades de  $K_2O$ .

En el cálculo incluido en la tabla 11, también se tienen en cuenta las propiedades del suelo y el potasio liberado en el proceso de mineralización de la materia orgánica. Los valores a aportar sobre las necesidades de la viña son: unidad de suelo 1 (36 kg de  $K_2O$ /ha/año), unidad de suelo 2 (24 kg de  $K_2O$ /ha/año), y unidad de suelo 3 (21 kg de  $K_2O$ /ha/año).

Fertilización magnésiana de mantenimiento. Está relacionada con situaciones específicas como una carencia identificada, nutrición deficiente detectada por el análisis de la planta, abonado potásico temporal importante o corrección necesaria debida al tipo de suelo diferida en el tiempo. El análisis del suelo es una ayuda inestimable a este respecto.

En el cálculo incluido en la tabla 11 se tienen en cuenta además, las propiedades del suelo y el magnesio liberado en el proceso de mineralización de la materia orgánica. Solamente el balance es negativo en la unidad de suelo 1 (2 kg de  $MgO$ /ha/año), y no son necesarios aportes de magnesio en los restantes.

Es interesante comentar el resultado de lo que podíamos llamar fertilización cálcica. La vid es una planta que necesita calcio como obviamente se ha deducido de lo anteriormente expuesto, y además este influye en la nutrición del magnesio y en la calidad del vino (fig 3).

En el balance de la tabla 11, el calcio resulta muy deficitario, incluso teniendo en cuenta el liberado en la mineralización del humus (52, 28 y 22 kg de  $CaO$ /ha/año respectivamente para los suelos 1, 2 y 3). Si bien no es necesario aportar este elemento por motivos relacionados con las necesidades de la viña, ya que los suelos calizos están suficientemente dotados, no hemos de olvidar que su equilibrio con el magnesio, y el de éste con el potasio, pueden hacer que a veces sea interesante su incorporación a estos suelos y no sólo en los que carecen de este elemento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Delas, J. 2000. Fertilisation de la vigne. Editions Feret. Bordeaux. 160pp
- Fregoni, M. 1996. Nutrizione e fertilizzazione della vite. Edagricole. 418pp
- Gómez-Miguel, V. y Sotés, V. 1990-2010. Delimitación de zonas vitícolas en la DO Ribera de Duero, en la DOCa Rioja, en la DO Rueda, en la DO Toro, en la DO Bierzo, en la DO Somontano, en la DO Cigales y en la DO Arribes. Informes técnicos ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid,.
- Gómez-Miguel, V. 2007. Inventarios del Recurso Suelo de las DO de Castilla y León: II. DO Toro. Innovación y Tecnología Agroalimentaria, 2: 99-112.
- Gómez-Miguel, V. 2008. Inventarios del Recurso Suelo de las DO de Castilla y León: III. DO Cigales. Innovación y Tecnología Agroalimentaria, 3: 44-55.
- Gómez-Miguel, V. 2009. Inventarios del Recurso Suelo de las DO de Castilla y León: III. DO Rueda. Innovación y Tecnología Agroalimentaria, 3: 44-55.
- Reynier, A. 2002. Manual de viticultura. Mundi Prensa. 497pp
- Roser, J.P. y J.L. Spring. 1996. Fumure de la vigne. Revue suisse Vitic.Arboric.Hortic., 28(1): 69-72
- SCPA. 1996. La fertilisation raisonnée de la vigne. SCPA. Bordeaux
- Soyer, J.P. 2004. Besoins exportations et pertes en éléments minéraux. L'Union girondine des vins de Bordeaux. 995. AOC Paris
- Treeby, M.T., B. H. Goldspink y P. R. Nicholas. 2004. Nutrition management. In: P. Nicholas. 2004. *Soil, irrigation and nutrition (vine)*. S.Australian R.D.I.2002pp
- USDA. 2006. Keys to Soil Taxonomy. Soil Survey Staff. Natural Resources Conservation Service. Tenth edition. Washington, D.C. 341 pp
- Vez, A. 1993. La fumure de la vigne. Revue suisse Vitic.Arboric.Hortic., 25(1): 57-64

# EQUILIBRIO DEL VIÑEDO: MANEJO DEL POTENCIAL VEGETATIVO ORIENTADO A LA CALIDAD DE LA UVA

Jesús Yuste Bombín

*Doctor Ingeniero Agrónomo. Especialista en Viticultura. ITACYL - Valladolid*

---

La importancia de la uva en el proceso vitivinícola es algo indudable, ya que es la materia prima del mismo, a pesar de que el vino ha acaparado generalmente todo el protagonismo. La máxima que dice que la calidad del vino radica en la calidad de la uva ha venido a ser demostrada a medida que las técnicas enológicas se han desarrollado y su avance ha permitido la apreciación de la calidad diferenciada de muchos vinos.

Aunque el concepto de calidad encierra una alta carga de subjetividad, en general se puede hablar de forma abstracta de "calidad" del vino y de la uva. Este concepto de calidad de la uva incluye diversos aspectos, alguno de los cuales son más "generalizables", como el estado sanitario o el estado de madurez de la uva, mientras que otros son más peculiares, como el carácter varietal, la idoneidad para el tipo de vino a producir, o las cualidades organolépticas en sentido global derivadas del medio y del cultivo del viñedo.

Dado que el medio donde se desarrolla el viñedo y se produce la uva es distinto en cada situación, el objetivo para la producción de uva de alta calidad debe ser la búsqueda del equilibrio en el viñedo, puesto que "equilibrio" se traduce en "calidad", de tal forma que se debe hablar de viticultura de calidad cuando se trata de viñedo en equilibrio, equilibrado.

## 1. POTENCIAL Y EQUILIBRIO VEGETATIVO

El conjunto de posibilidades de desarrollo de una variedad de vid en un medio vitícola determinado, que son capaces de hacerla vegetar y producir, se integra en un potencial de producción, denominado "potencial vegetativo", que da lugar a producción de fruto, madera y calidad de uva, en un "equilibrio vegetativo" fundamental e interesante para el proceso vitivinícola, según afirma Hidalgo (1993) muy atinadamente. Las tres vertientes parciales de producción están íntimamente relacionadas entre sí, por lo que cualquier actuación sobre una de ellas repercute sobre las otras, de tal manera que así se abre la posi-

bilidad de intervención en diversos sentidos para modificar el "equilibrio vegetativo" del viñedo, por ejemplo favoreciendo o restringiendo el vigor de la cepa, o ayudando o reprimiendo el incremento de la producción de uva, dependiendo del objetivo general del cultivo del viñedo.

El medio vitícola ofrece un potencial vegetativo al viñedo pero éste no lo aprovecha totalmente, pues la transformación del mismo conlleva unas "pérdidas" de producción vegetativa debidas al propio manejo del cultivo (poda, conducción, etc...), que incluso pueden ser perseguidas intencionadamente en provecho de la calidad o de la producción de uva. Este conjunto de pérdidas hace que el potencial vegetativo utilizable se traduzca en la "expresión vegetativa". La expresión vegetativa es distribuida en producción de fruto, madera y calidad de forma diferente según la variedad de que se trate, pues cada variedad vinífera tiene una vocación determinada, de manera que pretender alcanzar grandes producciones con variedades finas o de calidad, es poco recomendable, como tampoco lo es tratar de restringir en exceso la producción buscando una calidad excepcional en variedades cuya vocación es la abundancia de fruto.

En una viticultura de calidad, a través de las distintas operaciones de cultivo se tratará de alcanzar el equilibrio vegetativo de la cepa, orientando la transformación del potencial vegetativo del medio, dirigiendo su destino, de manera equilibrada, hacia la producción de elementos vegetativos, de uva, madera y calidad, en función del objetivo perseguido. La obtención de una calidad determinada de uva depende lógicamente de la interacción entre los distintos componentes de la expresión vegetativa. En este sentido, hay que tener en cuenta que para cada nivel de expresión vegetativa hay cierto umbral de cosecha en el que se sitúa la máxima calidad alcanzable, fuera del cual la calidad decrece, tanto por escasez de dicha cosecha como por exceso de la misma. No hay que olvidar tampoco que el máximo nivel de calidad accesible se reduce paulatinamente a



medida que aumenta el nivel de expresión vegetativa del viñedo.

El conocimiento actual de diversos factores o técnicas de cultivo (portainjertos, clones de variedades viníferas, sistema de conducción, poda, riego, fertilización, mantenimiento del suelo, operaciones en verde, etc...) permite la intervención orientada en el viñedo hacia su equilibrio vegetativo como mejor método para la obtención de uva de calidad. De hecho, la utilización de la mayoría de estas técnicas ha mostrado una evolución considerable en los últimos años, de modo que actualmente el uso de cada una de ellas empieza a ser entendido como una parte de la gestión integral del cultivo del viñedo, pues los efectos derivados de la aplicación de cada una de dichas técnicas de cultivo tienen importantes repercusiones en la producción y en la calidad de la uva.

Los factores de gestión que se pueden destacar, en un medio determinado, para orientar el potencial vegetativo hacia la calidad de la uva, serían los siguientes:

- PORTAINJERTOS: criterios de elección y tendencias.
- VARIEDADES Y CLONES DE VINÍFERAS: limitaciones y alternativas.
- DENSIDAD DE PLANTACIÓN: tendencias y adaptación.
- SISTEMA DE CONDUCCIÓN: concepto, evolución y alternativas.
- PODA: objetivos, alternativas y adaptación.
- RIEGO: efectos, objetivos y criterios.
- FERTILIZACIÓN: evolución, criterios y posibilidades.
- MANTENIMIENTO DEL SUELO: objetivos y alternativas.
- OPERACIONES EN VERDE: alternativas, posibilidades y adaptación.

## 2. PORTAINJERTOS

La elección del portainjerto es fundamental para el buen establecimiento del viñedo, pues condiciona, en cada individuo, el desarrollo, el crecimiento, el rendimiento productivo y vegetativo y, por tanto, la calidad de la cosecha. Los criterios de elección son muy variados y dependen fundamentalmente del tipo de suelo, de la variedad a injertar, del régimen hídrico que la plantación vaya a tener, y del terreno en que se vaya a situar el viñedo, si bien hay que tener pre-

sentes los que se enumeran a continuación: resistencia a la filoxera, resistencia a la caliza, adaptación a las condiciones físico-químicas del medio (sequía, humedad, salinidad, etc...), compatibilidad con la variedad, vigor que confiere a la variedad, facilidad de estaquillado y de injerto en campo, capacidad de enraizamiento, acción sobre el ciclo vegetativo de la variedad y sobre la calidad de la uva.

A lo largo de los últimos años han cambiado los tipos de suelo donde se planta el viñedo, de tal manera que muchos de ellos son de fertilidad considerable o disponen de la posibilidad de ser regados, lo cual está llevando a la elección de portainjertos más variados, no ciñéndose exclusivamente a los portainjertos resistentes a la sequía o a la caliza. En particular se observa una tendencia bastante definida hacia el uso de portainjertos de vigor reducido, entre los que se pueden incluir los siguientes, en orden decreciente de capacidad desvigorizante: 420 A, 101-14 M, 5 C, 3309 C, 41 B, RGM.

## 3. VARIEDADES VINÍFERAS Y CLONES

La mayoría de los viñedos en España ha estado constituida hasta épocas recientes por variedades que podrían benévolamente calificarse como autóctonas. El material vegetal existente de dichas variedades autóctonas era, en general, poco homogéneo y se presentaba muy mezclado en los viñedos viejos, que aún son abundantes. Además, en parte de dichos viñedos se ha encontrado con frecuencia una presumible sintomatología patológica correspondiente a cierto grado de afecciones viróticas.

La entrada de los vinos 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 están fuera de toda duda. Las características y el estado de las plantas son la base de partida para obtener producciones rentables y de calidad. El material vegetal es un factor de producción que, bien elegido, facilitará la aplicación del resto de los facto-

res de cultivo para alcanzar los objetivos productivos y cualitativos deseados.

#### A. VARIEDADES ALTERNATIVAS

El reglamento de cada Denominación de Origen dictamina que variedades viníferas pueden ser utilizadas en las plantaciones, de manera que dicha normativa establece de manera taxativa las posibilidades de elección de variedades.

La variedad Tempranillo es la variedad más utilizada actualmente en el contexto del sector vitivinícola nacional, y la base de gran número de vinos. A nivel nacional presenta una posición similar a la que representa, en cierto modo, la variedad Cabernet sauvignon a nivel mundial. La variedad Tempranillo es conocida por otros sinónimos, Tinta del País, Tinto fino y Tinto aragonés, en la Ribera del Duero y Cigales, 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 denominadas "mejorantes" que podrían tener interés en diversas zonas vitícolas españolas. Entre las tintas están, además de Cabernet sauvignon, Cabernet franc, Merlot, Petit verdot, Pinot noir y Syrah. Y entre las blancas, estarían Chardonnay, Riesling, Sauvignon blanc y Viognier.

#### B. CLONES SELECCIONADOS Y CERTIFICADOS

La selección clonal es el único método factible para mejorar el material vegetal de una variedad autóctona o tradicional ya existente, como podría ser el caso de la variedad Verdejo en Rueda, o de la variedad Tempranillo 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 con material comercial estándar o recogido en la propia zona para injertar en vivero o 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 interesaban. En otros casos, los viticultores han acudido a variedades foráneas, como pueden ser consideradas Petit verdot y Syrah, 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 y de mayor calidad y adaptación, hay que recurrir al material seleccionado clonal y sanitariamente, persiguiendo la obtención de unos clones finales de acuerdo con criterios objetivos de selección, enfocados siempre hacia la mejora de la calidad de la uva y del vino, sin olvidar aspectos como pueden ser precocidad, producción, tipo de uva y de racimo. En todo caso, resulta fundamental someter a consideración las características del terreno, el clima y los objetivos de producción, para llevar a cabo la elección de clones de la variedad determinada que permita la mejor adaptación posible de los mismos en cada situación. A modo de ejemplo, se puede citar la obra "Clones certificados de las principales variedades tradicionales de vid en Castilla y León", publicada por el ITACyL en 2009, donde se presentan las características detalladas de los clones certificados de 8 variedades con referencia a las características de cada una de dichas variedades.

#### 4. DENSIDAD DE PLANTACIÓN

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 (distancia intercepas). La densidad de plantación y la disposición de la plantación, o sea el marco de 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.

Se pueden indicar marcos de plantación "habituales" que varían entre (2,40 m x 1,20 m) y (3,30 m x 1,60 m), que se han ampliado últimamente hasta distancias entre filas de sólo 2,20 m y distancias entre cepas de sólo 0,80 m. Estos marcos de plantación suelen corresponder a densidades de plantación de entre 2.000 cepas/ha y 3.000 cepas/ha, que se han ampliado hasta valores cercanos a 5.000 cepas/ha. Hay que tener en cuenta que la elección técnica del marco de plantación tiene mucha importancia por-

que 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 requieren 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 generalmente 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 los resultados de ensayos realizados en regiones cercanas o que tengan ciertas similitudes.

Se pueden resumir, de forma genérica y orientativa, algunas valoraciones sobre la densidad de plantación, de la siguiente manera:

- 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 densidad óptima 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 decisivamente 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.

## 5. SISTEMA DE CONDUCCIÓN

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. Está definido por el resultado de la síntesis de dos grupos de operaciones:

- Modo de conducción: altura de 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.

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, humedad.
- Manejo del viñedo: mecanización, intervenciones manuales.
- Características del desarrollo vegetativo.
- Características de la uva.

### A. OBJETIVOS DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN

La conducción de la superficie foliar debe perseguir los siguientes objetivos:

- 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 botrytis.
- 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.

## B. VASO Y ESPALDERA: EVOLUCIÓN DE SISTEMAS

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 empalzamiento de apoyo o soporte, y de la vegetación en el comportamiento global del cultivo, éste es un parámetro común de referencia. 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.

El vaso es un 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 empalzamiento 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.

La espaldera es un modo de conducción provisto de un sistema de empalzamiento 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 empalzamiento 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.

## C. ESPALDERA: TIPOS DE ALTERNATIVA

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, 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 empalzamiento (*trellis*), reservando el nombre de "espaldera" para los sistemas de empalzamiento 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 sistemas 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"). 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".

En la viticultura española actual, podríamos considerar que básicamente los sistemas que pueden ser una alternativa sería a los tradicionales vaso y espaldera, estarían integrados en primer lugar, por el Cordón vertical en el caso de sistemas sin empalzamiento de vegetación ni de brazos, en segundo lugar, por la Cortina simple en el caso de sistemas sin empalzamiento de vegetación, y en tercer lugar, para terrenos muy fértiles y de alto potencial de vigor, el GDC o la Lira en U o V, de empalzamiento de la vegetación en dos planos.

## 6. PODA

La poda de la vid incluye los cortes y supresiones que se ejecutan en los sarmientos, los brazos y excepcionalmente en el tronco, así como en las partes herbáceas (pámpanos, hojas, racimos, etc.), que se llevan a cabo algunos o todos los años. El concepto clásico sería la eliminación total o parcial de algunos órganos de la vid, mientras que el concepto actual consideraría las intervenciones directas en el viñedo para controlar el crecimiento y manejar la vegetación.

Los diferentes **tipos de poda** se pueden clasificar, básicamente en función de la finalidad y de la fase de vida del viñedo, de la siguiente manera: a/ De formación: en seco y en verde. b/ De transformación; c/ De producción y mantenimiento; d/ De rejuvenecimiento.

Mientras que el sistema de formación sería la parte estratégica, el sistema de poda sería la parte táctica para conseguir un determinado tipo de sistema de conducción. De ahí que la poda sea una herramienta decisiva para definir la espaldera. 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.

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.

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 este sentido, hay que considerar la adaptación del potencial de rendimiento unitario de la cepa a través de la poda, primeramente en seco, y posteriormente en verde. La poda debe permitir el equilibrio progresivo del viñedo a lo largo de los años para producir uva de calidad, manteniendo producciones moderadas, o bajas cuando la edad del viñedo es elevada.

## 7. RIEGO

El riego es una técnica de cultivo empleada en el viñedo en numerosas zonas del mundo. Su utilización ha perseguido básicamente la aportación a la planta del agua que ésta necesita, si bien los criterios para determinar cuales son las necesidades hídricas del viñedo pueden ser muy diferentes según el objetivo final perseguido.

Los factores que condicionan en general el consumo de agua en el suelo son: atmósfera (ET), suelo (reserva hídrica), planta (variedad, patrón), y técnicas de cultivo.

La **dotación hídrica** requerida por la vid en las distintas regiones del mundo se encuadra dentro del siguiente rango: con más de 500 mm anuales, en general no se riega, y con menos de 300 mm de agua sí se hace. Estas dotaciones mínimas varían dependiendo de:

- Las características medioambientales (clima y suelo) y de cultivo de cada zona.
- La edad de la planta.
- El estado fenológico: reparto teórico del consumo de agua a lo largo del ciclo vegetativo.
- El estado sanitario del viñedo.
- La tolerancia a la sequía de cada combinación variedad-patrón.

Los efectos del riego en la planta pueden ser *favorables*:

- Mayor intensidad del crecimiento vegetativo (raíces, tallos, hojas).
- Aumento de la actividad fotosintética.
- Mayor fertilidad.
- Mayor acumulación de reservas.
- Adelanto en la formación de la cepa y, por lo tanto, en su entrada en producción.
- Aumento del peso de cosecha.
- Consecución de producciones más regulares.
- Aumento de la cantidad global de azúcares por hectárea.
- Evitación de que se produzca una parada en la acumulación de azúcares.
- Posibilidades de bajada de la concentración de azúcares (interesante en algunas zonas).

Los efectos también pueden ser *desfavorables*, si el riego es aplicado inadecuadamente:

- Desequilibrio de la planta hacia el crecimiento vegetativo (exceso de vigor), lo que puede favorecer el corrimiento, disminuir la fertilidad y alargar el ciclo vegetativo (retraso del inicio del envero y del agostamiento).
- Disminución de la calidad de la uva: menor concentración de azúcares, mayor acidez, disminución de concentración de materia colorante por descenso del ratio hollejo/pulpa y, en la fase final de la maduración, se puede producir rotura de bayas y fenómenos de dilución de la pulpa.

- El aumento del vigor puede ocasionar condiciones microclimáticas del *canopy* desfavorables para la maduración e incrementar la presión de enfermedades fúngicas.

El **objetivo general** debe perseguir que *la planta debe disponer de un régimen hídrico en el cual no exista una limitación para el desarrollo y sea adecuado para conseguir un equilibrio entre el rendimiento y la calidad.*

El riego debe contemplarse teniendo en cuenta el estado hídrico del suelo, cuyo seguimiento puede basarse en la tensión matricial del suelo (esfuerzo de extracción de agua), a través de la fijación de umbrales de tensión matricial en función del estado fenológico y los objetivos de producción, siendo por tanto imprescindible la monitorización de la humedad del suelo. El control del estado hídrico puede realizarse directamente en la planta e indirectamente en el suelo.

Los métodos de medida en planta más utilizados se resumen así:

- Potencial hídrico foliar (cámara de Scholander).
- Resistencia a la difusión estómatomática (porómetro).
- Dendrometría de tronco o tallo.
- Curva de crecimiento del pámpano.
- Curva de crecimiento de la baya.

Los métodos habituales de valoración del agua en el suelo son:

- Método gravimétrico (lisímetro).
- Medida del potencial matricial: tensiometría y resistencia.
- Medida volumétrica: capacitancia, termalización, reflectometría.

Actualmente se están desarrollando estrategias de gestión del agua en el suelo basadas en el riego deficitario, cuyo objetivo es controlar el crecimiento vegetativo para conseguir vides equilibradas, mejorar la eficacia de uso del agua y la calidad del fruto, para lo cual se pretende obtener el control del vigor y del tamaño de la baya. La estrategia consiste en someter a la viña a un período de estrés controlado y moderado, que generalmente se hace tras el cuajado, donde más viable es el control del crecimiento de las bayas. Para ello es imprescindible la monitorización del estado hídrico de la planta y del suelo, de tal manera que los efectos cualitativos del riego defici-

tario deben concretarse en la posible disminución del rendimiento, la mejora de la calidad de la uva y una maduración más temprana.

## 8. FERTILIZACIÓN

La fertilización del viñedo representa uno de los aspectos más inciertos en cuanto a la respuesta de las cepas a la aplicación de un tratamiento u operación de cultivo. No obstante, la fertilización puede contemplarse, a grandes rasgos, dentro de dos tipos: orgánica y mineral.

### A. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

La fertilización orgánica debe tratar de compensar la pérdida de materia orgánica que tiene lugar en el suelo. A la vez, debe mejorar las condiciones estructurales del mismo y aportar los elementos nutritivos necesarios para la planta. En función de la naturaleza del suelo, los aportes de materia orgánica juegan un papel particular:

- En suelos poco ácidos se aumenta la fertilidad.
- En suelos arenosos y limosos se mejora la estructura, la capacidad de retención de agua, la actividad biológica y la capacidad de intercambio de cationes.
- En suelos arcillosos se mejoran las propiedades mecánicas del suelo.

El momento óptimo para la realización de la fertilización orgánica es a principios del invierno, aunque existen otras posibilidades dependiendo del tipo de fertilizante que se aplique. Por ejemplo, un abono líquido puede aplicarse en otros momentos.

La manera de aplicación de la materia orgánica puede ser en el total de la superficie del viñedo, o localizándola en el centro de las calles (1/2 ó 1/3).

La cantidad anual de materia orgánica recomendable a aplicar en un viñedo con un suelo normal oscila entre 10 y 15 toneladas/ha (estiércol), aunque depende de los siguientes factores:

- Contenido en materia seca: variable según sea el tipo de fertilizante.
- Relación C/N (carbono/nitrógeno): informa del grado de evolución de la fertilización, cuanto más débil más deprisa se descompondrá la materia orgánica y viceversa.

- Coeficiente isohúmico: informa sobre la cantidad de humus estable que va a ser aportado por la fertilización.
- Contenidos en elementos fertilizantes de la materia orgánica.

Además, es necesario tener en cuenta el precio de venta de la unidad fertilizante, la cantidad de humus estable que será producido por el abono orgánico, las posibilidades de adquisición del fertilizante y el volumen de materia orgánica a transportar y a repartir.

Existen varios tipos de fertilizantes orgánicos, entre los que cabe destacar el estiércol y los residuos orgánicos vegetales y animales.

### B. FERTILIZACIÓN MINERAL

La fertilización mineral persigue mejorar la nutrición de la planta, si se hace de una manera correcta y equilibrada, y compensar las pérdidas producidas, ya sean por lavado (K, Mg, Ca, N), por fijación en el suelo (K, P), por captación de elementos minerales por malas hierbas, etc.

Existen varios elementos minerales importantes para el desarrollo adecuado y la evolución correcta de un viñedo: N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO y B. Además, hay otros elementos que pueden ser importantes si la planta sufre alguna carencia mineral: Fe, Mn, Ca.

El *Nitrógeno* aumenta el vigor y la capacidad de producción de la cepa, pero un exceso puede acarrear graves problemas al aumentar la sensibilidad a enfermedades criptogámicas y al corrimiento fisiológico, lo que acarrea una disminución cuantitativa y cualitativa de la calidad de la uva. La mayor parte de los suelos permite la alimentación de la vid en nitrógeno a partir de la mineralización de la materia orgánica bajo el efecto del calor y la humedad. La tendencia actual está basada en una reducción del abonado nitrogenado optando, generalmente, por el abonado orgánico antes que por los aportes minerales. Si se hace aporte mineral se elegirá su forma amoniacal en el momento del desborre, así le da tiempo a descender a las raíces para la época de máxima demanda, que ocurre entre junio y julio. La cantidad a aportar será de 40 a 60 kg/ha en plantaciones de vigor normal y pobres en materia orgánica.

El *Fósforo* corrige efectos derivados de las carencias de nitrógeno, disminuye la sensibilidad al corrimiento y a las enfermedades criptogámicas. De forma general se le considera como regulador del desarrollo

de la planta. Favorece el crecimiento de las raíces por lo que es indispensable en la instalación de las plantas durante los primeros años que siguen a la plantación. La cantidad a aportar será de 15 a 30 kg/ha ( $P_2O_5$ ) en suelo normal.

El *Potasio* interviene en los principales mecanismos fisiológicos, la fotosíntesis, la respiración y la transpiración. Es un factor de vigor y de rendimiento ya que favorece la respiración y activa el crecimiento. Es un factor de calidad porque aumenta la fotosíntesis y la migración y acumulación de azúcares en los frutos. Es un factor de salud y perennidad puesto que facilita el reparto de las reservas entre las distintas partes de la planta. Es un factor de resistencia a la sequía ya que interviene en la regulación de la apertura y el cierre de estomas. La cantidad a aportar será de 60 a 90 kg/ha ( $K_2O$ ) en suelo normal.

El *Magnesio* neutraliza los ácidos orgánicos y participa con el calcio y el potasio en el balance iónico intracelular. La carencia aparece en suelos ácidos sometidos a lavado o en suelos que hayan recibido abonados potásicos muy fuertes. El aporte de magnesio será de 20 a 30 kg/ha (MgO).

El Boro y otros elementos minerales pueden ser aportados a la planta en el caso que haya que realizar una corrección debido a una carencia. En el caso del boro se aportará de 1 a 2 kg/ha.

En resumen, el equilibrio de fertilización de N-P-K puede ser, aproximadamente, de 2-1-4. Se aportará la cantidad necesaria de magnesio, que suele venir asociada en las fórmulas comerciales de los abonos minerales, así como elementos minerales específicos, cuando sean necesarios, para corregir carencias.

## 9. MANTENIMIENTO DEL SUELO

El mantenimiento del suelo en el viñedo se ha venido realizando de forma generalizada a través de labores de arado, de mayor o menor profundidad. Esta práctica ha estado sustentada en la creencia de que el principal objetivo debía ser la eliminación de la competencia por los recursos hídricos y minerales que suponen las malas hierbas. Sin embargo, el mantenimiento del suelo debe perseguir diversos objetivos.

### A. OBJETIVOS

A.1. Crear y mantener condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo adecuadas para el creci-

miento, la distribución y la actividad de las raíces.

La degradación de estas condiciones supone limitar el crecimiento y la actividad del sistema radicular que condiciona el potencial productivo y cualitativo del viñedo.

A.2. Controlar la vegetación espontánea.

La competencia de la vegetación natural por los elementos minerales y por el agua con el viñedo, implica la limitación del desarrollo vegetativo de la vid y, por lo tanto, tiene consecuencias directas sobre el rendimiento y la calidad de la uva.

A.3. Integrar el propio mantenimiento con las operaciones de cultivo.

La técnica del mantenimiento del suelo aplicada interfiere con otras técnicas de cultivo como el riego y la fertilización, y con todas aquellas operaciones que impliquen la circulación de maquinaria y personas en el viñedo, debido a su clara relación con el estado de la superficie del suelo.

A.4. Contribuir a la regulación del viñedo.

El control de la competencia de la flora arvense, o de una cubierta vegetal artificial, es una herramienta eficaz para la regulación del crecimiento del viñedo.

### B. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO DEL SUELO

Existen dos grandes grupos donde se clasifican las distintas alternativas:

- **Suelo desnudo:** la superficie del viñedo está libre de vegetación a lo largo de todo el ciclo vegetativo.
- **Cubierta vegetal:** la superficie del viñedo presenta una cubierta vegetal en toda su extensión o en parte, temporalmente o durante todo el año.

#### B.1. SUELO DESNUDO

- Laboreo

Tradicionalmente ha sido la única técnica de mantenimiento del suelo utilizada en el viñedo debido a la inexistencia de otras alternativas. Tenía por objeto fundamental la eliminación de malas hierbas.



- **Herbidas**

A partir de la aparición de los herbicidas de síntesis a mediados del siglo XX, se generalizó su uso como técnica de mantenimiento del suelo. Actualmente su utilización está generalizada en la viticultura española, principalmente asociado a otras técnicas.

- **Mulch**

El hecho de cubrir el suelo con materiales inertes tanto orgánicos (paja, serrín, etc.) como inorgánicos (escorias, gravas, etc.) está descrito en viticultura desde finales del siglo XIX. Esta técnica tiene una nueva vertiente con la utilización del acolchado plástico desde hace unos 25 años. Se utiliza sobre todo para cubrir la línea en plantaciones jóvenes.

- **Combinaciones en el tiempo**

**Labores + Herbidas:** se aplican las dos técnicas aisladamente y su finalidad es reducir el número de intervenciones con laboreo.

- **Combinaciones en el espacio**

**Labores + Herbidas:** por la dificultad técnica de aplicar labores en la línea y en el ruedo de las cepas, estas zonas reciben tratamientos herbicidas y el resto de la superficie se mantiene mediante laboreo.

**Mulch + Herbidas:** por el mismo motivo la línea y el ruedo de las cepas se mantiene con mulch y el resto de la superficie de la plantación mediante herbidas.

**Mulch + Labores:** en el mismo modo anterior, pero las calles se mantienen con laboreo.

## B.2. SUELO CON CUBIERTA VEGETAL

El uso de cubiertas vegetales como técnica de mantenimiento del suelo en cultivos leñosos data de los años cuarenta del siglo pasado. La protección del suelo ante la erosión, la mejora de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y la disponibilidad de medios técnicos (maquinaria, herbidas y material vegetal), hacen que esta técnica se esté implantando en el viñedo español y se generalice en los próximos años.

- **Permanente (CVP):** se mantiene el suelo con vegetación natural o sembrada durante todo el año...

**Total:** en toda la superficie (no se utiliza).

**Localizada:** cubierta vegetal permanente en la calle y suelo desnudo en la línea.

**Calles alternas:** la línea permanece con suelo desnudo y se alternan calles con CVP y calles con suelo desnudo.

- **Temporal (CVT):** el suelo se cubre con vegetación sólo durante una parte del año...

**Total:** en toda la superficie (no se utiliza).

**Localizada:** CVT en la calle + suelo desnudo en la línea.

**Calles alternas:** la línea permanece con el suelo desnudo y las calles se mantienen con CVT alternando con suelo desnudo o CVP.

- **Enyerbado natural controlado (ENC):** la vegetación natural se mantiene controlada en la calle mediante el uso de herbidas y siegas mientras que la línea permanece con el suelo desnudo.

## 10. OPERACIONES EN VERDE

La eficacia fisiológica, vegetativa, productiva y cualitativa de un viñedo responderá mayormente al manejo que se haga del mismo. Así, por ejemplo, un típico viñedo en espaldera tendrá un comportamiento que dependerá del manejo cultural que se le aplique durante el ciclo vegetativo. Dicho manejo debe incluir irremediablemente las operaciones en verde, que constituyen una herramienta directa y eficaz para la adecuación del viñedo a las condiciones medioambientales de cada año para conseguir una producción de uva de la calidad deseada.

Las operaciones en verde abarcan diversos aspectos, desde el control básico de la carga de poda, hasta el control de la carga de cosecha en relación a la superficie foliar, pasando por la distribución de ésta.

### A. 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 y facilitar la mecanización y los tratamientos.

El **despampanado** se realiza pronto, para evitar heridas y competencia, hacia el estado E-F (10/20 cm), pues si su realización es tardía se genera competencia y mala cicatrización, y si su realización es demasiado temprana resulta laborioso y arriesgado.

El **despampanado** se ejecuta manualmente, pero también mecánica y químicamente.

## B. 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, y 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.

Se puede colocar la vegetación mediante alambres móviles, manual o mecánicamente.

## C. 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 semier-

guido 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.

**La época de práctica del despunte** puede resultar crítica, así, si se práctica 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; mientras que 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.

## D. 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; y facilitar la mecanización, los tratamientos y la vendimia.

**La época para realizar el desnietado** debe considerar el tamaño y la posición de los nietos, siendo normalmente hacia floración o poco antes, recomendándose a veces dos pases.

## E. DESHOJADO

Consiste en la eliminación de hojas generalmente 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 la vendimia.

**Las consideraciones a tener en cuenta cuando se realiza el deshojado son:** 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; 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 se practica en general 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 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, mientras que a máquina se obtienen resultados aceptables, dependiendo del tipo de máquina y de la conducción del viñedo.

#### F. CONTROL DE COSECHA: 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; 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.

**Hay que considerar,** en el aclareo de racimos, que la reducción del rendimiento es siempre inferior al nivel del aclareo. Se suele practicar frecuentemente en zonas frías y/o con poca insolación, y puede practicarse en años en que la meteorología no permita una correcta maduración de las variedades con rendimientos altos, y con el fin de adelantar la vendimia.

La intensidad de aplicación del aclareo no se puede generalizar ya que en cada situación es necesario determinar el nivel de aclareo en función del potencial productivo del viñedo y del rendimiento que se pretende obtener. Es evidente que para determinar el nivel de aclareo es necesario estimar previamente el rendimiento del viñedo de la campaña en curso y establecer el rendimiento que se pretende obtener en la fecha de vendimia tras la aplicación de dicho aclareo.

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

La estimación del peso del racimo a través de datos históricos de la parcela no suele ser válida debido a la variabilidad interanual que dicho componente puede presentar, como consecuencia, principalmente, de la variabilidad del número de bayas por racimo, siendo el peso de la baya relativamente constante de un año a otro en un mismo viñedo. Por tanto, para estimar el peso final del racimo es necesario determinar el número de bayas por racimo, y, posteriormente, aplicar en el cálculo un peso de baya preferentemente histórico, que resulta más fácilmente predecible debido a que este parámetro suele tener un valor más estable. En definitiva, la estimación precisa del rendimiento exige el conocimiento del viñedo, y la toma de datos en campo para analizar y evaluar la situación de cada viñedo, y poder establecer el aclareo de racimos adecuado para su control.

**La época de realización del aclareo** 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. 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).

**El efecto perseguido** por el aclareo de racimos es mejorar la maduración de las bayas y, en definitiva, la calidad de la uva.

# CONCEPTO Y DEFINICIÓN DE “VIÑEDO DE ALTA CALIDAD” EN EL SEGURO AGRARIO: APLICACIÓN A LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN RIBERA DEL DUERO

Fernando Martínez de Toda

*Catedrático de Viticultura. Universidad de La Rioja*

---

## OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo general del proyecto consiste en analizar los aspectos diferenciales de la Denominación de Origen Ribera del Duero para la incorporación de la cobertura de la calidad en el seguro agrario de uva de vinificación.

