

2005



Ribera del Duero

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



DIRIGEN:

Agustín Alonso González
C.R.D.O. Ribera del Duero

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

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

El presente libro es recopilación de las ponencias expuestas en el marco del Curso sobre "Viticultura y Enología en la Ribera del Duero" que el Consejo Regulador, a través de su Servicio de Experimentación y Ensayo, y en colaboración con el Il. Ayuntamiento de Aranda de Duero y la Universidad de Burgos, organizó en Julio de 2005 en el marco de los cursos de verano que propone la citada Universidad.

La Denominación de Origen Ribera del Duero abarca un amplia área de cultivo que ampara diferentes paisajes en las provincias de Burgos, Valladolid, Soria y Segovia. Distintas pero siempre unidas por dos denominadores comunes: el río Duero y una clara apuesta, desde sus orígenes y hasta nuestros días, por la calidad y la excelencia, consiguiendo alzarse con paso firme hasta lugares de honor dentro del panorama vitivinícola mundial.

Sus gentes, viticultores y bodegueros de la Ribera del Duero, siempre han confiado en mantener las tradiciones y los saberes populares de este rincón de la vieja Castilla, pero apoyándose en la tecnología para la realización de unos procesos que, pese a ser en esencia los mismos que se realizaban desde tiempos inmemoriales, hoy en día se miman y controlan hasta los límites que las modernas técnicas permiten.

Es con ese objetivo, el de ahondar en un mejor conocimiento de los nuevos desarrollos tecnológicos que puedan ayudar a que un vino de la Ribera del Duero no pierda nunca su identidad, con el que cada año se plantean estos cursos de formación, tratando de mejorar tanto en la viticultura como la enología la gran herencia que nos dejaron nuestros predecesores en esta emblemática y adusta tierra.

Pero no es sólo contenido técnico lo que pretendemos aportar. Porque el vino es también cultura, dentro de la programación de estos cursos siempre se intenta ampliar la programación hacia objetivos que nos acercan a lo realmente importante en última instancia: el disfrute del vino y del entorno que le rodea.

Desde el Consejo Regulador, en su principal desempeño como garante de la calidad de los vinos de la D.O. Ribera del Duero, nos sentimos orgullosos e identificados con el empeño y el esfuerzo diario que realizan las gentes de nuestra tierra, con el único objetivo de llevar hasta los consumidores la esencia de "El Corazón del Duero".



Francisco Uña Castaño

Presidente del Consejo Regulador

ÍNDICE

ENOLOGÍA

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL FENÓMENO DE LA CONTAMINACIÓN DEL VINO POR CLOROANISOLES

JUAN JOSÉ RUBIO COQUE, M.^a LUISA ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA DE LEÓN (INBIOTEC) 11

BRETTANOMYCES/DEKKERA: CONTROL Y DETECCIÓN EN BODEGA

EVA NAVASCUES LÓPEZ CORDÓN
Dra. En C.C. Biológicas
ÁREA DE BIOTECNOLOGÍA DE AGROVIN 21

FAMILIAS FENÓLICAS Y SU IMPLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN Y CRIANZA DE LOS VINOS

M.^a LUISA GONZÁLEZ SAN JOSÉ
Profesora Titular de Tecnología de los Alimentos
UNIVERSIDAD DE BURGOS 29

LA FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA: OBJETIVOS Y VARIABLES DE CONTROL

ANTONIO PALACIOS**; SIBYLLE KRIEGER*; CARLOS SUÁREZ**; JOSE MARÍA HERAS**
LALLEMAND ALEMANIA*; LALLEMAND PENÍNSULA IBÉRICA** 45

VARIOS

TEORÍA DE LA CATA DE VINOS

AGUSTÍN ALONSO GONZÁLEZ
Licenciado en Enología – Ingeniero Técnico Agrícola
SERVICIO DE EXPERIMENTACIÓN Y ENSAYO – CONSEJO REGULADOR DE LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN RIBERA DEL DUERO 55

BODEGAS SUBTERRÁNEAS TRADICIONALES EN LA RIBERA DEL DUERO

IGNACIO CAÑAS GUERRERO, JOSÉ MARÍA FUENTES PARDO, SILVIA MARTÍN OCAÑA
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN Y VÍAS RURALES. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID 75

ARQUITECTURA Y CULTURA DEL VINO

MARÍA JOSÉ YRAVEDRA SORIANO
Doctora en Arquitectura
ARQUIVIN, ARQUITECTURA DEL VINO 81

VITICULTURA

CUBIERTAS VEGETALES PARA EL VIÑEDO

JESÚS YUSTE BOMBÍN

Doctor Ingeniero Agrónomo

DEPARTAMENTO DE VITICULTURA ITACYL – VALLADOLID

89

LA VITICULTURA BIODINÁMICA

RICARDO PÉREZ PALACIOS

Viticultor – Bodeguero

BODEGAS DESCENDIENTES DE J. PALACIOS

99



ENOLOGÍA

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL FENÓMENO DE LA CONTAMINACIÓN DEL VINO POR CLOROANISOLES

Juan José Rubio Coque, M^a Luisa Álvarez Rodríguez
Instituto de Biotecnología de León (INBIOTEC)

1. INTRODUCCIÓN: ASPECTOS GENERALES Y ESTRUCTURALES

Los defectos organolépticos producidos por metabolitos o sustancias de origen microbiano son muy frecuentes no sólo en vino sino también en muchos otros alimentos. En general se trata de sustancias que a concentraciones muy bajas (del orden de nanogramos -ng-. Un ng equivale a 10^{-9} g o milmillonésima parte de un gramo) son capaces de conferir al vino sabores y/o aromas muy desagradables que arruinan sus propiedades organolépticas naturales.

La contaminación del vino con aromas y/o sabores que podríamos denominar fúngicos o a moho es uno de los problemas más importantes que afectan a las bodegas de todo el mundo, produciendo importantes pérdidas económicas. Tradicionalmente este fenómeno se ha asociado a la presencia de cloroanisoles, especialmente 2,4,6-tricloroanisol (2,4,6-TCA), en el tapón de corcho, el cual actuaría como elemento transmisor al vino. De hecho, este compuesto es capaz de conferir al vino a concentraciones muy bajas (del orden de 2-4 ng/l) un desagradable y penetrante aroma fúngico.

En consecuencia este fenómeno se ha venido denominado "*cork taint*" o contaminación del corcho por cloroanisoles.

Este hecho, conjuntamente con el empleo masivo e indiscriminado de este término, ha contribuido a difundir, de manera totalmente errónea, entre el personal técnico de bodegas, e incluso entre el público en general, la idea de que la contaminación del vino por cloroanisoles es atribuible siempre y exclusivamente al tapón de corcho.

Sin embargo, las últimas investigaciones y estudios realizados por varios grupos de investigación indican que el fenómeno de la contaminación del corcho por anisoles es más

complejo de lo que se suponía. De hecho, a ello contribuyen varios compuestos químicos y factores, que en ningún caso permiten atribuir la culpabilidad del problema exclusivamente al tapón de corcho. Así, cada vez es más evidente que un porcentaje elevado de los vinos contaminados se debe a procesos de contaminación producidos en la propia bodega. La fermentación maloláctica se produce en el vino como resultado de la actividad metabólica de ciertas cepas de bacterias lácticas bien adaptadas.

1.1 CONTAMINACIONES ORGANOLÉPTICAS DEL VINO POR METABOLITOS DE ORIGEN MICROBIANO.

En general distinguimos dos tipos diferentes de contaminaciones vínicas por sustancias de origen microbiano:

A) CONTAMINACIONES PRIMARIAS: aquellas producidas por la proliferación de microorganismos durante el proceso productivo del vino (fermentación alcohólica, maloláctica, crianza y reposo en botella) y que resultan en la producción de metabolitos que confieren al vino sabores y/o aromas desagradables. Son muchos los ejemplos que podríamos poner pero podemos destacar por su frecuencia e importancia el crecimiento de la levadura *Dekkera/Brettanomyces* con la producción de etilfenol y etilguayacol, o la proliferación de bacterias acéticas que producen un incremento de la acidez volátil.

B) CONTAMINACIONES SECUNDARIAS: producidas por la transferencia hasta el vino de sustancias de origen microbiano, bien sea por contacto directo (tapón de corcho, barricas, etc.) o por vía aérea desde elementos contaminados.

Entre estas últimas destaca la contaminación por haloanisoles, y especialmente por 2,4,6-TCA y 2,4,6-tribromoanisol (2,4,6-TBA).

1.2 IMPORTANCIA DE LOS HALOANISOLES COMO CONTAMINANTES DEL VINO Y OTROS ALIMENTOS.

De entre todas las moléculas capaces de provocar graves defectos organolépticos en los vinos los haloanisoles son reconocidos como los más importantes, y ello debido sobre todo a tres características fundamentales:

a).- Producen desagradables olores definidos como fúngicos o a moho (olores mohosos) o como olores y aromas propios de humedad. Cuando la concentración de 2,4,6-tribromoanisol (2,4,6-TBA) es particularmente elevada se pueden percibir además aromas yodados o fenólicos.

b).- Son compuestos cuyo nivel umbral de percepción olfativa es muy bajo, y siempre del orden de ng/l. Concretamente los umbrales de percepción aproximados son de unos 2-4 ng/l para el 2,4,6-TCA y el 2,4,6-TBA y alrededor de 10-15 ng/l para el 2,3,4,6-tetracloroanisol (2,3,4,6-TeCA). Este hecho es muy significativo ya que una cantidad muy pequeña de ciertos haloanisoles se percibe con claridad a través de gusto y olfato.

c).- Estos compuestos poseen una constante de ley de Henry muy baja. Esto determina que sean compuestos muy volátiles capaces de transmitirse a través del aire y que tienen una gran afinidad para adherirse y contaminar corcho y madera y también otros materiales (polímeros plásticos, siliconas, cartón y papel, gomas, resinas, etc.).

Los primeros datos de contaminación por vinos de cloroanisoles y más concretamente por 2,4,6-tricloroanisol o 2,4,6-TCA datan de la década de los años 80 del pasado siglo (Tanner *et al.*, 1981; Buser *et al.*, 1982). En un trabajo posterior (Amón *et al.*, 1989) identificaron varios compuestos químicos diferentes responsables de la contaminación por corcho en vinos y señalaron al 2,4,6-TCA como el agente contaminante más importante.

Sin embargo, la detección de cloroanisoles (especialmente 2,4,6-TCA y 2,3,4,6-TeCA) como contaminantes de otros alimentos fue previa a su detección en vino:

✓ Así, en 1966 Engel y colaboradores detectaron un lote de pollos y huevos contaminados con 2,3,4,6-TeCA.

✓ Unos años más tarde se demostró que el 2,3,4,6-TeCA era el agente responsable del mal olor de un lote de pollos (Curtis *et al.*, 1972 y 1974).

✓ También se ha demostrado la implicación del 2,4,6-TCA y el 2,3,4,6-TeCA como los compuestos responsables del desagradable olor y sabor de un lote de frutas secas (Whitfield *et al.*, 1985; Tindale *et al.*, 1989) y de una partida brasileña de café contaminada con un desagradable olor fúngico (Spadone *et al.*, 1990).

✓ Estos compuestos también han sido señalados como productores de olores y sabores desagradables en agua para el consumo humano (Nystrom *et al.*, 1992).

1.3 HALOFENOLES Y HALOANISOLES: COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ESTRUCTURA.

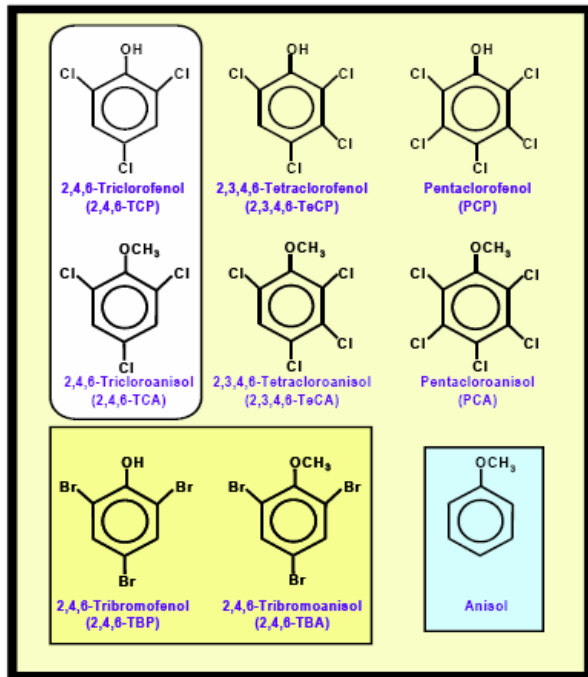
Los halofenoles son compuestos químicos derivados del fenol que llevan como sustituyentes en su estructura átomos de los halógenos, fluor (F), cloro (Cl), bromo (Br) o yodo (I) y entonces hablamos respectivamente de fluorofenoles, clorofenoles, bromofenoles y yodofenoles.

Entre ellos los clorofenoles han sido los más ampliamente utilizados como pesticidas en general y especialmente como fungicidas para evitar el crecimiento de hongos en madera. Su amplio uso se debe a:

- son muy fáciles de sintetizar para las industrias químicas
- son muy baratos
- son liposolubles (solubles en grasas) por lo que atraviesan las membranas de los seres vivos
- son muy tóxicos. La toxicidad se debe a la alta reactividad de su grupo hidroxilo (-OH) capaz de reaccionar y destruir las proteínas y el material genéticos o ADN de los seres vivos.

Los haloanisoles son el resultado de una reacción de metilación por la cual un grupo metilo (-CH₃) es añadido al grupo hidroxilo (-OH) típico de cualquier fenol, obteniéndose por esta modificación un anisol con un grupo metoxilo (-OCH₃) distintivo.

Figura 1. Estructura química del anisol y los principales fenoles halogenados y haloanisoles implicados en la contaminación del vino



2. MECANISMOS DE FORMACIÓN DE CLOROANISOLES.

A pesar de que la contaminación de cloroanisoles es uno de los problemas más importantes que afectan al sector vitivinícola y a las empresas del corcho los mecanismos moleculares implicados en su formación han permanecido desconocidos hasta muy recientemente.

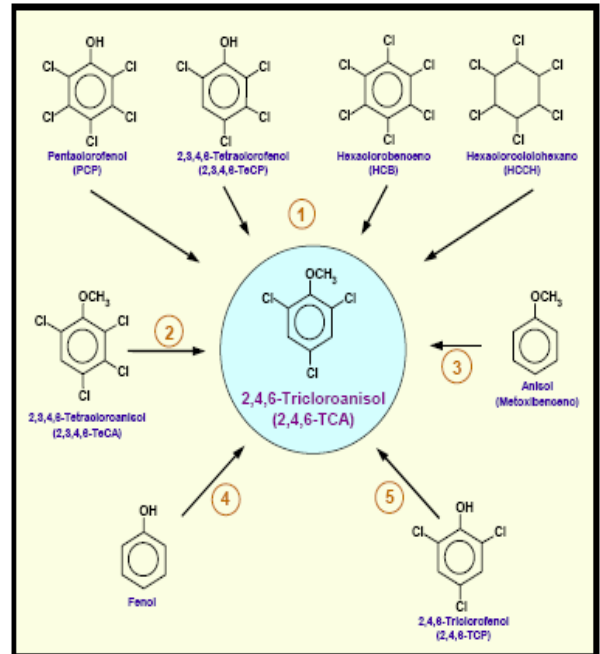
2.1 MECANISMOS DE FORMACIÓN DE CLOROANISOLES.

Se han postulado hasta 5 mecanismos diferentes para explicar la formación de cloroanisoles (ver figura 2):

- Degradación de pesticidas altamente clorados como hexaclorobenceno o PCP.
- Deshalogenación o pérdida de átomos de cloro de 2,3,4,6-TeCA o PCA.
- Cloración del anisol.
- Síntesis microbiana de fenol y posterior cloración y biometilación.
- La biometilación directa del pesticida 2,4,6-TCP.

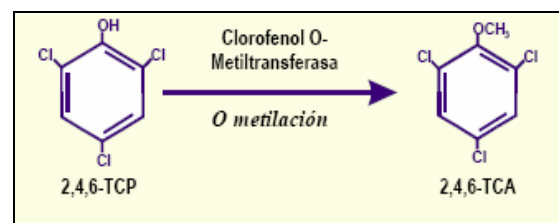
Figura 2. Posibles mecanismos para la formación de 2,4,6-TCA propuestos por diferentes autores. 1.- Síntesis por degradación de compuestos altamente clorados. 2.- Síntesis por deshalogenación de anisoles altamente clorados. 3.- Halogenación de anisol mediante lavado de corcho con hipoclorito. 4.- Síntesis endógena del

núcleo fenólico y posterior halogenación y biometilación. 5.- Biometilación directa de 2,4,6-TCP. Para una información más detallada acerca de estos posibles mecanismos de formación del 2,4,6-TCA consultar las referencias Álvarez-Rodríguez (2002a) y Álvarez-Rodríguez y Coque (2004).



Los resultados experimentales, sin embargo, indican que el único mecanismo efectivo para explicar la formación del 2,4,6-TCA es la biometilación (O-metilación (Álvarez-Rodríguez *et al.*, 2002), como podemos ver en la figura 3) del 2,4,6-TCP.

Figura 3. Mecanismo de formación por el hongo *Trichoderma longibrachiatum* de 2,4,6-TCA por O metilación de 2,4,6-TCP en una reacción catalizada por el enzima Clorofenol Ometiltransferasa (CPOMT).



Esta reacción es llevada a cabo por la inmensa mayoría de los hongos filamentosos aislados y también (aunque la capacidad de formación es mucho menor) por algunas bacterias filamentosas del género *Streptomyces*.

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA METILTRANSFERASA RESPONSABLE DE LA FORMACIÓN DE CLOROANISOLES.

Como modelo de estudio para analizar la formación de 2,4,6-TCA a partir de 2,4,6-TCP se eligió una cepa aislada de corcho del hongo filamentoso *Trichoderma longibrachiatum*. El enzima (proteína) que transforma el 2,4,6-TCP en 2,4,6-TCA presenta una serie de propiedades muy interesantes (Coque et al., 2003).

a).- Se trata de un enzima inducible: el hongo posee unos niveles basales de actividad que aumentan considerablemente cuando entra en contacto con 2,4,6-TCP. Esto es, la producción de la proteína que sintetiza 2,4,6-TCA se multiplica extraordinariamente en presencia de 2,4,6-TCP.

b).- Todos los clorofenoles pueden inducir la producción de esta enzima, especialmente si tienen tres o más átomos de cloro en su molécula.

c).- Este enzima puede metilar no sólo clorofenoles, sino también bromofenoles y yodofenoles. Esto es, una única enzima es responsable de la formación de todos los cloroanisoles que pueden contaminar un vino y también puede producir bromoanisoles (2,4,6-TBA) y yodoanisoles.

2.3 ¿POR QUÉ LOS HONGOS FILAMENTOSOS PRODUCEN CLOROANISOLES?

Hoy está totalmente demostrado que los hongos filamentosos sólo sintetizan cloroanisoles cuando entran en contacto con clorofenoles.

Los clorofenoles se encuentran actualmente como contaminantes de aguas, suelos, material vegetal (como hojarasca de bosques) e incluso la atmósfera. La razón de ello es su uso y producción indiscriminada durante los últimos decenios a razón de varios millones de toneladas anuales. Ello unido a su elevada resistencia a su biodegradación ambiental ha producido su acumulación en todos los ecosistemas que se analizan.

Debido a su elevada toxicidad, precisamente por eso se usan como fungicidas y pesticidas, cuando un hongo filamentoso entra en contacto con los clorofenoles intenta por todos los medios su inactivación (detoxificación o eliminación de su toxicidad) ya que en caso contrario podría morir o

sufrir daños importantes que afecten a su fisiología.

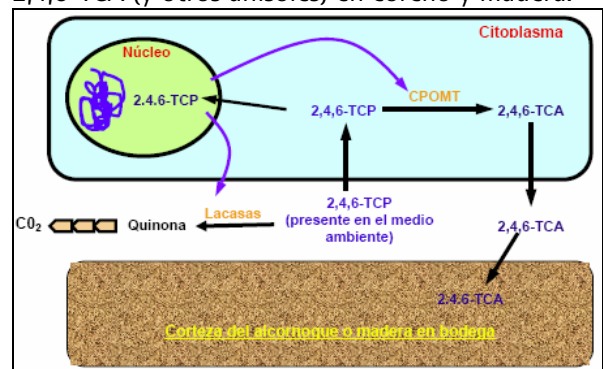
Para ello los hongos han desarrollado dos estrategias diferentes que podemos apreciar en la figura 4:

I).- Cuando un hongo filamentoso entra en contacto con el 2,4,6-TCP como mecanismo de defensa produce enzimas oxidativas, como por ejemplo lacasas, que son secretadas al exterior de la célula para degradar allí los clorofenoles, evitando que entren en la célula donde pueden dañar al hongo filamentoso.

II).- Sin embargo, los clorofenoles son compuestos liposolubles que pueden llegar a atravesar la pared y la membrana celular del hongo para alcanzar su interior (citoplasma y núcleo) donde pueden dañar irreversiblemente proteínas importantes, o incluso su material genético (ADN). Ante esta amenaza el hongo se defiende produciendo inmediatamente el enzima CPOMT (Clorofenol O-metiltransferasa) descubierta en nuestro laboratorio y que es la responsable de transformar el 2,4,6-TCP tóxico en un compuesto inofensivo, el 2,4,6-TCA. Éste es expulsado de la célula y así el 2,4,6-TCA pasa directamente y se adhiere al corcho, la madera o cualquier otro material sobre el que el hongo está creciendo, puesto que el mecanismo es el mismo en todos los casos.

Esta estrategia de defensa es muy común entre los hongos filamentosos, de manera que la mayor parte de los hongos, presentes tanto en corcho como en bodegas, pueden sintetizar anisoles. Además en nuestro laboratorio hemos demostrado que esta enzima puede actuar sobre distinto clorofenoles y bromofenoles. Por tanto, el enzima CPOMT es la responsable de la formación de todos los anisoles (cloroanisoles y bromoanisoles) que contaminan el vino.

Figura4. Mecanismos de biotransformación del 2,4,6-TCP por hongos filamentosos y origen del 2,4,6-TCA (y otros anisoles) en corcho y madera.



3. ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE LA TRANSFERENCIA DE CLOROANISOLES EN EL BINOMIO CORCHO-VINO

Cuando se detecta un lote de vino contaminado con cloroanisoles y antes de emitir un juicio sobre el posible origen o causa de la contaminación es importante tener unas nociones básicas acerca de cómo se comporta el binomio corcho-vino respecto a los cloroanisoles.

Las consideraciones más importantes a tener en cuenta son las siguientes:

a).- El tapón de corcho tiene una alta capacidad para absorber cloroanisoles transmitidos por vía aérea sin que medie contacto directo con la fuente primaria de contaminación. Esta absorción es muy rápida y puede tener lugar en periodos muy cortos de tiempo (24 horas) (Barker et al., 2001). Esto quiere decir que en caso de existir una contaminación en la bodega el corcho podría absorber los cloroanisoles para luego cedérselos al vino, no siendo el problema primario en este caso el tapón de corcho.

b).- El tapón de corcho sólo es capaz de ceder al vino el 2,4,6-TCA presente en su aquellas superficies que entran en contacto con el vino (Pollnitz et al., 1996; Capone et al., 1999 y 2002). Si la contaminación se localiza en la parte central del corcho ésta no va a pasar al vino. De hecho algunos estudios indican que el porcentaje medio de 2,4,6-TCA que un tapón de corcho cede al vino tras un periodo de 12 meses en botella no supera el 12%, aunque otros indican que este porcentaje asciende hasta el 50% (Herve et al., 1999).

c).- El tapón de corcho puede absorber de manera muy rápida la mayor parte de los cloroanisoles presentes en un vino que esté contaminado previamente al embotellado. El 80 del TCA se absorbe durante las primeras 24 horas y el nivel de absorción aumenta hasta el 90% a las 48 horas de contacto (Capone et al., 1999) quedando el vino prácticamente libre de cloroanisoles. Este estudio es muy importante porque sugiere que cuando se detecta un tapón de corcho contaminado que ha estado en contacto con un vino pudiera ocurrir que la contaminación primaria fuese del vino y no del corcho. La única manera de saber si la contaminación proviene del vino o del tapón es realizar un extenso análisis de vinos y tapones contaminados. Si no existe una relación directa entre las cantidades de 2,4,6-TCA

detectadas en el tapón y el vino la contaminación sería atribuible al corcho. Si por el contrario, los tapones y el vino están contaminados de manera uniforme la fuente primaria de contaminación sería el vino.

d).- Esta absorción se produce sólo en los 2 mm externos del tapón de corcho, no penetrando el 2,4,6-TCA hacia el interior del tapón (Barker et al., 2001).

e).- El contenido de 2,4,6-TCA de un tapón puede ser uniforme y entonces la contaminación habría sucedido a lo largo de un periodo de tiempo muy largo en el árbol, o por el contrario puede concentrarse en la parte más externa del tapón (Howland et al., 1997). En este caso la contaminación habría ocurrido en algún momento posterior a la extracción del tapón de la plancha de corcho, bien sea en la fábrica de tapones o en la bodega (presumiblemente durante su almacenamiento).

f).- La adición de 2,4,6-TCA en la parte externa de un tapón de corcho utilizado como cierre de una botella de vino no produjo la contaminación del vino después de 3 años, lo cual sugiere que el tapón de corcho no permite el paso de 2,4,6-TCA al interior de la botella y por tanto representa una barrera efectiva para la contaminación de vino por un TCA exógeno (Capone et al., 2002).

g).- Cuando se ha analizado la transferencia de TCA desde un vino contaminado hacia el tapón de corcho se ha podido comprobar que el tapón de corcho podría absorber hasta el 57,8% del 2,4,6-TCA presente en un vino y cantidades aún mayores de otros cloroanisoles (Capone et al., 1999).

Estos estudios indican que si al realizar un análisis detectamos una mayor concentración de cloroanisoles en corcho que en vino no podemos culpar de manera inequívoca al tapón como responsable del problema a menos que se haga un análisis más detallado del tapón por zonas.

4. POSIBLES FOCOS DE CONTAMINACIÓN DE LOS CLOROANISOLES QUE CONTAMINAN UN VINO

Cuando detectamos en una bodega un vino contaminado con cloroanisoles existen dos posibles focos de contaminación fundamentales:

4.1 LA CONTAMINACIÓN PRIMARIA PROCEDE DE LA PROPIA BODEGA.

En ese caso el porcentaje de botellas afectadas suele ser muy elevado (25-100%). El vino generalmente presenta mayores niveles de 2,4,6-TCA que el corcho y con frecuencia se detectan otros clorofenoles y cloroanisoles asociados.

Se conocen varios ejemplos de vinos contaminados que no han entrado en contacto con el corcho, por lo que se trata de casos donde la contaminación tiene lugar en las bodegas. Entre ellos podemos citar:

a).- se han detectado vinos que contenían 2,4,6-TCA, PCA y 2,3,4,6-TeCA donde la contaminación provenía de la presencia en la bodega de madera portadora de estas sustancias: estructura de madera de techos o incluso barricas (Chatonnet et al., 1994). El análisis de estas maderas indicó que contenían cantidades elevadas de varios clorofenoles. Se supone que dicha madera debió ser tratada con PCP y/o 2,4,6-TCP como fungicidas, compuestos que en el ambiente húmedo de la bodega habrían sido convertidos a cloroanisoles por hongos filamentosos. Estos compuestos son muy volátiles por lo que pueden ser transmitidos a través del aire para contaminar el vino y otros lugares y elementos de la bodega.

b).- en el caso de la contaminación por 2,4,6-TBA se han descrito tres situaciones diferentes (Chatonnet et al., 2004):

- Bodega A. La contaminación se detectó en vinos almacenados tanto en barricas de roble (12 ng/l) como en cubas de acero inoxidable (2 ng/l) y también en la atmósfera de la bodega (46-162 ng/g adsorbente) y en las barricas de roble donde maduraba el vino (143-224 ng/g madera). Los niveles detectados del precursor 2,4,6-TBP fueron incluso mayores, detectándose la mayor contaminación en barricas de roble de 24 meses de antigüedad, dato que sugiere que se trata de la fuente primaria de contaminación. Este compuesto se transformaría parcialmente en 2,4,6-TBA por hongos filamentosos. Este compuesto una vez formado se transmitió a diferentes lugares de la bodega por vía aérea.

- Bodega B. En este caso la fuente primaria de contaminación fueron barricas de roble eliminadas varios años antes. Sin embargo, cantidades residuales de 2,4,6-TBP y 2,4,6-TBA (15-122 ng/g adsorbente) fueron detectadas en la atmósfera de la bodega, desde donde estos compuestos contaminaron las nuevas barricas adquiridas y el vino en ellas envejecido (13-78 ng/l).

- Bodega C. En el caso de esta bodega los vinos envejecidos en barricas de roble estaban fuertemente contaminados con 2,4,6-TBP y 2,4,6-TBA (13-108 ng/l). Los niveles más elevados de 2,4,6-TBP (82363 ng/g) se encontraron en el recubrimiento de madera de la bodega y en la pintura blanca que recubría parte de las paredes (4933 ng/g). Se supone que la vía de entrada de este compuesto en la bodega habría sido la pintura o la madera empleada en su construcción; desde estas estructuras y por vía aérea el 2,4,6-TBP y el 2,4,6-TBA acabaron contaminando el resto de elementos de la bodega, especialmente las barricas de roble y los tapones de silicona utilizados para sellar las barricas. Estos elementos en contacto directo con el vino serían los que acabaron provocando su contaminación.