Los objetivos concretos son los siguientes:

- 1.º Estudiar “in situ”, para la Denominación de Origen Ribera del Duero, sus aspectos diferenciales en el concepto de calidad de la uva, la valoración de dicha calidad reflejada en el precio y las peculiaridades del sector vitivinícola, desde las técnicas de cultivo y los costes de producción, hasta las formas contractuales y de disponibilidad de la uva por parte de las bodegas.
- 2.º Transferir y divulgar el conocimiento y la tecnología actual disponible para la estimación de la calidad de la uva en el viñedo como paso previo para incorporar la cobertura de dicha calidad en el seguro de uva de vinificación.
- 3.º Diseñar, para esta Denominación de Origen, la estrategia y condiciones de incorporación de dicha cobertura de la calidad de la uva en sus condiciones de cultivo.

## ANTECEDENTES

En el año 2006, ENESA firmó un convenio con la Universidad de La Rioja para el desarrollo de un proyecto sobre la viabilidad de la cobertura de la calidad en la uva de vinificación.

Como resultado de dicho proyecto se estableció una metodología básica y una herramienta útil y práctica para determinar, a nivel de parcela, si el viñedo cumple las condiciones de producción de uva de la más alta calidad (Anejo 1); en esencia, la metodología desarrollada supone el establecimiento y determinación de las “condiciones técnicas mínimas de cultivo para producir uva de la más alta calidad”.

Posteriormente, en el año 2008, se desarrolla, de forma experimental, una propuesta concreta de modalidad de seguro agrario destinado a uva de alta calidad, para su aplicación a la Denominación de Origen Calificada Rioja.

Finalmente, en el año 2009, ENESA aborda el estudio de las posibilidades de extensión de este tipo de seguro agrario de uva de calidad a la Denominación de Origen Ribera del Duero. La elección de esta Denominación de Origen se fundamenta en el prestigio y calidad de sus vinos y en las características específicas de su vitivinicultura.

## METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

1. Trabajo de gabinete: Recogida y procesamiento de toda la información sobre el sector vitivinícola de la Denominación a estudiar; tanto de la información general existente, como de la información que surja como consecuencia del trabajo de campo.
2. Trabajo de campo: Consistirá en un mínimo de tres visitas a la Denominación de Origen Ribera del Duero según el siguiente programa:
  - 1ª jornada.- Presentación y análisis, con los responsables del Consejo Regulador correspondiente, del interés de la cobertura de la calidad en el seguro de uva de vinificación en su Denominación de Origen. Discusión sobre su situación específica, intereses y posibilidades de la incorporación de dicha cobertura.
  - 2ª jornada.- Jornada de trabajo, junto con los principales protagonistas, responsables e interlocutores del sector vitivinícola, del interés, antecedentes y metodología general a seguir en la incorporación de la cobertura de la calidad en el seguro del viñedo para sus condiciones concretas de cultivo.
  - 3ª jornada.- Exposición y discusión, ante los mismos foros anteriores, de la propuesta concreta de



incorporación de dicha cobertura en sus condiciones de cultivo.

3. Elaboración de la propuesta definitiva de incorporación de la cobertura de la calidad a las condiciones concretas de cultivo de la vid en la Denominación de Origen Ribera del Duero.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### PRESENTACIÓN DEL PROYECTO A LOS RESPONSABLES DEL CONSEJO REGULADOR DE LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN RIBERA DEL DUERO

El día 3 de febrero de 2009 tiene lugar la presentación del proyecto a los responsables del Consejo Regulador de la DO Ribera del Duero.

Asisten al Acto:

- D. Jesús García Lara, Enesa
- D. José Antonio Gómez Barona, Enesa
- D. Agustín Alonso, Director Técnico del Consejo Regulador
- D. Alberto Tobes Velasco, Servicio de Experimentación y Ensayo
- D. Fernando Martínez de Toda Fernández, Director del Proyecto

Se hace una presentación de los antecedentes y objetivos del proyecto y se analiza el interés de la cobertura de la calidad en el seguro de uva de vinificación en esta Denominación de Origen. Se discute sobre su situación específica, intereses y posibilidades de la incorporación de dicha cobertura.

Los representantes del Consejo se muestran muy interesados en el estudio de la posibilidad de incorporación de la cobertura de la calidad en el seguro de uva de vinificación.

Alguno de los aspectos tratados en dicha reunión se expone a continuación:

- Interesa estudiar la incorporación del seguro sólo para uva tinta (aunque también se cultivan variedades blancas, pero de forma escasa), fundamentalmente se trata de la variedad Tinta del País o Tempranillo.
- El 94% de la uva se vendimia de forma manual.
- El rendimiento medio está en torno a 3.000-4.000 kg/ha. 2/3 del viñedo está conducido en

vaso y 1/3 en espaldera. Los precios de la uva en los últimos años han sido de 0,90-1,00 euros/kg.

- La valoración de la calidad se hace en función del grado probable y acidez y, en algunos casos, se analizan otros parámetros químicos de la uva. Cuando se selecciona uva, suele hacerse vendimiando en cajas, en viñedos viejos, en vaso, y con un rendimiento limitado; se paga en torno a 2-3 euros/kg.

Se acuerda organizar una próxima reunión de trabajo para el día 9 de marzo de 2009 en la que, además de los citados miembros del Consejo, participen entre seis y diez técnicos, representativos de la DO Ribera del Duero y que tengan experiencia en la selección de viñedos y uvas y/o en la elaboración de vinos de calidad seleccionada.

El objetivo de esta reunión de trabajo será el de discutir, con los principales protagonistas, responsables e interlocutores del sector vitivinícola, el interés y la metodología general a seguir en la incorporación de la cobertura de la calidad en el seguro del viñedo para sus condiciones concretas de cultivo.

### JORNADA TÉCNICA DE TRABAJO EN EL CONSEJO REGULADOR DE LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN RIBERA DEL DUERO

El día 9 de marzo de 2009 tiene lugar una jornada técnica de trabajo en el Consejo Regulador de la DO Ribera del Duero, con la participación especial de Técnicos del sector vitivinícola de Ribera del Duero, Técnicos del Consejo Regulador y Técnicos de Agroseguro, S.A. y con el objetivo de abordar todos los aspectos técnicos relacionados con la incorporación de este nuevo tipo de seguro a la situación vitivinícola de la Ribera del Duero.

Participantes:

- D. Jesús García Lara, Enesa
- D. José Antonio Gómez Barona, Enesa
- D. Agustín Alonso, Director Técnico del Consejo Regulador
- D. Alberto Tobes Velasco, Servicio de Experimentación y Ensayo. Consejo Regulador
- D. Fernando Martínez de Toda Fernández, Director del Proyecto
- D. Teodoro Carbonero, Representante UCC y L en el Consejo Regulador
- D. Fernando Páramo Arroyo, Consejero UCC y L

D. Juan Lázaro Lázaro, Consejero UCC y L  
D. Serafín Moya Teseba, Director Técnico de Bodegas Viña Vilano  
D. Miguel A. García del Valle, Agroseguro S.A.  
D. Antonio Moral González, Aalto Bodegas y Viñedos S.A.  
D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> del Mar García García, Bodegas Protos  
D. Daniel Martínez Benito, Bodegas Emilio Moro, S.L.  
D. Lino Perales Beltrán, Agroseguro, S.A.  
D. Juan Martínez Gallardo, Agroseguro, S.A.  
D<sup>a</sup>. Alba Linaje Lije, Agroseguro, S.A.  
D. Félix Casas de Miguel, Agroseguro, S.A.  
D. José Antonio González Alonso, Agroseguro, S.A.

Se hace una presentación, por parte de D. Jesús García Lara, de los antecedentes y objetivos del proyecto y se analiza el interés de la cobertura de la calidad en el seguro de uva de vinificación en esta Denominación de Origen. A continuación, el Profesor Martínez de Toda expone las conclusiones de sus trabajos sobre la viabilidad de este tipo de seguro, y hace una propuesta de parámetros básicos a considerar en el viñedo. Se discute ampliamente sobre la situación específica de la viticultura de Ribera del Duero y los diferentes aspectos a considerar en la incorporación de la nueva modalidad de seguro.

Todos los Técnicos valoran muy positivamente la posibilidad de incorporación de la cobertura de la calidad en el seguro de uva de vinificación en esta Denominación de Origen.

A continuación se exponen los diferentes aspectos tratados en dicha jornada y sus conclusiones fundamentales:

- Interesa estudiar la incorporación del seguro sólo para uva tinta (aunque también se cultivan variedades blancas, pero de forma muy escasa), fundamentalmente se trata de la variedad Tinta del País o Tempranillo.
- Conviene limitar el rendimiento máximo a 5.000 kg/ha (el rendimiento medio de la Denominación está en torno a 3.000-4.000 kg/ha).
- Conviene limitar la edad del viñedo estableciendo el mínimo en 12 años.
- El rendimiento máximo de 5.000 kg/ha deberá existir en el viñedo, no desde el momento del

envero (50% de bayas enveradas), sino desde el final del (90% de bayas enveradas), para dar tiempo suficiente para la realización de la operación de aclareo, sobre todo, en explotaciones con grandes superficies.

- Para viñedos muy viejos, de más de 20-25 años, conducidos en vaso y con producciones menores de 3.000 kg/ha, se puede prescindir de la limitación impuesta para el parámetro "Longitud del sarmiento" en atención a las peculiaridades de este tipo de viñedo; se trata de no ser tan estrictos para este tipo de viñedos concretos.
- También se discute la posibilidad de establecer dos tramos distintos; uno para precios de la uva en torno a 1,20-1,30 euros/kg (superiores en un 50% al precio de la uva estándar que es de 0,85 euros/kg), y otro para precios más elevados (en torno a 2-3 euros/kg), que correspondería a uva vendimiada en cajas, de viñedos viejos, en vaso, y con un rendimiento más limitado.

Se acuerda organizar una próxima reunión, más abierta, para los primeros días del mes de mayo de 2009 en la que, además de los participantes en las reuniones anteriores asistan todos los viticultores y bodegueros interesados en conocer la propuesta definitiva y las condiciones de este nuevo tipo de seguro.

El objetivo de esta reunión será el de presentar, explicar y discutir la propuesta inicial de incorporación de la cobertura de la calidad en el seguro del viñedo para las condiciones concretas de cultivo de la vid en la Denominación de Origen Ribera del Duero.

#### **JORNADA TÉCNICA DE EXPOSICIÓN Y DISCUSIÓN DE LA PROPUESTA EN EL CONSEJO REGULADOR DE LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN RIBERA DEL DUERO**

El día 18 de mayo de 2009 tiene lugar una jornada técnica de trabajo en el Consejo Regulador de la DO Ribera del Duero, con la participación de un mayor número de Técnicos del sector vitivinícola de Ribera del Duero, Técnicos del Consejo Regulador y Técnicos de Agroseguro, S.A. con el objetivo de la exposición y discusión de la propuesta inicial concreta de incorporación de dicha cobertura en sus condiciones de cultivo.

Se hace una presentación, por parte de D. Jesús García Lara de los antecedentes y objetivos del proyecto, y se analiza el interés de la cobertura de la calidad en el seguro de uva de vinificación en esta Denominación de Origen. A continuación, el Profesor Martínez de Toda expone la propuesta concreta de parámetros básicos a considerar en el viñedo. Finalmente, D. Félix Casas hace una estimación de las peculiaridades de la nueva prima asociada a este tipo de seguro con precios de la uva en torno a 1,20-1,30 euros/kg, superiores en un 50% al precio de la uva estándar que es de 0,85 euros/kg. Se discute ampliamente sobre la propuesta y los diferentes aspectos a considerar en la incorporación de la nueva modalidad de seguro.

Como conclusión general de lo tratado, se consideran muy adecuadas las condiciones de la propuesta concreta y únicamente se introduce una modificación que consiste en eliminar la excepción que se había indicado para el caso de viñedos muy viejos, de más de 20-25 años, conducidos en vaso y con producciones menores de 3.000 kg/ha, en los que se había previsto la posibilidad de prescindir de la limitación impuesta para el parámetro "Longitud del sarmiento" en atención a las peculiaridades de este tipo de viñedo. Así, se decide aplicar la misma limitación de 1,40 m en la longitud del sarmiento, de la misma forma que se hace para el resto de los viñedos.

#### PROPUESTA DEFINITIVA DE LAS CONDICIONES DE INCORPORACIÓN DE LA COBERTURA DE LA CALIDAD EN EL SEGURO DEL VIÑEDO PARA LAS CONDICIONES CONCRETAS DE CULTIVO DE LA VID EN LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN RIBERA DEL DUERO

##### Viñedos de características específicas en la Denominación de Origen Ribera del Duero

Serán asegurables bajo esta especificación aquellas parcelas de la Denominación de Origen Ribera del Duero, de variedades tintas, con **edad igual o superior a 12 años** y que cumplan, a partir del final del envero\*, los siguientes parámetros vegetativo-productivos:

- **Superficie Foliar Expuesta / Producción (SFE/P):** mayor de 1,3 m<sup>2</sup>/kg en los tipos de conducción con vegetación libre, como el vaso, y de 1,5 m<sup>2</sup>/kg en los tipos de conducción con vegetación

dirigida, como la espaldera clásica, según se determina a continuación.

- **Longitud del sarmiento:** menor o igual a 140 cm, según se determina a continuación.
- **Producción real o esperada (PRE):** igual o inferior a 5.000 kg/ha.

##### Superficie Foliar Expuesta (SFE)

###### Concepto:

Superficie foliar sana, activa y "muy bien expuesta".

A efectos de cálculo, se entiende por superficie foliar expuesta la superficie externa de la vegetación, despreciando la parte inferior que nunca recibe radiación solar directa.

###### Cálculo de la Superficie Foliar Expuesta:

###### A) Conducción con vegetación dirigida, como la espaldera:

SFE = Perímetro externo (PE) x Longitud de la espaldera (LE) = m<sup>2</sup>/ha

PE = Altura de la vegetación x 2 + Anchura de la vegetación

LE = 10.000/Anchura de la calle

###### B) Conducción con vegetación libre, como el vaso:

Se adoptará la forma geométrica que mejor se adapte a la vegetación (troncos de cono invertidos, semiesferas, semicilindros, etc) y, una vez conocida sus dimensiones, se calculará la superficie expuesta de dicha forma geométrica.

Si no hubiese ninguna forma geométrica que se adaptara suficientemente a la vegetación se utilizará el parámetro Superficie Foliar Total (SFT). Dicho parámetro se calculará a partir del número de sarmientos y de la longitud del sarmiento medio (Ls), aplicando la ecuación: SFT (cm<sup>2</sup>) = 27 Ls (cm). En el caso de utilizar esta superficie foliar total, el valor de la relación SFT/P ha de ser mayor de 1,5 (m<sup>2</sup>/kg).

Para ambos tipos de conducción, y en el caso de que se utilice el parámetro superficie foliar expuesta, habrá que descontar, si existe, la proporción de huecos en la vegetación así como la proporción de hojas deterioradas por sequía, senescencia, clorosis, carencias pronunciadas, etc. Estas hojas deteriora-

das también habrá que descontarlas en el cálculo de la superficie foliar total.

#### **Producción (P):**

Se determinará por conteo de racimos y peso de la uva.

#### **Relación entre la superficie foliar expuesta (m<sup>2</sup>) y la producción de uva (kg):**

Presenta el valor: SFE/P (m<sup>2</sup>/kg).

#### **Longitud del sarmiento:**

Se determinará en cualquier momento del período de maduración de la uva. Si el sarmiento ha sido despuntado, la longitud total a considerar será la suma de la longitud del sarmiento principal más la longitud de los diferentes nietos desarrollados.

\* Se considera como final del envero el momento en que se alcanza el 90 % de bayas enveradas.

## **ANEJO 1**

### **PROPUESTA DE PARÁMETROS SENCILLOS, OBJETIVOS Y PRECISOS QUE DEBE CUMPLIR UN VIÑEDO PARA LA OBTENCIÓN DE UVA DE LA MÁS ALTA CALIDAD**

El objetivo de este proyecto es el de diseñar y aportar una herramienta útil y práctica, a nivel de parcela, para que tanto el viticultor como el perito puedan determinar fácilmente, si el viñedo cumple las condiciones de producción de uva de la más alta calidad; sería algo así como el establecimiento de las "condiciones técnicas mínimas de cultivo para producir uva de la más alta calidad".

Este aspecto concreto es el más importante de todo este informe y surge como resultado de todo lo expuesto en él: Introducción, objetivos, calidad de la uva y parámetros determinantes de la calidad en el viñedo.

Conviene insistir en que esta propuesta está diseñada bajo dos condiciones previas muy importantes:

1.<sup>a</sup> Intento de selección de una pequeña proporción de viñedos de la más alta calidad potencial; se trata de elegir entre un 10% y un 15% de los mejores viñedos (y sólo esa proporción orientativa).

Esta primera condición es muy importante porque, si no fuésemos tan restrictivos, los parámetros propuestos, y sus niveles, podrían ser menos exigentes.

2.<sup>a</sup> Necesidad de aplicar criterios objetivos y fáciles de medir por el perito tasador e, incluso, por el propio viticultor.

Esta segunda condición nos obliga a que los parámetros propuestos sean lo más sencillos, objetivos y precisos posibles.

De toda la exposición anterior sobre calidad de la uva, parámetros vitícolas determinantes de la calidad, y resumen de las condiciones del viñedo para producir uva de calidad, se desprende que existen dos parámetros fundamentales para garantizar el potencial cualitativo del viñedo:

1.<sup>o</sup> La relación entre la superficie foliar expuesta y la producción de uva (SFE/P).

2.<sup>o</sup> El vigor del viñedo.

Estos son los dos parámetros que proponemos y que desarrollamos a continuación concretando sus valores óptimos.

#### **1.<sup>o</sup> Relación entre la superficie foliar expuesta y la producción de uva (SFE/P)**

La relación entre la superficie foliar expuesta (hojas normalmente sanas y activas), y la producción de uva (en perfecto estado sanitario), ha de ser superior a 1,3 m<sup>2</sup>/kg en los tipos de conducción con vegetación libre (como el vaso y el cordón libre), y superior a 1,5 m<sup>2</sup>/kg en los tipos de conducción con vegetación dirigida (como la espaldera clásica). Dichas relaciones deben cumplirse desde el envero, es decir, desde el inicio del período de maduración de la uva.

Teniendo en cuenta los sistemas de conducción utilizados en nuestro viñedo, tanto en lo que respecta a la densidad de plantación como a los tipos de conducción, para cumplir esa relación, la producción estaría, en general, doblemente limitada en torno a 2 kg/cepa y 7.000 kg/ha, con una superficie foliar expuesta mínima de 3 m<sup>2</sup>/cepa y 10.500 m<sup>2</sup>/ha para el caso de la espaldera, y de 2,6 m<sup>2</sup>/cepa y 9.100 m<sup>2</sup>/ha para el caso del vaso.

Pero es muy importante aclarar que, con otros sistemas de conducción como, por ejemplo, una mayor densidad de plantación y con la vegetación muy bien expuesta, la producción podría ser mayor

siempre que se cumpla la relación  $SFE > 1,5$  o  $SFE > 1,3$ , según el tipo de vegetación dirigido o libre, lo cual no es tan fácil para elevadas producciones, aunque sí es posible con sistemas de conducción más sofisticados que los nuestros.

Esta relación nos garantiza unas altas posibilidades de síntesis por las hojas para la producción prevista, y un potencial cualitativo del viñedo muy elevado.

### Opciones en los niveles de exigencia

Si se quiere que la propuesta tenga un menor nivel de exigencia (y que puedan acogerse más viñedos) se podría rebajar la anterior relación en un 10-20% quedando  $1,3 \text{ m}^2/\text{kg}$  para la espaldera clásica y  $1,1 \text{ m}^2/\text{kg}$  para la conducción libre, en vaso.

Por el contrario, si se quiere elevar el nivel de exigencia (aunque puede resultar excesivo), se podría exigir, además de las relaciones  $SFE/P$  establecidas, el que la producción de uva esté repartida en un número mínimo de racimos por cepa, por ejemplo 8-10 racimos, para garantizar un tamaño máximo del racimo, por ejemplo un máximo de  $250 \text{ g}/\text{racimo}$ , lo cual obligaría al viticultor, si sus racimos son más grandes (que es lo habitual), a eliminar partes de racimo mediante el aclareo y, esto, en principio lo consideramos excesivo.

## 2.º Vigor del viñedo

Además de la relación anterior, si se quiere producir uva de la más alta calidad, hay que considerar también el vigor del viñedo; debe de haber un vigor mínimo que garantice el que exista la superficie foliar suficiente para cumplir la relación anteriormente expuesta, pero también debe de haber un vigor máximo para que no exista excesiva densidad foliar, para que los racimos estén en buenas condiciones microclimáticas y para que el equilibrio hormonal de la planta sea favorable para una adecuada maduración de la uva.

El problema más frecuente en el viñedo, en relación con el vigor, suele ser el exceso más que el defecto; por otro lado, un pequeño vigor se detecta y se corrige más fácilmente, pero un exceso de vigor pasa más desapercibido y es más difícil de corregir.

La forma más fácil de estimar el vigor de un viñedo es a través de las dimensiones de sus pámpanos o sarmientos, en el período de maduración de la uva,

habida cuenta de que el número de estos brotes es muy constante ya que depende de la carga dejada en la poda, y está en torno a los 10-12 pámpanos por cepa o en torno a 8-10 pámpanos por metro lineal de vegetación (o metro lineal de las filas de viñedo).

Los límites de vigor son los siguientes:

- Longitud mínima del sarmiento: 90 cm
- Longitud máxima del sarmiento: 140 cm

Si el vigor se sitúa entre estos límites citados existe garantía de que el viñedo, por un lado, desarrolla una superficie foliar suficiente para una óptima maduración de la uva y, por otro, no hay un vigor excesivo que produzca una gran densidad foliar, los racimos están mejor expuestos y se favorece, también a nivel hormonal, la maduración de la uva.

### Opciones en los niveles de exigencia

De la misma forma que hacíamos para el parámetro  $SFE/P$ , podemos disminuir o aumentar el nivel de exigencia en cuanto al vigor permitiendo longitudes del sarmiento mayores o menores en torno a un 10%. En este sentido, no parece necesario aumentar el nivel de exigencia (que ya es suficientemente alto), pero sí podría disminuirse aceptando longitudes máximas del sarmiento de 150-155 cm.

Como resumen de este apartado podemos concluir que cualquier viñedo, que cumpla las condiciones expuestas para estos dos parámetros, presenta las condiciones objetivas para la producción de uva de la más alta calidad.

### Resumen de la propuesta

Los viñedos capaces de producir uva de la más alta calidad han de cumplir las dos condiciones siguientes:

- 1.ª Relación  $SFE/P$  igual o mayor de  $1,3 \text{ m}^2/\text{kg}$  en los tipos de conducción con vegetación libre, como el vaso, y de  $1,5 \text{ m}^2/\text{kg}$  en los tipos de conducción con vegetación dirigida, como la espaldera clásica.
- 2.ª Longitud del sarmiento entre 90 y 140 cm.

Cualquier viñedo, que cumpla las condiciones expuestas para estos dos parámetros, presenta las condiciones objetivas para la producción de uva de la más alta calidad.

# LA HUELLA DEL CARBONO VINCULADA A LA VITICULTURA

Vicente Sotés Ruiz

*Doctor Ingeniero Agrónomo. Catedrático de Viticultura. Universidad Politécnica de Madrid*

---

## 1. EL PAPEL DE LA VITICULTURA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático afecta al viñedo en varios aspectos con posibles consecuencias económicas y tecnológicas, por lo que muchos productores son conscientes de la problemática y están estudiando el desarrollo de diversas alternativas. A nivel político global existen dos tipos de actuaciones para limitar el cambio climático, la mitigación (reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, GEI) y la adaptación (medidas para reducir los impactos, riesgo de daños y la vulnerabilidad al cambio climático). Es indudable que el sector vitivinícola debe limitar sus emisiones de gases de efecto invernadero para contribuir a la mitigación del cambio climático. Este artículo trata del papel que puede tener la viticultura en la reducción de emisiones.

En 1997 se incorporó el Protocolo de Kyoto al tratado internacional de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), que cuenta con medidas más energéticas y jurídicamente vinculantes para luchar contra el calentamiento global del planeta. Debido a los impactos económicos que esto pueda conllevar, la Comisión Europea en 2009 ha establecido un protocolo de actuación para los Estados Miembros con claras directrices para la adaptación y la mitigación al cambio climático.

Existen diversas iniciativas, privadas y públicas, para establecer protocolos de medición de las emisiones de GEI. Estos protocolos están imponiéndose en muchos casos desde el sector de la distribución a distintos productos agroalimentarios, entre los cuales encontramos el vino. Las normas ISO son utilizadas como base de casi todos los protocolos, tanto públicos como privados, desarrollados para el cálculo de las emisiones de GEI. Tres son los principales protocolos que han empezado a utilizarse en el sector vitivinícola. Dos cuyo origen se encuentra en instituciones públicas, "Bilan Carbone" en Francia, y "PAS 2050" en el Reino Unido, y uno, el IWCCP,

nacido por iniciativa del sector privado. Este último es el único que ha sido desarrollado pensando específicamente en la producción del vino.

La falta de armonización de filosofías y criterios de cálculo, así como la no consideración de algunas de las peculiaridades del sector vitivinícola, ha llevado a la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) a desarrollar un protocolo armonizado. Dicho Protocolo se estructura en dos elementos, EP (Protocolo de Empresa) y PP (Protocolo de Producto) procurando, en el primer caso, aportar una herramienta de trabajo a las empresas para que analicen su sistema de producción e intenten limitar sus emisiones y, en el segundo, crear un sistema de cálculo de la llamada "huella de carbono" del producto. El Protocolo analiza, bajo la perspectiva del marco de trabajo y responsabilidad de la empresa y del ciclo de vida del producto, las distintas emisiones de GEI que acaecen. Establece, para cada una de ellas, las bases y los límites de cálculo, dilucidando así las atribuciones de las mismas e integrando aspectos propios del sector vitivinícola no considerados en muchos de los protocolos existentes.

## 2. LA REALIDAD DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático supone una alteración de las condiciones meteorológicas medias, pero también conlleva una alteración de la variabilidad climática, con una mayor incidencia de fenómenos extremos. La evolución de las temperaturas medias en el pasado milenio muestra una tendencia al calentamiento al final del siglo XX. Se han planteado varias hipótesis sobre la probable evolución de las temperaturas en el siglo XXI y, según cuál sea el escenario considerado, se estima que al final del siglo XXI el aumento se situaría entre 1,4 y 5,8°C (IPCC, 2007). Estos datos medios a nivel del planeta presentan grandes variaciones según las regiones y las épocas del año, con tendencias de calentamiento asimétricas en los ciclos estacionales y diurnos, con mayor recalentamiento



observado durante el invierno y la primavera así como durante las noches. El cambio climático también afecta a la evolución y el reparto estacional de las precipitaciones. Se sabe con casi total certeza que la causa fundamental de los cambios ocurridos en los últimos 20 años y de los que pueden ocurrir durante el próximo siglo, es la acumulación de gases efecto invernadero en la atmósfera, que altera el balance de energía entre el sol y la tierra.

Las actividades humanas están causando un incremento de gases en la atmósfera, que tienden a modificar el balance de energía terrestre y tienen como consecuencia una alteración de las temperaturas regionales y los regímenes hídricos. Observaciones de series históricas de la temperatura media anual en la superficie terrestre sugieren que el cambio climático es una realidad (IPCC 2007) y se han publicado miles de estudios sobre la evidencia científica, los posibles escenarios futuros, las consecuencias potenciales y las medidas de mitigación y adaptación. Sin embargo, muy pocos estudios publicados incluyen todos estos aspectos conjuntamente.

El sistema climático consiste en una serie de flujos y transformaciones de energía y cambios en el transporte y estado de la materia. La radiación solar es la mayor fuente de energía para el sistema. Los flujos y transportes ocurren entre y dentro de los componentes del sistema: océanos, atmósfera, tierra, biosfera, y criosfera. Existe un consenso científico de que la temperatura media mundial (del aire en la superficie de la tierra) ha aumentado más de 0.7°C durante los últimos 100 años, y que los cinco años más cálidos se han registrado en todo el mundo durante los últimos diez años. Todos los modelos de clima global ponen de manifiesto cambios sustanciales cuando se introduce un aumento en la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico: aunque la magnitud de los cambios difiere entre los distintos modelos a escala subcontinental, el calentamiento medio global (del aire cerca de la superficie de la tierra) oscila entre 1.5 a 4.5°C.

Los gases de la atmósfera varían por causas naturales y como consecuencia de las actividades humanas. El aumento de la población mundial, la industrialización y el desarrollo de la agricultura, contribuyen a un incremento de los "gases de efecto invernadero" en la atmósfera: Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y halocarburos (CFCs).

Las respuestas al cambio climático son uno de los principales problemas a los que se enfrenta la sociedad en el siglo 21. Los estados de la Unión Europea han acordado controlar (o mitigar) las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que producen el cambio climático. Las emisiones agrarias suponen casi un 10% del total en la Unión Europea, y se está desarrollando un importante esfuerzo para evaluar las emisiones que suponen los distintos sectores agrarios con el fin de establecer técnicas de mitigación. Esto es de especial interés para los consumidores y productores de productos agrarios tales como la vitivinicultura; en el mundo muchos importadores de alimentos están comenzando a exigir que los productos tengan la huella de carbono. El debate sobre los compromisos internacionales de las naciones para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> es un tema ampliamente tratado y con enfoques particulares, pero al los que los ciudadanos de muchos países, especialmente los más desarrollados, son muy sensibles.

### 3. BALANCE DEL CARBONO

El carbono es el componente fundamental de todos los compuestos orgánicos, y podría llamarse "elemento primario de la vida". Sin embargo en nuestro mundo la cantidad de carbono es limitada, por lo cual tiene que reciclarse constantemente y está en constante circulación entre la materia muerta y la viva: las plantas verdes fijan el carbono de la atmósfera que pasa a formar parte de su biomasa. La respiración de las plantas, el desprendimiento de sus órganos reproductivos y la muerte de las mismas devuelven a la atmósfera parte del carbono absorbido mediante la fotosíntesis. Este movimiento del carbono se conoce como ciclo del carbono y, tarde o temprano, cada átomo del elemento habrá pasado por todos los depósitos mencionados. El ciclo del carbono incluye todas las formas vivas de la tierra, ya que entre el 45 y el 50% del peso (materia seca) de los seres vivos está formado por carbono, y lógicamente, también incluye al resto del carbono orgánico e inorgánico.

### 4. LA HUELLA DEL CARBONO

La huella de Carbono es la medida de la cantidad de Gases Efecto Invernadero (GEI) que son liberadas a la atmósfera en la actividad de producción y



comercialización de un producto. La evaluación es compleja porque en los procesos intervienen muchos y variados factores, y mide la eficiencia energética de los procesos de producción, lo que permite una adaptación técnica de mejora de los mismos y cumple un papel de concienciación para los productores y empresarios, ya que los profesionales del sector vitivinícola deben contribuir a la mitigación del cambio climático. Además, la vinculación del viñedo al territorio, la importancia económica y social del cultivo como factor de subsistencia en determinadas regiones, y la influencia de las condiciones ambientales en las características del vino (efecto *terroir*), hacen que sea imprescindible conocer la situación del balance de carbono para poder actuar en el futuro en el planteamiento y adecuación de las políticas vitivinícolas.

Existen varias metodologías en el mundo para el cálculo de los balances de Carbono en vitivinicultura. Todos los protocolos o herramientas desarrollados, tanto públicos como privados, se basan, con mayor o menor fidelidad en las normas ISO 14000 y más concretamente en la ISO 14044 e ISO 14064. En este contexto, una nueva norma ISO 14067 debería ver la luz a finales de 2011. Esta norma pretende sentar unas bases generales del cálculo de la huella de carbono del producto.

A día de hoy, dos países, Francia y Reino Unido, a través de sus agencias de medioambiente y de normalización, respectivamente, han desarrollado sendos protocolos para el cálculo de las emisiones de gases con efecto invernadero. El protocolo francés, "Bilan Carbone", está más centrado en el cálculo de las emisiones de sistemas complejos, como pueden ser regiones o municipios y ya ha sido implementado tanto a zonas vitícolas (Denominaciones de Origen) como a bodegas particulares. El Protocolo británico, "PAS 2050", se centra en el cálculo de la llamada huella de carbono del producto, y así basa todo su cálculo en el ciclo de vida de un determinado producto. Aunque todavía no hay una declaración del mismo específica para el sector vitivinícola, el mercado británico, fuerte importador de vinos, ve cada día más cerca una implementación obligatoria para todos los productos. En paralelo a estas iniciativas nacionales, se ha desarrollado dentro del sector productor de vino, una iniciativa privada, el IWCCP (International Wine Carbon Calculator Protocol). Este protocolo, basándose en parte en las

especificaciones del PAS 2050, propone un calculador específico al sector vitivinícola.

La Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV), dentro de su marco de competencias, está trabajando para dar una respuesta armonizada a estas preocupaciones, estableciendo un Protocolo de cálculo de emisiones de los gases de efecto invernadero (PCEGEI) para el sector vitivinícola, expresadas en equivalentes de carbono. El Protocolo OIV tiene por objeto armonizar las distintas iniciativas existentes en el mundo, al mismo tiempo que procura a nuestro sector, unos principios generales de cálculo que se adaptan y tienen en cuenta las especificidades de la industria y los productos vitivinícolas. El PCEGEI se basa en el Protocolo internacional de cálculo de emisiones de carbono en el sector vitivinícola IWCCP, en las normas ISO 14040 y 14064, y en varias normas nacionales e internacionales pertinentes. Dicho Protocolo se estructura en dos elementos, PE (Protocolo de Empresa) y PP (Protocolo de Producto) procurando, en el primer caso, aportar una herramienta de trabajo a las empresas para que analicen su sistema de producción e intenten limitar sus emisiones y, en el segundo, crear un sistema de cálculo de la llamada "huella de carbono" del producto. El Protocolo analiza, bajo la perspectiva del marco de trabajo y responsabilidad de la empresa y del ciclo de vida del producto, las distintas emisiones de GEI que acaecen. Establece, para cada una de ellas, las bases y los límites de cálculo, dilucidando así las atribuciones de las mismas e integrando aspectos propios del sector vitivinícola no considerados en muchos de los protocolos existentes.

## 5. CÁLCULO DE EMISIONES DE GEI EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA ESPAÑOL

En España, la Federación Española del Vino, con la colaboración de la OIV, de empresas interesadas y de varias Universidades, está desarrollando una metodología, que se resume a continuación.

El estudio tiene tres componentes:

1. Evaluación de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI).
2. Validación de los resultados con la participación de los grupos de interés.
3. Diseminación y utilización de resultados.

El estudio tiene dos derivaciones: el Protocolo Empresa (PE) y el Protocolo Producto (PP). El primero considera el balance de carbono en las actividades de la empresa y el segundo el balance de CO<sub>2</sub> (gas de efecto invernadero) relacionado con la producción de vino. El PP se basa directamente en el Análisis del Ciclo de Vida del producto, y las emisiones a incluir son las indicadas en la definición de "producto" en la norma ISO 14040. Es decir, el análisis de ciclo de vida se aplicará al proceso completo de producción del vino, su finalidad será determinar la emisión de gases producidos por una botella de vino, cuando ésta llega a manos del consumidor.

Este análisis abarca todo el ciclo de vida, desde la materia prima hasta su gestión como residuo y la casuística resulta muy variada, adoptándose unas reglas iniciales en las que se excluyen algunas partidas:

- Los elementos del ciclo corto de carbono.
- El uso de la tierra.
- Las infraestructuras tales como carreteras y caminos, y se estudia la exclusión de las construcciones (bodegas,...).

Los bosques y áreas verdes pertenecientes a la empresa se consideran únicamente para el protocolo PE y se excluyen en el PP, ya que no están directamente relacionados con el proceso de elaboración del producto vino.

Tanto en los protocolos de producto (PP) como de empresa (PE), se excluyen algunas emisiones o sumideros como los componentes que contribuyan menos del 1% al total de las emisiones.

### 5.1 Cálculo del ciclo corto del carbono

El ciclo corto del carbono incluye el intercambio rápido de carbono entre las plantas y los animales por medio de la respiración y la fotosíntesis y entre los océanos y la atmósfera. En el caso del viñedo y el vino se ha considerado su duración en una campaña, o lo que es lo mismo, un ciclo vegetativo completo de la planta.

El ciclo global del carbono (ciclo corto + ciclo largo) incluye:

1. La viña, que a través de la fotosíntesis, secuestra moléculas de carbono y las almacena en ella, que incluye:

- estructuras permanentes: raíces y madera (tronco y brazos).
  - estructuras no permanentes: brotes, restos de poda, racimos...
2. Emisiones debidas a prácticas vitivinícolas, por ejemplo la fermentación.
  3. Emisiones y sumideros debidos al material residual, entre las que se incluyen:
    - emisiones durante la degradación o combustión de restos de poda, brotes, etc.
    - la acumulación de C (o sumidero de carbono) en el suelo (materia orgánica), durante la degradación de las estructuras permanentes de la viña.
    - las emisiones y sumideros durante el tratamiento de las aguas residuales y de los orujos, que dependerá del tratamiento utilizado.

En resumen, el ciclo corto del carbono comprende el CO<sub>2</sub> fijado en la producción de estructuras no permanentes de la viña (uva, hojas, sarmientos, entre otros), el CO<sub>2</sub> producido en su degradación (emisiones debidas a la fermentación) y las emisiones durante la degradación o combustión de restos de poda, etc. Las emisiones y sumideros resultantes del tratamiento de aguas residuales y de los orujos, se consideran en principio del ciclo corto del carbono, pero es necesario estudiarlas con detalle puesto que algunos tratamientos de reciclado pueden llevar a una fijación del carbono en estructuras permanentes o semi-permanentes, cuyo ciclo es mayor a una campaña en la viña. Entre los componentes indicados, los que deben incluirse porque no forman parte del ciclo corto del carbono, son las estructuras permanentes de la viña y la acumulación de carbono en el suelo durante la degradación de las estructuras permanentes de la viña.

### 5.2 Cálculo del ciclo largo del carbono

Como regla general los aspectos a incluir en el cálculo son los siguientes:

- Las emisiones debidas a su producción (uva y vino).
- Las emisiones debidas a su transporte desde el centro de producción hasta el lugar de uso.
- Las emisiones debidas a su uso (energía consumida).
- Los sumideros en productos o bienes de equipo (barricas).

El protocolo se estructura en tres escenarios:

1. Emisiones directas.
2. Energía adquirida por la empresa.
3. Emisiones de gases indirectas.

La parte más importante de las emisiones producidas en los tres escenarios corresponde a la energía; como usos directos de energía en viticultura y enología se pueden considerar:

- consumo de gasoil en la tracción (viticultura) y de electricidad en las instalaciones agrícolas.
- consumo de gasoil, gas o electricidad en enología (calefacción, climatización, iluminación, control térmico en fermentación, funcionamiento de maquinaria, destilación de subproductos, ...).
- fletes, expedición de los vinos y transportes internos.
- transportes de personas (desplazamientos profesionales y domicilio-trabajo).
- fabricación y reciclado final de los embalajes (botellas, cartones, estuches, plásticos, ...).
- fabricación de otros materiales necesarios para la actividad (fitosanitarios, abonos, productos enológicos, tapones, ...) y evaluación de los servicios comprados.
- transporte de las mercancías necesarias para la actividad.
- eliminación o reciclado de los residuos y las emanaciones de la fermentación de los efluentes.
- inmovilizaciones y amortizaciones (emisiones ligadas a la construcción de los edificios y a la fabricación de los materiales, máquinas, vehículos, parque informático, ...).

También hay que considerar otras emisiones no energéticas:

- quema de restos de vegetación.
- emanaciones de óxido nitroso en los abonados.
- fugas de gases refrigerantes (instalaciones de frío).

Para simplificar la exposición el conjunto de los GEI se convierten y se expresan en una misma unidad TEC (tonelada equivalente de Carbono). La adquisición de datos se hace en base a encuestas en explotaciones vitícolas, bodegas y cooperativas, distribuidores y comerciantes de vino.

## 6. CONCLUSIONES

El cambio climático afecta al viñedo en varios aspectos con posibles consecuencias económicas y tecnológicas, por lo que muchos productores son conscientes de la problemática y están estudiando el desarrollo de diversas alternativas. Es indudable que el sector vitivinícola debe limitar sus emisiones de gases de efecto invernadero para contribuir a la mitigación del cambio climático.

La Comisión Europea en 2009 ha establecido un protocolo de actuación para los Estados Miembros con claras directrices para la adaptación y la mitigación al cambio climático.

Existen diversas iniciativas, privadas y públicas, para establecer protocolos de medición de las emisiones de GEI. Estos protocolos están imponiéndose en muchos casos desde el sector de la distribución a distintos productos agroalimentarios, entre los cuales encontramos el vino. Las normas ISO son utilizadas como base de casi todos los protocolos, tanto públicos como privados, desarrollados para el cálculo de las emisiones de GEI. Tres son los principales protocolos que han empezado a utilizarse en el sector vitivinícola. Dos cuyo origen se encuentra en instituciones públicas, "Bilan Carbone" en Francia, y "PAS 2050" en el Reino Unido, y uno, el IWCCP, nacido por iniciativa del sector privado. Este último es el único que ha sido desarrollado pensando específicamente a la producción del vino.

La falta de armonización de filosofías y criterios de cálculo, así como la no consideración de algunas de las peculiaridades del sector vitivinícola, ha llevado a la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) a desarrollar un protocolo armonizado. Dicho Protocolo se estructura en dos elementos, EP (Protocolo de Empresa) y PP (Protocolo de Producto) procurando, en el primer caso, aportar una herramienta de trabajo a las empresas para que analicen su sistema de producción e intenten limitar sus emisiones y, en el segundo, crear un sistema de cálculo de la llamada "huella de carbono" del producto. El Protocolo analiza, bajo la perspectiva del marco de trabajo y responsabilidad de la empresa y del ciclo de vida del producto, las distintas emisiones de GEI que acaecen. Establece, para cada una de ellas, las bases y los límites de cálculo, dilucidando así las atribuciones de las mismas e integrando aspectos propios del sector vitivinícola no conside-

rados en muchos de los protocolos existentes. En España, la Federación Española del Vino, con la colaboración de la OIV, de empresas interesadas y de varias Universidades está desarrollando una metodología para ser utilizada por el sector vitivinícola.

## BIBLIOGRAFÍA

Anaya, J.A. et al. 2010. Balance del carbono en las bodegas españolas. Reunión Grupo Expertos OIV, Paris, 6 marzo 2010.

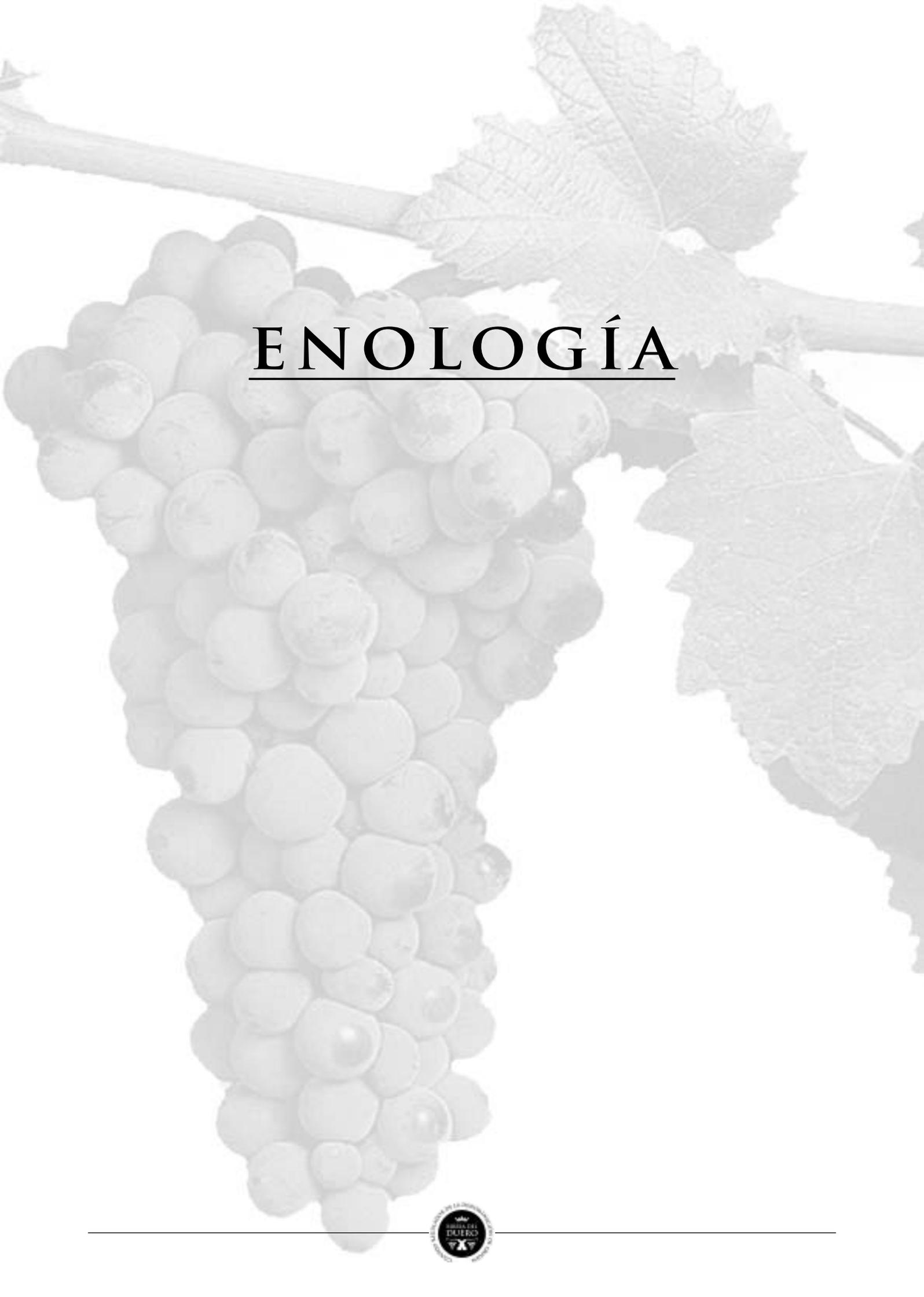
Iglesias, A. 2009. El cambio climático y la mitigación: ¿Qué puede hacer la agricultura? Mediterráneo Económico: El nuevo sistema agroalimentario. Parte II: Recursos escasos, Cajamar.

Moncomble, D., Descotes, A. 2008. *Bilan Carbone et Plan Climat* de la Champagne: du diagnostic au passage à l'acte. *Progrès Agricole et Viticole*, 125, n°18 (506-511).

OIV, Anteproyecto de resolución CST/10/425/Etapa7. 2010. Principios generales del Protocolo OIV de cálculo de emisiones de gases efecto invernadero. [www.oiv.int](http://www.oiv.int)

Sánchez Recarte, I. 2010. La huella del carbono: contexto mundial y respuesta del sector. VII Foro Mundial del Vino. Logroño, mayo 2010.

Sánchez Recarte, I. 2010. Herramientas y protocolos para el cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>. EcosostenibleWine 2010. Vilafranca del Penedès.



# ENOLOGÍA

# INCIDENCIA DE LOS RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN LA CALIDAD DE LOS VINOS

Alberto Barba Navarro. *Catedrático de Química Agrícola. Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología. Universidad de Murcia*  
José Oliva Ortiz. *Doctor en Químicas. Dpto. de Química Agrícola, Geología y Edafología. Universidad de Murcia*

---

El cultivo de la uva puede considerarse como el sector alimentario más antiguo e importante del mundo, quedando de manifiesto que la viticultura y la enología predominan en la sociedad desde hace 6000 años. La uva, con más de 60 especies y 8000 variedades, puede usarse en consumo de mesa o para elaborar zumo y vino. Durante la década de los 70, la producción vitivinícola mundial fue en crecimiento, llegando a cultivar 10.200.000 Ha. A partir de la década de los 80, se produce un retroceso de la superficie implantada debido al exceso de vino en el mercado mundial y la consecuente erradicación de viñedos (-21%), llegando en 2001 a una superficie próxima a los 8 millones de Ha, manteniéndose con pequeñas fluctuaciones durante los últimos años.

Se estima que los destinos de la producción mundial de uva son: 57% a la elaboración de vino, 31% a consumo en fresco, 8% a la elaboración de jugo concentrado o mosto, y el restante 4% a pasas de uva. Se calcula un consumo medio anual por persona de 3,6 kg de uva de mesa y de unos 40 l de vino. España es el país con más superficie de cultivo de vid, y además se considera el tercer productor mundial de vino, tras Francia e Italia.

La gran superficie de cultivo utilizada por el viñedo y las características climáticas, han propiciado un hábitat adecuado para el desarrollo de un gran número de plagas. Junto a la poda y la fertilización, el control de las plagas y enfermedades de la vid constituyen los pilares en los que debe sustentarse una producción vitícola rentable. Entre las principales plagas (insectos, ácaros y nematodos) y enfermedades (hongos) que afectan al cultivo de la vid, cabe destacar por su importancia y repercusión económica, en primer lugar a los lepidópteros (*Lobesia botrana* y *Clysia ambiguella*); en segundo, las de tipo criptogámico y más concretamente *oidio* y *mildiu*, y finalmente las podredumbres, en especial la ácida y noble.

Ante esta situación, el viticultor tiene que defenderse, pudiendo producirse abusos que consecuentemente provoquen la presencia de residuos de pla-

guicidas en la uva, después en el mosto y finalmente en el vino; si bien, el tipo de vinificación y sus etapas pueden influir en su desaparición. En una agricultura moderna y aunque la agricultura ecológica esté en continua expansión, difícilmente se puede prescindir de la utilización de productos fitosanitarios de síntesis para garantizar una producción regular, cuantiosa y de calidad.

Como consecuencia directa de los tratamientos fitosanitarios efectuados en viticultura, sin mencionar ahora la posible contaminación ambiental, podemos citar tres efectos derivados de su utilización:

- Presencia de residuos en uvas, mostos y vinos.
- Influencia en la fermentación y características organolépticas del vino.
- Calidad higiénico-sanitaria y efecto toxicológico sobre el consumidor.

## PRESENCIA DE RESIDUOS EN UVA, MOSTO Y VINO

La aparición de residuos de plaguicidas es consecuencia directa de los diversos tratamientos con productos fitosanitarios durante el período vegetativo de la vid, y especialmente entre el envero y la maduración; pudiéndose encontrar éstos en mayor o menor concentración dependiendo de factores tan diversos como: Productos empleados, formulación utilizada y dosis de tratamiento, tiempo transcurrido entre la aplicación del producto y la recolección, plazo de seguridad del producto empleado y factores climatológicos (insolación, lluvias, etc.).

Es imprescindible señalar en primer lugar el desarrollo alcanzado por la metodología analítica en los últimos años. Avances que han permitido alcanzar altas sensibilidades aplicando procedimientos macro y micro *on-line*, micro extracciones en fase sólida, etc. En cuanto a las técnicas cromatográficas, la utilización de cromatografía de gases y cro-

matografía líquida de alta resolución con detectores de masas, permite llegar a resultados espectacularmente seguros y fiables. Importante, también en este campo, es la obligada aplicación de criterios de calidad, tanto en ensayos (UNE/ISO 17025) como en experiencias supervisadas (BPL) para el aseguramiento de la calidad y la competencia técnica de los laboratorios que realizan análisis de residuos de plaguicidas.

Los datos experimentales disponibles ponen de manifiesto que si los productos fitosanitarios se emplean tal y como indican los fabricantes, no deben aparecer residuos superiores a los establecidos por la legislación en el momento de la vendimia. No obstante, un factor a considerar es si la uva va a ser consumida en fresco o utilizada en vinificación. En el primer caso, hay que tener en cuenta la transformación del plaguicida en la planta, el tiempo de comercialización y la degradación en las cámaras frigoríficas, pues su cinética es totalmente diferente. En el segundo caso, la uva recolectada es transportada a la bodega, donde comienza la elaboración del vino mediante procesos enotécnicos como: estrujado, escurrido, maceración, prensado, desfangado, fermentación alcohólica, trasiego, clarificado, estabilización y filtrado. En este sentido, el tipo de vinificación y la correcta utilización de los procesos enotécnicos pueden influir de manera decisiva en la desaparición o eliminación de los residuos de plaguicidas.

Así, sirvan como ejemplos algunos estudios donde se ha comprobado como pueden variar los residuos de plaguicidas en procesos de secado de la uva (Figura 1). Cómo los residuos de los insecticidas metil y etil corpirifos, metil azinfos y fenitrotion en uvas, desaparecen prácticamente en el mosto y no llegan al vino acabado; y por contrario, los residuos de metidatión y metil paratión sólo desaparecen en un 50% y 40% respectivamente en mosto y más de un 95% en el vino. En el caso de fungicidas, los residuos de pirimetanil en uva se mantienen en el mosto y vino, y se reducen al 50% para tebuconazol; sin embargo otros fungicidas como fludioxinil y kresosim metil, reducen sus contenidos al 50% en el mosto y se eliminan prácticamente en el vino acabado (Figuras 2 y 3).

La bibliografía nos indica que se producen importantes pérdidas de residuos de plaguicidas en el paso de uva a mosto y de éste a vino. En este sentido, es

### Variación de los residuos de plaguicidas en uva

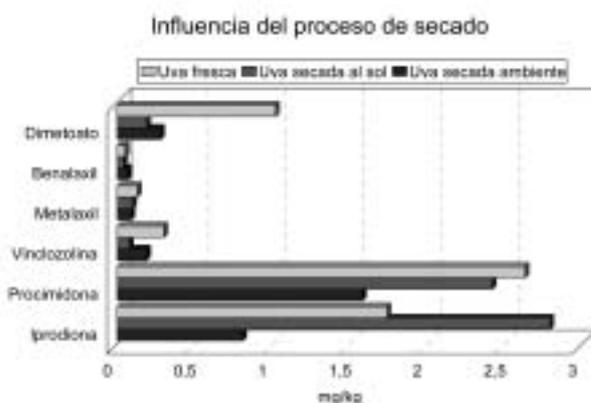


Figura 1

### Variación de los residuos de insecticidas

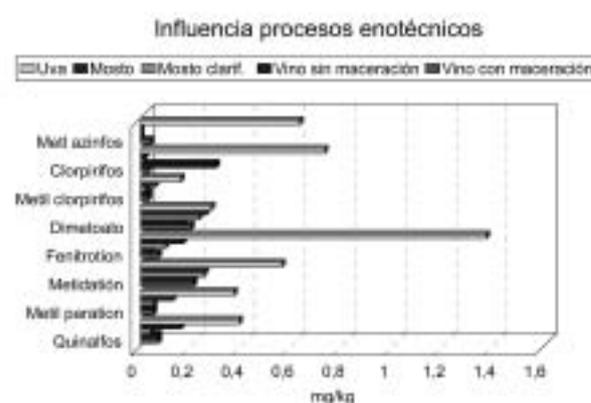


Figura 2

### Variación de los residuos de fungicidas

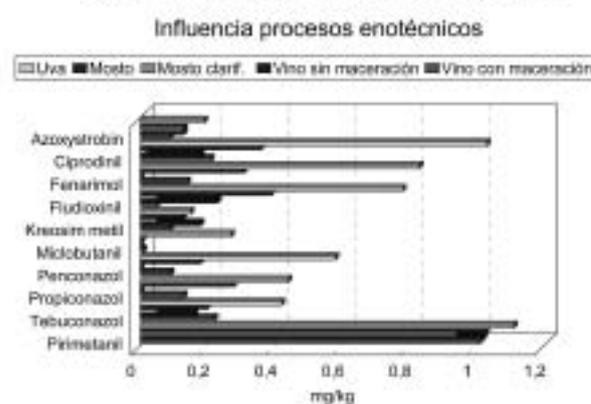


Figura 3

imprescindible señalar la importancia que tiene la velocidad de disipación de los residuos en el cultivo para su posible presencia en el vino; por otra parte, los procesos enológicos comúnmente utilizados en la vinificación como estrujado, prensado, desfangado,

clarificado y filtrado, son factores muy importantes en la desaparición de los residuos de plaguicidas en el vino. Finalmente, la técnica de vinificación con o sin maceración, adición de taninos, criomaceración, etc., influyen también en la desaparición o disminución de los residuos de plaguicidas.

Algunos autores señalan que el estrujado de las uvas no afecta a la desaparición de algunos fungicidas como azoxistrobin, ciprodinil, fludioxinil, pirimetanil y quinoxifen. Después del prensado, los residuos de penconazol, vinclozolina o fenarimol aparecen en mayor porcentaje unido al orujo. Sin embargo, también existen fungicidas como metaxil que permanece en un alto porcentaje en el mosto, debido a su alta solubilidad en disoluciones hidroalcohólicas.

Kresoxim-metil y tetraconazol, fungicidas de comercialización y uso reciente en viticultura, no dejan residuos detectables en bayas transcurridos 21 días de su aplicación. Otros, como azoxistrobin, fluazinam y mepanipirim sí aparecen en las uvas, aunque sus niveles residuales disminuyen en los mostos, mucho más en los obtenidos en las vinificaciones con maceración (0,12 frente a 0,20 ppm de azoxistrobin en mosto con y sin maceración respectivamente). Cuando el tratamiento en campo se realiza con quinoxifen, fungicida muy novedoso en el control de oidio, se detectan en uvas recogidas tras la aplicación del producto concentraciones de 0,38 mg/kg (inferiores al LMR establecido en Italia; 0,5 mg/kg). Catorce días después, los niveles residuales han disminuido hasta 0,09 ppm. Tras el prensado de la vendimia, únicamente se encuentran en el mosto el 45 % de los residuos presentes en las bayas. Si éste se somete a centrifugación, desaparece el 8% de su concentración residual, no detectándose en vinos al final del proceso fermentativo.

Otros ensayos, en este caso con herbicidas, ponen de manifiesto que tras 28 días de estudio siguen detectándose residuos tanto en uvas tintas como blancas, pero iniciada la vinificación, únicamente norfluzaron persiste en los niveles iniciales, mientras que el resto de productos (oxifluorfen, oxadiazon y trifluralin) se degradan durante la fermentación. En cuanto a insecticidas no sistémicos como teflubenzuron, se ha demostrado que en uva blancas y durante 49 días, la concentración de plaguicida se sitúa en torno a 0,89 mg/kg, se mantiene en

mosto, y desaparece casi por completo tras el centrifugado del mismo.

Por otra parte, el trasiego es un proceso de gran repercusión en la desaparición de algunos plaguicidas, ya que pueden ser arrastrados y separados en las lías. También los procesos de estabilización como clarificación y filtración de los vinos, pueden ser causa de desaparición de las cantidades de residuos presentes en los caldos. La utilización de sustancias clarificantes como gelatinas, bentonitas, carbono activo, caseinatos, etc., pueden arrastrar los residuos de aquellos plaguicidas que por sus características físico-químicas no estén solubilizados en la fase líquida. Igualmente, la utilización de determinados medios como filtros de nylon, pueden influir de manera notable en la desaparición de algunos plaguicidas.

Así por ejemplo, al eliminar las heces en suspensión del mosto, bien dinámica (centrifugación) o estáticamente (con o sin clarificantes), se pierde el 90% de azufre, el 70% de ftalimidias o el 40% de fungicidas dicarboximídicos, mientras que los productos solubles en agua permanecen en el mosto. En este aspecto hay que tener en cuenta, que la solubilidad de la mayoría de los plaguicidas en agua es baja. Otros productos como los benzimidazoles tampoco son eliminados en el proceso anterior, pero si lo hacen mediante tratamientos con bentonita como clarificante. Por último, el filtrado de los vinos antes del embotellado tiene algún efecto, aunque mínimo, en la eliminación de residuos (Tabla I).

Comparando la evolución de los residuos cuando se realiza la vinificación por procedimientos tradicionales frente a maceración carbónica, se observa mayor concentración remanente en este último proceso; posiblemente debido a que al permanecer intactas las uvas durante más tiempo, no se produce el paso de los plaguicidas de las bayas a la fase líquida, y no se producen reacciones de degradación. Sin embargo, después del prensado, las cantidades residuales en el mosto de la maceración carbónica son sensiblemente menores.

Plaguicida	Proceso de vinificación	
	Desfangado	Clarificación
Azufre	-90%	
Ftalimidias	-70%	
Dicarboximidias	-40%	
Benzimidazoles	no	si

Tabla I

Proceso	Procimidona	Vinclozolina	Iprodiona	Carbendazima	Diclofuanida
Macer. ferment. y prensado	15%	12%	30-40%	—	70-80%
Trasiego	25%	45%	18-20%	30-40%	20%
Clarificación	12%	13%	20%	25-30%	100%
<b>Total</b>	<b>52%</b>	<b>70%</b>	<b>70-80%</b>	<b>55-70%</b>	<b>100%</b>

Tabla II

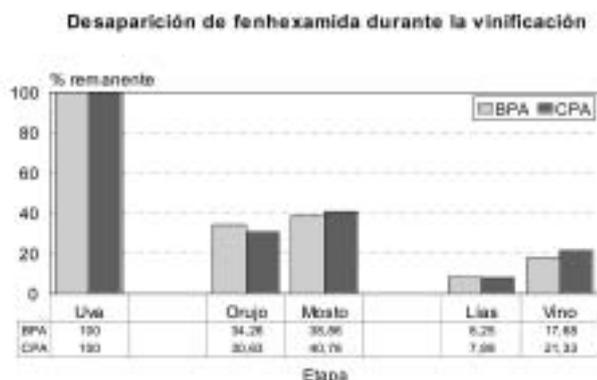


Figura 4



Figura 5

Plaguicida	Vinificación	
	Tradicional	Maceración carbónica
clorpirifos	10%	
benalaxil		
metalaxil	95%	
ciproconazol		
fenarimol	67%	
vinclozolina		
mancozeb		
penconazol		

Tabla III

Estudiando la desaparición del insecticida clorpirifos y los fungicidas benalaxil, metalaxil, ciproconazol, fenarimol, penconazol, vinclozolina y mancozeb, en procesos de vinificación tradicional frente a la realizada por maceración carbónica, se constata que los remanentes residuales en los vinos obtenidos por esta última técnica, son entre cinco y diez veces inferiores a los determinados en los obtenidos con el proceso tradicional. En ambos casos, el producto con la mayor velocidad de disipación es el clorpirifos y metalaxil el de menor velocidad.

En el estudio de la desaparición de algunos fungicidas en uva Tempranillo en la Rioja, a lo largo del proceso de vinificación, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla II):

Un ejemplo concreto de la desaparición de residuos durante la vinificación lo tenemos en el estudio de la eliminación del fungicida de amplia utilización fenhexamida. En las figuras 4 y 5, se exponen los resultados obtenidos.

El fungicida se elimina durante la vinificación en un 85%, no influyendo tanto la concentración inicial como los procesos enotécnicos.

En el caso de vinificación tradicional, durante el proceso de maceración se mantienen porcentajes remanentes comprendidos entre 67-95% (para fenarimol y metalaxil, respectivamente). En el prensado se produce la primera disminución importante de los niveles residuales, quedando reducidos a valores medios del 30% del inicial en el orujo; destacando que el plaguicida que presenta una mayor desaparición es mancozeb (Tabla III).

En la fermentación, los cambios son menores, si bien clorpirifos decrece espectacularmente en catorce días de proceso. En las lías se mantienen remanentes comprendidos entre 8 -17%. Finalmente la clarificación y el filtrado acaban de ayudar a la desaparición de los residuos.

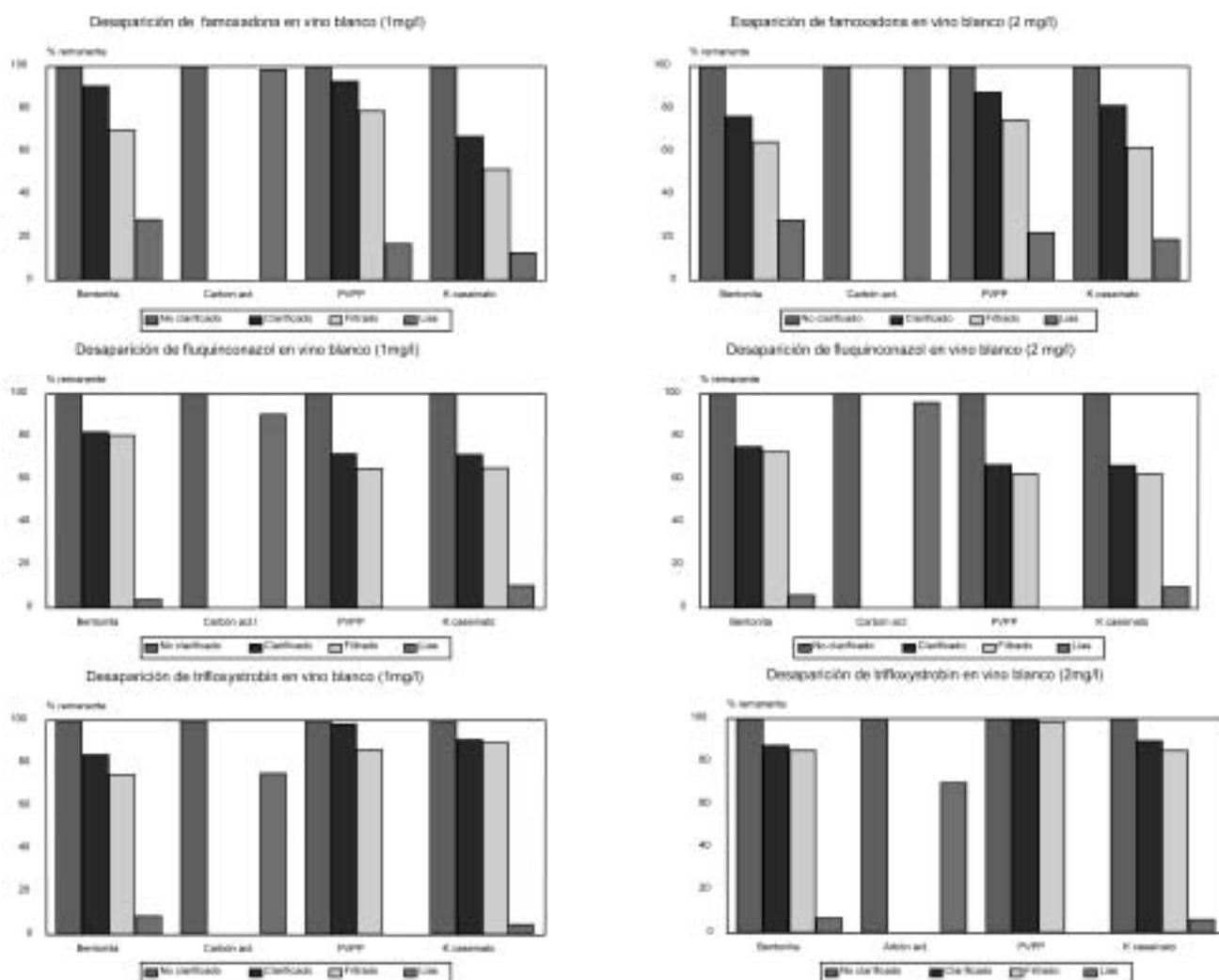


Figura 6

La eliminación de fungicidas de reciente utilización (famoxadona, fenhexamida, fluquinconazol, kresoxim metil, quinoxifen y trifloxistrobin) puede variar entre 40-100% durante los procesos de elaboración de vinos tintos de Monastrell.

Por último señalar que también las características de conservación de los vinos pueden influir sobre la desaparición de los residuos de plaguicidas. Así, se ha estudiado la influencia de la conservación en botella, de la temperatura, etc.

Un último estudio, realizado en la D.O. Jumilla sobre uvas var. Monastrell, muestra la influencia del tipo de vinificación (rosado, tinto tradicional, tinto de maceración carbónica, y vinos de larga maceración con prefermentación a bajas temperaturas) en la eliminación de cuatro fungicidas (ciprodinil, fludioxonil, pirimetanil y quinoxifen) (Figura 6).

## INFLUENCIA EN LA FERMENTACIÓN Y CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL VINO

Las cualidades organolépticas de un vino pueden considerarse como el resultado de un equilibrio entre las sustancias aromáticas y los elementos sápidos que lo componen, y que son los encargados de regir la armonía entre el olor y el sabor del vino.

- **Influencia sobre los parámetros generales.**

Para comprobar la influencia de la presencia de residuos de plaguicidas en las características principales del vino se compararon los parámetros generales densidad, acidez total, acidez volátil, grado alcohólico y tiempo de fermentación en vinos obtenidos de uvas testigo, uvas cultivadas tradicionalmente, y uvas

	Testigo	Quinoxifen (a)	Kresoxim (b)	Azoxistrobin (c)	Swich* (d)	Pirimetanil (e)	G.S. P ≤ 0,05
AT	7,58±0,28	7,19±0,07	7,26±0,30	7,13±0,02	7,15±0,18	7,23±0,07	a,c,d,e
AV	0,040±0,000	0,040±0,000	0,043±0,006	0,040±0,000	0,040±0,000	0,060±0,010	e
pH	3,38±0,02	3,453±0,006	3,45±0,06	3,413±0,006	3,456±0,006	3,493±0,006	a,b,d,e
GA	12,26±0,06	12,40±0,20	12,66±0,28	12,80±0,65	12,40±0,30	13,43±0,40	e
IC	19,27±0,58	15,16±1,26	15,34±0,99	16,15±1,09	15,97±2,75	15,26±0,22	a,b,c,d,e
T	0,45±0,01	0,46±0,01	0,47±0,02	0,47±0,01	0,46±0,01	0,47±0,01	b,c,e
PT	2,45±0,32	1,96±0,08	1,81±0,25	2,12±0,16	1,80±0,16	1,51±0,10	a,b,d,e
IF	48,40±1,05	38,57±4,54	40,50±2,86	42,97±2,56	38,57±4,76	33,80±1,60	a,b,d,e
IPT	83,47±2,45	58,67±4,92	67,97±2,61	71,67±3,70	59,47±7,71	53,10±0,20	a,b,c,d,e
H	19,10±0,10	23,43±1,70	23,93±0,35	23,34±0,74	24,20±2,76	22,10±1,11	a,b,c,d,e
S	5,26±0,02	4,87±0,54	4,17±0,10	4,33±0,13	4,27±0,50	4,66±0,32	b,c,d,e

**AT:** acidez total (g/l ácido tartárico); **AV:** acidez volátil (g/l de ácido acético); **pH:** unidades de pH; **GA:** grado alcohólico (% v/v de etanol); **IC:** Intensidad colorante; **T:** Tono; **PT:** Polifenoles totales (g/l ácido gálico); **IF:** Índice de Folin; **IPT:** Índice de polifenoles totales; **H:** tono; **S:** saturación; **GS:** Grado de significación; \* Mezcla de ciprodinil y fludioxonil, no se formulan por separado.

Tabla IV

tratadas con clorpirifos, fenarimol, mancozeb, metaxil y penconazol. En todos los casos la evolución de la fermentación fue correcta, aunque la vinificación de la uva tradicional presenta mayor velocidad de fermentación (ataque de podredumbre ácida); no observándose paradas fermentativas. Los valores de grado alcohólico alcanzados en todos los vinos se encontraron dentro de los valores mínimos exigidos en la D.O. Jumilla. Los valores y evolución de la fracción ácida, no ponen en peligro su conservación, ni el equilibrio de su constitución.