4.2 EL TAPÓN DE CORCHO ACTÚA COMO ELEMENTO CONTAMINANTE.

En esta situación podemos distinguir dos casos diferentes:

-- El tapón de corcho actúa como mero agente transmisor de una contaminación existente en la propia bodega. Ocasionalmente el tapón puede llegar limpio a la bodega donde se contaminaría debido a la existencia de materiales contaminados con halofenoles y/o haloanisoles en la misma.

En este caso el tapón puede absorber estos compuestos para a continuación transferirlos al vino. El tapón de corcho actúa como vehículo transmisor de la contaminación, pero el origen de la misma se encuentra en la bodega.

Es posible que un porcentaje elevado de contaminaciones atribuidas al corcho pertenezcan a esta categoría, siendo la bodega la principal responsable de la contaminación.

-- El tapón de corcho es la fuente primaria de contaminación: esto es la contaminación se ha producido en origen en la fábrica de tapones en algún momento del proceso productivo. En este caso el porcentaje de botellas afectadas es variable pero por regla general nunca superior al 25%. Generalmente el 2,4,6-TCA aparece como única sustancia contaminante (el PCP o posibles materiales contaminados generalmente no se emplean en las fábricas de tapones) y su contenido siempre es mayor en el tapón que en el vino. En este caso el tapón cuando llega a la bodega posee unos niveles de haloanisoles inaceptables. El origen de contaminación puede ser básicamente doble.

* En ocasiones la contaminación se produciría en el propio alcornoque, cuando su corteza absorbe

halofenoles que son transportados por la atmósfera o por el agua de lluvia, o bien que alcanzan de manera accidental el alcornoque. Los halofenoles son compuestos muy tóxicos para los seres vivos (por eso se usan como pesticidas) y los hongos filamentosos que crecen en la superficie del alcornoque los detoxifican transformándolos en haloanisoles que quedan adheridos al corcho. Esta contaminación se puede arrastrar a lo largo de todo el proceso productivo, contaminando finalmente el tapón.

* En otros casos las planchas de corcho llegan limpias de haloanisoles a las fábricas corcheras. Sin embargo, el tapón producido está contaminado. En este caso podemos afirmar de manera concluyente que en la fábrica existen uno o más puntos que producen la contaminación del corcho, emitiendo halofenoles y/o haloanisoles que son absorbidos por el corcho a lo largo del proceso productivo contaminando finalmente el tapón.

5. PERSPECTIVAS FUTURAS: SOLUCIONES, NUEVAS AMENAZAS Y RECOMENDACIONES

5.1 POSIBLES SOLUCIONES A LA CONTAMINACIÓN DEL VINO POR CLOROANISOLES.

Actualmente no existe ningún tratamiento totalmente efectivo para eliminar una contaminación por haloanisoles en corcho o en bodega.

En el caso de los tapones de corcho se han desarrollado diferentes estrategias, cuyos inventores afirman que contribuyen a eliminar parcial o totalmente el problema, entre las que podemos citar las siguientes:

- La corchera Amorim está actualmente desarrollando el método ROSA basado en una destilación al vapor controlada, mediante la cual el vapor y el agua a presión expulsan los compuestos presentes en cantidades infinitesimales en las celdillas del corcho. Según la empresa los niveles de contaminantes se reducen en un 80%.
- La empresa Sabaté (hoy grupo OENEO) ha desarrollado un método de superextracción a base de CO₂ licuado que según estudios independientes ha dado muy buen resultado.
- La multinacional holandesa NovoNordisk desarrolló en el año 1999 (Patentes WO 01/10614

A1 y WO 99/58309) un preparado comercial llamado SUBERASE que consistía en una solución alcohólica de lacasas que servía para lavar externamente los tapones y que aparentemente eliminaba clorofenoles y cloroanisoles. Tras un tiempo en el mercado el producto ha sido retirado debido a su insatisfactorio funcionamiento.

- En el año 2001 se ha presentado una patente (WO 01/41989 A2) basada en el empleo de suspensiones de carbón activo obtenidas a partir de corteza de cocotero. Esta suspensión se utilizaría para lavar los tapones de corcho.

- El proyecto DOLFIN financiado por la Unión Europea ha desarrollado un sistema que permitiría la eliminación de cloroanisoles del tapón en base a una compleja tecnología de radiación microondas. Sin embargo, en un estudio realizado en el Australian Wine Technical Institute no se ha encontrado una reducción significativa en el contenido de TCA en los corchos tratados por este método.

- La empresa IONMED ha desarrollado un acelerador de electrones que permite mediante emisiones • la esterilización total del tapón de corcho, eliminando los microorganismos que podrían producir el TCA. El inconveniente de este sistema es que no elimina los cloroanisoles ya presentes en el corcho antes del tratamiento.

5.2 NUEVAS AMENAZAS PARA LOS VINOS: CONTAMINACIONES POR 2,4,6-TBA Y PIRAZINAS.

Aunque tradicionalmente se ha venido culpando a los cloroanisoles como los principales agentes responsables de la contaminación del vino con desagradables aromas y sabores fúngicos cada vez existen más evidencias que indican que existen otros compuestos responsables de este problema.

Así el estudio realizado por Soleas y colaboradores en 2002 indica que de los 145 vinos contaminados sólo el 51% (74) poseían niveles de 2,4,6-TCA superiores a 2 ng/l (umbral de percepción). Este resultado claramente indica que en el caso de los 71 vinos contaminados restantes la contaminación no es atribuible a 2,4,6-TCA sino a otros compuestos.

Más recientemente Chatonnet y colaboradores (2004) han realizado un análisis sobre un total de 30 vinos tintos contaminados con aromas y sabores fúngicos que no habían estado en contacto con corcho. Sorprendentemente sólo 2 vinos (6.7%) mostraron valores de 2,4,6-TCA superiores al umbral de percepción. Sin embargo, 26 de estos vinos (86.7%) mostraron contaminación por 2,4,6-TBA en unos niveles

superiores a los 2 ng/l, siendo éste identificado como el principal agente responsable de su desagradable aroma y sabor.

Este estudio es muy importante por 3 razones:

I).- Es el primer análisis que demuestra que un vino puede deber su desagradable aroma y sabor fúngico no a cloroanisoles, sino a otros compuestos químicos muy parecidos como son los bromoanisoles. De hecho, el aroma fúngico de cada vino estaba en relación directa con su contenido de TBA.

II).- Se demuestra en este estudio que en muchos casos la contaminación no es atribuible al corcho sino que se ha producido en la propia bodega.

III).- Por último, indica que todos los estudios realizados hasta ahora han sido incompletos puesto que en su análisis no se incluía la detección de este compuesto y que cualquier estudio anterior a esta fecha debería ser considerado con toda cautela.

Otra posibilidad es que la contaminación con aromas fúngicos pueda deberse a la presencia de otros compuestos no analizados. Como dato indiquemos que recientemente investigadores del Australina Wine Research Institute (Simpson et al., 2004) que el compuesto 2-metoxi-3,5-dimetilpirazina es un potente compuesto contaminante para los vinos, siendo su umbral de percepción muy similar al del 2,4,6-TCA (unos 2.1 ng/l).

5.3 RECOMENDACIONES PARA LAS BODEGAS Y EMPRESAS QUE MANUFACTURAN CORCHO.

- Recomendaciones para las bodegas. Sería recomendable que las bodegas realizaran también una labor preventiva tendente a minimizar la contaminación de sus instalaciones por estos compuestos:

- * Las bodegas deberían realizar análisis periódicos (semestrales o como mínimo anuales) para determinar que sus instalaciones están libres de clorofenoles, cloroanisoles, 2,4,6-TBP y 2,4,6-TBA.

- * Los análisis deberían consistir en trampas atmosféricas y análisis de materiales susceptibles de estar contaminados como madera de instalaciones (techos, suelos, paredes) y barricas fundamentalmente.

- * Los análisis deberían detectar la presencia de los siguientes compuestos: 2,4,6-TCP; 2,4,6-TCA; 2,3,4,6-TeCP; 2,3,4,6-TeCA; PCP; PCA, 2,4,6-TBP y 2,4,6-TBA.

- * Se debería exigir a los fabricantes de barricas, y otros elementos que entran en contacto con el vino, como los tapones de silicona utilizados para

su cierre un certificado de que están libres de estos compuestos. Esto es importante porque se conocen casos de bodegas donde estos tapones y las barricas presentaban altos niveles de contaminación.

- * Cada vez que se planea la introducción de nuevos materiales (incluyendo barnices y pinturas) en bodega deberá realizarse una analítica o exigirse certificación de que los materiales empleados son limpios.

- * Se debería exigir a los proveedores de las cajas de cartón y las cajas de madera utilizadas en el embalaje de vinos una certificación de que sus productos están libres de clorofenoles, cloroanisoles, bromofenoles y bromoanisoles. Una posible contaminación de estos elementos no puede afectar al vino, ya que el tapón y la cápsula evitan su entrada en botella, pero daría mala imagen al consumidor que los embalajes tuviesen el típico aroma fúngico de estos compuestos, además de contribuir a la contaminación de las instalaciones de bodega.

- Recomendaciones para las empresas que manufacturan tapón de corcho. Entre ellas podemos citar:

- * Atenerse a las recomendaciones que establece el Sistema SYSTECODE. Se trata del primer sistema de acreditación para empresas del corcho desarrollado por la Confederación Europea del Corcho (CELIÉGE) y que tiene como objeto que estas empresas alcancen unos estándares de calidad elevados que minimicen al máximo las posibilidades de contaminación por cloroanisoles.

- * Evitar la introducción en las instalaciones industriales de materiales contaminados, fundamentalmente madera tratada con PCP o pinturas y barnices que contienen 2,4,6-TBP, exigiendo de los proveedores que los productos adquiridos estén libres de estos contaminantes.

- * Conservar una muestra pequeña, pero suficientemente representativa (al menos 20 unidades), de cada lote de tapones suministrado, para en el caso de una posterior reclamación por contaminación poder realizar una analítica que confirme o desmienta la posible culpabilidad del corcho.

- * Realizar periódicamente (cada 6 meses o 1 año) un análisis atmosférico de las instalaciones que permita conocer la posible existencia de una fuente de contaminación por los mismos compuestos ya indicados para las bodegas.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Rodríguez, ML; López-Ocaña, L; López-Coronado, JM; Rodríguez, E; Martínez, MJ; Larriba, G y Coque, JJR. (2002a). "Cork taint of wines: role of the filamentous fungi isolated from cork in the formation of 2,4,6-trichloroanisole by O methylation of 2,4,6-trichlorophenol". *Appl. Environ. Microbiol.* 68: 5860-5869.
- Álvarez-Rodríguez, ML y Coque, JJR. (2004). "Origen y biosíntesis de TCA en el corcho. Mecanismos moleculares en el hongo *Trichoderma longibrachiatum*". En: "Informe técnico: anisoles y Brettanomyces. Causas, efectos y mecanismos de control". Pag. 33-79. Fundación para la Cultura del Vino (ed.). Madrid.
- Amon, JM; Vandeeper, JM y Simpson, RF. (1989). "Compounds responsible for cork taint". *Aust. Ans New Zeal. Wine. Ind. J.* 4: 62-69.
- Barker, DA; Capone, DL; Pollnitz, AP; McLean, HJ; Francis, IL; Oakey, H y Sefton, MA. (2001). "Absorption of 2,4,6-trichloroanisole by wine corks via the vapour phase in an enclosed environment". *Aust. J. Grape Wine Res.* 7: 40-46.
- Buser, H-R; Zanier, C y Tanner, H. (1982). "Identification of 2,4,6-trichloroanisole as a potent compound causing cork taint in wine". *J. Agr. Food. Chem.* 30: 359-363.
- Capone, DL; Skouroumounis, GK; Barker, DA, McLean, HJ; Pollnitz, AP y Sefton, MA. (1999). "Absorption of chloroanisoles from wine by corks and by other materials". *Aust. J. Grape Wine Res.* 5: 91-98.
- Capone, DL; Skouroumounis, GK y Sefton, MA. (2002). "Permeation of 2,4,6-trichloroanisole through cork closures in wine bottles". *Aust. J. Grape Wine Res.* 8: 196-199.
- Chatonnet, P. (2004). "Índole, origen y consecuencia de la presencia de anisoles en el mundo vinícola". En: "Informe técnico: anisoles y Brettanomyces. Causas, efectos y mecanismos de control". Pag.9-19. Fundación para la Cultura del Vino (ed.). Madrid.
- Chatonnet, P; Guimberteau, G; Dubourdieu, D y Boidron, JN. (1994). "Nature et origen des odeurs de moisi dans les caves. Incidence sur la contamination des vins". *J. Int. Sci. Vigne et du Vin.* 28: 131-151.
- Chatonnet, P; Bonned, N; Boutou, S y Labadie, D. (2004). "Identification an responsibility of 2,4,6-tribromoanisole in musty, corked odors in wine". *J. Agric. Food Chem.* 52: 1255-1262.
- Coque, JJR, Álvarez-Rodríguez, ML y Larriba, G. (2003). "Characterization of an inducible chlorophenol O-methyltransferase from *Trichoderma longibrachiatum* involved in the formation of chloroanisoles and determination of its role in cork taint of wines". *Appl. Environ. Microbiol.* 69: 5089-5095.
- Curtis, RF; Land, DG; Griffiths, MN; Gee, MG; Robinson, D; Peel, JL; Dennis, C y Gee, JM. (1972). "2,3,4,6-tetrachloroanisole: association with musty taint in chickens and microbiological formation". *Nature.* 235: 223-224.
- Curtis, RF; Dennis, C; Gee, JM; Gee, MG; Griffiths, MN; Land, DG; Peel, JL y Robinson, D. (1974). "Chloroanisoles as a cause of musty taint in chickens and their microbiological formation from chlorophenols in broiler house litter". *J. Sci. Food. Agr.* 25: 811-828.
- Engel, C; de Groot, AP y Weurman, C. (1966). "Tetrachloroanisole: a source of musty taste in eggs and broilers". *Science* 154: 20-271.
- Hervé, E; Price, S; Burns, G and Weber, P. (1999). "Chemical analysis of TCA as a quality control tool for natural cork". En: www.corkcqc.com.
- Howland, PR; Pollnitz, AP; Liacopoulos, D; McLean, HJ y Sefton, MA. (1997). "The location of 2,4,6-trichloroanisole in a batch of contaminated wine corks". *Aust. J Grape Wine Res.* 3: 141-145.
- Nystrom, A; Grimvall, A; Krantzruclker, C; Savenhed, R y Akerstrand, K. (1992). "Drinking-water off-flavor caused by 2,4,6-trichloroanisole". *Water Sci. Technol.* 25: 241-249.
- Pollnitz, AP; Pardon, KH; Liacopoulos, D; Skouroumounis, GK y Sefton, MA. (1996). "The analysis of 2,4,6-trichloroanisole and other chloroanisoles in tainted wines and corks". *Aust. J. Grape Wine Res.* 2: 184-190.
- Soleas, GJ; Yan, J; Seaver, T y Goldberg, DM. (2002). "Method for the gas chromatographic assay with mass selective detection of trichloro compounds in corks and wines applied to elucidate the potential cause of cork taint". *J. Agric. Food Chem.* 50: 1032-1039.
- Simpson, RF; Capone, D y Sefton, MA. (2004). "Isolation and identification of 2-methoxy-3,5-dimethylpirazine, a potent musty compound from wine corks". *J. Agric. Food Chem.* 52: 5425-5430.
- Spadone, J-C; Takeoka, G y Liadron, R. (1990). "Analytical investigation of Rio off-flavor in green coffee". *J. Agr. Food. Chem.* 38: 226-232.
- Tanner, H; Zanier, C y Würdig. (1981). "Zur analytischen differenzierung von muffon und korkgeschmack in wein". *Schweiz. Z. Obst. u. Weinbau.* 117: 752-757.
- Tindale, CR; Whitfield, FB; Levingston, SD y Nguyen, THL. (1989). Fungi isolated from packaging materials: their role in the production of 2,4,6-trichloroanisole". *J. Sci. Food Agr.* 49: 437-447.
- Whitfield, F; Nguyen, L; Shaw, KJ; Last, JH; Tindale, CR y Stanley, G. (1985). "Contamination of dried fruits by 2,4,6-trichloroanisole and 2,3,4,6-tetrachloroanisole absorbed from packaging materials". En: *Chem. Ind. (London)*; pag. 661-666.
- Whitfield, F; Hill, JL; and Shaw, KJ (1997). "2,4,6-Tribromoanisole: a potential cause of mustiness in package food". *J. Agric. Food. Chem.* 45: 889-893.