En uva vendimiada, tratada con los fungicidas Pirimetanil, ciprodinil (Switch), fludioxinil (Switch), azoxistrobin, kresoxim metil y quinoxifen, se realizaron vinificaciones con maceración a 5°C cuatro días y seis días a 25 °C; finalizada la fermentación alcohólica se trasegó, estabilizó mediante clarificación y filtración, y posteriormente se embotelló. Sobre el vino embotellado se realizaron las determinaciones de los parámetros generales (Tabla IV).

En cuanto a la fracción ácida, cabe señalar que solo en la vinificación en presencia de kresoxim-metil no existen diferencias significativas con respecto al vino testigo para los valores de acidez total. Lo mismo ocurre con el pH, pero en este caso en el vino elaborado con residuos de azoxistrobin. En cambio, para la acidez volátil únicamente la vinificación con residuos de pirimetanil difiere del con-

trol de forma significativa; igual que ocurre para el grado alcohólico.

Para todos los parámetros responsables del color, se aprecian diferencias muy acusadas en los vinos obtenidos en presencia de pirimetanil. Para los vinos restantes estas diferencias no son tan marcadas.

Considerando que el mayor o menor valor de intensidad colorante está muy influenciado por el grado de madurez de la uva, el tiempo de maceración y la temperatura a la que ésta se realiza. Si tenemos en cuenta, que en todas las vinificaciones estos factores han sido los mismos, cabe pensar que la presencia de los fungicidas ensayados ha influenciado en la difusión de los compuestos fenólicos del hollejo al mosto durante el proceso macerativo.

La experiencia realizada por la Dra. Santos, sobre uva Tempranillo (Rioja) tratada a dos dosis con carbendazima, diclofuanida, iprodiona, procimidona y vinclozolina, durante tres cosechas, demuestran que no hay diferencias significativas en los parámetros generales, densidad, pH y acidez total. La presencia de procimidona y vinclozolina disminuye la concentración de málico; los polifenoles totales son más elevados en las dosis dobles de todos los tratamientos; el color rojo presenta valores mayores a dosis dobles, pero no hay diferencias en la tonalidad o matiz.

La evaluación organoléptica califica los vinos de Bien o Muy bien, aunque se hacen observaciones puntuales a los vinos con dosis dobles, sobre aparición de sabores poco agradables y olores no determinados, sobre todo en el caso de carbendazima. Diclofuanida aporta olor a acetato de etilo en las dosis dobles y alguna apreciación en dosis sencillas.

Para comprobar la influencia de los fungicidas diclofuanida y miclobutanil, muy utilizados en la zona de Jumilla, sobre la obtención de vinos rosados a partir de uva Monastrell, se realizó un estudio adicionando dos dosis (1 y 5 ppm) al mosto prensado, analizándose los parámetros generales. Los resultados mostraron que aunque no produjeron parada fermentativa, la dosis más alta de diclofuanida, si causó un retraso de 5 días. El análisis estadístico de los datos mostró diferencias significativas en casi todos los parámetros, excepto para densidad residual y acidez volátil (diferencias con significación analítica); lo que indica que todas las vinificaciones llegan al final de la fermentación sin azúcares residuales y por tanto no se darán refermentaciones en botella, ni influyen en la concentración de acético en el vino.

- **Influencia en la viabilidad de levaduras**

Entre los numerosos factores que influyen sobre la evolución de la flora levaduriforme durante la fermentación, cabría destacar por su importancia la presencia de residuos de plaguicidas, ya que éstos, pueden alterar las rutas bioquímicas de la fermentación debido a su efecto sobre reacciones de síntesis o a la inhibición de la respiración o la fermentación. Como consecuencia, puede producirse una caída progresiva de la viabilidad de población levaduriforme y un frenado de la fermentación, que en casos muy graves podría conllevar a la parada total del proceso.

Se ha comprobado que insecticidas y acaricidas, no tienen efectos sobre el desarrollo de la fermentación, cuando se encuentran en el mosto a concentraciones no muy elevadas (como ocurre por ejemplo con metomilo, metil-paratión, fenitrotión y clorpirifos). En el caso de fungicidas inorgánicos, el azufre no tiene acción negativa sobre las levaduras, aunque puede provocar aparición de malos sabores en el vino (a altas concentraciones). El cobre, por el contrario, a concentraciones de sólo 10 ppm inhibe

de manera significativa el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae*.

Productos orgánicos con marcado carácter fungicida derivados de las sulfamidas (diclofuanida), o ftalimidas (folpet o captafol), son particularmente nocivos para determinadas cepas de levaduras (*Hanseniaspora uvarum*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces bayanus*). Los benzimidazoles carbendazima y metil tiofanato no presentan efectos sobre levaduras (tan sólo a muy altas dosis), al contrario que benomilo que puede resultar activo incluso a baja concentración. Diclofuanida es el único fungicida cuya utilización necesita precauciones desde el punto de vista de influencia en la flora levaduriforme.

Los derivados ditiocarbámicos (concretamente mancozeb) pueden inhibir levaduras de tipo *Saccharomyces* a concentraciones superiores a 50 ppm. Los derivados dicarboximídicos (vinclozolina e iprodiona), fungicidas de amplio espectro, ampliamente estudiados en las últimas décadas, presentan poca o nula influencia sobre la flora levaduriforme.

Triazoles como hexaconazol, tetraconazol y penconazol, no provocan alteración alguna sobre la cinética fermentativa; sin embargo se han observado efectos biocidas iniciales en su presencia a diferentes dosis, lo que provoca pequeñas ralentizaciones en el inicio de la fermentación.

Las tipificaciones de flora levaduriforme, realizadas en uva, mosto y vino obtenido mediante adición de levaduras secas activas (LSA) a material vegetal tratado con famoxadona, fenhexamida, fluquinconazol, kresosim metil, quinoxifen y trifloxistrobin, muestran la ausencia de efecto selectivo de todos ellos; al no observarse diferencias entre las especies ni en los porcentajes de aparición. También se ha comprobado que la presencia de estos fungicidas no influye en el conteo de niveles de levaduras en la uva (ni en las condiciones de tratamiento más desfavorables), ni durante el proceso fermentativo, tomando muestras y efectuando el conteo a 1, 5, 12 y 20 días (Tablas V y VI).

Algunos autores reportan la influencia de ciertos fungicidas en las cinéticas fermentativas de *Saccharomyces cerevisiae*, especialmente triazólicos e imidazólicos.

Unidades	Control	Quinoxifen		Kresosim		Famoxadona		Trifloxistrobin		Fluquinconazol		Fenhexamida	
		GA	CAP	GAP	CA	GAP	CAP	GAP	CAP	GAP	CAP	GAP	CAP
Log CFU/g	2,5	2,5	3,2	3,7	3,3	3,4	3,7	5,2	3,7	3,3	3,6	3,5	5,9
Log CFU/cm <sup>2</sup>	1,9	1,8	3,8	3,0	2,6	2,8	3,0	4,5	3,0	2,6	3,0	2,9	5,2

Tabla V. Conteo de levaduras en la superficie de la uva

Días	Control	Quinoxifen		Kresosim		Famoxadona		Trifloxistrobin		Fluquinconazol		Fenhexamida	
		GAP	CAP	GAP	CAP	GAP	CAP	GAP	CAP	GAP	CAP	GAP	CAP
1	2,6	2,5	4,5	3,7	3,3	3,5	3,8	5,2	3,8	3,3	3,7	3,6	6,0
5	7,8	7,9	9,5	7,6	9,3	7,5	9,5	7,6	9,5	7,4	9,2	7,6	9,5
12	6,9	7,7	9,4	8,1	8,7	8,0	8,7	7,3	9,0	7,6	9,2	8,3	8,5
20	5,6	6,7		8,8	7,5	8,2	7,8	7,5	7,0	7,2	6,9	8,1	5,2

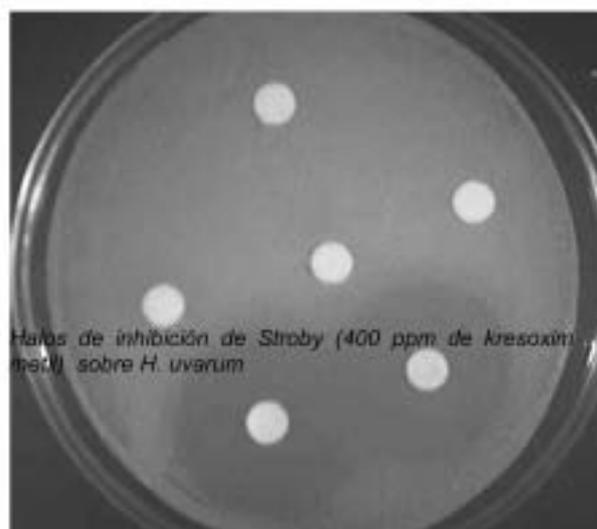
Tabla VI. Evolución de levaduras durante la vinificación

Finalmente, en ensayos con nuevos compuestos de acción fungicida no sistémica (fludioxonil y fenilpirrol), algunas anilipirimidinas (ciprodinil y pirimetanil) y nuevas materias activas de estructura similar a las strobirulinas naturales (azoxistrobin y kresoxim metil), se ha comprobado que no afectan significativamente al desarrollo de la fermentación en vinificaciones en blancos de la variedad Airén, aunque puedan influir más concretamente sobre algunas características del vino acabado.

La influencia de los plaguicidas en la fermentación maloláctica, no muy estudiada, parece ser no significativa. Aunque algunos investigadores han demostrado que fungicidas como: mancozeb, metil metiram, cimoxamilo, diclofuanida, vinclozolina e iprodiona, pueden tener efecto depresor de este proceso.

Se ha evaluado el efecto inhibitor *in vitro* de los fungicidas famoxadona, fenhexamida, fluquinconazol, kresoxim-metil, quinoxifen y trifloxistrobin, sobre el crecimiento de *Sacharomyces cerevisiae*, *Hanseniaspora uvarum*, *Dekkera bruxellensis*, *Zygosacharomyces rouxii* y *Torulaspota delbrueckii*, levaduras habitualmente presentes en la flora natural inicial de la uva y el mosto. El efecto se midió mediante la determinación de halos de inhibición de las distintas levaduras inoculadas sobre medio GPYA.

El efecto de los productos fitosanitarios ensayados sobre las distintas levaduras fue desigual, aunque de forma general no se aprecia inhibición del crecimiento en superficie. Sólo se aprecia de forma clara un efecto inhibitor del crecimiento de *H. uvarum*



en presencia de Kresoxin-metil a una concentración de 400 ppm (doble de la concentración recomendada). Este efecto se manifiesta con la aparición de un halo de inhibición de 1cm de radio. Este producto no manifiesta ningún efecto sobre el resto de levaduras incluidas en el estudio.

Esta misma especie junto con *S. cerevisiae* es ligeramente inhibida por el formulado comercial Flint WG (trifloxistrobin 50%), concentración ensayada de 300 ppm, aunque el halo de inhibición es inferior a 1 mm.

Estos resultados, indican la ausencia de efectos inhibitorios de los fitosanitarios estudiados sobre la flora habitual en los procesos de vinificación. Los valores ensayados han sido muy superiores a los LMR legislados por España y la UE para uva de vinificación.

Comp. aromático	Clásico	Clorpirifos	Fenarimol	Mancozeb	Metalaxyl	Penconazol	Vinclozolina
<b>Mayoritarios</b>							
Acetato etilo	◇	◇					
Dietil acetal		◇	◇	◇	◇		◇
Metanol			◇				
Isobutanol	◇						
<b>Minoritarios</b>							
Ác. hexanoico	◇		◇			◇	◇
Ác. heptanoico	◇						
Ác. Decanoico	◇			◇	◇		
Acetato isoamilo		◇	◇				◇
Acetato hexilo	◇	◇			◇	◇	
Decanoato etilo	◇	◇	◇			◇	
Acetato 2 feniletilo	◇					◇	
Dodecanoato etilo			◇				
1-octen-3-ol	◇		◇	◇	◇	◇	
2-etil-1-hexanol	◇		◇				
1-octanol						◇	

Tabla VII

#### • Influencia en la fracción aromática

Aunque se ha estudiado ampliamente la ascendencia en los aromas del vino, de diversos factores como variedad de uva, práctica cultural, clima, tipo de elaboración, procesos, etc., son escasos los trabajos sobre la posible influencia que tienen los residuos de plaguicidas; ya que su presencia en la uva pueden provocar una serie de efectos, la mayoría de las veces indeseables, y que pueden alterar la calidad del elaborado vínico, introduciendo en el mosto y vino malos sabores y olores.

En este sentido, se ha constatado la influencia de productos fitosanitarios en la composición aromática del vino, observándose diferencias significativas entre los niveles de volátiles mayoritarios; acetato de etilo, metanol, isobutanol y dietilacetil, y los vinos considerados clásicos en cuanto a tratamientos fitosanitarios (3 tratamientos habituales en la zona), comparados con un vino control (Tabla VII).

Las cantidades de acetato de etilo únicamente, son superiores a 150 mg/l, en el vino clásico y en el que contiene clorpirifos, asociadas a vinos de pobre cali-

dad. La causa de este hecho puede deberse a que, en el primer caso, el etanol se oxide a acético y posteriormente esterificado a acetato; mientras que en el segundo caso, al aumento de la cantidad de nitrógeno, compuesto alimenticio para las levaduras, facilite el aumento de la formación de acetato de etilo. Las cantidades de metanol, ligeramente superiores a las del vino control, pero dobles a las del clásico; en el caso de fenarimol, el nivel alcanza 107 mg/l (frente a 54,5 en el control) puede deberse a la mayor actividad del enzima pectin-metil-esterasa en su presencia. La concentración de isobutanol en los vinos se debe a la asimilación del aminácido valina, su precursor, por las levaduras; causa posible del bajo nivel encontrado en el vino clásico debido a sus tratamientos. El resto de niveles de los demás alcoholes es normal, comparado con los valores aportados por diferentes investigadores.

En cuanto a los volátiles minoritarios, agrupados en ácidos, ésteres, alcoholes y aldehídos, se ha comprobado que no hay diferencias significativas entre los valores de los ácidos isobutírico e isovalérico (índices de la actividad bacteriana, factor de pobre cali-

dad) por tanto los plaguicidas estudiados no afectan la actividad bacteriana. Los niveles de los ácidos hexanoico, octanoico y decanoico, presentan diferencias significativas en el vino clásico y también en los tratados con fenarimol, penconazol y vinclozolina (la alta concentración de hexanoico puede deberse al aumento de la cantidad de levaduras en la etapa de fermentación más intensa). De los quince ésteres determinados, solo se encontraron diferencias significativas en acetato de isoamilo, acetato de hexilo, decanoato de etilo, acetato de fenil etilo, y dodecanoato de etilo; aunque sus niveles son normales. Este último, junto con hexanoato de etilo, tienen una fuerte influencia sobre el perfil aromático de los vinos jóvenes. De los dieciséis alcoholes analizados, solamente 1-octanol y 1-octen-3-ol difieren significativamente en cantidad; aunque éstos si están presentes a altas concentraciones, pueden considerarse como un defecto. Finalmente, no se encontraron diferencias en los aldehídos analizados, y sus valores fueron normales.

Algunos plaguicidas de la familia triazoles (pencnazol, hexaconazol, fluquinconazol, etc.), producen alteraciones en la síntesis de esteroides y alteran la composición de la fracción de ésteres en el aroma de los vinos.

Se ha comprobado que algunos fungicidas (ciprodinil, fludioxonil y pirimetanil) influyen sobre la fracción aromática de vinos blancos (var. Airén con *Saccharomyces*) produciendo diferencias significativas en la fracción ácida del aroma, aunque los contenidos finales no superan sus umbrales de percepción.

En un medio de grado alcohólico elevado como el vino, los compuestos volátiles son generalmente poco o muy poco solubles; por tanto el olor tiene su origen en las moléculas más ligeras, y el aroma percibido por vía retronasal, en las más pesadas.

Los aromas secundarios o de vinificación, aparecen durante la fermentación alcohólica del mosto, siendo fundamentalmente ésteres, ácidos grasos y alcoholes superiores. El metanol, proveniente de la hidrólisis de las pectinas de la uva, sin importancia en el aroma, se considera por su efecto tóxico (dosis de referencia 36-350 mg/l), en los vinos de este estudio no se alcanza ni el mínimo. El acetaldehído, producido en la primera fase de la fermentación como producto intermedio del metabolismo de las levaduras a partir del piruvato, debe permanecer a niveles lo más bajo posible (6-190 mg/l) lo que cumplen estos vinos tratados con los fungicidas.

Los alcoholes superiores (de más de dos carbonos) se forman en las levaduras y se transfieren al medio, y sus variaciones se deben al proceso de fermentación; se encuentran en rangos de 150-500 mg/l, pero a niveles superiores a 300 mg/l su efecto es negativo y comunica sensaciones herbáceas desagradables; sobrepasan esta cantidad los vinos con diclofuanida y con auxiliares de procimidona e iprodiona, con presencia de alcoholes amílicos superior a 180 mg/l con aparición de sensaciones vegetales, aunque no se encuentran diferencias significativas entre las muestras.

El éster más abundante, acetato de etilo, cuyo contenido elevado proviene del desarrollo accidental de levaduras oxidativas que no modifican la acidez volátil, o de bacterias que oxidan el etanol a acético; si se encuentra en concentraciones elevadas, sin llegar al umbral de percepción (150 mg/l) confieren al vino elementos de dureza y aspereza, produciendo sensaciones pésimas a pegamento y a picado del vino si se sobrepasa dicho valor; pero los vinos de la experiencia están dentro de los márgenes de calidad aceptados, excepto la muestra con diclofuanida que supera el umbral de percepción.

Tampoco se encuentran diferencias significativas en la formación de ésteres etílicos de ácidos grasos, responsables de sensaciones afrutadas y florales, pero el vino con diclofuanida presenta la mitad de concentración.

Respecto al contenido total de acetatos y acetato de metilo, no se encuentran diferencias significativas en estos vinos. No sucede así con los acetatos responsables del afrutado y olor floral de los vinos, como acetato de isoamilo (principal responsable del aroma afrutado), de hexilo, de 2 feniletilo; ya que el vino con diclofuanida no presenta contenido alguno de acetato de hexilo y de 2-feniletilo, y la de isoamilo no alcanza el nivel de percepción.

El contenido total de ácidos grasos de más de cinco carbonos es semejante a los encontrados en muchos trabajos, lo que indica que los fungicidas tienen escasa influencia sobre estos ácidos; excepto para diclofuanida que presenta los valores más bajos.

#### • Influencia sobre la fracción ácida

Son muchas las propiedades o aspectos enológicos que se ven influenciados por la acidez del mosto y del vino. Entre ellos, podemos citar el desarrollo y

metabolismo de microorganismos, el color del vino, precipitación de sales tartáricas, y sobre todo las propiedades organolépticas. Por ello, es sumamente importante controlar la fracción ácida (de ella dependen muchas propiedades del vino y fenómenos que en él se desarrollan), densidad y color (aspecto, astringencia y estructura).

La fracción ácida de los vinos también se ve afectada, por la presencia de residuos de algún insecticida (clorpirifos), y fungicidas (fenarimol, metalaxil, penconazol y mancozeb) (experiencia frente a testigo y tradicional). La evolución de la acidez total fue similar en valores relativos durante la vinificación para todos los ensayos, aunque sus valores iniciales sean diferentes; los valores finales garantizan una adecuada conservación y equilibrio en su constitución. La evolución de la acidez volátil es diferente para los distintos ensayos, destacando que en todas las uvas tratadas desciende el valor final de acidez volátil más que en el testigo, y que se da un fuerte descenso en el caso de fenarimol (sin que se encuentre justificación).

En otros trabajos se ha puesto de manifiesto que residuos de diclofuanida, a dosis altas, causan la acidificación del vino. También, en vinos blancos (var. Airén) fermentados en presencia de los fungicidas azoxistrobin, ciprodinil, fludioxonil, kresoxim-metil, pirimetanil y quinoxifen se observa, que en la mayoría de los casos, éstos provocan descensos en el contenido final de los diferentes ácidos.

Se ha estudiado la influencia que los residuos de famoxadona, fenhexamida, fluquinconazol, kresoxim metil, quinoxifen y trifloxistrobin (fungicidas de amplia utilización en viñedo), tienen sobre el contenido de los ácidos orgánicos (cítrico, málico, succínico y tartárico) en vinos Monastrell de la D.O. Jumilla. Realizados dos tratamientos diferentes en la uva, uno a plazo de seguridad y otro bajo condiciones críticas, el estudio estadístico indica que se producen diferencias significativas con respecto al testigo para los ensayos con kresoxim metil y famoxadona en BPA para ácido málico; con los tratados con quinoxifen y fluquinconazol en condiciones críticas para ácido cítrico; con fluquinconazol en CPA y fenhexamida en ambas condiciones para ácido succínico, y por último para la tratada con quinoxifen en condiciones críticas para ácido tartárico. Para los ensayos donde se obtienen diferencias significativas se produce un aumento de los niveles de

málico y cítrico, y un descenso de los contenidos en succínico y tartárico. Los valores finales de los ácidos estudiados se encuentran, en general, en niveles típicos de los vinos de calidad de la D.O. Jumilla, por lo que se puede deducir que a pesar de las diferencias encontradas, los residuos de fungicidas no afectan a la calidad final de los vinos.

Al estudiar el efecto de la presencia de azoxistrobin, kresoxim metil quinoxifen sobre el contenido final de ácidos orgánicos (cítrico, láctico, succínico y tartárico), en vinos blancos (Airén) inoculados con diferentes cepas de *Saccharomyces*, se observó que los valores absolutos de ácidos orgánicos se encontraban dentro del rango óptimo para vinos de la D.O. Jumilla, excepto para tartárico que fueron excesivamente bajos. Desde el punto de vista analítico, la levadura más afectada por la presencia de residuos de los fungicidas es *Saccharomyces cerevisiae syn uvarum*, ya que provoca descensos, con respecto al testigo, de cítrico, láctico y tartárico, y un aumento de succínico. Por tanto, y aunque existe una influencia de los residuos de estos fungicidas, no influye de manera importante en la calidad organoléptica de los vinos acabados, ya que además producen disminuciones del contenido final de esos ácidos.

- **Influencia sobre el color y actividad antioxidante**

Los compuestos fenólicos tienen una gran importancia en enología, ya que se consideran el origen del color y la astringencia (taninos), además de su interés nutricional y farmacológico. Los factores que influyen en su contenido en el vino pueden ser edafoclimáticos, genéticos, culturales y enológicos (presencia de residuos de plaguicidas).

En relación al color, estudiando la influencia de clorpirifos, fenarimol, mancozeb, metalaxil, penconazol y vinclozolina, no se observan diferencias significativas en la intensidad del color y tono; aunque sí en la saturación, con respecto al vino control en presencia de clorpirifos, fenarimol y penconazol.

Al estudiar la influencia de los fungicidas azoxistrobin, ciprodinil (Switch), fludioxonil (Switch), kresoxim-metil, pirimetanil y quinoxifen en el color final de los vinos, aparecen diferencias significativas entre las vinificaciones con uvas tratadas y la testigo (28). De los datos obtenidos y expuestos en la

	Testigo	Quinoxifen (a)	Kresoxim (b)	Azoxistrobin (c)	Swith* (d)	Pirimetanil (e)	G.S. P ≤ 0,05
	19,27±0,58	15,16±1,26	15,34±0,99	16,15±1,09	15,97±2,75	15,26±0,22	a,b,c,d,e
<b>T</b>	0,45±0,01	0,46±0,01	0,47±0,02	0,47±0,01	0,46±0,01	0,47±0,01	b,c,e
<b>PT</b>	2,45±0,32	1,96±0,08	1,81±0,25	2,12±0,16	1,80±0,16	1,51±0,10	a,b,d,e
<b>IF</b>	48,40±1,05	38,57±4,54	40,50±2,86	42,97±2,56	38,57±4,76	33,80±1,60	a,b,d,e
<b>IPT</b>	83,47±2,45	58,67±4,92	67,97±2,61	71,67±3,70	59,47±7,71	53,10±0,20	a,b,c,d,e
<b>Cat.</b>	257,9±5,1	233,8±24,7	203,2±8,5	221,7±31,9	213,9±23,9	174,0±17,6	b,d,e
<b>Ant.</b>	445,9±29,5	410,4±32,9	385,0±34,6	392,4±40,2	425,2±52,5	421,3±12,6	NS
<b>Tan.</b>	361,9±12,9	309,3±72,5	281,1±17,5	304,2±26,1	298,4±44,1	254,2±8,7	b,e
<b>%M</b>	48,27±3,19	47,52±3,49	47,92±1,50	46,95±0,55	38,23±2,14	41,15±1,84	d,e
<b>%PR</b>	33,58±1,80	38,50±3,44	36,00±0,88	36,44±0,72	44,07±1,61	44,34±2,74	a,d,e
<b>%PP</b>	18,13±1,46	14,65±0,95	16,08±0,73	16,60±1,04	17,69±0,71	14,51±1,05	a,b,e
<b>OD</b>	12,53±3,41	10,28±0,37	9,68±2,24	12,77±1,73	12,31±0,13	11,51±1,51	NS
<b>H</b>	19,10±0,10	23,43±1,70	23,93±0,35	23,34±0,74	24,20±2,76	22,10±1,11	a,b,c,d,e
<b>S</b>	5,26±0,02	4,87±0,54	4,17±0,10	4,33±0,13	4,27±0,50	4,66±0,32	b,c,d,e

IC: Intensidad colorante; T: Tono; PT: Polifenoles totales (g/l ácido gálico); IF: Índice de Folín; IPT: Índice de polifenoles totales; Cat: Catequizas (mg/l D-catequina); Ant: Antocianos totales (mg/l antocianos); Tan: Taninos (mg/l ácido tánico); %M: Monómeros; %PR: Polímeros rojos; %PP: Polímeros pardos; OD: ortodifenoles (mg/l D-catequina); H: tono; S: saturación; GS: Grado de significación; NS: No significativo; \* Mezcla de ciprodinil y fludioxinil, no se formulan por separado.

Tabla VIII

tabla VIII, se desprende que existen diferencias significativas entre el vino testigo y los elaborados en presencia de residuos de fungicidas para todos los parámetros excepto para el contenido total en antocianos y el de ortodifenoles. Estas diferencias son más acusadas para los vinos obtenidos en presencia de pirimetanil.

La intensidad colorante constituye el principal elemento de juicio en la fase visual del análisis sensorial. El mayor o menor valor de este parámetro está muy influenciado por el grado de madurez de la uva, el tiempo de maceración, y la temperatura a la que ésta se realiza. Si tenemos en cuenta, que en todas las vinificaciones estos factores han sido los mismos, cabe pensar que la presencia durante la vinificación de residuos de los fungicidas estudiados, ha influido en la disminución de la difusión de los compuestos fenólicos del hollejo al mosto durante el período de maceración.

El valor absoluto del índice de polifenoles totales es indicativo de la capacidad de ese vino para ser sometido a crianza, aunque en nuestro estudio, se observa una gran diferencia entre los valores de índice de polifenoles totales para el vino testigo y los obtenidos en presencia de residuos de plaguicidas.

Todos estos datos analíticos no se ven refrendados por los datos del análisis sensorial, ya que para todos los vinos el color es Rojo Violáceo según los parámetros CIELab.

Cuando estudiamos la composición fenólica de estos vinos, se comprueba por análisis estadístico de los datos, que existen diferencias significativas entre el vino testigo y los restantes. Las mayores diferencias se dan para los compuestos de bajo peso molecular (Tablas IX y X).

En cuanto a los compuestos fenólicos de bajo peso molecular (tabla IX), cabe señalar que para todos los compuestos estudiados, excepto tirosol, existen diferencias significativas entre el vino testigo y los obtenidos en presencia de residuos de fungicidas.

Como conclusión, los vinos obtenidos a partir de uva tratada con todos los fungicidas, presentan para la mayoría de compuestos diferencias significativas. Los fungicidas que más influyen en los compuestos fenólicos estudiados son azoxystrobin, kresoxim-methyl y pyrimethanil. El de menor influencia es quinoxifen. Los contenidos finales de todos los compuestos estudiados se encuentran dentro de los valores dados en la bibliografía.



Compuesto	Testigo	Kresoxim (a)	Quinoxifen (b)	Azoxistrobin (c)	Switch* (d)	Pirimetanil (e)	G.S.
Ác.gálico	19,08±1,81	13,88±1,16	14,10±3,16	14,08±3,27	12,60±2,19	6,19±0,55	a,b,c,d,e
Tirosol	27,52±9,29	21,41±6,26	32,05±3,94	24,38±3,33	32,22±8,95	29,78±6,44	-
Ac. 4-hid.benz.	10,34±1,05	5,32±2,31	6,16±2,43	6,87±0,36	4,95±1,06	2,58±1,78	a,b,c,d,e
Ác. vainillico	4,23±1,78	4,18±1,28	3,28±1,00	7,93±2,24	3,50±1,88	3,67±1,57	c
Catequina	29,28±11,96	10,25±3,16	12,43±5,57	9,26±3,20	10,12±4,01	14,44±3,88	a,c,d,e
Ác. siringico	13,48±1,66	11,07±0,75	10,52±3,25	12,14±2,26	8,63±1,22	7,43±2,53	a,d,e
Ác. 4-cumárico	3,81±2,63	1,65±0,17	2,08±0,40	1,86±0,84	1,66±0,48	2,53±2,09	a,d,e
Ác. ferúlico	1,39±0,28	4,75±0,62	5,92±0,48	0,89±0,09	3,36±0,76	0,81±0,42	a,b,c,d,e
Tr.-resveratrol	0,52±0,08	1,24±0,34	1,97±0,14	1,74±0,12	1,63±0,14	1,42±0,53	a,b,c,d,e

Tabla IX

	Testigo	Kresoxim (a)	Quinoxifen (b)	Azoxistrobin (c)	Switch* (d)	Pirimetanil (e)	G.S.
Delfinidin-3-gl.	0,62±0,08	0,66±0,19	0,52±0,07	0,31±0,08	0,82±0,23	0,88±0,35	c
Cianidin-3-gl.	0,26±0,03	0,26±0,06	0,29±0,06	0,26±0,08	0,31±0,05	0,35±0,09	e
Petunidina-3-gl.	1,79±0,18	1,94±0,38	1,78±0,24	0,99±0,32	2,46±0,53	2,60±0,71	c
Peonidina-3-gl.	0,94±0,05	1,11±0,11	0,98±0,13	0,85±0,17	1,26±0,25	1,86±0,42	a,e
Malvidina-3-gl.	13,17±0,64	13,22±1,56	10,83±1,42	7,88±1,63	13,46±1,97	15,91±3,03	a,b,c

Tabla X

Para todos los parámetros estudiados, excepto para tirosol, ácido 4-hidroxibenzoico, ácido vainillico y cianidin-3-glucosido, se realizó un análisis no paramétrico, aplicando los tests de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney-Wilcoxon. Para estos se realizó un análisis de la varianza (ANOVA de un factor) mediante la aplicación del test de la diferencia menor significativa (DMS). El tratamiento se ha realizado utilizando la aplicación informática SPSS 11.0 para Windows.

La composición fenólica de los vinos puede alterarse con diferente intensidad por la presencia de residuos de algunos fungicidas. Así, en un estudio en el que se realizaron microvinificaciones, con fermentación espontánea, y con levaduras añadidas (LSA), con uvas tratadas en condiciones críticas (mismo día de la vendimia) individualmente con famoxadona, fenhexamida, fluquinconazol, kresoxim metil, quinoxifen y trifloxistrobin, se determinaron la suma total de antocianinas, ácidos hidroxicinámicos, flavonoles y trans-resveratrol. No se encontraron diferencias significativas para estos compuestos entre los testigos con fermentación espontánea y

con levaduras añadidas. Efectuado el estudio estadístico, se observan diferencias significativas en el contenido de antocianos para las uvas tratadas con famoxadona, fenhexamida y trifloxistrobin; para ácidos hidroxicinámicos para las tratadas con famoxadona, fluquinconazol, kresoxim-metil y trifloxistrobin; para trans-resveratrol aparecen diferencias para todos los fungicidas excepto quinoxifen; y finalmente para flavonoles en el caso de famoxadona y kresoxim-metil. Para los cuatro compuestos se observa un descenso del contenido cuando se producen estas diferencias.

Cuando se mide la actividad antioxidante de los vinos, se comprueba que los fungicidas no producen una disminución de la actividad antioxidante de los vinos obtenidos, tanto en condiciones de tratamiento a plazo de seguridad, como en el caso de las más desfavorables condiciones (Blanco: 7,19; Tratado a plazo: 6,45 y condiciones desfavorables: 10,06 mmol Tolox/l). Se comprueba que la presencia de famoxadona, kresoxim metil y quinoxifen, incrementan la actividad antioxidante, de forma directamente relacionada a sus niveles en uva.

Finalmente, se puede deducir que la presencia de algunos de los fungicidas estudiados puede producir una pérdida de copigmentación, menor estabilidad del color, y descenso de su capacidad antioxidante. No obstante, los contenidos analizados se centran en el rango normal de los vinos tintos de Monastrell, y por tanto no debemos desaconsejar el uso de estos fungicidas.

- **Calidad higiénico-sanitaria y toxicidad para el consumidor**

Si los procesos enotécnicos no se realizan o se hacen de forma incorrecta, una parte de los residuos presentes en el mosto pueden pasar al vino finalmente y permanecer en él durante más o menos tiempo, dando lugar a una mala calidad higiénico-sanitaria del producto acabado.

La presencia de los residuos de plaguicidas en vinos preocupa en gran manera al consumidor. Por ello, tanto la Unión Europea, como los países individualmente considerados, están realizando estudios para determinar los factores de transferencia en los procesos de vinificación, comprobando también la inocuidad de los residuos remanentes en los vinos acabados. Actualmente, no hay establecidos límites máximos de residuos (LMR) en vinos específicamente, aunque si hay varios países que establecen estos valores para uva de vinificación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Blaya, L. (1999) Evolución de los residuos de diversos plaguicidas durante la elaboración de vinos tintos obtenidos mediante maceración carbónica. *Tesina de Licenciatura Universidad de Murcia*.
- Cabras, P. (1999) Pesticide residues in grapes, wine and their processing products. In *Proceedings of International Symposium of Pesticides in Food in Mediterranean Countries*, Cagliari, 159-166.
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V.L., Pirisi, F. P., Cabitza, F., Pala, M and Farris, G.A. (2000). Fate of quinoxifen residues in grapes, wine, and their processing products. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 6128-6131.
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V.L., Pirisi, F. P., Farris, G. A., Madau, G. and Emonti, G. (1999). Pesticides in fermentative processes of wine. *J. Agric. Food Chem.*, 47: 3854-3857.
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V.L., Melis, M. Pirisi, F., Mineli, E.V. Cabitza, F., Cubeddu, M. (1997) Fate of some new fungicides (cyprodinil, fludioxonil, pyrimethanil and tebuconazole) from vine to wine. *J. Agric. Food Chem.*, 45(7): 2708-2710.
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V.L., Pirisi, F. M., Espinoza, J., Mendoza, A., Cabitza, F., Pala, M. and Brandolini, V. (1998). Fate of azoxystrobin, fluazinan, kresoxim-methyl, mepanipyrim, and tetraconazole in grapes, must, and wine. *J. Agric. Food Chem.*, 46: 3249-3251.
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V.L., Pirisi, F., Cabitza, F., Pala, M., Farris, G.A. (2000) Fate of Quinoxifen residues in grapes, wine and their processing products. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 6128-6131.
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V.L., Pirisi, F. M., Espinoza, J., Mendoza, A., Cabitza, F., Pala, M. and Brandolini, V. (1998). Fate of azoxystrobin, fluazinam, kresoxim-methyl, mepanipyrim and tetraconazole from vine to wine. *J. Agric. Food Chem.*, 46: 3249-3251.
- Cabras, P., Garau, V.L., Pirisi, F.M., Cubeddu, M., Cabitza, F. and Spanedda, L. (1995). Fate of some insecticides from vine to wine. *J. Agric. Food Chem.*, 43: 2613-2615.
- Cabras, P., Garau, V.L., Pirisi, F.M., Cubeddu, M., Cabitza, F. and Spanedda, L. (1995). Fate of some insecticides from vine to wine. *J. Agric. Food Chem.*, 43: 2613-2615.
- Cabras, P.; Angioni, A.; Garau, V.L.; Melis, M.; Pirisi, F.; Mineli, E.V.; Cabitza, F.; Cubeddu, M. (1997). Fate of some new fungicides (cyprodinil, fludioxonil, pyrimethanil and tebuconazole) from vine to wine. *J. Agric. Food Chem.*, 45: 2708-2710.
- Cabras, P.; Angioni, A.; Garau, V.L.; Melis, M.; Pirisi, F.; Mineli, E.V.; Cabitza, F.; Cubeddu, M. (1997). Fate of some new fungicides (cyprodinil, fludioxonil, pyrimethanil and tebuconazole) from vine to wine. *J. Agric. Food Chem.*, 45: 2708-2710.
- Coscollá, R. (1992) Polillas del racimo. *En: Los parasitos de la vid. Estrategias de protección razonada. Ed. Mundi-Prensa-MAPA. Madrid*.
- Coscollá, R. (1996) Problemática de residuos de plaguicidas en uva de mesa y vinificación. *Phytoma*, 83: 192-196.
- Chaves López, C., Boselli, E., Piva, A., Ndaghijimana, M., Paparella, A., Suzzi, G. y Mastrocola, D. (2004) Influence of Quinoxifen on Fermentation of Grape Musts. *Food Technol. Biotechnol.* 42(2): 89-97.
- Farris, G.A., Cabras, P. and Spanedda, L. (1992). Pesticide residues in food processing. *Ital. J. Food Sci.*, 3: 149-169.
- Fernández, M.J., Oliva, J., Barra, A., Cámara, M.A. (2005) Effects of clarification and filtration processes on the removal of fungicide residues in red wines (var. Monastrell). *J. Agric. Food Chem.*, 53: 6156-6161.
- Flori, P. y Cabras, P. (1990) I residui di fitofarmaci nei vini. *Vignevini*, 7-8: 31-37.



- Flori, P., Brunelli, A., Sgarbi, P., Tamba, M.L., y Emiliani, G. (1992) Residui su uva, mosto e vino del penconazole utilizzato nella difesa antioidica. *ATTI Giornate Fitopatologiche*, 3: 325-332.
- Flori, P., Frabboni, B., Cesari, A. (1999) Pesticide decay models in wine-making process and wine storage. In *Proceedings of International Symposium of Pesticides in Food in Mediterranean Countries*, Cagliari, 167-173.
- García, J., Xirau, M. (1994) Persistence of dicarboximide fungicide residues in grapes, must and wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, 45(3): 338-340.
- Gnaegi, F. and Lipka, Z. (1974) Remanence des fongicides systemiques dans les vins. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 6: 117-120.
- Hatzimitriou, E., Darriet, P., Bertrand, A., Dubourdieu, D. (1997) Hydrolyse du folpet. Incidence sur le déclenchement de la fermentation alcoolique. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 31 : 51-55.
- Kawar, N.S., Iwata, Y., Desch, M.E. and Gunther, F.A. (1979) Behaviour of diazinon, dimethoate and methidathion in artificially fortified grape juice processed into wine. *J. Environ. Sci. Health*, 14: 505-508.
- Navarro, S., Fernández, M. J., Barba, A., Navarro, G. and Oliva, J. (2000). Fate of pyrimethanil, cyprodinil and fludioxonil from vine to wine (rosé and white). pp 74. *Abstracts of First Mediterranean Workshop. Research and European Policy on Pesticide Residues in Mediterranean Countries*. Athens.
- Navarro, S., Barba, A., Navarro, G., Vela, N., Oliva, J. (2000) Multiresidue method for the rapid determination – in grape, must and wine – of fungicides frequently used on vineyards. *J. Chrom. A*, 882: 221-229.
- Navarro, S., Barba, A., Oliva, J., Navarro, G. and Pardo, F. (1999). Evolution of residual levels of six pesticides during elaboration of red wines. Effect of winemaking procedures in their disappearance. *J. Agric. Food Chem.*, 47: 264-270.
- Navarro, S., García, B., Navarro, G., Oliva, J. and Barba, A. (1997). Effect of wine-making practices on the concentrations of fenarimol and penconazole in rose wines. *J. Food Prot.*, 60:1120-1124.
- Navarro, S., Oliva, J., Barba, A., García, M. A. and Zamorano, M. (2000). Evolution of chlorpyrifos, fenarimol, metalaxyl, penconazole, and vinclozolin in red wines elaborated by carbonic maceration of Monastrell grapes. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 3537-3541.
- Navarro, S., Vela, N., Devoir, E., Barba, A., Pardo, F., Oliva, J. (2000) Programa de control en uva y vino de los insecticidas y fungicidas más utilizados en la D.O. de Jumilla. *Semana Vitivinícola*, n° 2830: 4006-4007.
- Oliva, J. (1998) Control integrado de plagas en viticultura. Influencia de los residuos de plaguicidas en la calidad de vinos tintos obtenidos en la D.O. Jumilla. *Tesis Doctoral. Universidad de Murcia*.
- Oliva, J., Barba, A., Vela, N., Melendreras, F., Navarro, S. (2000) Multiresidue method for the rapid determination of organophosphorus insecticides in grapes must and wine. *J. Chrom. A*, 882: 213-220.
- Oliva, J., Barba, A., Fernández, M. J., Navarro, G. and Navarro, S. (2000). Evolution of fungicide residues from vine to wine. Comparison between traditional and carbonic maceration wine-making procedures. pp 46 *Abstracts EPRW 2000. Pesticides in Food and Drink*. York.
- Oliva, J., Barba, A., San Nicolás, F.T y Payá, P. Efectos de residuos de fungicidas en la composición fenólica de vinos tintos (var. Monastrell) (2005) *Tecnología del vino*, 23:37-40.
- Oliva, J., Cayuela, J.M., Payá, P. Martínez-Cachá, A., Cámara, M.A. y Barba, A. (2007) Influence of fungicides on grape yeast content and its evolution in the fermentation. *Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent University*, 72/2: 181-189.
- Oliva, J., García, M.A., Payá, P., Cámara, M.A. y Barba, A. (2006) Efecto de los residuos de fungicidas en el contenido de ácidos orgánicos en vinos blancos (var. Airén). *Tecnología del vino*, 34:74-77.
- Oliva, J., Mulero, J., Payá, P., Cámara, M.A. y Barba, A. (2009) Influence of several fungicides on the antioxidant activity of red wines (Var. Monastrell). *J. Environm. Sci. and Health, B*, 44: 546-552.
- Oliva, J., Navarro, S., Barba, A., Navarro, G. y Salinas, M.R. (1999) Effect of pesticide residues on the aromatic composition of red wines. *J. Agric. Food Chem.*, 47(7): 2830-2836.
- Oliva, J., Pardo, F., Navarro, S., Barba, A., Navarro, G. (2000) Eliminación de residuos de plaguicidas durante el proceso de vinificación. *Enólogos (Investigación y Ciencia)*, Año 2, n° 4: 17-21.
- Oliva, J., Payá, P., Cayuela, J.M., Girón, F., Cámara, M.A. y Barba, A. (2009) Tipificación de levaduras en vinos con presencia de residuos de fungicidas. *Nuevos horizontes en la Viticultura y Enología* (ISBN 978-84-8158-438-7), 189-192.
- Oliva, J., San Nicolás, F.T., Barba, A., Fernández, M.J. y García, M.A. Influencia de diversos fungicidas en el color de vinos tintos, var. Monastrell, de la D.O. Jumilla (2001) *Actas VI Jornadas Científicas GIENOL*, Valencia. C-6.
- Pardo, F. (1996) Jumilla. Viñas, bodegas y vinos. *Ed. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de Murcia*.
- Pérez de Obanes, J. (1992) Oidio (*uncinula necator* Burr ). *En: Los parásitos de la vid. Estrategias de protección razonada. Ed. Mundi-Prensa- MAPA. Madrid*.

Planes, S. y Carrero, J. M. (1989) Plagas del campo. Ed. MAPA-Mundi-Prensa. Madrid.

Sala, C., Fort, F., Busto, O., Zamora, F., Arola, L. and Guasch, J. (1996). Fate of some common pesticides during vinification. *J. Agric. Food Chem.*, 44: 3668-3671.

Toledo, J. (1992) Podredumbre ácida del racimo. En: *Los parásitos de la vid. Estrategias de protección razonada*. Ed. Mundi-Prensa-MAPA. Madrid.

Tsiropoulos, N., Aplada-Sarlis, P., Miliadis, G. (1999) Evaluation of teflubenzuron residue levels in grapes exposed to field treatments and in the must and wine produced from them. *J. Agric. Food Chem.*, 47: 4583-4586.

Zaballa, O., Íñiguez, M., Ayala, R., Puras, P.M. (1992) Estudio de residuos de fungicidas desde la uva al vino. *Vitic. Enol. Prof.* 23: 82-92.

Zamorano, M. (1999) Influencia de los fungicidas benalaxil y ciproconazol en la viabilidad de levaduras durante la fermentación de uvas Monastrell. *Tesina de Licenciatura Universidad de Murcia*.

# EL CARÁCTER “VEGETAL” DEL VINO A NIVEL SENSORIAL

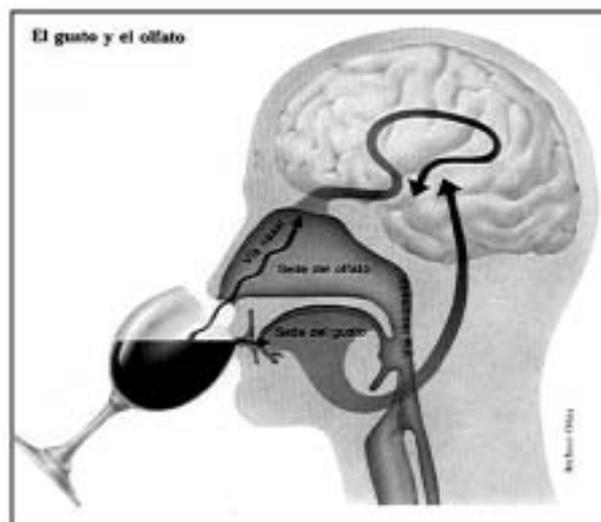
Antonio Tomás Palacios. *Doctor en Ciencias Biológicas. Laboratorios Excell Ibérica, Logroño, La Rioja*  
Marianne McKay. *Department of Oenology and Viticulture. University of Stellenbosch, South Africa*

## RESUMEN

El carácter vegetal del vino está llegando a ser uno de los grandes problemas organolépticos a los que se enfrenta la viticultura y la enología del siglo XXI. Normalmente aparece en vinos procedentes de uvas poco maduras, principalmente desde el punto de vista de la madurez aromática y fenólica. Las nuevas condiciones de explotación vitícola, con mayores producciones de uva y rendimientos elevados, riego, suelos muy fértiles, etc... y la aparición de nuevos viñedos emplazados en zonas geográficas no consideradas como óptimas para el cultivo del viñedo, hacen que el carácter herbáceo del vino sea causa de no calidad en el vino. Asociados a estos factores, también el cambio climático hace que cuando se obtiene una madurez industrial apropiada en términos de azúcar y acidez, todavía sea temprano para la madurez aromática y fenólica, por lo que la recolección de uva en su momento óptimo de maduración se hace dificultosa. Todo esto hace posible que en los vinos actuales puedan aparecer ciertos aromas herbáceos en nariz y gustos vegetales en boca, que van en detrimento del carácter varietal y afrutado del vino, apagando incluso, o actuando de forma antagónica con los matices de crianza del vino y su maduración en bodega.

## INTRODUCCIÓN

La definición de la cata según la enciclopedia Larousse es: “apreciar, mediante el sentido del gusto y el sabor las cualidades de un alimento sólido o líquido”. Una definición más completa según la Asociación Francesa de Normalización dice: “catar consiste en experimentar, analizar y apreciar los caracteres organolépticos y olfato-gustativos de un producto. La cata es pues un arte de medida realizado fundamentalmente con sentido común. Catar es también un arte de vivir y todo se cata desde el momento mismo en que se acerca a nuestros sentidos”.



Los mecanismos neurofisiológicos que permiten desarrollar un análisis sensorial funcionan gracias a la transmisión de una excitación de los sentidos a través del sistema nervioso, y el eco devuelto por el cerebro hacia la consciencia y la memoria. De esta forma, el ojo transforma en sensaciones luminosas las radiaciones recibidas (390 y 820 nm). El sistema de células sensoriales de la visión se sitúa en la retina y se conecta con el cerebro mediante el nervio óptico.

El olfato, en el análisis de los aromas, es un reconocimiento por quimio-recepción a distancia, que permite una clasificación por tipología de las moléculas volátiles, a condición de ser solubles en la mucosa olfativa y estén dotadas de olor, o sea, que existan receptores específicos para su reconocimiento en la mucosa pituitaria de las fosas olfativas nasales.

Para el análisis gustativo, desarrollado en el paladar y lengua, poseemos las papilas linguales, que son los receptores gustativos estimulables por las sustancias sápidas. Las papilas se forman por cientos de yemas gustativas, y cada una de ellas está formada por 10 células gustativas. El gusto está muy influenciado por las secreciones salivares, que modifican según su composición, la naturaleza química del producto a saborear y por lo tanto, el estímulo a interpretar.



laterales, y el amargo al final de la lengua. Otras sensaciones que percibiremos en boca son sensaciones táctiles; así como la sensación de calor, influenciada por el alcohol; la astringencia debido a la presencia de taninos que coagulan la mucina, proteína lubricante de la saliva; el picor producido por el  $\text{CO}_2$  y el  $\text{SO}_2$ , entre otros; la frescura debida a la acidez; sensaciones térmicas y por fin, la untuosidad, debida a la presencia de muchos compuestos químicos diferentes, entre ellos, los azúcares residuales y la glicerina. Otros aspectos importantes a verificar durante la fase gustativa son la longitud, que es el grado de presencia del vino en boca, percibida como el recorrido del vino en la lengua y que depende sobre todo de la crianza y del contenido en taninos, y el postgusto, percibido como grado de persistencia del vino en la boca una vez ingerido, donde intervienen sustancias tanto sápidas como aromáticas.

**IV. Vía Retronasal:** Cuando mantenemos el vino en boca, percibimos sus aromas por la vía retronasal. Los aromas percibidos experimentan un cambio brusco comparándolos con los de la fase olfativa directa debido al aumento de la temperatura de evaporación de los compuestos volátiles. Nuevamente el primer parámetro a evaluar será la intensidad y la franqueza de los aromas, para posteriormente volverlos a clasificar según su tipología. Los aromas vía retronasal son diferentes a los aromas de la fase olfativa, y están más relacionados con la crianza y la maduración del vino. Así, una crianza en madera o sobre lías fermentativas, alargan y enriquecen los aromas en la fase retronasal. Esta fase se analiza una vez que se halla escupido el vino, evaluando su calidad y persistencia en boca, definida por el tiempo que perdura el recuerdo aromático.

## SERIES Y FAMILIAS AROMÁTICAS DEL VINO

Para facilitar la detección e identificación de los aromas durante la fase olfativa en la cata de un vino, lo mejor es tratar de hacerlo mediante su encasillamiento en una o varias de las series y familias existentes en la literatura al respecto. Estas series o familias son las siguientes:

- **Serie floral:** jazmín, espino blanco, rosa, madre-selva, azahar, lirio, geranio, clavel, romero, petunia, flor de acacia, de almendro, de naranjo, manzana, melocotón, alheña, saúco, viña, espino, gavanja, limoncillo, jacinto, narciso, pelargonio, brezo, retama, malvavisco, magnolia, peonía, reseda, manzanilla, tila, verbena, lirio, violeta, crisantemo, clavel.

- **Serie frutal:** albaricoque, limón, lima, membrillo, piña, sandía, caramelo, almendra, grosellas, cereza, fresas, pasas, pasa de Corinto, confitado, fruta pasificada, moscatel, guinda, picota, aguardiente de cereza (kirsch), ciruela, ciruela pasa, endrinas, bayas salvajes, mirto, grosella, frambuesa, mora, melocotón, pera, manzana golden, manzana reineta, melón, cidra, naranja, pomelo, fruta de la pasión, plátano, higos secos, granada, granadina (licor), frutas exóticas (lichis, maracuyá, mango, talca).



- **Serie etérea o fermentativa:** acetato de isoamil, amílico, plátano, caramelo acidulado, caramelo inglés, bombón, laca de uñas, jabón, jabonoso, vela, cera, levadura, fermento, pasta fermentada, trigo, cerveza, sidra, láctico, leche agria, productos lácteos, lechería, quesería, mantequilla, yogur, "chucrut".

- **Serie mineral:** yodo, sílex, pimienta negra o verde, nafta, pizarra, granito, pedernal, piedra de meche-ro, canto.

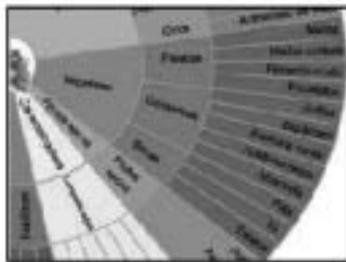
- **Serie de frutos secos:** avellana, almendra, nuez, pistachos, piñón, altramuz, semillas, pipas, pipas de calabaza, sésamo.

- **Serie de especiados:** clavo, anís, eneldo, badiana, hinojo, champiñón, niscal, boletus, seta, trufa, canela, jengibre, clavo, nuez moscada, pimienta, pimienta verde, albahaca, menta verde, menta pimentada, tomillo, angélica, regaliz, ajo, cebolla, orégano, mejorada, lavanda, alcanfor, vermut.

- **Serie animal:** cuero, la piel mojada, establo, cuadra, ámbar, caza, venado, encebollado de liebre, piel, perro mojado, almizclado, sudor, sebo, orina

de ratón, de gato, carne, carnosos, marinado, "olor de la marea sucia", faisán, guiso.

- **Serie balsámica:** cedro, eucalipto, aceite de enebro, pino, resina, resinado, resinoso, trementina, incienso, vainilla.
- **Serie de madera y crianza:** vainillas, coco, madera nueva, madera verde, madera vieja, madera rancia, madera de acacia, de roble, de cedro, de sándalo, caja de puros, corteza, leñosa, madera rancia de coñac, armañac, serrín.
- **Serie empireumática:** humo de tabaco, ahumado, incienso, quemado, tostado, caramelo, almendra tostada, tabaco, pan tostado, piedra quemada, sílex, pólvora, madera quemada, caucho, cuero, café torrefacto, cacao, chocolate.
- **Serie química:** acético, acetona, alcohol, carbónico, hidrocarburos, petróleo, alquitrán, fenol, azufrado, sulfurado, sulfuroso, medicinal, celuloide, farmacéutico, desinfectante, yodo, cloro, grafito.
- **Serie vegetal:** hierba, hierba fresca, herbáceo, pastos, heno, aroma de prados, hoja verde, hoja de parra, zarcillo, hoja de grosella, laurel, sauce, tisana, olor a verdura, repollo, artemisa, col, berros, rábano blanco, café, café verde, polvo, maleza, tierra, terroso, musgo, marisma, helecho, hoja seca, lavanda, infusión, té, tabaco, anís, menta, tomillo, hinojo, sotobosque, setas, trufa.



Dentro de la familia vegetal, podemos encontrar las siguientes subfamilias:

- **Aromas frescos:** pimiento verde, calabaza, hierba cortada.
- **Aromas relacionados:** pipi de gato, pomelo, champiñón, humedad/tierra, moho.
- **Aroma de verdor:** Hoja de tomate, hierba, boj, retama, hoja de grosella negra.



- **Aromas fríos:** eucalipto, menta.
- **Aromas de vegetales cocidos:** espárragos, judías verdes en lata, oliva negra, calabaza, alcachofa.
- **Aromas de hierbas secas:** Estragón, té, heno, paja, herbolario, tabaco.

## COMPUESTOS QUÍMICOS RESPONSABLES DEL CARÁCTER VEGETAL DEL VINO:

- Aldehídos saturados e insaturados.
- Alcoholes de cadena media C6 y C9.
- Ácidos grasos de cadena media C6, C8, C10.
- Compuestos azufrados del tipo tioles y mercaptanos.
- Terpenoides (e.j. 1,8-cineol o geraniol).
- Pirazinas: principalmente en los casos Sauvignon blanc, Cabernet sauvignon, Cabernet franc y Merlot. Son las moléculas mejor caracterizadas.
- Productos de degradación de la clorofila, actualmente el investigación.
- Anisoles como el 1,4,6-Tricloroanisol y 1,4,6-Tribromoanisol.
- Fenoles volátiles procedentes de contaminaciones microbiológicas.

El origen de estos compuestos químicos responsables del carácter vegetal pueden ser los siguientes:

- El viñedo, por falta de madurez o deficiencias de la vendimia, con restos de hojas u otras partes vegetales como el raspón, peciolo, etc...
- Aromas varietales de la uva residentes en la piel.
- Tratamientos pre-fermentativos como maceración en frío de uva inmadura.
- Productos del metabolismo de levaduras y/o bacterias lácticas o acéticas.
- Factores post-fermentativos, como la reducción o la bajada del potencial redox.
- Reacciones durante la maduración o el almacenamiento del vino.
- Contaminaciones indirectas (corcho, bodega mal curada).

## ¿ CUANDO EL PERFIL VEGETAL DE UN VINO ES NEGATIVO?

Al igual que la mayor parte de los equilibrios organolépticos del vino, su carácter vegetal no es siempre negativo, a veces puede llegar a ser complementario y sumatorio para su complejidad y elegancia. Sin embargo, cuando es demasiado poderoso y preponderante, es cuando puede volverse en contra de la calidad, ya que los aromas varietales, fermentativos y de crianza, pueden ser denostados y/o eliminados pasando a un plano secundario o terciario. De esta forma, cuando el vino huele a hojas verdes, césped, hierba, espárragos, musgo, en lugar de a fruta o madera, el vino pierde su expresión pura impidiendo ver sus características hedónicas placenteras de identificación de origen, proceso y maduración.

También cuando el carácter vegetal está fuera de lugar, como por ejemplo en vinos procedentes de uvas de variedades tintas bien maduras, o cuando el vino ha desarrollado crianza en madera. También cuando el carácter verde no encaja en el perfil determinado del vino, cuando no es un vino joven por ejemplo, o vinos de alta graduación alcohólica o fermentados y criados en barricas de roble.

Vamos a exponer a continuación diferentes situaciones donde podemos encontrarnos con vinos sospechosos de defectos, o que son poco francos y que tienen impactos negativos relacionados con carácter vegetal:

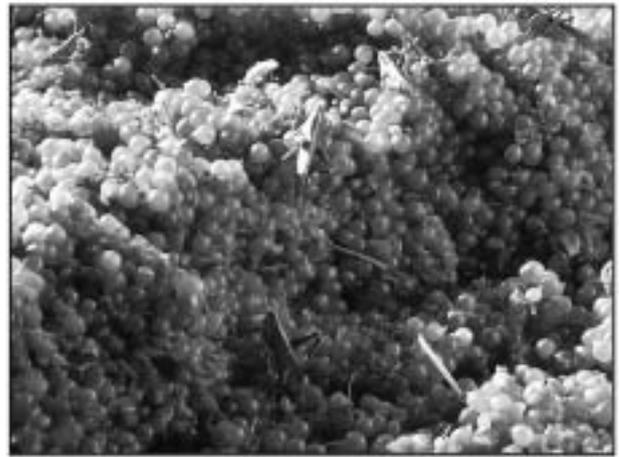
### a) ¿Es aroma de calabaza cocida, palomitas de maíz, espárragos o trufas?

Si nos encontramos en un vino este tipo de aromas, entonces puede ser por causa de la presencia en el vino de un compuesto azufrado como el dimetil sulfuro (DMS). El DMS procede de la fermentación alcohólica, inicialmente cuando se produce sulhídrico en sus últimas etapas. El DMS viene de la oxidación de los tioles. Puede contribuir al afrutado, cuerpo y complejidad del vino en bajas concentraciones, pero su umbral de percepción sensorial es de 30 µg/L en vinos blancos y de 50 µg/L en vinos tintos, sobrepasado estos niveles, el impacto organoléptico es conducido a los descriptores del encabezado.



### b) ¿ Es aroma de cacahuete, mantequilla rancia, hierbas amargas o pipí de gato?

Hay muchas causas que pueden conducir a la aparición de este tipo de aromas, como problemas durante la fermentación maloláctica por una producción excesiva de diacetilo y lactato de etilo, debido a un intenso metabolismo heterofermentativo por parte de las bacterias lácticas sobre los azúcares (aromas de mantequilla rancia), o por el metabolismo sobre el ácido cítrico. También por la aparición de compuestos tiólicos varietales en forma de mercaptometil-pentanona, por ejemplo (aromas de pipí de gato), como en el caso de la variedad Sauvignon blanc.



Sin embargo, existen casos muy curiosos donde se pueden encontrar este tipo de impactos en vinos, que pueden ser provocados por ciertos insectos presentes durante el prensado de la uva, considerados mayormente como inofensivos, como es el caso de las mariquitas, que acumulan y sintetizan más de 50 alcaloides, siendo identificadas más de 40 especies diferentes. Dentro de este tipo de compuestos procedentes de insectos, se deben incluir algunas pirazinas. Estos compuestos son liberados por reflejos involuntarios y son secretados al medio cuando se ven amenazados por algún tipo de situación, como puede ser el estrés sufrido en el interior de una prensa en funcionamiento. De esta forma, los arlequines secretan un 'líquido amarillo' que sirve para ahuyentar depredadores y que puede ser liberado al vino. El defecto aparece cuando las mariquitas son aplastadas en la prensa durante la obtención del mosto. Hasta el momento, ningún método científico ha sido desarrollado para valorar el efecto sensorial conocido a nivel internacional como "Ladybird Taint", (Pickering, G. J. *et al.*, 2008).

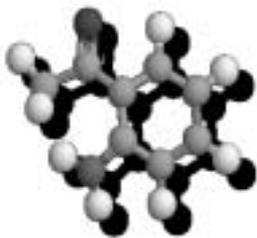
### c) ¿Huele a hojas de geranio?

La causa más conocida de este aroma es la aparición en el vino de un problema de contaminación microbiana conocida con el nombre de la "enfermedad del geranio". El origen es el metabolismo del ácido sórbico utilizado como antifermo, por parte de bacterias lácticas, transformándolo en 2-etoxi-3,5-hexadieno. El umbral de detección sensorial para este compuesto es muy bajo, de 0.1 µg/L. La presencia de etanol es necesaria para su conversión, así que el aroma de geranio no es usualmente encontrado en mostos, sino en vinos ya terminados y sobre todo, durante su estancia en botella.



### d) ¿Huele a fósforo, patata, vegetal cocido o maíz?

Uno de los problemas organolépticos más frecuentes en los vinos de calidad es la presencia de compuestos azufrados y los defectos de reducción al que estos conllevan. Estos problemas provocan pérdidas de calidad inasumibles en un sector en el cual debe primar la calidad de forma prioritaria para poder ser competitivos. La reducción en los vinos radica esencialmente en la formación de contenidos anormalmente elevados de algunas moléculas azufradas malolientes. Las principales son el SH<sub>2</sub>, metanotiol y etanotiol, junto con sus productos de oxidación, los disulfuros, que causan los problemas más graves de aromas de reducción.



El principal origen de estos compuestos azufrados es la producción de SH<sub>2</sub> durante la fermentación alcohólica. Este compuesto es producido por la levadura de forma relacionada con el metabolismo proteico (sobre la cisteína y la metionina) durante la fermentación alcohólica. Existen dos vías bien establecidas para el origen de estos compuestos, una vía enzimática (sulfito reductasa) y otra vía química, desde el azufre elemental proveniente de los tratamientos de la viña, que puede llevar a la formación de SH<sub>2</sub>.

Una variante en la aparición de aromas azufrados es el defecto conocido como "gusto de luz", que es un

gusto reducido en vinos blancos que aparece después del embotellado, cuando el producto está expuesto a la luz. El impacto organoléptico podría describirse como un "gusto reducido y metálico desagradable al final de boca". La causa es la menor presencia de cobre en los vinos, y su origen se debe a la formación de compuestos azufrados como disulfuro de dimetilo, SH<sub>2</sub>, metionol, indol, escatol y acroleína por la degradación de metionina mediante un proceso fotosensible. La vitamina B2 actúa como catalizador, por lo que la crianza sobre lías como práctica enológica puede incrementar el riesgo de su aparición.

### e) ¿Son olores animales, de establo, paja seca, sudor de caballo?

Los aromas animales de sudor de caballo, olor a quemado, cuero mal curado y cuadra, se deben a la presencia en el vino de fenoles volátiles: 4-vinilfenol, 4-vinilgüayacol, 4-etilfenol y 4-etilgüayacol. La aparición de estos compuestos se asocia a la acción de algunas cepas de *Pediococcus* y *Lactobacillus*, aunque los microorganismos máximos responsables de estos defectos organolépticos son levaduras contaminantes del género *Brettanomyces* y *Dekkera*.

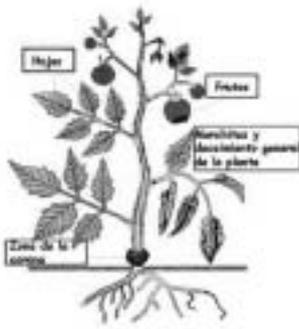


Los etilfenoles tienen un umbral de percepción de 460 µg/L, y potencian los aromas vegetales y de reducción, provocando al mismo tiempo sensaciones de taninos metálicos y ácidos. Aparecen principalmente durante la crianza.

Asociado a este problema, también existe el defecto organoléptico conocido como gusto a ratón, que es debido a la presencia de bases heterocíclicas aromáticas (acetil de tetrahidropiridina) producidas por algunas cepas de *Lactobacillus* heterofermentativas y de *Oenococcus oeni*, aunque al igual que en el caso anterior, estos defectos también pueden deberse a la acción de levaduras del género *Brettanomyces* y *Dekkera*.

### f) ¿Huele como a hoja de tomate o a hojas aplastadas?

Este carácter vegetal puede aparecer durante el prensado de la uva para la obtención del mosto,



apareciendo aldehídos del tipo C6-C9 conocidos con el nombre de "alcoholes de hoja". Son el hexenal, hexenol(s), hexanol, cis o trans-hexa-2,4-dienal. Además, estos aromas también pueden aparecer por la presencia de aldehídos insatura-

dos del tipo octenol y nonenol, aldehídos que se originan a partir del metabolismo sobre el ácido linoleico de la uva, ácido que disminuye durante la maduración cuando hay buenas condiciones climatológicas. El frío y los daños de heladas lo incrementan. Cuando están asociados, conducen al carácter y a la aparición de aromas de calabaza verde y de aromas "fuertemente vegetales".

#### g) ¿Huele como a mentol, alcanfor o eucalipto?

Este aroma en el vino es típico en algunos cultivares específicos (menta en la variedad Merlot, y eucalipto en la variedad Shiraz). La molécula responsable del aroma a eucalipto es el  $\alpha$ -cineol. Observaciones recientes muestran que un 40% de los vinos australianos tintos estudiados superan el umbral de detección de dicha molécula, pero esto no ocurre tan frecuentemente en los vinos blancos. Su umbral de detección sensorial es de 0,8 ppb. La hipótesis de la aparición de este carácter vegetal es que los compuestos están asociados a la piel, posiblemente en la pruina, y se liberan durante la maceración de las partes sólidas en la vinificación en tinto.



Parece que este tipo de impacto aparece en vinos procedentes de viñedos situados cerca de árboles resinosos, como pinos y eucaliptos, aunque no es una teoría contrastada. Sin embargo, si es cierto que el  $\alpha$ -cineol se incrementa en el vino cuando las

viñas están cerca de eucaliptos (*E. globulus*). En esta situación, el  $\alpha$ -cineol se encuentra en vinos en una concentración aproximada de 15,5 ppb cuando las uvas crecen a una distancia menor de 50 m de los eucaliptos, y sin embargo, es intrascendental cuando las uvas están a más de 50 m de los árboles. Otras experiencias prácticas muestran que cuando hay presencia de hojas o sus residuos durante la fermentación, la concentración de  $\alpha$ -cineol aumenta y hay menos  $\alpha$ -cineol cuando la vendimia está libre de elementos vegetales. Pero las relaciones entre los distintos factores no están todavía del todo demostradas a nivel científico.

El umbral sensorial del  $\alpha$ -cineol depende del vino donde se encuentra. La mayoría de los consumidores lo perciben de forma positiva en niveles de hasta unos 27,5 ppb en vinos tintos, pero cuando se encuentra por encima, los elaboradores consideran la mezcla de vinos como una solución para reducirlo, ya que existe un nicho de mercado bien definido para vinos con aromas de eucalipto (además, situado en un segmento de altos precios), por lo que se podría incluso promover en vinos muy particulares. Pero hay que considerar que el aroma mentolado o de eucalipto depende de la presencia de otros olores, pudiendo funcionar a modo de enmascaramiento/antagonismo, así como aromas complementarios/sinérgicos.

#### h) ¿Huele herbáceo, pimientos verdes u ortigas?

Este carácter especial puede ser por falta de madurez de la uva (especialmente en la variedad Cabernet sauvignon), o a la presencia de alguna otra fuente de metoxipirazinas. Los precursores no están muy claros, ni el lugar de su síntesis, ya que existen metabolismos diferentes en uva, raspón y hoja. Ocurre en el momento de la formación de la fruta y 2 o 3 semanas antes del envero. La concentración inicial del 2-Isobutil-3-metoxipirazina (IBMP) está muy relacionada con las condiciones climatológicas. Tres semanas antes del envero, las metoxipirazinas iniciales bajan rápidamente su concentración, después lo hacen muy lentamente. En uvas maduras, existe una buena correlación entre la concentración del ácido málico y la presencia de IBMP.

Los niveles de factores vitícolas que más afectan a la presencia de pirazinas son la proporción de hojas y fruta madura, el grado de exposición de la fruta al sol y a la sombra, la carga de la cosecha, la madura-

ción heterogénea, la presencia de brotes medios y el desarrollo vegetativo excesivo que retrasa la maduración de la fruta y la destrucción molecular de las metoxipirazinazinas.



- Los factores que incrementan el contenido en pirazinazinas en uva son:
  - Altas cantidades de agua en el suelo por incrementar el desarrollo vegetativo y retrasar la maduración.
  - Maduración en condiciones climatológicas de frío, aumenta los aromas vegetales.
  - Alta humedad, sobre todo un mes antes del envero, lo que puede acarrear una subida de metoxipirazinazinas.
  - Suelos profundos ricos en arcilla y ricos en nutrientes; suelos con alta capacidad de retención de agua.
  - Mayor sombra en la hilera y sobre los racimos incrementa los aromas vegetales.
  - Mayor pluviometría y riego en el viñedo incrementan el contenido en pirazinazinas.
  - Maduración desigual: las pirazinazinas son más elevadas en fruta no madura, (ej: hojas verdes y todas las condiciones que promueven su desarrollo).
- Los factores que disminuyen el contenido en pirazinazinas en uva son:
  - Exposición solar, que incrementa la maduración del fruto.
  - La poda mínima de las viñas puede producir 8 veces menos metoxipirazinazinas que podas más severas.
  - Sistemas de formación que promuevan la exposición a la luz, conducciones abiertas, fruta bien expuesta y laderas con muchas horas de sol.
  - Eliminación de nietos y poda mínima temprana; generalmente la reducción del área foliar actúa en consecuencia.
  - Mayor cantidad de yemas, deshojado basal.
  - Racimos de uvas pequeñas.

- En áreas cálidas, las metoxipirazinazinas deben disminuir por debajo del umbral antes de llegar al final de la maduración de uva.
- Suelos poco profundos, pobres en nutrientes, arenosos y con capacidad freática baja.
- Los viñedos de la variedad Cabernet sauvignon en suelos de grava tienen niveles de metoxipirazinazinas más bajos que en suelos de arena y limo. (Allen *et al.* 1993).