BRETTANOMYCES/DEKKERA: CONTROL Y DETECCIÓN EN BODEGA

Eva Navascues López Cordon. Dra. En C.C. Biológicas.
Área de Biotecnología de Agrovin.

1. INTRODUCCIÓN

Las levaduras pertenecientes al género *Brettanomyces/Dekkera* ocasionan uno de los problemas más graves de la enología actual. A ellas se debe la génesis en vinos de determinados fenoles volátiles (4-etil fenol, 4-etil guayacol) que se traducen, a partir de cierta concentración, en sensaciones olfativas muy negativas, descritas como "olor animal", "cuero mal curado" o "sudor de caballo".

La percepción olfativa de estos fenoles volátiles resulta controvertida ya que los descriptores sensoriales tipo animal se han considerado tradicionalmente como característicos de determinados vinos de crianza en madera. Dado que en pequeñas concentraciones, estos compuestos contribuyen a la complejidad aromática del vino, y en concentraciones grandes enmascaran completamente su perfil sensorial con sensaciones muy desagradables, para la descripción de fenoles volátiles se prefiere hablar de "umbral de preferencia" en lugar de "umbral de detección". Se define como umbral de preferencia la concentración de fenoles volátiles a partir del cual el 50% de los catadores considera una muestra como defectuosa. Los umbrales determinados para el 4-etil fenol son muy bajos, del orden de 440 µg/L, para 4-etil fenol, y de 620 µg/L para la suma de 4-etil fenol y 4-etil guayacol (Chattonet *et al.*, 1993).

En la determinación sensorial de los vinos afectados por *Brett*, desempeña un importante papel la matriz intrínseca del vino. Así en los vinos con más cuerpo y estructura se detecta el carácter fenólico a mayores concentraciones de 4-etil fenol que en los vinos de menos consistencia. En este aspecto, también la variedad de uva parece influir, siendo las variedades más robustas (Cabernet-Sauvignon), más proclives a enmascarar un contenido elevado en 4-etil fenol.

Esta doble cara de la presencia de etilfenoles en vino ha contribuido a despistar a bodegas y enólogos sobre la naturaleza, procedencia y repercusiones del problema. Vinos en perfectas condiciones organolépticas han manifestado después de algunos meses en la botella

alteraciones graves, de difícil solución. Es por ello que el conocimiento de la fisiología y de las características de desarrollo del principal microorganismo causante, *Dekkera/Brettanomyces*, puede ayudar a su detección y control, y así evitar sorpresas desagradables en un futuro.

2. Brettanomyces/Dekkera y síntesis de fenoles volátiles

Las levaduras del género *Brettanomyces*, o su forma teleomorfica (perfecta o esporulada) *Dekkera*¹, fueron descritas por primera vez por Claussen en 1903, en la producción de cerveza (Gilliland, 1961). Este género se conoce desde hace tiempo como agente contaminante, en la industria cervecera, sidra y bebidas carbonatadas (Deak y Beuchat, 1996). En la industria enológica su descripción como alterante es más reciente. Aunque el género lo constituyen 5 especies diferentes, en vinos aparece únicamente *Dekkera bruxellensis*.

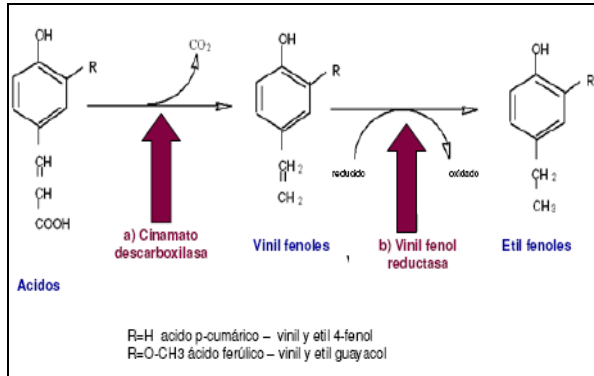
El origen de los fenoles volátiles está relacionado con la actividad secuencial de dos enzimas que descarboxilan los ácidos hidroxicinámicos (Ej.: ácido ferúlico, ácido p-cumárico y ácido cafeico) en hidroxiestirenos (vinilfenoles) que son posteriormente reducidos a etilderivados (etilfenoles) (Steinke y Paulson, 1964), **Figura 1**.

El primer paso de descarboxilación está presente en un gran número de bacterias, hongos y especies de levaduras (Degrassi *et al.* 1995, Edwin *et al.* 1995, Suezawa, 1995, Suezawa *et al.*, 1998). Sin embargo el segundo paso, o la reducción de los vinilfenoles se ha registrado de manera especialmente efectiva en varias especies de levaduras: *Dekkera bruxellensis*, *D. anomala*,

¹ Forma teleomorfica: se denomina así a las especies que presentan reproducción sexual y por tanto formación de esporas por meiosis. *Dekkera* presenta esta característica, mientras que *Brettanomyces* (anamorfo) no, aún siendo idénticas genéticamente. De aquí que la denominación correcta del género, desde el punto de vista taxonómico, sea *Dekkera* o *Brettanomyces/Dekkera*. Un ejemplo similar en la microbiología del vino es *Hanseniospora/Kloeckera*, formas teleomorfica y anamorfo respectivamente. *Saccharomyces* aparece únicamente como teleomorfo.

Pichia guillermondi, *Candida versatilis*, *C. halophila* y *C. mannifaciens* (Días *et al.* 2003).

Figura 1.- Síntesis de etil fenoles por *Brettanomyces* /*Dekkera* ssp.) Descarboxilación de los ácidos hidroxicinámicos, b) reducción de vinilfenoles.



Herestzyn (1986) describió por primera vez la producción de etilfenoles por *Dekkera/Brettanomyces*, pero la contribución de estas moléculas al carácter fenólico en los vinos y su relación con la actividad de levaduras del género *Brettanomyces* ha sido esclarecida recientemente (Chattonet *et al.*, 1995).

Anteriormente su origen se relacionó con la actividad bacteriana (Cavin *et al.*, 1993). De hecho, las bacterias lácticas pueden producir cantidades significativas de vinilfenoles, pero producen únicamente trazas de etilfenoles en las condiciones del vino (Chattonet *et al.* 1995, 1997). Las levaduras fermentativas *Saccharomyces cerevisiae* y otras levaduras consideradas alterantes del vino (*Pichia*, *Torulaspora*, *Zygosaccharomyces*) pueden producir vinilfenoles pero son incapaces de producir etilfenoles (Rodrigues *et al.*, 2001). En *D. bruxellensis* las enzimas cinamato descarboxilasa y vinilfenol reductasa son muy activas en las condiciones del vino y se la considera el principal causante de este problema

Brettanomyces, al contrario de las levaduras responsables de la fermentación del mosto, se caracteriza por una actividad fermentativa baja y crecimiento lento. En condiciones de cultivo sobre medio sólido forma colonias al cabo de siete a diez días. Crece en medios de cultivo habituales de crecimiento de levaduras (MEA, YPD), sin embargo, cuando se desea aislarlo de mosto o vino es necesario emplear medios de cultivo diferenciales que impidan el crecimiento de otros microorganismos, mucho más activos que

Brettanomyces y que ocultan o impiden el desarrollo de las colonias de *Brett*.

La morfología celular de *Brettanomyces* es ojival o cilíndrica, con gemación multipolar en reproducción vegetativa. Una de las características de este género es su tamaño celular variable y la formación de filamentos. En vinos se observan siempre células mucho más pequeñas que en medio de cultivo y son frecuentes estas formas filamentosas que ayudan a la adherencia del microorganismo a las superficies, por ejemplo de las barricas. (Figuras 2 y 3).

Los defectos sensoriales asociados directamente a *Brett* aparecen mayoritariamente en vinos tintos de calidad y las causas radican en la propia fisiología del microorganismo. En efecto, la biosíntesis de fenoles volátiles se realiza a partir de ácidos hidroxicinámicos y en vinos tintos el contenido de estos compuestos es mayor. Además, al ser una levadura de crecimiento muy lento, la alteración se presenta principalmente durante el almacenamiento y sobre todo, la crianza del vino, habitual en los vinos tintos de gama alta. En las barricas de madera el microorganismo tiene a su disposición todo el sustrato y tiempo suficiente para realizar su actividad. La naturaleza porosa de la madera y su difícil limpieza contribuye a que las poblaciones existentes se mantengan incluso después del lavado de la bodega. Además, *D. bruxellensis* tiene la capacidad de degradar uno de sus componentes, la celobiosa (Boulton *et al.* 1996).

Figura 2 Microfotografía de cultivo de *Dekkera/Brettanomyces*. a) variabilidad morfológica y de tamaño celular. b) forma filamentosas.

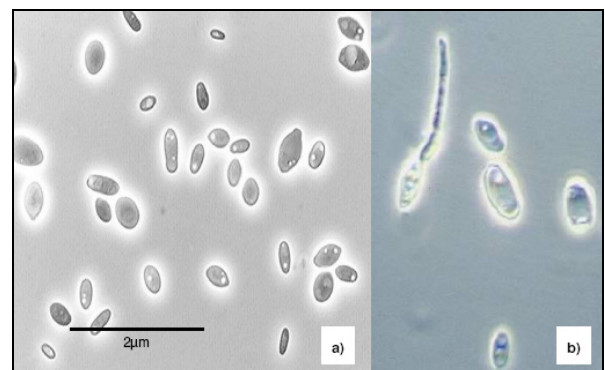
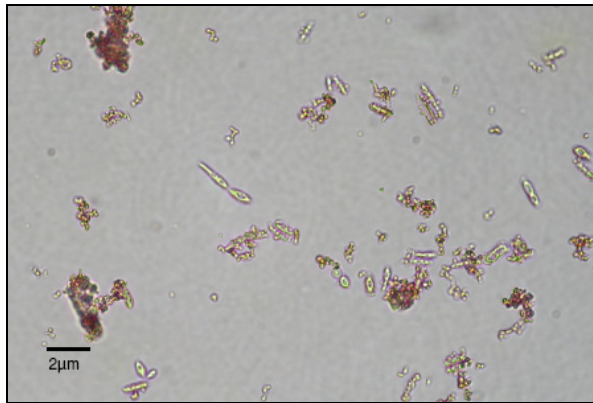


Figura 3.- Microfotografía de vino contaminado por *Brettanomyces* ssp. Se aprecian las formas filamentosas características



Junto con la formación de fenoles volátiles, *Brettanomyces* produce elevadas cantidades de ácido acético (Freer *et al.* 2000) y tiene la capacidad de sintetizar, en condiciones especiales, tetrahidropiridinas que se identifican con el "gusto a ratón" (Heresztyn, 1986, Grbin *et al.*, 2000). También se le atribuye la producción de isovalérico y otros ácidos grasos que confieren gustos a rancio y de ciertas esterasas, acentuando la pérdida de aromas afrutados del vino. Por todo ello, el género *Brettanomyces/Dekkera* es uno de los más temidos agentes microbianos de los vinos.

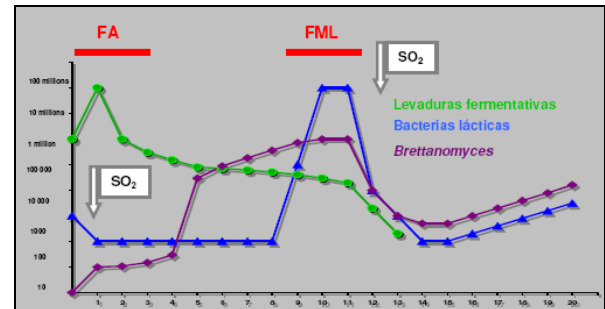
3. Procedencia de las poblaciones de *Brettanomyces*

Brettanomyces es un microorganismo ubicuo, con poblaciones escasas pero repartidas en suelo, cortezas de árboles y sustratos azucarados (frutos miel). Su detección en uvas y mostos es poco frecuente debido sobre todo a la gran competencia existente con otros microorganismos mucho más activos. No obstante, se han detectado focos en viñedos particulares. Su aislamiento es frecuente en materiales de bodega, mangueras, depósitos, suelos, siempre asociado a higiene deficiente. Pero donde es más habitual su presencia es en las barricas y tinajas de madera.

El desarrollo de las poblaciones de *Brettanomyces* se inicia después de la fermentación alcohólica (Figura 4). En este momento, y a partir del reducido número de células procedentes del viñedo que durante la fermentación alcohólica no han tenido la oportunidad de multiplicarse debido a su escasa competitividad respecto a *S. cerevisiae*, inician su desarrollo en un vino poco o nada protegido (ausencia de sulfuroso). Dependiendo del arranque más tardío de la fermentación maloláctica, la población será mayor, y aunque luego se corrija con sulfuroso, mayor la probabilidad de presentar células viables

capaces de desarrollar la alteración posteriormente.

Figura 4.- Dinámica de las poblaciones levaduras fermentativas bacterias lácticas y *Brettanomyces* desde la entrada de uva hasta vino terminado. FA: fermentación alcohólica, FML: fermentación maloláctica.