#### i) ¿Huele a hierba fresca, hoja carnosa, lechuga?

Este carácter vegetal puede ser debido a la falta de madurez y está más presente en vendimias tempranas con uvas ricas aún en clorofila. La clorofila se degrada rápidamente después de cortar la uva en periodo de vendimia, primero en el hollejo y después en la pulpa, para finalmente ocurrir lo mismo en las semillas. No se conoce muy bien cuáles son los productos de degradación de la clorofila una vez la uva es cortada y transformada en vino, sin embargo, se puede suponer esta evolución por el conocimiento que existe en otros vegetales comestibles, que producen sensaciones herbáceas y vegetales.

La uva es rica en clorofila en pleno desarrollo vegetativo y sigue siendo rica cuando las hojas permanecen todavía de color verde y poseen una nerviación verde brillante. También cuando el tamaño de la uva es grande, hay todavía clorofila. La viticultura actual (más riego, aumento de producción, mayores rendimientos, viñedos más limitantes) y el cambio climático, aumentan el contenido en clorofila de la uva, (Manuel Ruiz Hernández, 2010).



Un fenómeno conocido en el ámbito enológico es que la clorofila disminuye el potencial redox en el vino. Por lo que un vino rico en productos de degradación de clorofila puede tener una mayor tendencia a la reducción del mismo, lo que actuaría en sinergia con la expresión del carácter vegetal del vino.

#### j) ¿Huele a champiñón, lechuga, calabaza, papel mojado, cartón, serrín?

Es un carácter vegetal de difícil descripción organoléptica y que no ha sido muy estudiado. Puede deberse a la presencia de aldehídos insaturados como el trans-nonenal y el trans-octenal. El olor "de serrín"

a veces desagradable, que puede ser encontrado en vinos envejecidos en barricas nuevas, fue estudiado mediante cromatografía de gases, espectrometría de masas, y olfatometría, encontrándose una zona aromática con varios picos correspondientes a ciertos olores característicos, incluyendo el olor sutil rancio, enmohecido, y de polvo de madera. Se identificaron entonces varios componentes con grupo carbonilo, estos incluyen (E)-2-nonenal, 3-octen-1-ona, (E)-2-octenal y 1-decanal. Estas moléculas son la causa principal de los olores de madera de roble desagradables. Otros aromas relacionados con el 2-octenal son los de pepino, grasa, verde, cera. (Pascal Chatonnet, 1998).



Las explicaciones posibles de la presencia de estos compuestos carbonilos son discutibles. El contenido de grupos carbonilos varía de una muestra de madera a otra. Sin embargo, cierto control en el proceso del tostado de la madera, tanto en el laboratorio como a nivel de la producción de la toneleería, producen una reducción importante de los compuestos carbonilos extraíbles, como en el caso del 2-nonenal, erradicándose el carácter de serrín mojado en el vino.

Además del 1-hexanal y 2-hexenal (C6), otros aldehídos como el trans-2-octenal, trans-2-nonenal, furfural, 5-metilfurfural o el benzaldehído, proceden de la degradación oxidativa de los ácidos grasos poliinsaturados del vino (ácido linoleico y ácido linolénico), que a su vez proceden de la piel de la uva y han sido identificados como precursores de compuestos C6 procedentes de la uva.



El papel que tienen los aldehídos en el perfil sensorial del vino cuando es almacenado en condiciones de oxigenación más severa, ha sido ya evaluado, destacándose la importancia del trans-2-nonenal, benzaldehído y el furfural, junto con fenoles volátiles como el eugenol, en el aroma a vegetales cocidos. El tiempo de maceración influye en el contenido de los ácidos grasos linolénico y linolénico del mosto, y finalmente del vino. Las posibles explicaciones para la presencia de estos compuestos carbonílicos son como

se puede observar discutibles, pero pueden venir también del ácido linolénico y de los ácidos grasos del corcho por degradación bacteriana, (Escudero *et al.* 2007).

#### k) ¿Huele a moho, humedad, tierra mojada, musgo, "corcho"?

El desarrollo de mohos en bodega es un problema muy debatido y controvertido al mismo tiempo. Indudablemente este hecho puede generar ciertos riesgos. No va a ser evaluado el problema del TCA del vino en este apartado por ser muy amplio y bien estudiado en otros ámbitos científicos y de la investigación enológica. Nos vamos a limitar a examinar la aparición de aromas mohosos en el vino con un origen diferente al corcho.

Si el problema es derivado por contaminación fúngica de los envases, el desarrollo de mohos se limita normalmente a situaciones de conservación prolongada de los recipientes de cemento, plástico y sobre todo, de madera vacíos y localizados en ambientes húmedos. En estas condiciones, los mohos del género *Mucor* y *Pennicillium*, muy frecuentes en bodegas de vino, pueden originar olores desagradables muy característicos. Como origen de estas desviaciones pueden identificarse diferentes compuestos, como el metil-isoborneol, el fenchol, la fenchona, y a veces la geosmina, que es una molécula terpénica que suele ser responsable de los defectos "alcanforado" y "terroso". El 3-octenol y la 3-octenona pueden comunicar olores "achampiñonados". En presencia de fuentes de los precursores adecuados, también es posible la formación de TCA (cloro), y de TBA (bromo), con la aparición de olores "a moho, a corcho". Los mohos más habituales en bodega y que pueden dar este tipo de problemas son los siguientes: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Monilia sitophila* y *Candida sp.*



#### l) ¿Huele a medicina, tizón, celulosa, ahumados?

El compuesto responsable de estos aromas puede ser el güaiacol, que produce un aroma característico de ahumado cuando supera su concentración umbral de 50 µg/L, procede de la degradación de la vainillina por la presencia de bacterias. También pueden apare-



cer por la degradación del mismo compuesto por parte de *Bacillus*, *Corinobacterium sp.*, *Flavobacterium sp.*, *Kurtzia sp.*, *Micrococcus*, *Nocardia sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Streptomyces sp.*, *Listeria sp.* Este compuesto suele ser liberado por la madera de las barricas o por el corcho cuando han tenido problemas microbiológicos durante su etapa de curado.

### m) ¿Huele a manzana verde, manzana golpeada, puré de manzana?

El acetaldehído está a menudo presente en vinos que han sufrido algún proceso oxidativo con unas concentraciones que sobrepasan su umbral de percepción. El umbral de detección del acetaldehído es de cerca de 100 mg/L. Superando esta concentración umbral, aporta olor de manzana sobremadura, escabeche, "oxidación".



El origen del acetaldehído principalmente está en la fermentación alcohólica, es producido por lo tanto por las levaduras, sobre todo cuando el sulfuroso es muy elevado y hay restricciones de vitaminas tipo tiamina en el medio.

Es muy reactivo y volátil.

Normalmente es consumido durante la fermentación maloláctica, aunque a veces aumenta su concentración en dicho proceso, aunque lo normal es que se reduzca su concentración y se libera el SO<sub>2</sub> que estaba combinado con el.

El acetaldehído en combinación con el etanol, produce 1,1-dietoxietano. Este compuesto, por ejemplo, alcanza grandes concentraciones en los vinos de Jerez y del Jura. Su umbral de percepción es de 1 mg/L y aporta aromas de fruta verde, (Claude Flanzy, 2003).

## EL CARÁCTER VEGETAL Y LOS SISTEMAS DE VINIFICACIÓN

Lo primero que hay que tener en cuenta es la eliminación de todos los posibles residuos vegetales procedentes de la vendimia. Todos los tejidos verdes de la planta contienen metoxipirazinas. La concentra-

ción de 2-Isobutil-3-metoxipirazina en hojas basales es de 3 a 5 veces mayor que en las uvas. Entonces la eliminación de raspones, peciolos, hojas y tallos en mesas de selección u otros dispositivos, ayudan mucho en esta tarea. Las mesas de selección utilizadas después del despalillado son muy útiles en la elaboración de vinos tipo premium.

Las despalilladoras pueden dejar fragmentos de los peciolos en los mostos, por lo que la separación de los rodillos de la estrujadora y la utilización de despalilladoras más suaves, pueden ser técnicas importantes en la elaboración de variedades especialmente pirazínicas. Algunos estudios muestran diferencias importantes en pruebas de vinificación comparativa con y sin fragmentos de peciolos.

Las metoxipiracinas son extraídas de las pieles en menos de 24 horas, incluso antes del comienzo de la fermentación alcohólica. La extracción es entonces independiente del tratamiento del sombrero, pero se incrementa con fuertes prensados y altas temperaturas de fermentación. Las técnicas de bazuques suaves y control térmico, son prácticas positivas para evitar sobre extracción del carácter "verde".

Para los vinos blancos, el desfangado intenso del mosto previo a la fermentación alcohólica es fundamental, ya que disminuye el carácter herbáceo hasta en un 50% al eliminar muchas de las partículas y de los residuos vegetales procedentes de la vendimia, sobre todo si es mecánica.

La termovinificación o el flash-détente empleados en bodega para favorecer la extracción de compuestos fenólicos y del color, por la destrucción de las enzimas oxidasas (termovinificación) mediante la aplicación de calor, volatiliza también las metoxipirazinas cuando se aplican temperaturas por encima de 50°C. Con temperaturas de 60-80°C durante un corto periodo de tiempo, puede hacer descender las cantidades de pirazinas por debajo del umbral de percepción. Estos sistemas pueden ser entonces muy interesantes para variedades pirazínicas si está permitida su utilización.

La maceración prefermentativa en frío o "cold soaking" aumenta el carácter vegetal del vino si se aplica sobre uva poco madura, cuando la concentración de pirazinas es todavía elevada en los tejidos vegetales. Sin embargo, durante la fermentación alcohólica en vinificación en tinto, una maceración con temperaturas más bajas, reduce los aromas herbáceos, aumentando los aromas florales y especiados.

Las maceraciones cortas hacen disminuir los aromas herbáceos. En estos casos, puede ser interesante aplicar taninos enológicos para equilibrar el cuerpo del vino. El delestaje, como práctica de vinificación en tinto, que conlleva la eliminación de parte de las semillas, puede reducir el carácter herbáceo, ya que se trata de una extracción muy suave sin romper tejidos vegetales. El empleo de enzimas de maceración no es muy aconsejado en uvas poco maduras.

La micro-oxigenación (MOX), es una práctica muy utilizada para mejorar la astringencia y el carácter herbáceo provocando su disminución, sobre todo en vinos tintos. Los estudios realizados en la materia han mostrado un marcado descenso de los aromas vegetales y un aumento de la intensidad aromática frutal. El efecto de la microoxigenación en las metoxipirazinas no es bien comprendido por el momento. Sin embargo, es una práctica aceptada por la comunidad enológica como una de las mejores y más eficaces tecnologías de bodega que puede reducir el carácter vegetal del vino. Para esclarecer el efecto sobre el carácter vegetal en relación a las pirazinas y otras moléculas responsables, podemos aportar que es conocido el impacto sinérgico que ejercen ciertos compuestos azufrados complementando el efecto sensorial vegetal de las metoxipirazinas. Parece ser que las pirazinas son estables durante la aplicación de la microoxigenación y no modifican su concentración. Entonces la reducción del carácter herbáceo debe producirse por que la microoxigenación produce cambios estructurales en estos compuestos tiólicos, haciendo que la sinergia desaparezca.

Hay que tener también en cuenta que los microorganismos pueden producir metoxipirazinas en los vinos, incluso en variedades que no las tienen. Todos los factores que alteren el comportamiento y las respuestas fisiológicas de los microorganismos pueden provocar cambios en el contenido final del vino en metoxipirazinas, así como en otras moléculas responsables del carácter verde, como el acetaldehído y compuestos azufrados. Las altas temperaturas de fermentación alcohólica y la deficiencia en nitrógeno fácilmente asimilable (NFA) aumentan las concentraciones de tioles causantes de la aparición de aromas reducidos en el vino. Algunas cepas de levadura de la especie *Saccharomyces cerevisiae*, conocidas como levaduras coloidales por su riqueza y disponibilidad en la liberación de manoproteínas, son capaces de reducir el potencial del carácter her-

báceo. Así como el empleo de ciertos productos enológicos en el vino ricos en manoproteínas y otros polisacáridos, que también pueden enmascarar dicho carácter.

Por otra parte, la fermentación maloláctica puede reducir también las características vegetales y herbáceas del vino gracias a la capacidad de ciertas bacterias lácticas de consumir grandes cantidades de aldehídos, como es el caso del acetaldehído. Debemos admitir entonces que existen posibles interacciones positivas entre ciertas cepas de levaduras y bacterias, así como ciertas prácticas enológicas que actuando en sinergia, son capaces de disminuir de forma interesante el carácter "verde" del vino.

El empleo de la ultrafiltración en la limpieza del vino, realmente incrementa el aroma vegetativo en pruebas llevadas a cabo con vinos de las variedades Gewurztraminer y Riesling. Sin embargo, la ósmosis inversa reduce analíticamente las pirazinas en algunas pruebas realizadas, así como rebaja también las evaluaciones organolépticas desfavorables frente a dicho carácter.

La crianza en barrica puede moderar el carácter vegetal del vino. La permeabilidad al oxígeno durante la crianza en roble, conduce a una menor astringencia, lo que ayuda a reducir el "tanino agarrado", dando la sensación de mayor madurez fenólica. La madera en todas sus vertientes puede entonces disminuir los caracteres vegetales en ciertos vinos mediante la promoción de un incremento de la expresión afrutada: las whiskylactonas parecen aumentar la intensidad aromática frutal, aportando notas cítricas y de coco cuando llegan éstas a concentraciones elevadas. En concentraciones medias, la expresión afrutada del vino resulta reforzada durante la degustación. El efecto es más interesante después de la fermentación, puesto que la pérdida aromática por desplazamiento de CO<sub>2</sub> es menor. Las whiskylactonas provienen sobre todo de maderas sin tostar, que no dan aromas «enmaderados». En vinos blancos por el contrario, un aporte importante de whiskylactonas puede hacer un poco pesado el perfil aromático; en estos casos, puede ser mejor elegir maderas menos ricas en lactonas y más florales. Por efecto antagónico, algunos aromas provenientes del tostado pueden enmascarar notas vegetales. En este caso, se utilizarán maderas más tostadas, sabiendo que también aportan caracteres enmaderados.

Los vinos de la variedad Cabernet sauvignon durante la crianza en botella de vidrio blanco, muestran una tendencia en la disminución del carácter vegetal. Sin embargo, con crianzas durante largos periodos en botellas más opacas y en la oscuridad, no se inducen estos cambios.

## CONCLUSIONES

- Los compuestos del tipo metoxipirazinas son los más influyentes en la contribución en los aromas herbáceos y al carácter vegetal del vino.
- Existe una fuerte sinergia entre el problema de reducción del vino y la presencia de etilfenoles, acentuando aún más el carácter vegetal, principalmente en las sensaciones tánicas en boca, pareciendo que la uva es mucho menos madura.
- Las prácticas vitícolas realizadas sobre el viñedo, así como su mantenimiento, forma de conducción, cantidad de poda y realizadas en el momento oportuno son, si no las únicas formas de prevenir el problema, las más eficaces para amortiguarlo.
- La prevención de microorganismos contaminantes durante la entrada de la uva en bodega y la eliminación de partes y residuos vegetales, así como de los trozos de raspón de la vendimia, son una buena práctica para el objetivo de eliminar verdor en el vino.
- Los sistemas biológicos de vinificación integral, buscando sinergias entre los microorganismos empleados y las condiciones de vinificación, así como el empleo de productos enológicos acordes a la disminución del carácter vegetal, es una buena estrategia preventiva y en su caso curativa.
- Ciertas tecnologías enológicas, como la termovinificación, la microoxigenación y las mezclas de vinos, son prácticas de bodega muy eficaces en términos curativos.
- Siempre es muy conveniente evitar contaminaciones externas mediante el empleo de materias secas procedentes de maderas y corchos de calidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen, M. S.; Lacey, M. J. (1993). Methoxypyrazines grape flavour: Influence of climate, cultivar and viticulture. *Wein-Wiss.*, 48, 211-213.
- Chatonnet, P. ; Dubourdiou D.; (1998). Identification of substances responsible for the 'Sawdust' aroma in oak wood. *Journal of the Science of Food and Agriculture.*, vol. 76, nº 2, pag. 179-188.
- Escudero, A.; Campo, E.; Fariña A.; Juan Cacho, L. And Ferreira, V.; (2007). Analytical Characterization of the Aroma of Five Premium Red Wines. Insights into the Role of Odor Families and the Concept of Fruitiness of Wines. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, pag.32-37.
- Flanzy Claude; (2003). Enología, fundamentos científicos y tecnológicos. AMV Ediciones, Mundiprensa, 2ª Edición.
- Katsumi Hashizume and Takashi Samuta. (1997). Green Odorants of Grape Cluster Stem and Their Ability to Cause a Wine Stemmy Flavor. *J. Agric. Food Chem.*, Nº 45, pag. 1333.
- Pickering, G. J.; Spink, M.; Kotseridis, Y. I.; Brindle, D.; Sears, M. and D. Inglis. (2008). Morbidity of *Harmonia axyridis* mediates ladybug taint in red wine. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. Vol. 6 (3&4). 133 - 137.
- Ruiz Hernandez, M. ; (2010). Vino, productividad y defectos. *La Semana Vitivinícola*, núm. .296, Enero 2010, pág. 166 - pág. 168.
- Yvinos (2010). La rueda de los aromas. <http://www.yvinos.com/rueda-de-aromas-del-vino>.

# LOS POLISACÁRIDOS DE LA UVA Y DEL VINO; ASPECTOS TECNOLÓGICOS Y SENSORIALES

Fernando Zamora Marín

Doctor en Ciencias Químicas. Diplôme National d'Oenologie U. Burdeos. Profesor Titular de la Facultad de Enología de Tarragona. Universidad Rovira i Virgili

## 1. INTRODUCCIÓN

Los polisacáridos son una de las familias mayoritarias de la fracción coloidal del vino, se encuentran en concentraciones del orden de 100 a 400 mg/l en vinos blancos y entre 250 y 800 mg/l en vinos tintos. Si comparamos su concentración habitual con la de otras macromoléculas presentes en el vino, podemos comprobar que los polisacáridos se encuentran en concentraciones muy superiores a las proteínas, y comparables en algunos casos a los taninos (ver tabla 1).

Macromolécula	Concentración habitual	
	Vino blanco	Vino tinto
Proteínas	20-100 mg/l	Trazas
Taninos	Trazas	1-5 g/l
Polisacáridos	100-400 mg/l	250-800 mg/l

Tabla 1. Presencia de las principales macromoléculas en el vino

Según la bibliografía existente, los polisacáridos presentan ciertas implicaciones tecnológicas. Así, algunos polisacáridos dificultan operaciones como el desfangado [1] y la filtración [2], mientras que otros influyen sobre la estabilidad de las sales del ácido tartárico [3], de las proteínas [4] y de la materia colorante [5,6]. Asimismo, los polisacáridos parecen influir también en algunos de los atributos sensoriales del vino como la untuosidad y el volumen [7], pueden modular la astringencia de los vinos tintos [8], contribuyen a la persistencia aromática [9] y a la estabilidad de la espuma de los vinos espumosos [10].

Los polisacáridos son componentes de las paredes celulares que recubren y protegen la membrana plasmática, tanto de las células vegetales de la uva, como de las de los microorganismos que participan en el proceso de vinificación. Por otra parte, los ataques

fúngicos pueden comportar un enriquecimiento en polisacáridos de la uva (y por tanto del mosto y del vino). Asimismo la utilización de algunos aditivos enológicos como la goma arábiga o la recientemente autorizada carboximetil celulosa, pueden también modificar la composición en polisacáridos del vino. Por consiguiente, podemos clasificar los polisacáridos del vino en función de su origen, en polisacáridos de origen vegetal, polisacáridos de origen microbiano (levaduras, bacterias y hongos), y polisacáridos procedentes de los aditivos (ver Figura 1).

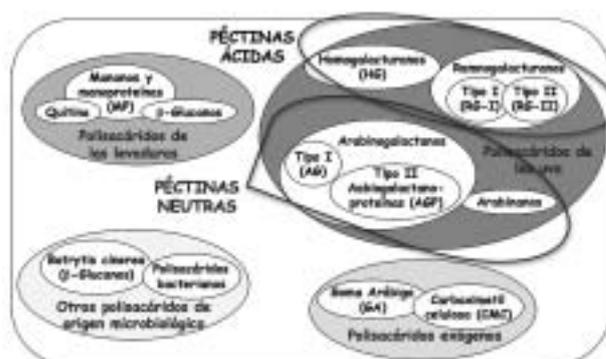


Fig. 1. Clasificación de los polisacáridos

## 2. POLISACÁRIDOS DE ORIGEN VEGETAL

Estos polisacáridos proceden de la degradación y solubilización de parte de las pectinas de la pared celular de las células vegetales (ver Figura 2). En el vino, podemos encontrar fragmentos de estas pectinas que se disuelven en el mosto durante su procesado. En función de su naturaleza química, los polisacáridos de origen vegetal descritos habitualmente en el vino son: los Homogalacturonanos (HG), los Arabinanos (A), las Arabinogalactano-proteínas (AGPs), los Rhamnogalacturonanos de tipo I (RG-I) y los Rhamnogalacturonanos de tipo II (RG-II) [11].

Los HG son cadenas lineales de ácido galacturónico [ $\alpha$ -(1→4)-GalpA] con un elevado grado de

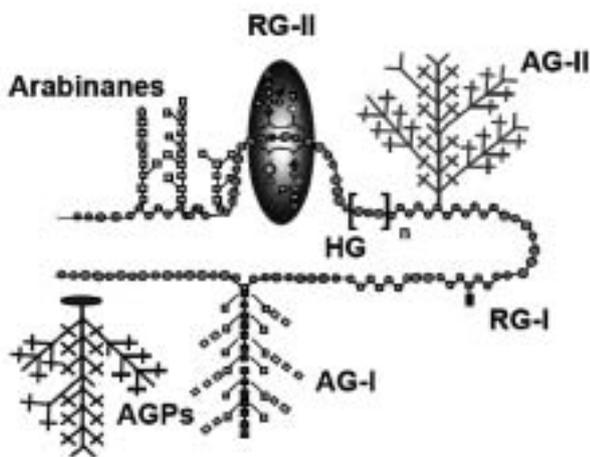


Fig. 2. La matriz péctica (Doco et al., 1995)

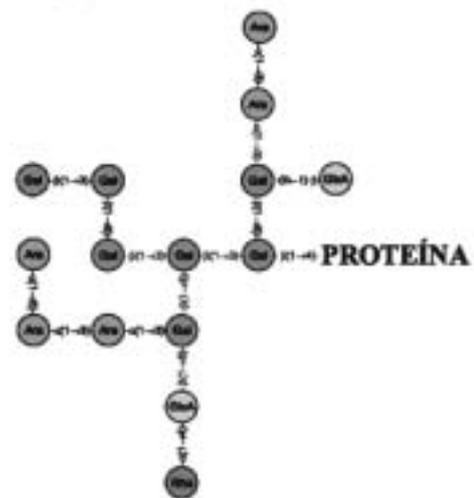


Fig. 5. Arabinogalactanos tipo 2 o arabinogalactano-proteínas (AGP)

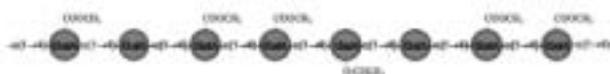


Fig. 3. Homogalacturonanos (HG)

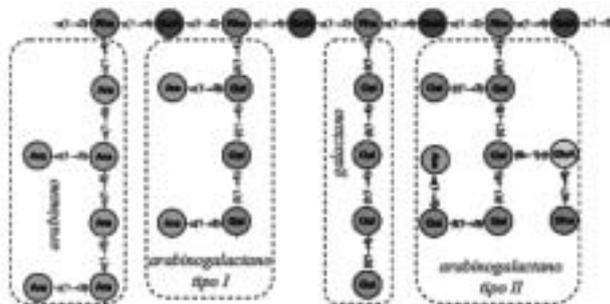


Fig. 4. Arabinanos (A), galactanos (G) y arabinogalactanos de tipo I y II

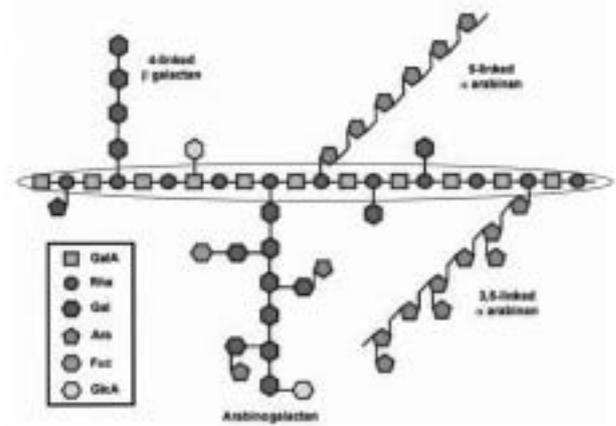


Fig. 6. Ramnogalacturonanos tipo I (RG-I)

esterificación con metanol (ver Figura 3). Los HG son muy abundantes en la uva y se encuentran en una cierta cantidad en el mosto, pero su concentración decrece durante la vinificación debido a su hidrólisis enzimática, de forma que la cantidad de HG en vino es prácticamente inapreciable [12].

Los A (Figura 4) son cadenas cortas de Arabinosa [ $\alpha$ -(1→5)-Araf] con alguna ramificación consistente en una única unidad de Arabinosa en posición 3 [11]. La presencia de A se ha descrito tanto en uva y mosto, como en el vino [13].

Las AGPs son glicoproteínas (Figura 4). Su parte glucídica corresponde a cadenas de galactosa [ $\beta$ -(1→3)-Galp] ramificadas con cadenas cortas de

galactosa ancladas en posición 6 [ $\beta$ -(1→6)-Galp], que a la vez se encuentran ramificados con unidades individuales de Arabinosa en posición 3 [ $\alpha$ -(1→3)-Araf]. Estas cadenas glucídicas se encuentran enlazadas covalentemente con una parte proteica (Figura 5) si bien su proporción es muy baja (inferior al 5%) [14]. En el caso de la uva, las AGPs son más abundantes en la pulpa que en las pieles, lo que facilita su solubilización en el mosto durante el prensado, lo que convierte a las AGPs en una de las sustancias pécticas mayoritarias del vino, especialmente en el caso de vinos blancos [12]. Las AGPs también se describen en algunas fuentes como Arabinogalactanos de tipo II (AG-II), por distinguirlos de los Arabinogalactanos de tipo I (AG-I), que consisten en cadenas de Galactosa [ $\beta$ -(1→4)-Galp]



Fig. 7. Ramnogalacturonanos tipo II (RG-II)

con residuos terminales de Arabinosa en posición 3 [ $\alpha$ -(1→3)-Araf], que no contienen parte proteica, y que son minoritarios en el caso de la uva.

Los RG-I (Figura 6) es una cadena constituida por la repetición de un disacárido de ácido galacturónico y rhamnosa [ $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ -GalpA-(1→2)- $\alpha$ -Rhap-(1→)]. Esta cadena lineal se encuentra ramificada con A, AG-I y AG-II en la posición 4 de las unidades de rhamnosa [15]. El RG-I es minoritario del vino debido, seguramente, a la baja solubilidad de los RG-I o bien a su degradación enzimática.

Los RG-II (Figura 7) son cadenas cortas de ácido galacturónico con cuatro cadenas laterales de oligosacáridos que contienen arabinosa, rhamnosa, fucosa, galactosa, ácido galacturónico y ácido glucurónico como componentes principales, y otros residuos glucídicos extraños como por ejemplo 2-O-metil-fucosa, apiosa, 2-O-metil-xilosa entre otros. Este polisacárido se puede encontrar en forma de dímero entrecruzado por diésteres de ácido bórico [16], o en forma monomérica tanto en mosto como en vino. El RG-II es un componente minoritario de las paredes celulares de la uva, pero es uno de los polisacáridos mayoritarios del vino, debido a su fácil solubilización así como a su elevada estabilidad. Los RG (I y II) son más abundantes en las paredes celulares de las pieles de la uva que en las de la pulpa, lo que provoca que su concentración sea superior en vino tinto que en vino blanco [15].

### 3. POLISACÁRIDOS DE ORIGEN MICROBIANO

Dentro esta familia de polisacáridos se incluye tanto los procedentes de las levaduras como los procedentes de bacterias (lácticas y acéticas) y de hongos. Dado que en todos los vinos hay un desarrollo de levaduras, necesarias para la fermentación alcohólica, y no necesariamente de los otros microorganismos, únicamente se considerarán los polisacáridos procedentes de *Saccharomyces cerevisiae*.

La pared celular de las levaduras está compuesta por un 90 % de polisacáridos, entre los cuales podemos distinguir básicamente tres tipos: la quitina, los  $\beta$ -Glucanos, y las manoproteínas (MP). La quitina representa entre el 1 y el 2 % del peso seco de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae*, y se encuentra mayoritariamente en las cicatrices de gemación. Está compuesta por cadenas lineales de N-Acetilglucosamina enlazada en  $\beta$ - (1→4). Debido a su bajo contenido en la pared celular de la levadura y a su baja solubilidad en agua, la cantidad de quitina que encontramos en un vino es inapreciable [11].

La pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* contiene tres tipos de glucanos:  $\beta$ -(1→3) fibrosos,  $\beta$ -(1→3) amorfos, y  $\beta$ -(1→6) amorfos. Los glucanos representan casi el 60 % del peso seco de la pared celular, pero debido a su baja solubilidad la cantidad de glucanos presente en los vinos es despreciable [11].

Las manoproteínas (MP) constituyen entre un 25-50 % de la pared celular de las levaduras, y son uno de los polisacáridos más abundantes del vino. Pese a que se han descrito cuatro tipos de glicosilación en su estructura, cuando se aíslan las manoproteínas exocelulares producidas por las levaduras, consisten básicamente en un polipéptido con dos tipos de ramificaciones glucídicas (Figura 8): El primer tipo son oligosacáridos unidos a la cadena proteica mediante residuos de serina y treonina, con-

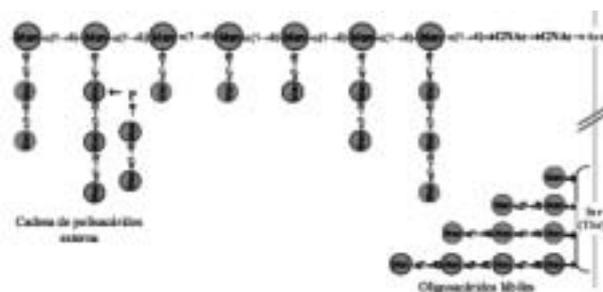


Fig. 8. Manoproteínas

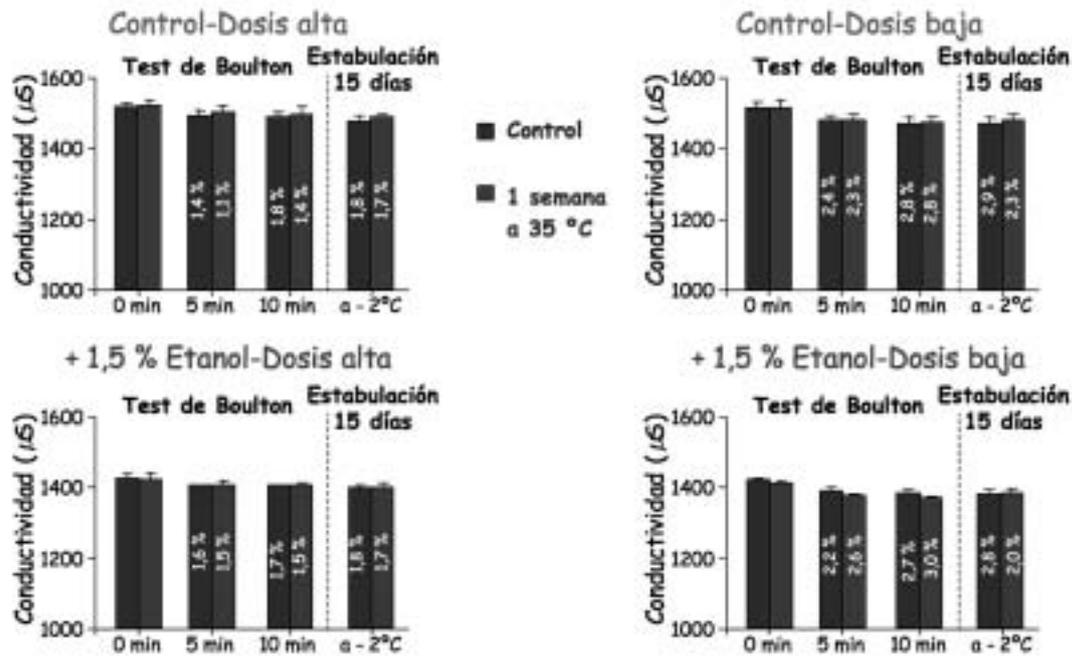


Fig. 9. Carboximetil celulosa (CMC)

sistentes en cadenas cortas de cuatro unidades de manosa (enlaces  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 2) y  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 3)) ramificadas con  $\alpha$ -mananos de alta masa molecular. El segundo tipo consiste en un polisacárido unido a la parte proteica mediante dos unidades N-Acetilglucosamina unidas a su vez entre sí mediante uniones  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) enlazadas covalentemente a un residuo de asparragina. El polisacárido unido a la N-acetilglucosamina consiste en una cadena principal de  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6)-Manosa con ramificaciones cortas de residuos de manosa enlazados en  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 2) y con manosas terminales en  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 3). Algunas de estas ramificaciones contienen enlaces fosfodiéster; siendo mayoritariamente estos fosfatos, junto con los residuos ácidos de la parte proteica, los responsables de la carga neta negativa que las manoproteínas presentan al pH del vino [17].

#### 4. POLISACÁRIDOS PROCEDENTES DE LOS ADITIVOS

Algunos aditivos enológicos representan una fuente no menos preciable de polisacáridos. Tal es el caso de la goma arábiga (GA), los productos a base de levaduras inactivadas o similares (LIS), que serían una fuente exógena de manoproteínas (MP), y la recientemente autorizada carboximetil celulosa (CMC). Suelen ser aplicados para que actúen como coloides protectores evitando ciertas precipitaciones o para

mejorar algunos aspectos sensoriales del vino. Concretamente la goma arábiga y productos a base de levaduras inactivadas, suelen ser utilizados para incrementar el volumen y la untuosidad de los vinos o para amortiguar su astringencia y sabor amargo.

La GA es un arabinogalactano que contiene también rhamnosa, ácido glucorónico y ácido 4-O-metil-glucorónico. Esta autorizada su utilización en el vino como coloide protector de la precipitación de la materia colorante y de las quebras férrica y cúprica, si bien también se aplica para mejorar la untuosidad del vino y para amortiguar la astringencia [11]. Los LIS se utilizan para mejorar la fermentabilidad de los mostos y también para enriquecer el vino en manoproteínas y polisacáridos destinados a mejorar la estabilidad tartárica de los vinos, o para conferirles propiedades sensoriales tales como untuosidad, volumen y espumabilidad [18]. Por último, la CMC ha sido recientemente autorizada como coloide protector de la precipitación de las sales del ácido tartárico [19]. La Figura 9 ilustra su efectividad en vinos base para Cava.