Durante la crianza, procedentes del vino o de las propias barricas ya contaminadas, las poblaciones aumentan de manera lenta pero sin competencia. Aquí se originan los principales riesgos. Es destacable señalar que no hace falta un gran número de células para desarrollar la alteración, y que por encima de 1000 células/ml la calidad organoléptica del vino está seriamente comprometida (González y Navascués, 2006).

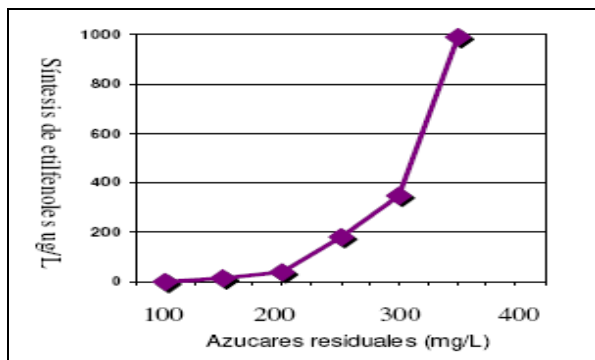
4. Condiciones de desarrollo de *Brettanomyces* en bodega.

A continuación se analizan los distintos factores que contribuyen al desarrollo de las poblaciones de *Brettanomyces* en la bodega y que se traducen por tanto en un mayor riesgo de producción de fenoles volátiles.

a) Nutrientes

Como fuente de carbono *Brettanomyces* emplea azúcares residuales presentes en el vino después de fermentación alcohólica. Al no tener un metabolismo muy activo, 300 mg/L de azúcares son más que suficientes para el desarrollo de una población alterante. Una de las causas de que las contaminaciones por *Brett* sean más frecuentes en los vinos de elevada graduación alcohólica, a pesar del carácter antimicrobiano del etanol, es que estos vinos, procedentes de uvas muy maduras, presentan mayor cantidad de azúcares residuales (apenas glucosa y fructosa, pero si otras pentosas residuales), Figura 5.

Figura 5.- Relación entre síntesis de etilfenoles y fermentación de azúcares residuales durante la crianza de vinos tintos de una misma bodega. Adaptado de Chattonet *et al.*, 1995



El azúcar trehalosa, procedente de la autólisis de las levaduras, constituye una fuente de carbono importante en los vinos con crianza sobre lías. *B. bruxellensis* desarrolla además complejas estrategias para su desarrollo en un medio tan empobrecido nutricionalmente como el vino: presenta una fuerte actividad glicosidasa, capaz de liberar la glucosa ligada a los antocianos. Mediante varias actividades celulolíticas, degradan la celobiosa de la madera de las barricas y la propia reducción de los vinilfenoles en etilfenoles supone un mecanismo de obtención de energía.

En cuanto a compuestos nitrogenados, *Brettanomyces* presenta requerimientos escasos, aunque la presencia de aminoácidos y sales amoniacales estimula la proliferación celular. De aquí que se aconseje la nutrición adecuada en fermentación alcohólica pero nunca en exceso, sobre todo de sales de amonio.

B) TIEMPO

Ya se ha comentado que *Brettanomyces* posee un metabolismo lento, por lo que el factor tiempo es requisito fundamental para el desarrollo de poblaciones alterantes. Se explica de esta forma la mayor incidencia de etilfenoles en vinos de crianza. Los vinos conservados en barricas usadas presentan mayor incidencia de concentración de estos compuestos. Efectivamente, la reutilización de las barricas contribuye en gran medida a acentuar el problema, ya que buena parte de las células de *Brettanomyces* permanecen en la barrica después del trasiego del vino, resisten al proceso de limpieza, y el vino nuevo con el que se rellena la barrica supone una renovación del sustrato, sobre el que se desarrollara una población más importante

c) Temperatura

Como para todos los microorganismos, la temperatura activa el metabolismo celular. Para el

control de *Brett*, la crianza del vino precisa una atención máxima en primavera a otoño, donde la temperatura y el ritmo de evaporación aumentan. A modo de ejemplo se muestra la evolución de las poblaciones de *Brettanomyces* a lo largo de 6 meses en barrica (Tabla 1).

Tabla 1.- Poblaciones de *Brettanomyces* a lo largo de 6 meses de crianza de vino tinto en crianza en barrica (variedad Tempranillo, pH: 3,9)

	Mayo (0)	Agosto (3)	Noviembre(6)
Temperatura	16°C	18°C	16°C
SO ₂ libre	15	10	6
<i>Brettanomyces</i> (UFC/ml)	10	630	1480
4-etil fenol (µg/L)	0	35	484
Percepción sensorial	--	--	++

Por otro lado, *Brettanomyces* presenta actividad a bajas temperaturas y tan solo por debajo de 8°C se inhibe su crecimiento.

d) Presencia/ausencia de oxígeno

Levadura capaz de desarrollarse en anaerobiosis estricta, la presencia de oxígeno favorece su desarrollo y estimula la síntesis de acidez volátil.

Las nuevas prácticas enológicas dirigidas hacia la elaboración de vinos de calidad pueden constituir factores de riesgo y su aplicación debe conllevar la adopción de medidas de control para evitar el desarrollo de *Brettanomyces*. Así:

Los vinos procedentes de uvas en el punto correcto de maduración fenólica, que en nuestras latitudes se acompaña de elevado grado alcohólico y por tanto mayor proporción de azúcares residuales, suponen un aumento del sustrato disponible para *Brett*.

Las maceraciones prefermentativas en frío, proporcionan tiempo y sustrato para el desarrollo de las poblaciones procedentes de la uva.

La crianza sobre lías enriquece el medio en factores nutritivos (trehalosa y sustancias nitrogenadas) la autólisis de las levaduras.

El empleo, cada vez más habitual, de la microoxigenación favorece el desarrollo del

microorganismo, tanto de manera directa, al implicar una mayor presencia de oxígeno, como indirecta, favorecer la combinación del sulfuroso libre o al implicar un retraso en el inicio de la fermentación maloláctica (Arvik y Henick-Kling, 2002).

La crianza en madera, además de sustrato, supone la permanencia del vino en su contacto, cediendo el tiempo imprescindible para su desarrollo.

La tendencia hacia la reducción de las dosis de sulfuroso en la elaboración, es uno de los factores que más ha contribuido a la extensión del problema. Precisamente, el sulfuroso es un instrumento eficaz y permitido para el control de *Brettanomyces*.

Por último la salida al mercado de vinos sin clarificar, sin estabilizar y por supuesto sin filtrar, hace que posible la presencia del microorganismo al final del proceso y la formación de etil fenoles en la propia botella.

5. CONTROL PREVENTIVO DE *BRETTANOMYCES*

El control del desarrollo de *Brettanomyces* en la bodega se realiza a tres niveles:

1.- **Materia prima**, prestando atención a la sanidad de la uva. Aunque las poblaciones de *Brett* son de partida escasas, se ha de tener en cuenta que en uvas deficiente estado sanitario la población de levaduras pasa de 100 cels/gramo, a 100 millones de cels/gramo, y la proporción de *Brettanomyces* puede ser considerable.

La aplicación de maceraciones prefermentativas, donde la competencia de *S. cerevisiae* está inhibida por la temperatura, supone una práctica de riesgo, ya que levaduras contaminantes como *Brett* proliferan a temperaturas bajas (>8°C).

2.- **En el vino** es el sulfuroso el instrumento más eficaz para el control del desarrollo de *Brettanomyces*. Contrariamente a lo que se cree, *Brett* es bastante sensible a su presencia, y la existencia de fenómenos de resistencia entre cepas es escasa. Se debe tener en cuenta la relación del sulfuroso libre con el pH. Al ser el SO₂ molecular la forma activa, a pH altos el control debe ser más riguroso (Tabla 2).

Tabla 2.- Relación entre pH y sulfuroso libre para alcanza 0,5 mg/L de sulfuroso molecular (límite de eficacia antimicrobiana).

pH	SO ₂ libre necesario para alcanzar 0,5 mg/L SO ₂ molecular
3.4	20
3.5	25
3.6	31
3.7	39
3.8	49
3.9	62
4.0	78

3.- **En las barricas**, verdadero punto crítico de contaminación, se debe prestar especial atención a su limpieza y desinfección, asumiendo que es imposible su esterilización total.

Debe realizarse inmediatamente después de cada trasiego y antes de ser rellenadas. La temperatura de lavado se debe mantener, a menor temperatura, mayor tiempo de aplicación. Nunca por debajo de 60°C. El vapor es más eficaz pero repercute en la calidad de las barricas y se aconseja reservar para casos de sospecha de contaminación

La limpieza a alta presión (80-110 bares) elimina los depósitos fijos, siempre que se empleen cabezas rotativas adaptadas a la geometría de la barrica y tiempos suficiente (10-20 min.). No afecta a la integridad de la madera

El empleo de productos de limpieza, también se aconseja reservar para barricas sospechosas.

El azufrado permite secar la madera sin alteración microbiana durante 5 días aproximadamente. Se debe repetir la operación cuando la barrica está seca.

6. DETECCIÓN DE *BRETTANOMYCES* EN VINOS

Para detectar su presencia, confirmar su ausencia o verificar la existencia de un problema de una manera efectiva en bodega pueden seguirse dos líneas analíticas, útiles en función del objetivo perseguido.

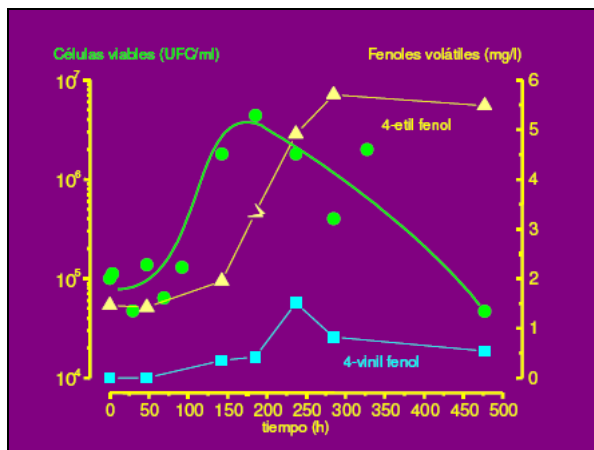
6.1 ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE ETIL 4-FENOL/GUAYACOL MEDIANTE CROMATOGRAFÍA GASEOSA.

Permite el seguimiento de la evolución del contenido de etilfenoles en el tiempo e un vino determinado. Cuando el compuesto es detectado, implica que la población de *Brettanomyces* es muy elevada y reparar la alteración prácticamente imposible. Se trata de un método confirmativo. Es sin embargo útil, combinada con la detección del microorganismo, en los casos en los que se registran poblaciones importantes pero no la alteración sensorial e imprescindible en el caso de filtración amicróbica o aplicación de niveles de sulfuroso elevados, que eliminaran a la microbiota contaminante, pero no el resultado de su acción.

6.2 DETECCIÓN DEL MICROORGANISMO

La formación de 4-etilfenol/guayacol en vinos se encuentra retardada respecto a la proliferación de las poblaciones de *Brettanomyces*, **Figura 6**. Por ello que es posible detectar un posible problema, antes que la alteración sensorial sea perceptible.

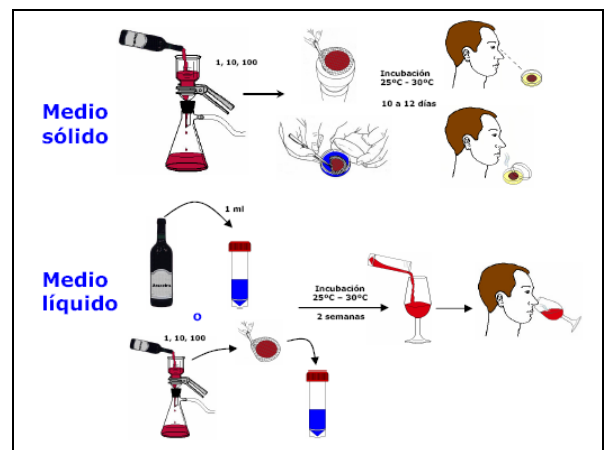
Figura 6.- Desarrollo de población de *Brettanomyces* y génesis de 4-etil fenol/4-etil guayacol. Inóculo inicial 105 cels/ml



La detección de *Brett* empleando los medios de cultivo habituales en microbiología del vino se ve impedido por otros microorganismos (levaduras, bacterias lácticas) mucho más competitivos que ellos en condiciones favorables. Obliga a la utilización de medios de cultivo con agentes selectivos y diferenciales y, en muchos casos, a la comprobación microscópica de las colonias. A diferencia de otras contaminaciones microbianas, las poblaciones de riesgo en vinos son del orden

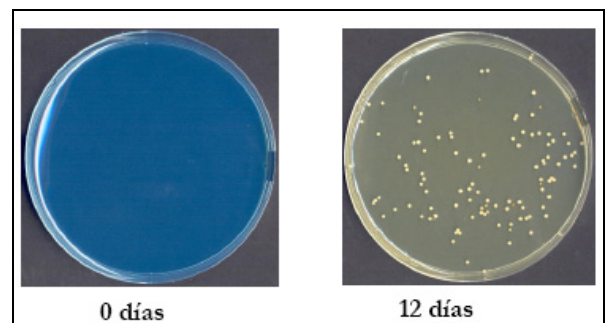
de 10 UFC /ml, por lo que se hace imprescindible tratar volúmenes grandes de vino. El medio DBDM (Rodriges *et al.*, 2001) ha demostrado su eficacia en la detección de levaduras productoras de fenoles volátiles (**Figuras 7 y 8**). Hay que tener en cuenta que, debido al crecimiento lento del microorganismo, los resultados se obtienen a los 8-10 días de incubación.

Figura 7.- Identificación y recuento de *Brettanomyces* ssp. en vinos. Empleo de medio de cultivo selectivo y diferencial (DBDM)



En casos de vinos con crianzas muy largas es frecuente la presencia de formas viables pero no cultivables (Millet y Lonvaud-Funel, 2000), en poblaciones que han permanecido en contacto con el vino un tiempo largo (más de dos años), siendo habituales los falsos negativos.

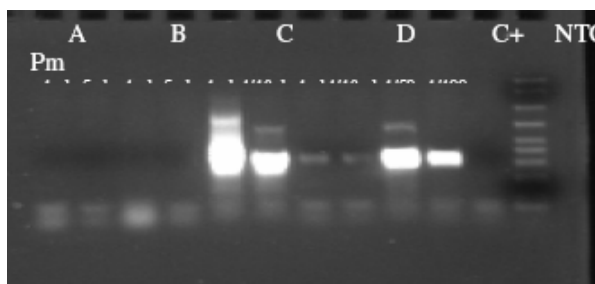
Figura 8.- *Brettanomyces* ssp. Crecimiento en medio DBDM a) siembra, b) crecimiento a los 10 días: viraje de color azul a amarillo, colonias amarillas, olor fenólico característico



La utilización de técnicas de biología molecular, solventa este problema. Mediante el análisis de la secuencia génica exclusiva de las células de *Brettanomyces* se detecta con exactitud su presencia en pocas horas. En estos casos la

detección de poblaciones de *Brettanomyces ssp.* se realiza por *nested PCR* (Figura 9), Ibeas et al. 1996, Navascués, (2003).

Figura 9.- Nested PCR con cebadores específicos de *Brettanomyces ssp.* A, B vino control negativo (1ul y 5ul), C, D vino control positivo 1ul y 1/10 ul), C+ control positivo de la reacción (*Brettanomyces bruxellensis*) en dos diluciones 1/50 y 1/100. NTC: not template control, PM: marcador



7. TRATAMIENTO DE VINOS CONTAMINADOS

En el caso de que la detección de *Brettanomyces* sea positiva hay que considerar la adopción de medidas correctoras. Es recomendable analizar el contenido en fenoles volátiles y realizar una cata fuera de la bodega. Se ha comprobado que la percepción organoléptica de los fenoles volátiles en el vino disminuye cuando se realiza en el interior de la bodega de origen, debido a la presencia en el ambiente de las propias sustancias volátiles que producen un fenómeno de acomodación de la pituitaria.

Cuando el vino no manifiesta sensorialmente la alteración y el contenido de fenoles volátiles es inferior a 400 µg/l, el objetivo prioritario es detener el desarrollo de *Brettanomyces* y por tanto el aumento de la concentración de fenoles volátiles. Para ello se deben corregir los niveles de sulfuroso libre en cantidad suficiente y acorde con el pH, por encima de 0,8 ppm de SO₂ molecular. Además es recomendable acotar perfectamente el lote alterado, evitando las mezclas y la utilización de las barricas que han tenido contacto con el vino contaminado. Con respecto a estas barricas, deben acometerse programas de limpieza y desinfección especialmente energéticos y cuidadosos.

En el caso de que el vino contaminado si manifieste la alteración, además de las medidas anteriores, se debe emplear algún tratamiento desodorante, capaz de eliminar el olor al menos

parcialmente (bentonita, caseína, carbón, pvpp). En estos casos y cuando la contaminación de es muy elevada (>1000cels/ml) debe considerarse realizar procedimientos de clarificación y posterior filtración por debajo de una micra. La pasterización es también efectiva, pero poco aplicable a vinos de crianza.

Las barricas que han albergado vino con grado de contaminación son un peligro potencial para la bodega y deben desecharse. Una barrica contaminada es foco de infección para las restantes.

BIBLIOGRAFIA

Arvik, T., Henick-Kling, T. (2002) *Brettanomyces bruxellensis* occurrence, growth, and effect on wine flavor. Practical Winery May-jun, 48-56.

Boulton, R.B., Singleton, V.L., Visón, L.F., Kunkee, R.E. (1996) Principles and Practices of Winemaking. Chapman & Hall, New York.)

Cavin, J., Andioc, P., Etievant, P., Divies, C. (1993) Ability of wine lactic bacteria to metabolize phenol caboxylic acid. American Journal of Enology and Viticulture, 1, 76-80.

Chattonet, P., Boidron, J., Dubordieu, D. (1993) Influence des conditions d'élevage et de sulfitage des vins rouges en barriques sur le teneur en acide acetique et en ethyl-phenols. J. Int. Sci. Vigen Vin, 27, 277-298.

Chattonet, P., Dubordieu, D., Boidron, J. (1995) The influence of *Brettanomyces/Dekkera* sp. Yeast and lactic acid bacteria on the ethylphenol content of red wines. American Journal of Enology and Viticulture 46, 463-468.

Chattonet, P., Vila, C. Dubordieu, D. (1997). Influence of polyphenolic components of red wines on the microbial synthesis of volatile phenols. American Journal of Enology and Viticulture, 48, 443-448.

Deak, T., Beuchat, L.R. (1996). Handbook of spoilage yeast. CRC Press, New York.

Degrassi, G., Laureto, P., Buschi, C. (1995). Purification and characterization of ferulate and p-coumarate desarboxylase from *Bacillus pumilus*. Appl. Environ. Microbiol., 61, 326-332.

Dias, L., Pereira-da-Silva, S., Tavares, M., Nalfeito-Ferreira, M., Loureiro, V. (2003). Factors affecting the production of 4-ethylphenol by the yeast *Dekkera bruxellensis* in enological conditions. Food. Microbiology, 377-384

Edlin, D., Narbad, A., Dickinson, J., Lloyd, D. (1995). The biotransformation of phenolic compounds by *Brettanomyces anomalus*. FEMS Microbiol. Lett., 15, 311-315.

Freer, S.N., Dien, B.S., Matsuda, S. Rothast, R.J. (2000) Acetic acid production by *Brettanomyces* yeast. Abstracts of

the general Meeting of the American Society for Microbiology. 100,503.

Gilliland, R.B. (1961) *Brettanomyces*. I. Occurrence, characteristics and effects on beer flavour. *J. Inst. Brew*, 67, 257-261.

Grbin, P.R., Henschke, P.A. (2000) Mousy off- flavour production in grapejuice and wine by *Dekkera* and *Brettanomyces* yeast. *Aust. J. Grape Wine Res.* (6) 255-256.

González, U, Navascués, E. (2006). Contaminación por *Brettanomyces* en vinos españoles: incidencia y causas más frecuentes. V Foro Mundial del Vino, Logroño.

Heresztyn, T. (1986) Formation of substituted tetrahydropyridines by species of *Brettanomyces* and *Lactobacillus* isolated from mousy wines. *Am J. Enol & Vitic*, 37, 127-132.

Ibeas, J.I., Lozano, I. Perdignes, F. y Jiménez, J. (1996) Detection of *Dekkera-Brettanomyces* strains in Sherry by a Nested PCR Method. *Applied and Environmental Microbiology* 62 (3) Mar. 998-1003.

Millet V., Lonvaud-Funel, A. (2000). The viable but not culturable state of wine microorganisms during storage. *Letters in Applied Microbiology*. 30(2) Feb. 136-141

Navascués, E., (2003). Método de detección directa de *Brettanomyces* ssp. en vinos de crianza en barrica. *Enólogos*, Año V, num. 23, 24-26.

Rodrigues, N., Gonçalves, G., Malfeito-Ferreira, M., Loureiro, V. (2001) Development and use of a differential medium to detect yeast of the genera *Dekkera/Brettanomyces*. *Journal of Applied Microbiology*, 90, 588-599.

Steinke, R.D., Paulson, M.C. (1964). The production of steam volatile phenols during the cooking and alcoholic fermentation of grain. *Agric. Food Chem.*, 12, 381-387.

Suezawa, Y. (1995) Bioconversions of ferulic and p-coumaric acid to volatile phenols by halotolerant yeast. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 69, 1587-1596.

Suezawa, Y., Yoshioka, N., Mori, H. (1998). Bioconversions of ferulic and p-coumaric acid to volatile phenols by *Aspergillus* sp and bacteria found in soy sauce Koji and mashes. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 69, 1587-1596

Walker, G.M. (1999) *Yeast Physiology and Biotechnology*. John Wiley and Sons. New York

FAMILIAS FENÓLICAS Y SU IMPLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN Y CRIANZA DE LOS VINOS

M^a Luisa González San José.

Profesora Titular de Tecnología de los Alimentos. Universidad de Burgos

LAS FAMILIAS FENÓLICAS Y LOS MÉTODOS PARA SU EVALUACIÓN

No existe una definición concreta de familia fenólica. Se entiende por tales a grupos de compuestos fenólicos que presentan propiedades químicas similares, relacionadas generalmente con similitudes en la estructura y/o con su capacidad para reaccionar con determinados reactivos en condiciones bien establecidas.

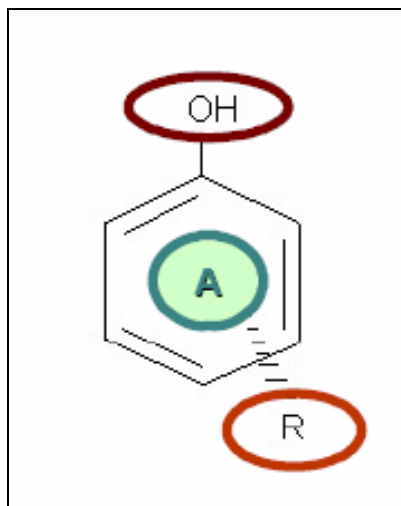
Por otra parte, el término "compuesto fenólico" y sobre todo el de "polifenoles" se refiere a un amplio conjunto de compuestos que tienen en común el poseer un anillo bencénico (A) sustituido con uno o varios grupos hidroxilos (-OH) y con una cadena lateral funcional (-R) (figura 1).

La reactividad de este tipo de moléculas es debida tanto a la presencia de la función fenol que, por la movilidad de su átomo de hidrógeno, presenta un carácter ácido, como al núcleo bencénico que puede sufrir sustituciones electrófilas.

Las familias fenólicas que habitualmente se consideran en el ámbito enológico son:

Polifenoles Totales: que hace referencia al global de los compuestos fenólicos presentes en un medio.

Figura 1. Estructura básica de los compuestos fenólicos



Las formas más habituales para evaluar este parámetro son:

IPT ó Índice de Polifenoles Totales, muy usado en bodega y que se basa en la absorción a 280 nm del extracto (vino/mosto/etc.) diluido convenientemente.

IFC ó Polifenoles Totales: evaluación química basada en el poder reductor de los polifenoles y que se evalúa a través de su reactividad en medio básico con el reactivo de Folin-Ciocalteu, de ahí que se conozca como el Índice de Folin Ciocalteu, aunque también se denomina simplemente Polifenoles Totales. Es frecuente expresar los resultados en equivalentes de algún fenol, siendo el ácido gálico el referente habitual.

Debe considerarse que los valores de estos índices, aunque son cuantitativos, no se corresponden realmente con la composición fenólica del medio, ya que cada compuesto fenólico tiene un coeficiente de extinción distinto a 280nm y una capacidad distinta para reaccionar con el reactivo de Folin, factores que no son considerados en la evaluación. Por ello, medios de composición pormenorizada muy distinta pueden dar valores globales de polifenoles iguales.

Directamente asociados a los fenoles ó polifenoles totales están las familias "Polifenoles Poco y Muy Polimerizados", PPP y PMP, que hacen referencia respectivamente al global de los compuestos fenólicos de bajo peso y al global de los compuestos fenólicos polimerizados, es decir los que por su peso molecular elevado y estructura compleja floculan y/o precipitan cuando aumenta la concentración salina del medio. Es precisamente en esta característica en la que se basa su evaluación. Así tras la evaluación de PT, el medio se satura con sal, se eliminan los complejos insolubles formados por filtración ó centrifugación, y se vuelve a evaluar el contenido de fenoles totales que permanecen en solución, que son los poco polimerizados, y por diferencia se obtiene el valor de los polimerizados.

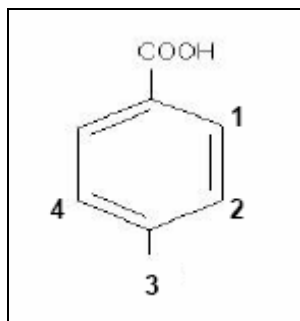
Otra forma de clasificar los fenoles en grupos es dividirlos en Fenoles no Flavonoideos y Fenoles Flavonoideos, diferenciados por su estructura química, esencialmente por el número de anillos

bencénicos y por los tipos de unión cuando hay más de uno. Para el análisis global de estos grupos, se recurre a separarlos por precipitación selectiva. De nuevo la valoración es global y orientativa, expresándose en equivalentes de un compuesto de referencia. La valoración de estos dos grupos globales está en desuso, especialmente por la heterogeneidad de compuestos que constituyen cada grupo, como se indica a continuación.

Los Fenoles no Flavonoideos, abarca a los ácidos fenólicos, divididos en ácidos benzoicos y ácidos cinámicos, pero también a sus derivados como sus alcoholes, aldehídos y ésteres, así como otros compuestos como los estilbenos.

Se conocen diversos ácidos benzoicos cuya estructura es del tipo C6-C1 (figura 2), localizados en la uva, sobre todo bajo la forma de combinaciones heterosídicas y de tipo éster (taninos gálicos y elágicos), y en formas libres en el vino tinto, debido a la hidrólisis de las moléculas más complejas, en particular los antocianos.

Figura 2. Estructura química de los ácidos benzoicos y radicales presentes en cada ácido

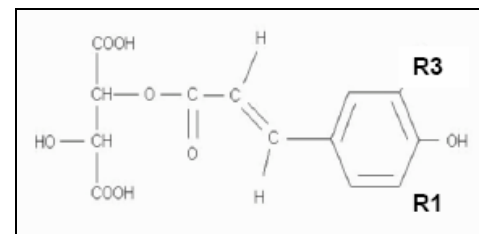
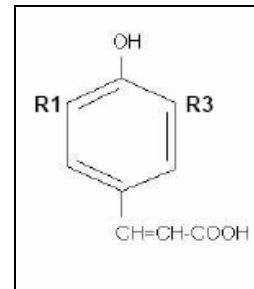


Ácido benzoico	R1	R2	R3	R4
p-Hidroxibenzoico	H	H	OH	H
Protocatéquico	H	OH	OH	H
Vainillínico	H	OCH3	OH	H
Gálico	H	OH	OH	OH
Siríngico	H	OCH3	OH	OCH3
Salicílico	OH	H	H	H
Gentísico	OH	H	H	OH

Los ácidos cinámicos tienen una estructura tipo C6-C3 (figura 3a), siendo los principales cuatro: ácido p-cumárico, cafeico, ferúlico y sinápico. Estos ácidos están en pequeña cantidad bajo forma libre y se encuentran sobre todo

esterificados (figura 3b), en su mayor parte con el ácido tartárico, destacando el ácido caftárico (cafeil tartárico), el cutárico (p-cumaril tartárico) y el fertárico (ferulil tartárico), aunque también se han descrito varios derivados glucosilados.

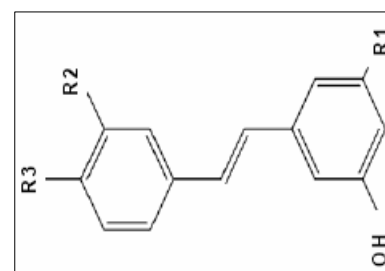
Figura 3. Estructura química de los ácidos cinámicos y de sus derivados tartáricos



Ácido cinámico	R1	R2	R3
p-Cumárico	H	OH	H
Cafeico	OH	OH	H
Ferúlico	OCH3	OH	H
Sinápico	OCH3	OH	OCH3

Otro grupo de compuestos fenólicos no flavonoideos son los estilbenos (figura 4), que corresponden a una estructura C6-C3-C6. Poseen dos ciclos bencénicos unidos generalmente por una cadena etanol o eventualmente etileno. Estos compuestos juegan un cierto papel de resistencia a ataques fúngicos y se han localizado en bayas y madera.