#### 5. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE POLISACÁRIDOS DEL VINO

La concentración de polisacáridos del vino depende de su propia naturaleza y de múltiples factores rela-

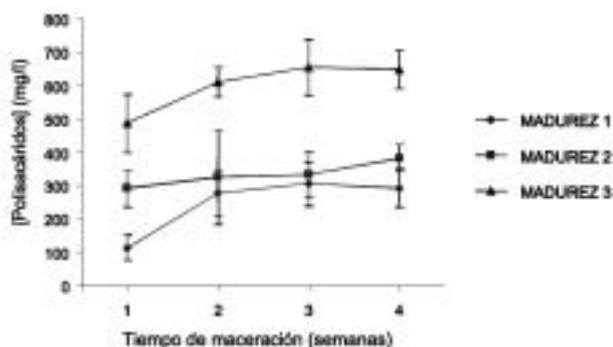


Fig. 10. Influencia del grado de madurez y del tiempo de maceración sobre la concentración de polisacáridos

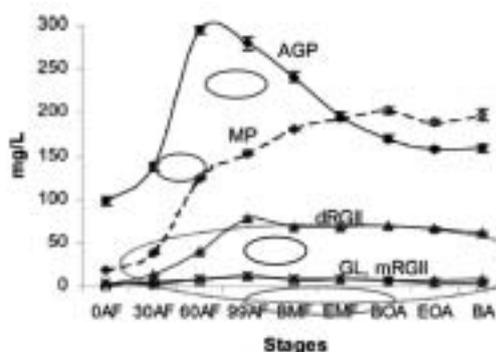


Fig. 11. Evolución de los polisacáridos durante la vinificación en tinto. (Guadalupe y Ayestaran (2007) *J. Agric. Food Chem.*, 55, 10720–10728)

cionados con el proceso de maduración de la uva y su posterior procesado durante la elaboración. Así la presencia de polisacáridos de origen vegetal estará influenciada por la composición varietal, el rendimiento de producción del viñedo, por las condiciones edafoclimáticas, por el nivel de madurez de la uva, así como por las técnicas de prensado, desfogado, clarificación, etc... [20,21]. En el caso concreto de la elaboración de los vinos tintos, el tratamiento mecánico del sombrero, el tiempo de contacto con los hollejos, y la utilización de enzimas pectolíticas, podrían ejercer una gran influencia [22,23]. En ese sentido la Figura 10 muestra como la concentración de polisacáridos aumenta con la madurez de la uva y también con el tiempo de maceración.

Por su parte, la presencia de polisacáridos de origen microbiano, mayoritariamente manoproteínas, estará muy influenciada por la cepa de levadura, la temperatura de fermentación, por los carbohidratos disponibles, de las condiciones de agitación y del grado de clarificación del mosto [24], y muy especialmente

por el tiempo de contacto con las lías (levaduras) una vez que la fermentación alcohólica haya finalizado [25], o por la adición de aditivos específicos [25]. En todo caso en vinos estabilizados, los polisacáridos presentes son mayoritariamente los AGPs (~ 40 %), las MP (~ 40 %) y en menor medida las RG-II (~ 20 %) si bien los porcentajes indicados pueden variar en función del grado de madurez y de las técnicas de vinificación (Figura 11).

## 6. EFECTOS SOBRE LA CALIDAD DEL VINO

El contenido y naturaleza de polisacáridos del vino parece tener importantes implicaciones tecnológicas y sensoriales. Parece claro que algunos polisacáridos, pectinas y  $\beta$ -glucanos, pueden dificultar enormemente el desfogado de los mostos así como la filtrabilidad de los vinos [1,21]. Por esta razón la utilización de  $\beta$ -glucanasas para facilitar la filtración y especialmente de enzimas pectolíticas para facilitar el desfogado, son prácticas habituales en la enología moderna [1,26]. Parece ser que existe una relación entre la masa molecular de los polisacáridos globulares (tales como los RGI o algunas AGPs), y el efecto colmatante de éstos, aun cuando este efecto podría ser función de la proporción entre las diferentes familias de polisacáridos [2]. Por otra parte, también se han descrito que las manoproteínas tienen un impacto negativo en la filtrabilidad del vino [2].

Pero no todo es negativo ya que los polisacáridos también presentan aspectos muy positivos para la calidad del vino. Así, varios estudios reflexionan sobre la aptitud de los polisacáridos de origen vegetal como coloides protectores y estabilizantes del vino, en temas como las precipitaciones tartárica y proteica o la agregación de taninos. Con respecto a la estabilidad tartárica del vino, parece que la presencia de ácidos poliurónicos disminuye considerablemente la precipitación espontánea del tartrato de calcio, debido al efecto quelante de los polisacáridos ácidos ejercen sobre el Calcio [27]. Análogamente, algunas AGPs aisladas del vino, muestran un efecto protector contra la quiebra proteica, aun cuando parece que es su dominio proteico el que juega un rol clave [28]. Por su parte, las manoproteínas también ejercen un efecto coloide protector frente a las precipitaciones tartárica y proteica

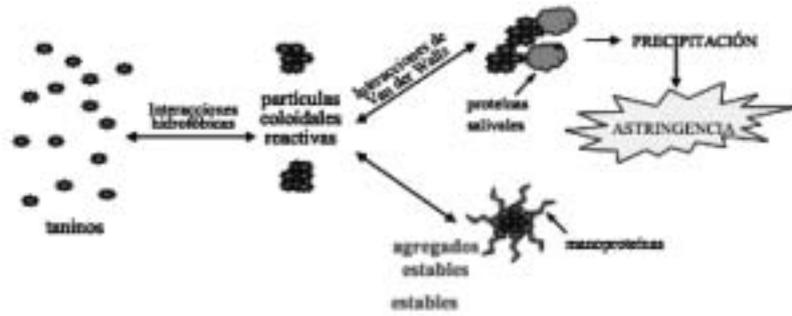


Fig. 12. Mecanismo de acción de los polisacáridos sobre las partículas de tanino coloidal

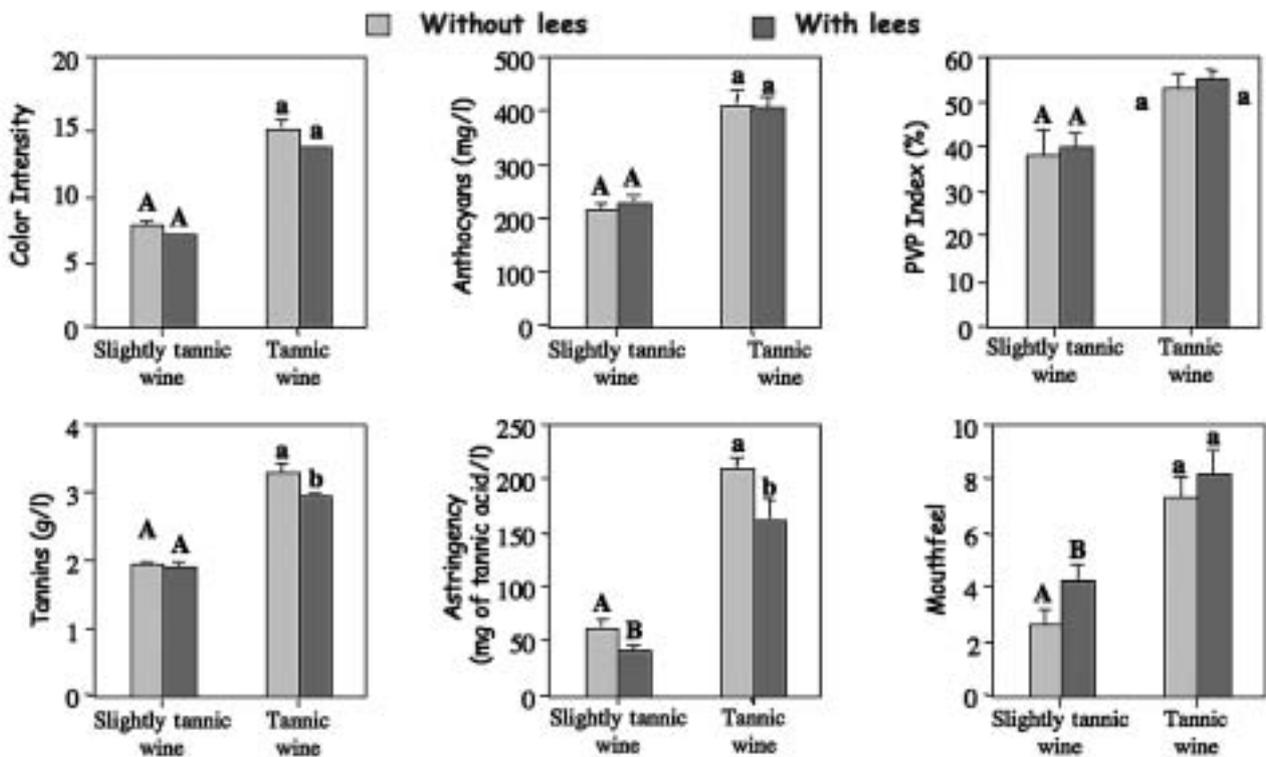


Fig. 13. Influencia de la presencia de lías durante la crianza en barrica.

(Rodríguez, M., Lezáun, J., Canals, R. Llaudy, M.C., Canals, J.M., Zamora, F. (2005) Food Sc. and Tech. Int., 11, 289-296)

[18,25]. Las manoproteínas parecen proteger el vino de la precipitación tartárica mediante dos mecanismos: de una banda disminuyendo la temperatura de cristalización, y de otra banda, disminuyendo la velocidad del proceso de nucleación. En ese sentido hay que señalar que se comercializa un producto a base de manoproteínas como tratamiento alternativo para evitar la aparición de cristales de bitartrato potásico en las botellas. Con respecto a la prevención de la quiebra proteica, el mecanismo mediante el cual las manoproteínas protegen contra esta

precipitación parece ser la disminución del tamaño de partícula de los agregados de proteína, haciéndolos inapreciables a primera vista y proporcionando estabilidad al vino [25].

También se ha descrito el efecto que los polisacáridos ejercen sobre la agregación de taninos; los polisacáridos disminuyen significativamente las dimensiones de partícula que forman los agregados de polifenoles, dificultando que estos taninos puedan precipitar, lo que favorecería la estabilidad de la

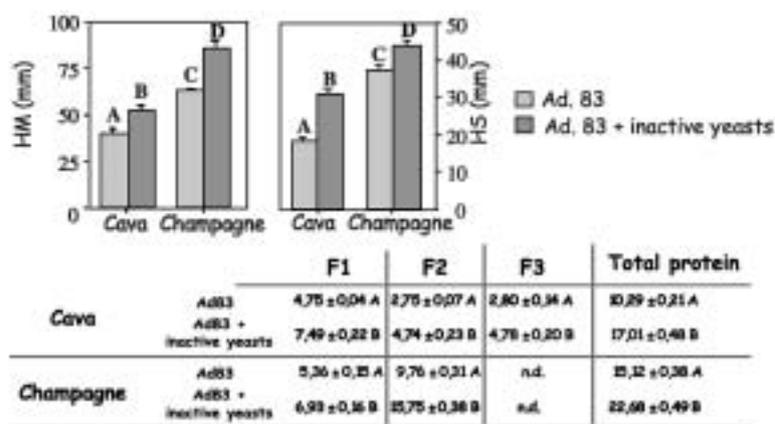


Fig. 14. Influencia de la adición de levaduras inactivas sobre las propiedades espumantes y la fracción coloidal del Cava y del Champagne

(Vanrell, G., Esteruelas, M., Canals, J.M., Zamora, F., Poinssaut, P., Sieczkowski, N. y Leboeuf, D. (2005)

*Influence du type de clarification du vin de base et des adjuvants de tirage sur la qualité de la mousse des vins effervescents. Rev. Oenol., 114, 28-30*

materia colorante del vino [29]. Asimismo, se ha comprobado que algunas de las fracciones más ácidas de las AGPs y las MP, inhiben la agregación entre taninos y proteínas [8,30], contribuyendo por tanto a la disminución de la astringencia del vino [31]. La Figura 12 ilustra el posible mecanismo por el cual los polisacáridos podrían disminuir la sensación de astringencia. Estas interacciones con los compuestos fenólicos parecen de sumo interés ya que podrían explicar muchos de los fenómenos que se asocian a la madurez de la uva, y su relación con la astringencia [32,33], o incluso el porqué la presencia de lías provoca una suavización de la astringencia del vino (Figura 13) [34,35].

Con respecto al aroma, se ha demostrado que existen interacciones intermoleculares entre los polisacáridos y las sustancias aromáticas del vino; en estos estudios en soluciones modelo, parece ser que algunas AGPs y los RG-II aisladas del vino, disminuyen la volatilidad de aromas tales como ésteres, compuestos carbonílicos y alcoholes, favoreciendo su persistencia [36]. También se ha postulado que las interacciones entre manoproteínas y los compuestos aromáticos, pueden comportar modificaciones en la intensidad aromática y la volatilidad de los compuestos aromáticos del vino [25].

A los polisacáridos, ya sean los de origen vegetal, o los liberados por las levaduras, se les atribuye también un importante efecto sobre las sensaciones de untuosidad y volumen [18,37] e incluso una contribución a las sensaciones dulces del vino [6]. Este

último punto podría explicar el motivo por el cual los vinos espumosos conservados largo tiempo en contacto con las lías aumentan la sensación de dulzor y se amortigua la de acidez.

Otro de los efectos que se suele atribuir a los polisacáridos es su intervención en la formación y estabilidad de la espuma de los vinos espumosos. A pesar de que hay muchos más trabajos referentes al rol de las proteínas [37,38] que no dedicados al rol de los polisacáridos, si que se encuentran algunos estudios que muestran una cierta relación entre el contenido de polisacáridos del vino y la espumabilidad de vinos espumosos (Cava y Champagne) [40,41]. Según parece los polisacáridos contribuyen junto con las proteínas, a formar una película a la parte líquida de la interfase gas-líquido que se crea al generarse las burbujas de la espuma [42]. Así, las manoproteínas que se liberarían de forma paulatina por la autólisis de las levaduras, serían en gran medida las responsables de los cambios en el comportamiento espumante que se observa en los vinos espumosos a lo largo de su envejecimiento en contacto con las lías. De hecho, se ha comprobado que al elaborar Cava con cepas mutantes de levadura que presentan una sobreexpresión de manoproteínas, se obtienen mejores propiedades espumantes incluso reduciendo el tiempo de crianza en botella de 9 a 6 meses [43]. También se ha comprobado que la adición de levaduras secas activas al vino base durante la champanización, incrementa la concentración en coloides del vino espumoso y mejora las propiedades espumantes (Figura 14) [37]. En ese

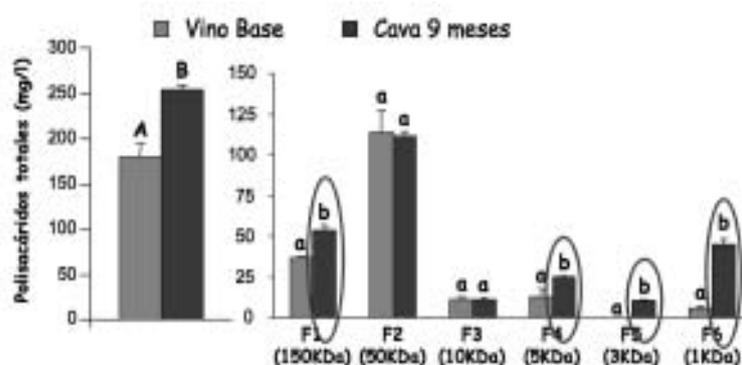


Fig. 15. Evolución de los polisacáridos durante la Champanización

sentido, la Figura 15 muestra como el contacto del Cava con las lías en la botella provoca un enriquecimiento en los polisacáridos totales. Este incremento es debido a la fracción de alta masa molecular (> 150 kDa) y a las fracciones de muy baja masa molecular (1-5 kDa). Por el contrario las fracciones de masas moleculares intermedias (10-50 kDa) no se ven afectadas.

Finalmente, los polisacáridos también juegan un papel con respecto a la salubridad del vino. Así, el dímero de RG-II parece tener capacidad para acomplejar metales pesados y otros elementos tóxicos [44], algunos de los polisacáridos pueden ejercer como antioxidantes [45] y las MP tienen la capacidad de adsorber Ocratoxina A [25].

De todo lo expuesto se deduce que los polisacáridos presentes en el vino presentan una influencia notable sobre múltiples aspectos relacionados con el proceso de elaboración y con las propiedades sensoriales del vino. Por consiguiente, consideramos de gran interés el planteamiento de un estudio sobre sus verdaderas implicaciones sensoriales y sobre como influyen la madurez de la uva y los procesos de elaboración sobre la composición en polisacáridos de diferentes tipos de vino.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Villettaz, J.C., Steiner, D. and Trogus, H. (1984) *Am. J. Enol. Vit.*, 35(4), 253-256.
- [2]. Vernhet, A., Pellerin, P., Belleville, M.P., Planque, J. and Moutounet, M. (1999). *Am. J. Enol. Vit.*, 50(1), 51-56.
- [3]. Goncalves, F., Fernandes, C. and De Pinho, M.N. (2001) *Sep. Purif. Technol.*, 22-3(1-3), 423-429.
- [4]. Dupin, I.V.S., Mckinnon, B.M., Ryan, C., Boulay, M., Markides, A.J., Jones, G.P., Williams, P.J. and Waters, E.J. (2000) *J. Agric. Food Chem.*, 48(8), 3098-3105.
- [5]. Escot, S., Feuillat, M., Dulau, L. and Charpentier, C. (2001) *Aust. J. Grape Wine Res.*, 7(3), 153-159.
- [6]. Guadalupe, Z., Palacios, A. and Ayestaran, B. (2007) *J. Agric. Food Chem.*, 55(12), 4854- 4862.
- [7]. Vidal, S., Francis, L., Williams, P., Kwiatkowski, M., Gawel, R., Cheynier, V. and Waters, E. (2004). *Food Chem.*, 85, 519-525.
- [8]. Carvalho, E., Mateus, N., Plet, B., Pianet, I., Dufourc, E. and De Freitas, V. (2006) *J. Agric. Food Chem.*, 54(23), 8936-8944.
- [9]. Chalier, P., Angot, B., Delteil, D., Doco, T. and Gunata, Z. (2007) *Food Chem.*, 100(1), 22-30.
- [10]. Moreno-Arribas, V., Pueyo, E., Nieto, F.J., Martín-Alvarez, P.J. And Polo, M.C. (2000) *Food Chem.*, 70(3), 309-317.
- [11]. Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A. and Dubourdieu, D. (2006) *The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments*. 2 ed. Chinchester, England: John Wiley & Sons, pp. 77-89.
- [12]. Vidal, S., Williams, P., O'neill, M.A. and Pellerin, P. (2001) *Carb. Polym.*, 45(4), 315-323.
- [13]. Belleville, M.P., Williams, P. and Brillouet, J.M. (1993) *Phytochemistry*, 33(1), 227-229.
- [14]. Showalter, A.M., (2001) *Cel. Mol. Life Sci.*, 58(10), 1399-1417.
- [15]. Vidal, S., Williams, P., Doco, T., Moutounet, M. and Pellerin, P. (2003) *Carb. Polym.*, 54(4), 439-447.

- [16]. O'Neill, M., Warrenfeltz, D., Kates, K., Pellerin, P., Doco, T., Darvill, A., Albersheim, P. (1996) *J. Biol. Chem.*, 271, 22923-30.
- [17]. Vernhet, A., Pellerin, P., Prieur, C., Osmianski, J. and Moutounet, M. (1996) *Am. J. Enol. Vit.*, 47, 25-30.
- [18]. Zamora, F. (2005) *Enólogos*, 38, 28-31.
- [19]. Marchal, R., Laigre, M., Jeandet, P., Robillard, B. and Legras, V. (2010) *Rev. Oenologues*, 134, 43-46.
- [20]. Riu-Aumatell, M., Lopez-Barajas, M., Lopez-Tamames, E. and Buxaderas, S. (2002) *J. Agric. Food Chem.*, 50, 4604-4607.
- [21]. Francioli, S., Buxaderas, S. and Pellerin, P. (1999) *Am. J. Enol. Vitic.*, 50(4), 456-460.
- [22]. Ayestaran, B., Guadalupe, Z. and Leon, D. (2004) *Anal. Chim. Acta*, 513(1), 29-39.
- [23]. Ducasse, M.A., Canal-Llauberes, R.M., Lumley, M., Williams, P., Souqueta, J.M., Fulcrand, H., Doco, T. and Cheynier, V. (2010) *Food Chem.*, 118(2), 369-376.
- [24]. Guilloux-Benatier, M., Guerreau, J. and Feuillat, M. (1995) *Am. J. Enol. Vitic.*, 46(4), 486-492.
- [25]. Caridi, A. (2006) *Antonie Van Leeuwenhoek Int. J. Gen. Mol. Microbiol.*, 89(3-4), 417-422.
- [26]. Rodríguez-Nogales, J.M., Ortega, N., Perez-Mateos, M. and Busto, M.D. (2008) *Food Chem.*, 107(1), 112-119.
- [27]. Mckinnon, A.J., Williams, P.J. And Scollary, G.R., (1996) *J. Agric. Food Chem.*, 44(6), 1382-1386.
- [28]. Waters, E.J., Pellerin, P. And Brillouet, J.M., (1994) *Biosci. Biotech. Biochem.*, 58(1), 43-48.
- [29]. Riou, V., Vernhet, A., Doco, T. And Moutounet, M. (2002) *Food Hydrocol.*, 16(1), 17-23.
- [30]. Feuillat M., Escots S., Charpentier C. and Dulau L. (2001). *Rev. Oenol.* 98, 17-18.
- [31]. Soares, S.I., Goncalves, R.M., Fernandes, I., Mateus, N., De Freitas, V. (2009) *J. Agric. Food Chem.*, 57(10), 4352-4358.
- [32]. Canals, R., Llaudy, M.C., Valls, J., Canals, J.M., and Zamora, F. (2005) *J. Agric. Food Chem.*, 53(10), 4019-4025.
- [33]. Llaudy, M.C., Canals, R., Canals, J.M. and Zamora, F. (2008) *Eur. Food Res. Technol.*, 226, 337-344.
- [34]. Rodríguez, M., Lezáun, J., Canals, R., Llaudy, C., Canals, J.M. and Zamora, F. (2005) *FoodSci.Tech Int.*, 11(4):289-295.
- [35]. Zamora F. (2002). *Enólogos*, 19, 24-29.
- [36]. Dufour, C. And Bayonove, C.L. (1999) *J. Agric. Food Chem.*, 47(2), 671-677.
- [37]. Vanrell, G.; Cabanillas, P.; Albet, S.; Canals, J.M.; Arola, L.; Zamora F. (2002) *Rev. Franç. Oenol.*, 196, 30-36.
- [38]. Vanrell, G., Canals, R., Esteruelas, M., Fort, F., Canals, J.M., Zamora, F. (2007) *Food Chem.*, 104, 148-155
- [39]. Vidal S., Francis L., Williams P., Kwiatkowski M., Gawel, R., Cheynier V. and Waters E. (2004). *Food Chem.* 85, 519-525.
- [40]. Brissonnet, F. And Maujean, A. (1991) *Am. J. Enol. Vitic.*, 42(2), 97-102.
- [41]. Moreno-Arribas, V., Pueyo, E., Nieto, F.J., Martín-Alvarez, P.J. And Polo, M.C. (2000) *Food Chem.*, 70(3), 309-317.
- [42]. Aguié-Beghin, V., Adriaensen, Y., Peron, N., Valade, M., Rouxhet, P., Douillard, R., (2009) *J. Agric. Food Chem.* 57, 10399-407.
- [43]. Nuñez, Y.P., Carrascosa, A., Gonzalez, R., Polo, C., Martínez-Rodríguez, A.J. (2005) *J. Agric. Food Chem.* 53, 7232-7237
- [44]. Pellerin, P. And O'Neill, M.A. (1998) *Analisis*, 26(6), M32-M36.
- [45]. Aguirre, M.J., Isaacs, M., Matsuhira, B., Mendoza, L. And Zuniga, E.A. (2009) *Carbohydr. Res.*, 344(9), 1095-1101.





# VARIOS

# INFLUENCIA DEL CONSUMO DE VINO SOBRE BIOMARCADORES DE ESTRÉS OXIDATIVO

Pilar Muñiz Rodríguez

Doctora en Biología. Área de Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Ciencias. Universidad de Burgos

Las especies reactivas del oxígeno (ROS) y de nitrógeno (RNS) están asociadas a un incremento en el riesgo de enfermedades crónicas como las cardiovasculares. Niveles altos de estas especies reactivas, resulta en una interacción con las diferentes biomoléculas como proteínas, lípidos y DNA implicado en el daño oxidativo celular asociado a diferentes patologías. Esta acción nociva de los ROS y RNS se ve contrarestrada por los diferentes mecanismos antioxidantes (Tabla 1), que actúan regulando los niveles de estas especies dañinas, disminuyendo el riesgo de enfermedades crónicas asociadas al estrés oxidativo. Esta defensa puede ser endógena, llevada a cabo por enzimas antioxidantes como la superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa, o por mecanismos no enzimáticos basada en la acción de compuestos antioxidantes como el glutatión reducido, el ácido úrico, la ferritina, etc. Por otro lado es sabido, que la capacidad antioxidante endógena de un organismo puede reforzarse con la ingesta de antioxidantes exógenos, resultado del consumo de alimentos como frutas, vegetales o bebidas como el vino. Así, los antioxidantes exógenos son componentes presentes en la dieta como vitaminas C y E, los carotenoides, los compuestos fenólicos y ciertos minerales, cuya característica común es que son capaces de reducir el estrés oxidativo y por lo tanto el daño oxidativo celular.

En la actualidad, existe un consenso en relación a los efectos beneficiosos del consumo de vino, particularmente los relacionados con el estrés oxidativo. En este sentido son muchos los estudios, tanto en modelos experimentales como en humanos, que muestran la capacidad antioxidante del vino y su

efecto, resultado de su consumo moderado en humanos. Esta fuerte relación positiva, se encuentra en consistencia con la reducción en mortalidad por enfermedades cardiovasculares y cáncer en poblaciones como la mediterránea, que se caracteriza por un elevado consumo de frutas y un moderado consumo de vino.

Conocer la implicación de los radicales libres en la patogénesis de distintas enfermedades es extremadamente difícil, debido a la corta vida media de estas especies y a la dificultad de técnicas suficientemente sensibles como para detectar los radicales directamente en sistemas biológicos, por ello se hace necesario el estudio de biomarcadores que suponen un reflejo de los cambios que se producen en sistemas biológicos debidos al estrés oxidativo. Un biomarcador tiene que ser el principal producto de modificación oxidativa que pueda estar implicado directamente en el desarrollo de una enfermedad, un producto estable y no susceptible a modificaciones durante el ensayo.

Los biomarcadores son usados para evaluar la eficacia antioxidante y aportan información del daño a proteínas, aminoácidos, lípidos o bases de ADN, el cual está relacionado con enfermedades específicas (Tabla 2).

De particular relevancia, por su implicación en enfermedades cardiovasculares, destaca el daño oxidativo a lípidos, la peroxidación lipídica, que engloba una serie de reacciones en cascada entre cuyos productos se encuentran hidroperóxidos y aldehídos, para los cuales existen diferentes ensayos para su cuantificación (MDA, dienos conjugados, hexanal, etc).

<b>Antioxidantes enzimáticos</b>	<b>Antioxidantes no enzimáticos</b>
Superóxido Dismutasa Catalasa Glutatión peroxidasa	<u>Endógenos:</u> GSH, tioredoxina, urato, bilirrubina, ferritina, etc <u>Exógenos:</u> Vitaminas (C, E), carotenoides, polifenoles (flavonoides)

Tabla 1. Mecanismos de acción antioxidante



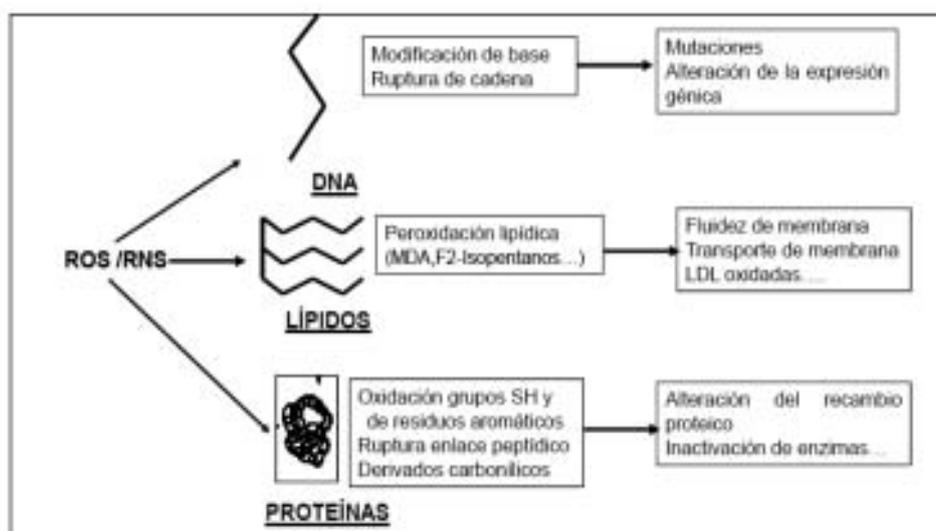


Tabla 2. Efecto de las especies reactivas del oxígeno y nitrógeno sobre las biomoléculas

Las proteínas, son también susceptibles del daño oxidativo por ROS o RNS, y los productos formados como consecuencia de su oxidación son químicamente muy diversos. Entre las modificaciones originadas resultado de su oxidación, una de las más comunes es la aparición de grupos carbonilos siendo su acumulación considerada un marcador de daño oxidativo a proteínas en diferentes patologías.

El ADN es un componente particularmente susceptible al daño oxidativo por las ROS, como el radical hidroxilo ( $\text{OH}^\cdot$ ), produciéndose como resultado la oxidación de bases nitrogenadas o la excisión de cadenas. La 8-OH-2'-desoxiguanosina (8-OHdG) es una de las lesiones más críticas del daño oxidativo al ADN, y su cuantificación permite que sea utilizada como principal biomarcador del daño al ADN.

Además del daño oxidativo a biomoléculas, algunos estudios se centran también en la búsqueda de biomarcadores que evalúen la capacidad antioxidante total del plasma, que implicaría la evaluación de la acción sinérgica de los diferentes compuestos que tengan capacidad antioxidante (endógenos como exógenos).

El análisis de estos biomarcadores de daño oxidativo a las diferentes biomoléculas, pueden ser usados para estudiar el papel de los antioxidantes de los alimentos y los niveles óptimos de ingesta. En este sentido, estudios poblacionales de humanos muestran que el consumo de dietas ricas en alimentos con antioxidantes, resulta en altas concentraciones

en plasma de, vitaminas, carotenoides y flavonoides, y en bajos niveles de biomarcadores de daño oxidativo, lo cual está asociado a un menor riesgo de padecer enfermedades asociadas al estrés oxidativo (cardiovasculares, cáncer...).

Los mecanismos principales a través de los cuales los componentes del vino, polifenoles y etanol, inhiben el estrés oxidativo, son interaccionando con las especies reactivas del oxígeno y del nitrógeno y estabilizándolos, e inhibiendo la peroxidación en cadena, actuando de este modo sobre el daño oxidativo o incrementado los niveles de antioxidantes endógenos. Otros mecanismos a través de los cuales muestra sus efectos beneficiosos, es la capacidad de incrementar los niveles de las HDL, a la vez que disminuye la expresión de enzimas como la superóxido dismutasa o glutatión peroxidasa, al inhibir su transcripción o también se ha visto que los polifenoles del vino pueden formar complejo con el DNA y metales de transición como el  $\text{Cu}^{+2}$ , mecanismo propuesto para explicar como alguno de sus polifenoles puede actuar como anticancerígeno o apoptótico.

La composición fenólica de los vinos es altamente variable debido a diferencias en la variedad de la uva y a los cambios que puedan tener lugar resultado del procesado. Así, estos compuestos sufren numerosas reacciones de condensación y polimerización durante los procesados de envejecimiento, que afectan especialmente a la estructura de los antocianos, catequinas y proantocianidinas.

En general el rango de polifenoles en vino tinto varía de 1,2 a 3,0 g/L. Estudios *in vitro* realizados recientemente por nuestro equipo de investigación con diferentes vinos de Castilla y León, ponen de manifiesto que estos tienen distinta composición fenólica, distinta capacidad antioxidante, y distintos efectos sobre biomarcadores de estrés oxidativo. En general observamos que la capacidad antioxidante medida por el método del ABTS varía de 0,16 a 1,8 mM de Trolox, así mismo se observó que tienen una alta capacidad de estabilizar ROS como el radical superóxido e hidroxilo, y un efecto protector sobre el daño oxidativo a biomoléculas como lípidos y DNA.

Pero para asegurar que el consumo de vino tiene efectos fisiológicos, después de su ingestión debe determinarse su biodisponibilidad y sus efectos preventivos en la oxidación de biomoléculas. Esto implica estudios de absorción, distribución, metabolismo y eliminación, con el objetivo de evaluar su acción antioxidante y que permita determinar las dosis adecuadas para que ejerza su efecto beneficioso. En este sentido, es sabido que algunos compuestos fenólicos son absorbidos y posteriormente metabolizados y otros no se absorben, ejerciendo su actividad antioxidante a nivel del tracto gastrointestinal.

Compuestos fenólicos como el ácido gálico, el ácido cafeico, quercetina, malvindina-3-glucosido, catequina, resveratrol han sido detectados y cuantificados en plasma después del consumo de vino, observándose los niveles más altos de alguno de ellos después de una hora de consumo. Los polifenoles una vez absorbidos son metabolizados, así un 80% de los polifenoles en plasma y orina se ha visto que están conjugados (metilados, glucuronados y sulfatados).

Estudios realizados por nuestro equipo muestran que el consumo moderado de vino de Castilla y León en animales de experimentación sometidos a estrés oxidativo, resulta en un incremento significativo de los polifenoles en plasma. Los resultados muestran que la ingesta moderada de vino monovarietal estudiado en situaciones de estrés oxidativo, produce una disminución de los biomarcadores de estrés oxidativo indicadores de daño a lípidos y proteínas, recuperándose los niveles del grupo control, tanto en plasma como en riñón.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bertelli AAE. (2007) Wine, research and cardiovascular disease: instructions for use. *Atherosclerosis* 195:242-7
- Covas ML, Gambert P, Fito M, Torre R. (2010) Wine and oxidative stress: up-to-date evidence of the effects of moderate wine consumption on oxidative damage in humans. *Atherosclerosis* 218: 297-304.
- Halliwel, B. (1996). Antioxidants in human health and disease. *Annual Review of Nutrition* 16, 33-50.
- Maxwell S, Crickdhank A, Thorpe G. Red wine and antioxidant activity in serum. *Lancet* 1994;344:193-4.
- Modun D, Music I, Vukovic J, et al. The increase in human plasma antioxidant capacity after red wine consumption is due to both plasma urate and wine polyphenols. *Atherosclerosis* 2008;197:250-6.
- Rivero-Pérez MD, Muñoz P, Gonzalez-Sanjosé ML. (2007) Antioxidant profile of red wines evaluated by total antioxidant capacity, scavenger activity, and biomarkers of oxidative stress methodologies. *J Agric Food Chem.* 11;55(14):5476-83
- Rivero-Pérez MD, Muñoz P, González-Sanjosé ML. (2008) Contribution of anthocyanin fraction to the antioxidant properties of wine. *Food Chem Toxicol.* 46(8):2815-22
- Serafini M, Maiani G, Ferro-Luzzi A. (1998) Alcohol-free red wine enhances plasma antioxidant capacity in humans. *J Nutr* 128:1003-7.
- Shan He, Cuirong Sun and Yuanjiang Pan (2008) Red Wine Polyphenols for Cancer Prevention. *Int. J. Mol. Sci.* 9, 842-853.
- Urpi-Sardá M., Jáuregui O., Lamuela-Raventós RM et al. (2005) Uptake of diet resveratrol into the human low-density lipoprotein. Identification of resveratrol metabolites by liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry. *Anal Chem* 77:3149-55.
- Urquiaga I, Guash V., Marshall y cols (2004) Effect of Mediterranean and occidental diets, and red wine, on plasma fatty acids in humans. An intervention study. *Biol Res.* 37:253-61
- Urquiaga I, Leighton F. (2005) Wine and health: evidence and mechanisms. *World Rev Nutr Diet*;95:122-39.
- Urquiaga I., Strobel, P., Perez D. Martinez., C. y cols (2010) Mediterranean diet and red wine protect against oxidative damage in young volunteers.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M.T., Mazur, M., and Telser, J. (2007) Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology* 39, 44-84.
- Who. (2004) Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: scientific background papers of the joint WHO/FAO expert consultation. *Public Health Nutr* 2004



# PAISAJES Y OBRAS MAESTRAS DE LA ARQUITECTURA DEL VINO

María José Yravedra Soriano

*Doctora en Arquitectura. Master en Viticultura, Enología y Legislación. Arquitecta, Asesora y Gestión de Proyectos de Arquitectura de Bodegas*

Construir para el vino es ahora sinónimo de prestigio: arquitectos y bodegueros se han convertido en los nuevos mecenas del arte y utilizan la arquitectura como emblema. En estos últimos años la imagen del paisaje tradicional del viñedo se ha visto transformada por varios aspectos de carácter socio-económicos. Actualmente, en plena crisis del agua y de la energía, vemos como los promotores han inundado los campos del sistema de riego por goteo, buscando altos rendimientos, borrando en muchos casos las señas de identidad de la imagen del viñedo en sus formas características, y globalizando el tipo de conducción de la planta en cualquier lugar del mundo. También el 'boom' inmobiliario ha afectado al contexto natural con las nuevas 'bodegas espectáculo'. Estos factores han transformado el patrimonio cultural de la vid y el vino, conformando nuevas fórmulas resonantes en el paisaje ancestral identificativo de cada zona geográfica.