Figura 4. Estructura química de los estilbenos

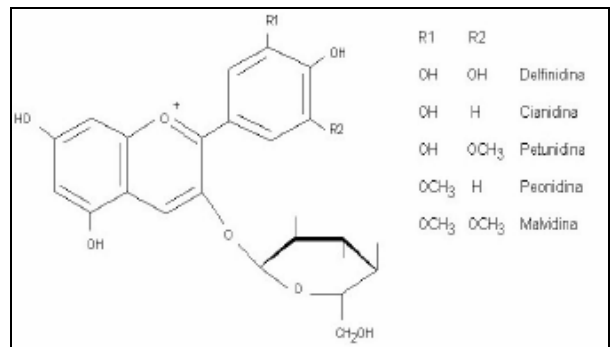
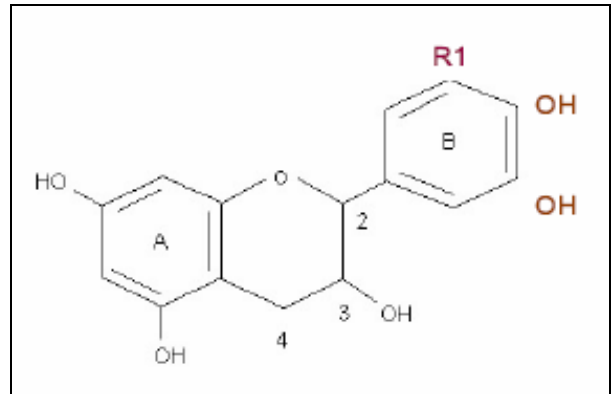
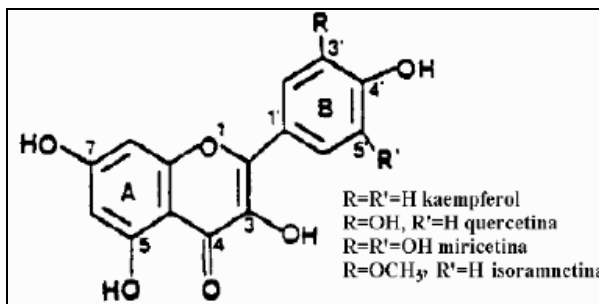
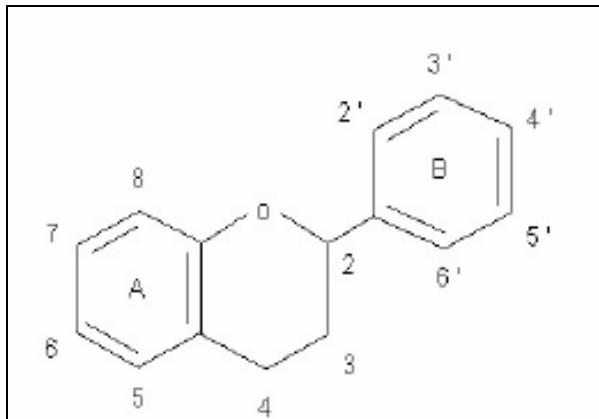


Estilbenos	R1	R2	R3
Resveratrol	OH	H	OH
Piceida	Glc:Glucosa	OGlc	H
Astringina	Glc:Glucosa	OGlc	OH
Resveratrolósido	Glc:Glucosa	OH	H
Picetanol	OH	OH	OH

Los Fenoles Flavonoideos, tienen una estructura C6-C3-C6, es decir constan de dos anillos bencénicos (A y B), enlazados entre sí por un anillo heterocíclico central oxigenado (C) (figura 5a).

Este heterociclo puede presentar distinto grado de oxidación en C3, dando lugar a distintas estructuras que constituyen la base de los diferentes grupos de compuestos englobados dentro de este grupo. Entre los grupos más interesantes desde el punto de vista enológico se distinguen los flavonoles (figura 5b), los flavan-3-oles (figura 5c) y los antocianos (figura 5d), y en menor grado, los flavanones y las flavonas, entre otros.

Figura 5. Estructuras básicas de los flavonoides (a); de flavonoles (b); de flavan-3-oles (c) y de antocianos glucosilados (d).



Dentro de cada familia los compuestos se diferencian por el número y la localización de los grupos hidroxilos y metoxilos presentes en el anillo B. Estas estructuras básicas pueden además presentar O-glicosilación, y estos glicósidos a su vez pueden encontrarse acilados o no. Este grupo de compuestos es el mayoritario en los vinos, sobre todo en los tintos y rosados.

Los Flavonoles en las uvas de *Vitis vinifera* se presentan bajo forma heterosídica, como 3-O-glicósidos de cuatro agliconas importantes: isoramnetina, kampferol, miricetina y quercetina. Estos compuestos actúan como copigmentos de los antocianos, ayudando por tanto a la estabilización del color del vino.

Los Antocianos son los pigmentos vegetales responsables del color rojo azulado del hollejo de las uvas tintas y naturalmente del color del vino tinto. Este término engloba las antocianidinas y los derivados de éstas, glicosilados, acilados, y sus asociaciones con otros compuestos por cicloadición, condensación, etc.

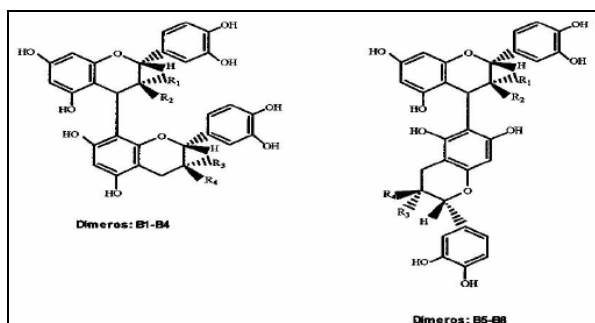
Son cinco las antocinidinas del mundo enológico: cianidina, delphinidina, malvidina, peonidina y petunidina. En las uvas de *Vitis vinifera* y en los vinos correspondientes, sólo se han identificado los antocianos monoglucósidos y sus derivados acilados con los ácidos acético, cafeico y p-cumárico. La acilación ocurre en la posición C6 de la molécula de glucosa por medio de la esterificación con dichos ácidos. Las formas

monoglucósidas y aciladas son más estables que las formas agliconas (antocianidinas). Una de las características de la *Vitis Vinifera* es la presencia mayoritaria del malvidín-3-glucósido y sus derivados acilados. La presencia de antocianos diglucósidos, específicos de ciertas especies del género *Vitis* (*V. riparia* y *V. rupestris*), sirve para diferenciar los vinos de *Vitis vinifera* (carente de diglucósidos) de las otras *Vitis*.

Los Flavan-3-oles o Flavanoles se encuentran en las partes sólidas de la baya (pepitas, hollejos y raspón), tanto en estado monomérico como formando oligómeros y polímeros conocidos con el nombre de proantocianidinas o taninos condensados. Las principales unidades monoméricas de flavan-3-ol encontradas en las uvas de *Vitis vinifera* son: (+)-catequina, (-)-epicatequina, (+)-galocatequina y (-)-epigalocatequina, las dos últimas corresponde a R³=OH (figura 6c). Además se han aislados diversos derivados galoilados ó galatos, con una molécula de ácido gálico unida al hidroxilo del heterociclo.

Las proantocianidinas se caracterizan por la longitud de la cadena, considerándose oligómero, los compuestos con 2-5 unidades y polímeros los compuestos con más de 5 unidades. En función del tipo de enlace interflavánico, se diferencian las procianidinas de tipo B, que son aquellas en que los monómeros se encuentran unidos entre el carbono C-4 de la unidad superior y el carbono C-6 o C-8 de la unidad inferior (figura 6); y las procianidinas de tipo A, que presentan además un enlace tipo éter entre el carbono C-2 de la unidad superior y los grupos hidroxilos de los carbonos C-5 o C-7 de la unidad inferior.

Figura 6. Estructura de proantocianidinas dímeras tipo B



Las proantocianidinas son, en gran medida, las responsables de la astringencia y amargor del vino, que dependen del tipo de isómero, grado de galoilización y de polimerización. Participan en

reacciones de pardeamiento oxidativo químico y enzimático, en interacciones con proteínas y formación de turbidez, así como en numerosas reacciones de condensación durante la maduración y el envejecimiento del vino.

La evaluación de los grupos de compuestos fenólicos citados, por separado, se basa en propiedades especiales de cada uno de ellos, comunes a todos los compuestos del mismo grupo y, en general, selectivas para un sólo grupo. Es así como se determinan algunas de las restantes familias fenólicas clásicas, como las catequinas, las proantocianidinas y los antocianos totales.

La familia conocida como Catequinas se evalúa aprovechando la capacidad que tienen estas moléculas para reaccionar con grupos carbonilo dando compuestos coloreados específicos. Se evalúan tradicionalmente por reacción con la vainillina y formación de un cromóforo rosado, y se suelen expresar en equivalentes de D-catequina.

Como en casos anteriores es un valor cuantitativo global y por tanto no da una información exacta. Los denominados Orto-difenoles son otra "familia fenólica" especialmente asociada a las catequinas. Teóricamente este grupo, evaluado por reacción con el reactivo de Arnou y formación de cromóforo rojizo, evalúa el global de los orto-difenoles (como su nombre indica) presentes en el medio, que en el caso de las uvas y vinos son mayoritariamente catequinas.

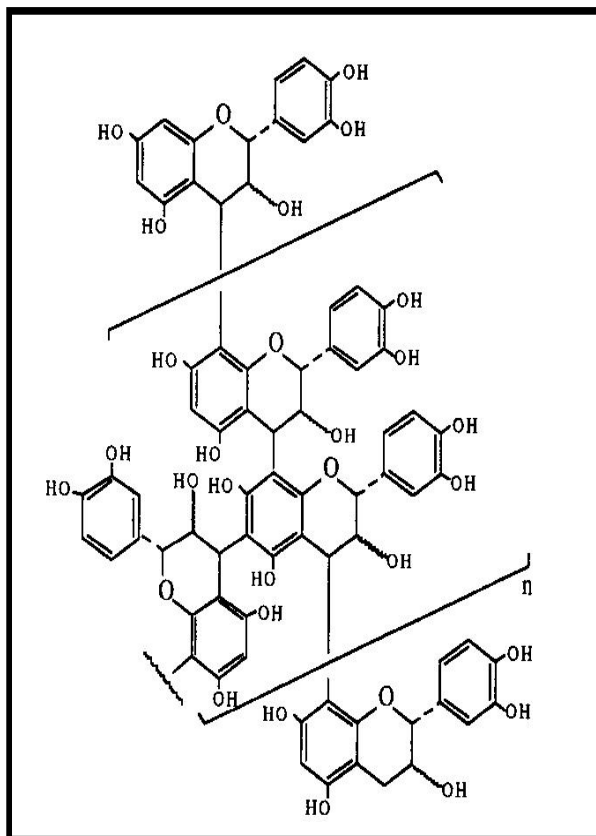
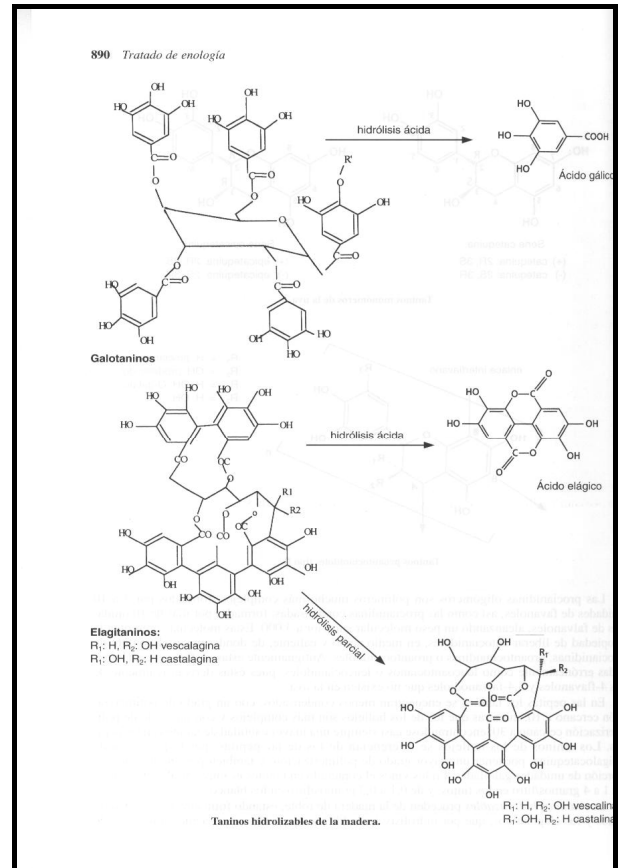
Las proantocianidinas poseen la propiedad de liberar antocianidinas por calentamiento en medio ácido, lo cual es debido a la ruptura de los enlaces interflavánicos. Se distinguen dos tipos de proantocianidinas asociados al tipo de antocianidina liberada: procianidinas (polímeros de (+)-catequina y (-)-epicatequina) y prodelfinidinas (polímeros de (+)-galocatequina y (-)-epigalocatequina); que originan respectivamente, cianidina y delfinidina. Es esta propiedad la que se ha utilizado tradicionalmente para evaluar esta familia, considerando que por digestión ácida se evalúan como máximo los oligómeros, ya que a medida que aumenta el tamaño de la molécula, la reacción es menos efectiva, llegando a ser incluso no significativa. Algunos autores, por acercarse al vocabulario de bodega, denominan a esta familia "taninos totales", pero dadas las limitaciones de la reacción, se considera más oportuno denominarlo como proantocianidinas.

Los análisis más recientes de este tipo de sustancias, están enfocados a la evaluación por

grados de polimerización tras su separación por distintos métodos en general cromatográficos. Dada la general laboriosidad de la metodología, éstas no se consideran como metodologías rápidas y rutinarias, tal y como lo son los métodos habituales de evaluación de las distintas familias fenólicas.

El término tanino es un vocablo que encierra una gran complejidad química, difícil de concretar. En general, se distinguen dos grandes grupos de taninos, los condensados, polímeros de flavanoles ((figura 7a), directamente emparentados con las proantocianidinas, y los taninos hidrolizables (galo- ó elagio- taninos), derivados del ácido gálico y elágico (figura 7b). Estos últimos sólo se han aislado en la madera, y enológicamente tienen importancia en los vinos de crianza, modulando los cambios de color, astringencia, etc.