La etimología de 'cultura', que procede de la raíz *colere* cultivar, nos introduce en esta 'reflexión' sobre las repercusiones socio-económicas en el paisaje del vino que ha tenido esta década, que ahora termina, tan fructífera para la arquitectura y la enología. A partir de esta reflexión, y sin caer en melancolías, conviene hacer referencia al desarrollo territorial rural y a la respuesta mediática de la arquitectura, y plantearse el futuro con nuevas decisiones sostenibles para afrontar la actual situación de crisis ambiental y económica. El paisaje del vino es una naturaleza cultivada, creada por el uso humano, mientras la cultura es tanto producto de la civilización como hábito de cultivo.

Mies Van der Rohe afirmaba que *'la arquitectura, el hombre y la naturaleza deberían unirse en una "unidad superior"'*. La arquitectura del vino es el factor base integrador entre la diversidad de paisajes con sus culturas, cuyas aportaciones técnicas son expresión del clima y del fundamento enológico adecuado a cada región vitivinícola. Estos valores, síntesis entre *utilitas, ars y praxis*, constituyen una aportación socio-cultural, al establecer sinergias entre vino y naturaleza, contribuyendo a dinamizar, impulsar y

mantener la actividad vitivinícola en el medio rural, evitando la despoblación y preservando unos paisajes singulares conformados a lo largo de siglos.

Haciendo un breve recorrido por la memoria del ADN del vino y las situaciones que han generado el desarrollo y difusión de su cultura a través de los ejes de los diversos movimientos sociales y religiosos del mediterráneo, las cruzadas y peregrinaciones del Medioevo (Camino de Santiago, ...), la reconquista, el reto de la viticultura americana, la generación del cooperativismo en las nuevas plantaciones y bodegas escapando de la plaga de la filoxera, hasta nuestros días, dibujan la evolución del proceso de asentamiento de los antiguos lagares y evolución de la cultura del vino.

## VIÑEDOS Y LAGARES DEL MEDITERRÁNEO

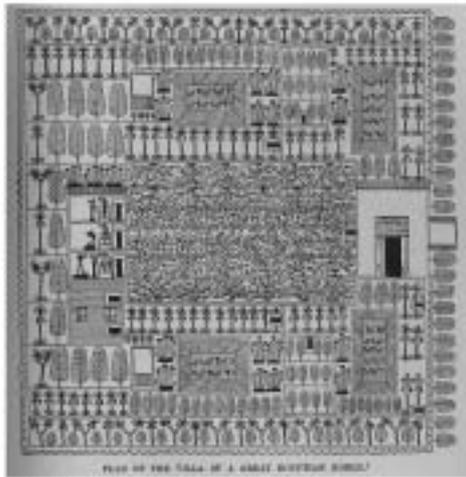
En la retrospectiva histórica subyace el amor de los constructores del mediterráneo por la cultura del vino: desde los primeros lagares egipcios, fenicios, griegos, los tratados vitruvianos y de Columela describiendo las cellas romanas para convertir la *'vitis vinifera'* en elixir de los dioses, gracias a la arquitectura del *'lacus vinario'*. En el renacimiento, las villas palladianas incluyen el lagar dentro del ara, siguiendo la trilogía del mediterráneo: el depósito, el lagar y el depósito de ánforas. (Fotos pág. siguiente).

En España, el paisaje en los caminos enológicos, transcurre entre castillos, monasterios, pequeñas bodegas vernáculas artesanales autoconstruidas entre las viñas y los valles de los ríos, todo ello fruto de una síntesis de las culturas cristiana, judía y árabe.

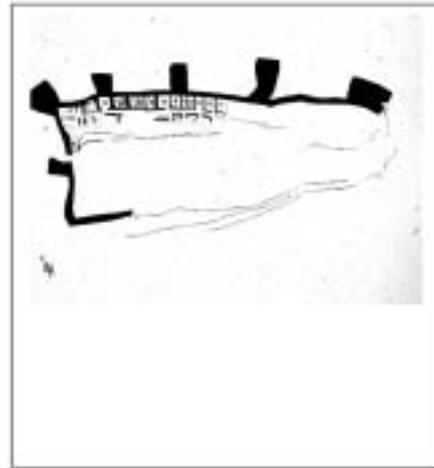
## PRIORATOS, LAGARES Y UNIDADES DE PRODUCCIÓN MONÁSTICAS

El vino encontró en las unidades de producción y comercialización monásticas cistercienses (fundaron unas 750 abadías), el espacio adecuado a medi-

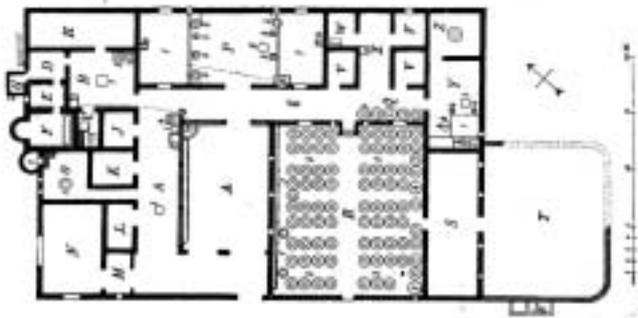




Villa Amen. Egipto



Alt de Benimaquia. Denia.



Villa de Boscoreale. Pompeya



da para su elaboración y conservación. El Císter fue el precursor en engrandecer la arquitectura para el vino, integrando la bodega en la arquitectura monumental de sus monasterios.

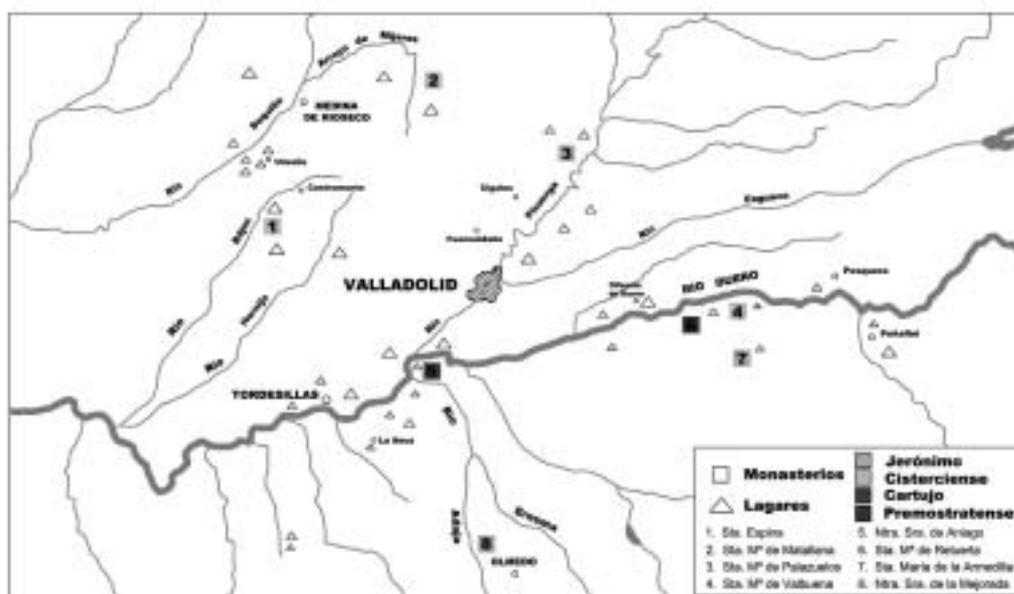
La "cella vinarium" era uno de los ámbitos impuestos en el programa arquitectónico. Se situaba en la planta baja de la cilla, situada en la panda oeste del claustro correspondiente a la zona de los conversos, anexa al refectorio. La orientación oeste y el considerable grosor de los muros de piedra, favorecían las exigencias de las condiciones térmicas para la conservación del vino.

En el s. IX, la reforma de Benedicto de Aniane (816-817) instauró la normativa de la *Regula*, que incluye el arquetipo funcional de las trazas arquitectónicas de la unidad de producción monástica. La planta cluniacense de San Gall (Suiza, hacia el año 820) inspirada en la finca agrícola del "sistema dominical carolingio clásico", nacida a su vez de la villa con atrio central de la colonización galo-roma-

na y las villas merovingias, es la primera construcción prototipo de la expresión funcional del monacato de la alta Edad Media. Hay que recordar que Roberto de Molesmes (1028-1111), nació en Champagne y que Bernardo de Claraval (1091-1153), nació en Borgoña, fundadores de las nuevas pautas sobre el arquetipo constructivo cisterciense.



Monasterio de Poblet. Tarragona



Ubicación de los principales lagares y bodegas de los monasterios de la provincia de Valladolid

El sistema socio-económico de organización de las unidades de producción monástica es el verdadero precursor del cooperativismo rural enológico. La voluntad de monumentalización de la Arquitectura del Vino surge a partir de los espacios cistercienses dedicados al trabajo.

Todos ellos fueron conservadores y transmisores de la cultura en la Edad Media, e hicieron del cultivo de la vid el eje unificador de la repoblación desde los primeros tiempos de la reconquista hasta su posterior papel económico en las sociedades rurales.

De los aproximadamente 168 monasterios en la provincia de Valladolid, los principales enclaves se

situaban en las fértiles márgenes del Duero y sus afluentes. Destacan diez monasterios de cinco ordenes monásticas, que juntos poseían el 45,22 % del total de las tierras de todo el clero de Valladolid (unas 21.456,65 has.). En Tierra de Campos, se situaron los monasterios cistercienses de Santa Espina, Sta. M<sup>a</sup> de Palazuelos y Sta. M<sup>a</sup> de Matallana; y en la cuenca del Duero: la cartuja de N<sup>a</sup> S<sup>a</sup> de Aniago, el monasterio premostratense de Retuerta, el monasterio jerónimo de N<sup>a</sup> S<sup>a</sup> de la Armedilla, y el monasterio cisterciense de Sta. M<sup>a</sup> de Valbuena. (Fotos pág. siguiente).

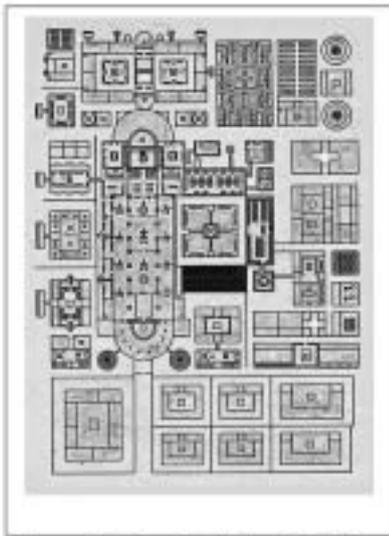
Generalmente, la bodega "jerónima" de almacenamiento se encontraba orientada al norte, dentro de las trazas del monasterio. Los monjes jerónimos fueron los encargados de cultivar y elaborar los vinos para la monarquía de los Austrias, siendo grandes productores de vino. Como ejemplos, cabe citar el monasterio de Guadalupe y monasterio de Yuste (Cáceres), y el monasterio de Lupiana (Guadalajara). (Ntra. Sra de la Mejorada de Olmedo, Sta María de la Armedilla).



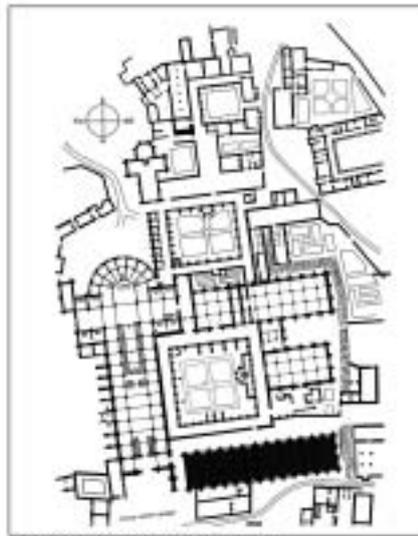
Monasterio de Santa María de Retuerta, prerrománico, orden de los premostratenses

## PAISAJES DE LA FILOXERA: COOPERATIVISMO Y BODEGAS FAMILIARES

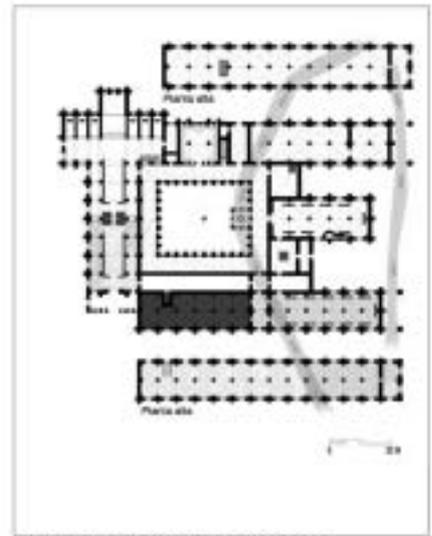
Otra ruta que cambió la viticultura y los enclaves de las bodegas fue, a finales del s. XIX, la devastadora plaga de la filoxera que asoló el viñedo de Europa.



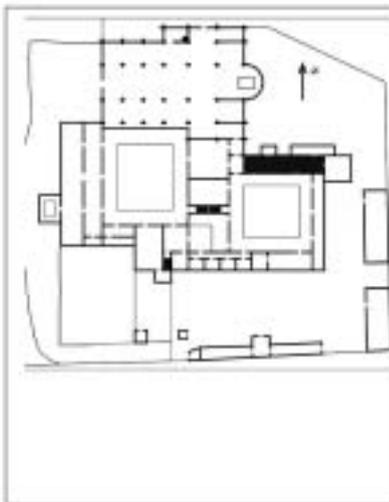
Monasterio San Gall (Suiza, año 820)



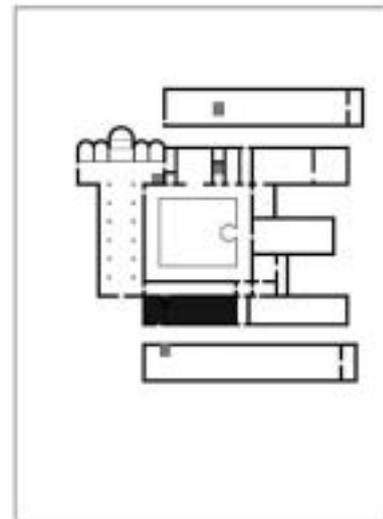
Monasterio de Claraval (Francia)



Monasterio Fontenay (Borgoña, 1118)



Sta. Mª de Matalana (Vilalba de los Alcores, 1228)



Sta. Mª de Valbuena, Cister, (Valbuena de Duero, 1144)



Monasterio de Poblet, Tarragona

#### Situación de la bodega dentro de las trazas arquitectónicas de los Monasterios

Aparece en España una generación de grandes bodegas industriales familiares: Marqués de Murrieta, López de Heredia, Marqués de Riscal en La Rioja, González Byass, Osborne, Domecq en Jerez, etc. En Sant Sadurn d'Anoia, Codorniu, Freixenet, importando el método champenoise de la segunda fermentación en botella. Todas ellas crean un modelo arquitectónico propio en cada región. La construcción de estas bodegas construidas por arquitectos e ingenieros, suponen el símbolo de la ilusión de un siglo que comenzaba, un periodo de auténtica "fermentación" de sueños y una revolución tecnológica y social. Estos proyectos fueron coetáneos con la exposición universal de París de 1900 y con otras

manifestaciones culturales como la fundación de la Bauhaus que fundó Gropius en 1919.

A finales del s. XIX, las ayudas económicas del Estado para la construcción de bodegas cooperativas, sustituyó la antigua estructura económica de pequeños viticultores, por un nuevo sistema de explotación agraria de sindicatos, pudiendo así competir con los grandes productores. En 1953 había 286 bodegas cooperativas en España, de las cuales, 69 estaban en Tarragona. Destacan las bodegas de Olite (Navarra), La Rioja, Ciudad Real, y las *cellers* modernistas de Cèsar Martinell y Domènech i Roura. Constructivamente, estas bodegas situadas en las cercanías del FF.CC., utilizan un lenguaje for-



Bodegas Güell. Garraf. Arquitecto Antoni Gaudí

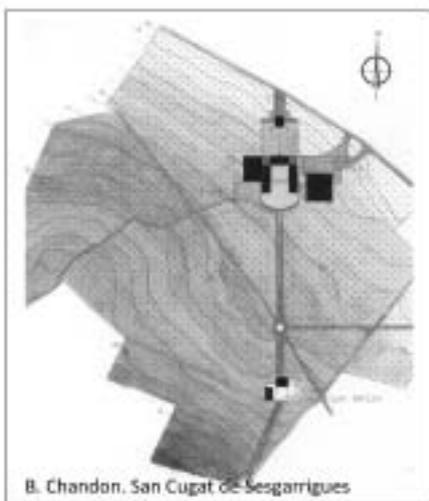
mal "eclesial" con estructuras de doble altura compuesta por una sucesión de arcos parabólicos aligerados de ladrillo visto aplantillado, construidos sin cimbra. Se caracterizan también por el remate en cúpula de las torres para depósito de agua que la autoabastecían.

## BODEGAS Y TOPOGRAFÍA

La perspectiva histórica del arte de proyectar y construir para el vino es el de la topografía y características de la naturaleza. Las bodegas se insertan con sobria naturalidad en las ondulaciones del terreno como elementos del paisaje, imágenes que emocionan por su singularidad ante el impacto geográfico de la obra. Son espacios naturales excepcionales, obras de arte geográficas en paisajes culturales públicos que evocan con sus formas la orografía de los montes de labor.

La arquitectura da respuesta a factores geográficos como la topografía, orientación, latitud, altitud, temperatura, luminosidad, la proximidad de estanques de agua, y la caracterización climática de regiones vitícolas.

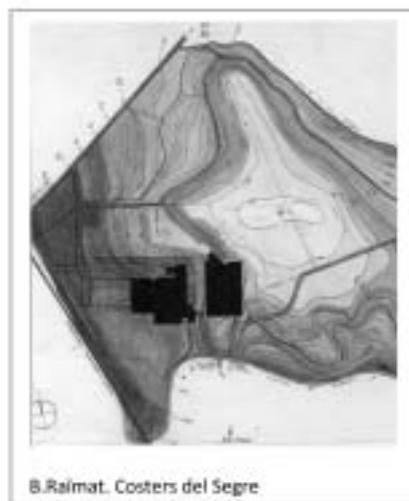
La viticultura de montaña de algunos países elaboradores, están reconocidos por la Unesco como paisajes del Patrimonio Cultural de la Humanidad, como Lavaux (Suiza), Saint-Émilion al Noroeste de Burdeos y el Alto Douro en Portugal.



B. Chandon. San Cugat de Sesgarrigues



B. Raventós i Blanc. Sant Sadurn d'Anoia



B. Raimat. Costers del Segre

dibujos M.J. Yravedra



Quinta do Seixo Sandeman. Alto Douro



Quinta de Nápoles. Alto Douro

Otros ejemplos de esta viticultura y arquitectura heroica la encontramos en España en Ribeira Sacra y Priorat. Suelos profundos, calizos, arcillo arenosos, y cubiertos por la mineralidad de la pizarra, siguiendo la técnica constructiva de las terrazas para la estabilidad de los taludes.

## **PANORAMA DE LAS BODEGAS CONTEMPORÁNEAS DE LOS NUEVOS PAÍSES PRODUCTORES**

El vino ha generado una arquitectura a su medida, con unas señas de identidad propias, que engloban al hombre, el clima y la naturaleza. La vid necesita unas condiciones climáticas mínimas entre las isothermas anuales de 9° C y 21° C, correspondientes a las zonas templadas, situadas entre dos franjas de latitudes entre 30° y 50° en el hemisferio norte y latitudes de 30° y 40° en el hemisferio sur. La maduración de la uva es reflejo de la adaptación de la

cepa al medio geográfico (iluminación, temperaturas, humedad, las características del suelo), factores decisivos para los caracteres y calidad organoléptica del vino.

En la última década de crecimiento económico, el cambio climático y la viticultura de precisión, las líneas de las latitudes de países elaboradores se han desdibujado. Estos factores han derivado en "la producción extensiva" y la colonización deliberada de espacios naturales en el éxodo de las inversiones a nuevos países productores como Nueva Zelanda, Australia, Canadá y Sudáfrica, China, incluso en climas desérticos como Venezuela. Los trazados de los nuevos proyectos se han subordinado a la geografía en el patchwork de las parcelas de monovietales.

Después de estos argumentos, no es ilusoria mi propuesta de encontrar fórmulas para regenerar las estructuras perdidas y la conservación del patrimonio vivo de nuestra viticultura. Las nuevas bodegas, mediante su imagen más o menos fotogénica inser-



B. Opus One. Napa Valley



B. Closs Pegase. Napa Valley



Peregrine, Queenstown. Central, Otago. N. Zelanda



Dominus. Yountville, Napa Valley. California

tada en el paisaje 'público' del viñedo, deben cumplir con las expectativas de su fuerte papel de carga mediática social para el ocio organizado del enoturismo. Pero también deben seguir aportando con su funcionalidad y materiales, nuevas cualidades al vino de calidad.

El planeamiento urbano del siglo XX no ha tenido en cuenta la alimentación y el cultivo, y el desarrollo ha eliminado la agricultura en nuestras ciudades. Los arquitectos han sido capaces de conceptualizar,

integrar y transmitir una imagen unitaria de la expresión del microclima geográfico de cada Denominación de origen. La definición de las identidades del paisaje del vino se consiguen mediante movimientos antiglobalización.

En el futuro, la construcción de los nuevos paisajes y arquitecturas culturales del vino debe basarse en modelos termodinámicos y ecológicos de aprovechamiento de recursos naturales, y deben definirse nuevas realidades a partir del clima y la energía.



B. Ysius. Laguardia. La Rioja. Santiago Calatrava

# VINOS CLÁSICOS –VS– VINOS MODERNOS. HISTORIA DE LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN RIBERA DEL DUERO

José Carlos Álvarez Ramos

Ingeniero Agrónomo. Enólogo. Director Técnico de Bodegas Emilio Moro & Cepa 21

---

## 1. ÁMBITO DE ESTUDIO

- La antigua Ribera del Duero abarcaba hasta Tudela de Duero y Valtiendas.
- El auge de las cooperativas comienza a potenciar y preservar las zonas de producción.
- La suma de las distintas variedades aportaba una tipicidad a los vinos.
- Se comienza con las elaboraciones de tintos separando la Tinta del País del resto de variedades.
- El periodo de estudio se centrará desde comienzos del siglo XX hasta nuestros días.
- Existe un estancamiento histórico social desde 1900 hasta 1950, donde empiezan a mecanizarse las cooperativas.
- Se produce un cambio radical con la llegada de la electricidad a los lagares y bodegas.

## 2. VINOS CLÁSICOS

- La viña.
- Plantaciones marginales establecidas en vaso.
- Mezcla de variedades: Tempranillo, albillo, garnacha, verdejo, valenciano, pirulés, garnacha blanca, viura etc.
- Desorden en las plantaciones.
- Marcos de plantación heterogéneos.
- Empleo de la tracción animal.
- Multiplicación por acodo.
- A finales del siglo XIX la filoxera arrasa los viñedos de toda España. En 1908, el Consejo de Agricultura de Soria distribuye portainjertos americanos a los cosecheros de Ribera del Duero.
- La variedad Tinta del país por su escasa producción, fomenta la plantación de otras variedades tintas y blancas, mas abundantes (Garnacha y



Albillo), dando lugar a la popularización del famoso "Clarete" ribereño.

- El control de plagas y enfermedades se establecía a demanda (si plaga trato - no plaga - no trato).
- Azufre y sulfato de cobre - Caldo bordelés.
- Permanganato potásico - Arsenito sódico.
- Enmiendas orgánicas anuales localizadas por planta.
- Los índices de madurez venían determinados por la dulzura de las bayas.
- Carga: el precio venía determinado por grado/HL.





"Garillo", con el que se cortaba la uva



"Comporta" para la recolección de la uva



Echado de uvas al lagar



Pisado de la uva

- Vendimia manual en cestos y/o comportas.
- Transporte al lagar, tracción animal.
- Esta filosofía se mantenía tanto a nivel particular como en régimen de cooperativismo.
- Elaboración de clarete en la Ribera Burgalesa.
- En época de vendimia se salía de casa antes de amanecer para ir andando a los viñedos situados, a veces, a una hora de camino. Si era domingo, primero se escuchaba el rosario, después la misa.
- Había que estar en la viña cuando se empezaran a ver los racimos.
- Se cortaba la uva con garillo, corquete o trinche, se depositaba en cestos de mimbre. Posteriormente, el contenido de los cestos se depositaba en "comportones" o "comportas" y se cargaban en carros de llanta, 8 o 10 "comportones" por carro, los carros iban tirados por 2 o 3 ganados (mulas, caballos o yeguas).
- La comporta es un recipiente de madera de chopo de forma cónica y alargada, de 80 kilos de capacidad, utilizado históricamente para la recolección de la uva.
- Una vez llegados al pueblo los carros, la carga se vaciaba en los lagares (depósitos de obra cuadrados o rectangulares) o en los tinos (depósitos redondos de madera generalmente de roble).

- Se vendimiaba durante dos o tres días y seguido se prensaba la uva durante todo un día, consiguiendo extraer de las uvas hasta un 80% del mosto.
- En esa época cada cabeza de familia era un cosechero.
- La gente se apuntaba en una lista para prensar, y cada cual trujalaba el día en que le "tocara la vez". Durante el día se daban varias prensadas y se sacaba la oruja de la prensa dos veces en el día, que luego se vendía a la Alcoholera.
- El mosto extraído de la prensa se transportaba en "pellicas" (pellejos de cabra) en los que cabían 3 cántaras o 3 cántaras y media de mosto por cada pellica.
- El mosto se transportaba a las bodegas, generalmente excavadas en el terreno, que se solían situar en el cotarro del pueblo, y se llenaban las cubas, dejando un hueco suficiente para la fermentación.



"Pellicas" (pellejos de cabra) para transportar el mosto

- Cada cuba tardaba en fermentar una semana si el tiempo era bueno y diez o doce días si el tiempo enfriaba, habiendo ocurrido varias veces que había cubas que no llegaban a fermentar o fermentaban en la primavera del año siguiente.
- Hay que señalar que el clarete de entonces se elaboraba con un 80% de uva garnacha negra y un 20% de uva blanca de las variedades viura y albillo, no existiendo apenas el tempranillo, ahora estandarte de la DO. Ribera del Duero.
- En aquella época apenas se elaboraba vino tinto, únicamente el denominado "ojo de gallo", que era el último vino que salía de la prensa y que tenía un poco más de color que el resto. Una vez fermentada la cuba se le añadía "metabisulfito" y una buena cantidad de yeso blanco.
- En aquel entonces no se trasegaba el vino o había quien trasegaba una vez como mucho, a pesar de ello el vino obtenido era muy claro porque el yeso depositaba las heces en el fondo y la canilla sacaba el vino por encima de la capa de yeso y heces.
- Durante el año se vendía el vino "a prueba", es decir, previa cata de la cuba por parte del interesado y conviniendo posteriormente el precio.
- En aquella época se vendía el vino generalmente a los arrieros de Logroño, Burgos, Cuéllar y Segovia.
- Tras la venta del vino, se vaciaba la cuba, utilizando unas cántaras que eran primero de barro, después de Zinc, propiedad del Ayuntamiento para garantizar que su cabida real fuera de justo 16 litros.
- Existía también el cargo de "corredor" o "sacador de vino", que salía todos los años a subasta del

Ayuntamiento, llegándose a pagar algún año por el rematante hasta 25 céntimos por cántara al Ayuntamiento.

- Los precios de remate dependían de la cantidad de cosecha del año y del número de participantes en la subasta.
- El precio que después cobraba el "corredor" al comprador del vino se fijaba también por el Ayuntamiento, habiendo años que en Pesquera se cobraron 50 céntimos por cántara más la propina.
- El vino vendido se transportaba en camiones o incluso en carros tirados por caballerías cuando los compradores procedían de pueblos limítrofes.
- Posteriormente, en los años setenta se generalizó la adquisición de bombas por los particulares, bajó el mercado de "los de Burgos" y comenzó a venderse más a los almacenistas de la comarca que ya disponían de su propio servicio, por lo que vino a desaparecer el tradicional y curioso oficio de "corredor" o "sacador de vino".
- Elaboración del tinto en la Ribera Vallisoletana.
- El lagar es un espacio cuadrado de cemento, por lo general más profundo que ancho, de la bodega tradicional, donde se hacía el pisado de la uva.
- En él se realizaba la vinificación, después de haber acarreado la uva en comportones desde la viña. También se le conoce con otros nombres: tino, tina, lago, torcular y jaraíz.
- Lo más probable es que se llegara a la denominación de lago, por semejanza con el lago natural (del latín lacus). La palabra lagar hay que explicarla también a partir de esa misma voz, a la que se añade el sufijo -ar; de manera que en su origen significa 'lugar del lago'.
- El lagar, por lo general, formaba una unidad constructiva junto con el calao o cueva; aunque no siempre era así. En el pasado, se construían lagares rupestres junto a las mismas viñas. En ellos se pisaba la uva y se trasladaba posteriormente el mosto a las cubas. También había bodegas tradicionales que constaban únicamente de calao con sus cubas, a las que se trasladaba el vino para su conservación desde el lagar ubicado en otro edificio. En ocasiones –en algunas comarcas de Peñafiel– los calaos eran auténticas galerías con sus correspondientes compartimentos o sisas, en las que cada propietario tenía sus toneles.



Prensa



Cuba



Unidades de medida

- Tino y sobre todo tina se solía llamar a los que eran de madera.
- El lagar, en muchas comarcas castellanas, era un edificio comunal que el municipio ponía a disposición de todo vecino que quería hacer vino. En otros casos era propiedad de un hacendado, un monasterio o un grupo de viticultores. Calculados los kilos de uva entregados por cada particular, éste luego se llevaba el equivalente en vino a su casa o bodega, descontadas las cántaras que cobraba por la vinificación.
- En la bodega estaba dispuesto todo lo necesario para la vinificación: el lagar, la típica prensa romana o prensa de viga y el torco, pilo o pileta. A la prensa del lagar también se le llamaba torcular, palabra que en ocasiones servía para denominar a todo el edificio.
- Una vez lleno el lagar se iba a pisar dos veces al día, por la mañana y por la noche.
- Alonso de Herrera (1513) nos explica con detalle quién y cómo debía hacerse el pisado de la uva: "El que pisare, sea hombre y no mujer, mancebo de buena fuerza que estruje bien la uva, limpio, traiga muy bien lavadas las piernas, y salga las menos que pudiere del jaraíz, y traiga ropa lim-

pia...". Aquí aparece la voz jaraíz, cuya etimología hay que buscarla en el árabe hispano y que está documentada en ciertas comarcas burgalesas. Se excluye pues a la mujer. De hecho, como muy bien explica Iñigo Jáuregui en su estudio "De la bodega al merendero", la bodega tradicional es un recinto masculino.

- El final de la fermentación lo marcaba el enfriamiento de las pastas, momento en el cual se procedía a pasar el vino a las cubas.
  - Una vez pisado y escurrido, había que hacer el pie; tarea que consistía en desplazar, al tiempo que se volvía a pisar, los orujos a una de las mitades del lago, quedando la otra libre y facilitando así el escurrido.
  - El vino, entraba a la cuba por el caño, bocino o canaleja, que se servía de una gavilla de sarmientos como eficaz filtro.
  - Para hacer el pie había que tirar de horquillo o garia, así como para sacar los orujos y llevarlos a la prensa. Después de llenar las cubas, el vino realizaba la FML en primavera, cuando la temperatura subía.
- **Aspectos enológicos tradicionales:**
    - En algunos pueblos como Pesquera de Duero se introducía en el lagar sal marina entre los orujos, esta práctica se realizaba para evitar el amargor y la acidez cedida por los raspones además de influir en una mayor extracción de los componentes de la uva.
    - El Enyesado, añadir yeso (1kg de yeso por 100 kilos de uva). El sulfato cálcico reacciona con el bitartrato potásico del mosto durante la fermentación produciéndose tartrato de calcio, sulfato potásico neutro, y ácido tartárico, esta reacción no cambia la acidez total pero si la energía ácida.



Encorchadora

- Adición de Sangre de toro.
- Adición de animales muertos o derivados del porcino.
- Adición de clara de huevo.
- Adición de frutas como higos para incrementar el grado alcohólico.
- Cenizas de carbón como desodorizante.
- Cal apagada para disminuir el nivel de sulfuroso.
- **Métodos de conservación:**
  - Adición de aguardiente (destilado).
  - Adición de aceite de oliva.
  - Adición de cera de abeja.
- **Otros: Empleo de jabón como antiespumante.**

### 3. VINOS MODERNOS

#### VIÑEDO:

- **Sistemas de control del estrés hídrico:**
  - Tensiómetros.
  - Dendrómetros.
  - Control por satélite.
- **Gestión nutricional a demanda:**
  - Análisis foliar, peciolar, savia, madera, suelo, baya y pepita.
  - Seguimiento de isótopos radioactivos C12-C13-C14-C15.
  - Relación Superficie Foliar – Peso de Bayas – Volumen Radicular.
- **Seguimiento y control de plagas y enfermedades.**
  - Hongos de madera.
  - Empleo de fitorreguladores.
- **Aplicación de técnicas mejoradoras de la maduración.**

#### BODEGA:

- **Controles de madurez y sanidad:**
  - Análisis nutricional de los mostos.
  - Análisis microbiológico de los mostos.
  - Utilización de levaduras – enzimas.
  - Micro-organismos transgénicos.
- **La supraextracción aromática:**
  - Empleo de hielo seco.
  - Maceradores continuos – Métodos de maceración autónomos.
  - Control informático de las elaboraciones: Bodegas Domóticas.
- **Empleo de la microoxigenación.**
- **Los sucedáneos de la madera.**
  - Chips, virutas, dados, tablas, etc.
- **Nuevos sistemas de filtración.**
  - Micro filtración Tangencial. Membranas orgánicas.

- **Utilización de gases inertes en la enología**
  - CO<sub>2</sub>.
  - N<sub>2</sub>.
  - ARGÓN.
- **Controles ambientales:**
  - Determinación de patógenos en conducciones de climatización.
  - Determinación de los niveles de TCA ambientales.
- **Nuevas generaciones de productos: limpieza y desinfección:**
  - Bactericidas.
  - Empleo de vapor de agua.
  - Decalcificantes de última generación.
- **Control del agua de limpieza:**
  - Procesos de esterilización, descalcificación, decoloración, etc.
- **Nuevos sistemas de lavado y desinfección de barricas:**
  - Empleo de vapor, Ozono, etc.
- **Nuevas tecnologías aplicadas a los procedimientos de embotellado:**
  - Lavado de botellas, inertización.
- **Empleo de tapones sintéticos y tecnológicos.**
- **Sistemas de software para control de la trazabilidad total.**