Figura 7. Estructura de taninos: condensados (a) e hidrolizables (b) (esta última figura está tomada de "Tratado de Enología II, de J. Hidalgo)



Atendiendo a la propiedad típica del tanino, la condensación y desnaturalización de proteínas, se han usado diversos métodos de medida para intentar evaluar la carga tánica ó los taninos de un vino ó medio. El más conocido de todos probablemente sea el Índice de Gelatina, que determina la cantidad de proteína (gelatina) que es capaz de precipitar un medio, y que se asocia a los taninos astringentes (es lo que precipitan proteínas). Esté método ha sido muy discutido, y encierra cierta controversia esencialmente porque en mucho caso ha dado una baja reproducibilidad. Por ello, diversos autores han desarrollado métodos alternativos similares en los que se usan otras proteínas ó medios proteicos.

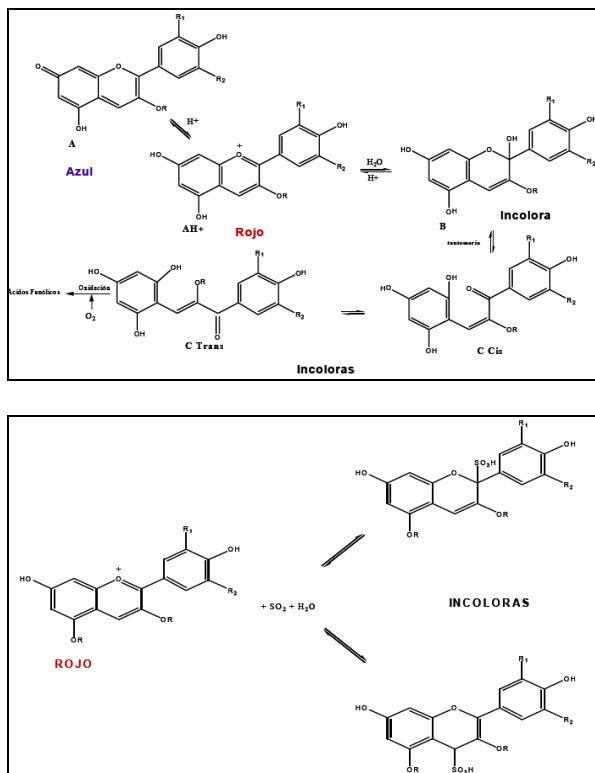
Existen otros índices que también intentan evaluar de algún modo el contenido tánico. Así, se describe el Índice de Etanol, teóricamente asociado a los taninos unidos a polisacáridos y por tanto taninos suaves, y que se basa en que estos taninos precipitan a una concentración elevada de etanol. El Índice de Clorhídrico, teóricamente asociado a los taninos de alto grado de polimerización y basado en una teórica inestabilidad de los polímeros en medios fuertemente ácidos, con tendencia a la precipitación mayor según aumenta el peso

molecular. También se ha descrito, el Índice de Diálisis, asociado a los taninos que no atraviesan una determina membrana de diálisis.

Todos estos índices, además de ser sólo orientativos, presentan gran variabilidad, por lo que han sido bastante discutidos, aunque son varios los autores que los defienden y usan habitualmente. En cualquier caso, al usarlos conviene tener claros sus principios, para considerar las posibles desviaciones, interferencias, etc. y así dar una adecuada interpretación a la información derivada.

Respecto a la evaluación de la familia ó grupo de los Antocianos (totales) tradicionalmente se han evaluado atendiendo a su capacidad para modificar su estructura química, y el color asociado, según el pH del medio (figura 8a); o por su decoloración al reaccionar con anhídrido sulfuroso (figura 8b). Los resultados se expresan en equivalentes del antociano mayoritario.

Figura 8. Transformación estructural de antocianos en función del pH (a) y en presencia de SO₂ (b)



A pH muy ácido, los antocianos existen principalmente en la forma roja de catión flavilio (AH⁺). A medida que el pH aumenta, ocurre una pérdida protónica rápida, produciéndose las formas quinoidales (A) de color azul.

Paralelamente, también se produce la hidratación del catión flavilio en posiciones C2 o C4, dando lugar a la pseudo-base carbinol (B) incolora (forma hemiacetal). Ésta a su vez, puede transformarse en las calconas (C) cis y trans de anillo abierto, que presentan un ligero color amarillo. Esta última transformación está favorecida por temperaturas elevadas, de manera que la calcona trans puede ser oxidada, dando lugar a ácidos fenólicos perdiendo irreversiblemente el color del vino. En vinos tintos (pH≈3,5), se calcula que sólo un 12% de los antocianos libres se encuentran en forma roja de catión flavilio, estando el equilibrio desplazado mayoritariamente hacia la pseudo-base carbinol (45%) y la calcona (28%), ambas incoloras, y minoritariamente hacia la base quinoidal de color azul (15%).

Por otra parte, los iones bisulfito (HSO₃⁻) pueden unirse en las posiciones 2 o 4 del catión flavilio, originando un nuevo compuesto incoloro, estable al pH del vino (figura 7b). La reacción ocasiona la decoloración de los antocianos pero también les aporta estabilidad, ya que el complejo es menos sensible a los procesos de hidratación y polimerización, al tener ocupadas las posiciones reactivas. La asociación antociano-sulfuroso es reversible dependiendo esencialmente del pH del vino y de la aireación. Cuando se acidifica el medio el complejo se disocia a la sal de flavilio y el SO₂ libre.

La unión de los antocianos con el SO₂ del vino reduce su velocidad de degradación y evita la formación de pigmentos condensados mediados por acetaldehído y, además reduce la pérdida de color por precipitaciones durante la vinificación. Por ello algunos autores han indicado que un déficit de bisulfito en el vino hace aumentar la tasa de polimerización de los antocianos y conduce a un envejecimiento prematuro del color.

Con los avances en el conocimiento de las reacciones que tienen lugar durante la vinificación y sobre todo los avances sobre la química enológica en la que están implicados los antocianos, han hecho que según se produjeren estos avances se fueran diseñando nuevos índices ó métodos de medida de "otros" tipos de pigmentos. Son numerosos los autores que han desarrollado alguno de estos sistemas para diferenciar entre antocianos libres, polimerizados, condensados, etc. Por ello, hoy se hace necesario especificar la metodología que se aplica (con su autor) con el fin de poder interpretar bien los

resultados. Algunos de estos métodos se comentan a continuación.

Índice de PVPP (polivinilpirrolidona), teóricamente permite evaluar los antocianos polimerizados ó condensados con taninos, que quedan retenidos en esta resina al ponerse en contacto con ella.

Índice de ionización, (Glories, 1984) teóricamente indica el porcentaje de antocianos que realmente contribuyen al color del vino. Se basa en la reacción con sulfuroso a distintos pH. Desde el punto de vista de que hoy se sabe que muchos de los pigmentos de condensación, realmente responsables del color estable de los vinos, son bastante estables al cambio de color tanto inducido por el pH como por el sulfuroso, este índice debe ser tomado con precaución.

Algunos autores como Mazza et al. (1999) ó Boulton (2001) han propuesto una metodología similar para la evaluación de cuatro grupos de pigmentos: monoméricos, copigmentados, polímeros y totales, basados en las teorías distintas capacidades para reaccionar con el acetaldehído y el sulfuroso, así como para modificar el color con el pH del medio. Son sistemas no muy empleados, con ligeras modificaciones de unos a otros, que hacen difícil la interpretación, y que presentan problemas de repetitibilidad con muchos tipos de vinos.

Por último, en la última década se han descrito varios métodos para evaluar de forma globalizada el grupo de los Flavonoles. El método más sencillo se basa en su cuantificación desde la absorción 360 nm; y el otro es a través de su capacidad para reaccionar con el reactivo de Neu (aminoetildifenilborinato) y evaluación del cromóforo formado.

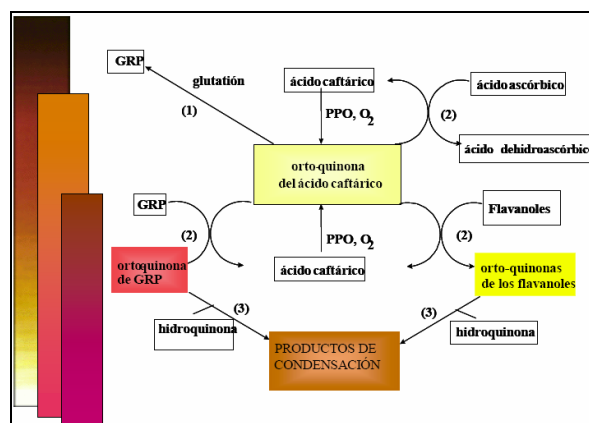
LAS FAMILIAS FENOLICAS Y LOS CARACTERÍSTICAS DE LOS VINOS

Actualmente no cabe ninguna de la estrecha relación existente entre los compuestos fenólicos y las características de los vinos, tanto sensoriales, como saludables, y por tanto son su imagen y aceptación. Aunque algunas de estas contribuciones ya se han mencionado brevemente, a continuación se comentan con más detalle las asociaciones más interesantes.

Atendiendo al orden cronológico de la percepción, el primer aspecto a considerar es la relación de los compuestos fenólicos con la apariencia ó aspecto visual de los vinos. Es claro que factores como la

limpiez (brillo, transparencia, etc.) y color, en su sentido más amplio, son las características visuales más importantes de los vinos, y todas ellas están estrechamente ligadas a los compuestos fenólicos. Es bien sabido que el color o la cromaticidad del vino depende claramente de su composición fenólica. En el caso de los vinos blancos son esencialmente las reacciones de pardeamiento, enzimático en los mostos y no enzimático en los vinos, las que condicionan el color, que varía desde el amarillo pálido de los vinos poco o nada oxidados hasta los tonos marrones o incluso negros de los vinos muy oxidados (figura 9). La presencia de sustratos adecuados para ambas reacciones condiciona el potencial de pardeamiento, así durante la manipulación de las uvas y mostos la actuación de la PPO sobre los cinamatos (sobre todo sobre los esteres tartáricos) se ha descrito como el factor más importante de pardeamiento. Posteriormente, en los vinos, el potencial redox, oxígeno, etc., serán los parámetros que condicionen la oxidación fenólica y la formación de polímeros pardos. Estas reacciones pueden modificar también notablemente el color de los vinos rosados, mientras que en tintos no afectan tanto porque el potencial redox es menos favorable y porque los pigmentos de oxidación quedan enmascarados por los otros pigmentos.

Figura 9. Productos de las reacciones de oxidación, enzimática PPO y química, de difenoles



En general, al considerar los vinos tintos y rosados, su cromaticidad se asocia principalmente a la presencia de antocianos y de los pigmentos derivados de ellos, formados mayoritariamente por reacciones de copigmentación, condensación y cicloadición.

Es en el caso de vinos jóvenes, en los que los fenómenos de copigmentación cobran una especial relevancia. La copigmentación supone una asociación no covalente para dar lugar a pigmentos de apilamiento vertical con intenso color, generalmente rojo, aunque pueden darse tanto desplazamientos batocrómicos, los más frecuentes, como hipsocrómicos.

Los antocianos pueden actuar como copigmentos de sí mismos, en lo que se ha definido como auto-asociación, y que implica la formación de un complejo por interacción hidrofóbica entre los núcleos aromáticos. Este tipo de asociación está caracterizada por un desplazamiento del máximo de absorción hacia longitudes de onda más cortas (desplazamiento hipsocrómico), y se ha descrito en sistemas modelo con concentraciones elevadas de antocianos.

La copigmentación propiamente dicha supone la interacción de las formas coloreadas de los antocianos con otro componente, fenólico o no, que se denomina copigmento, para formar complejos de apilamiento vertical. Como copigmentos pueden actuar sustancias muy distintas, como polisacáridos, ácidos orgánicos, aminoácidos, ácidos fenólicos, flavonoles (los más eficaces) y sobre todo flavanoles (los más estudiados). La copigmentación da lugar a un aumento de color (efecto hiperocrómico), y a un desplazamiento de la longitud de onda máxima de absorción hacia longitudes de onda más largas (desplazamiento batocrómico), que resultan en colores que van desde el rojo-morado al azul. Por otra parte, confiere estabilidad porque la presencia de la glucosa en el antociano y su disposición espacial, hace que se forme una barrera que impide que las moléculas de agua del medio alcancen al antociano, lo hidraten y lo decoloren. Por tanto, los cofactores juegan un doble papel, estabilizan los pigmentos e intensifican el color. De esta forma se explica la estabilidad del color en los vinos tintos jóvenes y su coloración púrpura, ya que este efecto llega a contribuir hasta en un 50% al color de vinos tintos jóvenes.

La copigmentación depende de varios factores como son: concentración de antociano, tipo y concentración de los copigmentos, pH, temperatura, etc. El pH del vino es óptimo para los fenómenos de copigmentación y la presencia de etanol en el medio no ejerce necesariamente una influencia negativa. Sin embargo, para que este fenómeno se produzca es importante que

exista en el vino una cantidad suficiente no sólo de cofactores sino también de pigmentos.

Como ya se ha comentado, no se ha determinado aún una forma eficaz para determinar la cantidad de pigmentos copigmentados presentes en un medio, aunque han sido varios los intentos, siendo esta una de las asignaturas pendientes en enología.

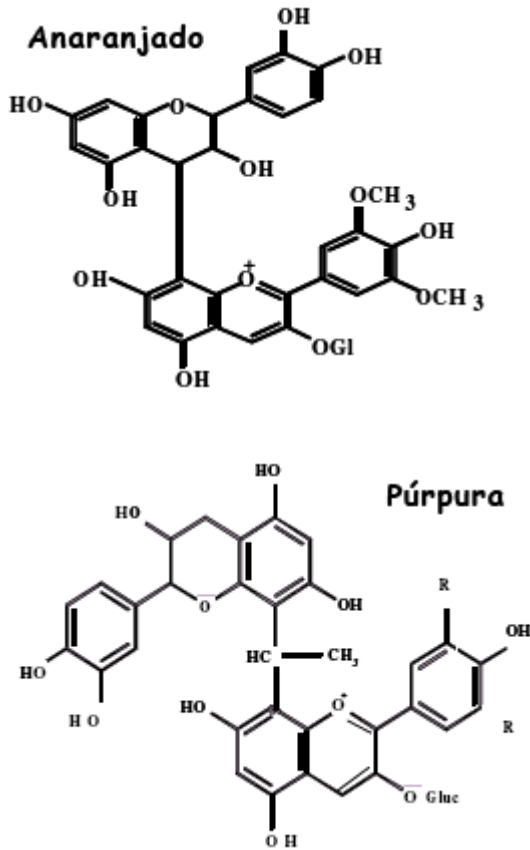
Los pigmentos que proceden de la condensación y de la ciclo-adición son los que se han denominado "nuevos pigmentos", inicialmente se aislaron de en su mayoría de sistemas modelos, pero más reciente también se han encontrado en vinos.

Las condensaciones más usuales implican estructuras flavonoideas: antociano-flavan-3ol ó flavanoles entre sí, tanto directa como mediada por acetaldehído. En el segundo supuesto, a medida que avanza el grado de condensación se pueden llegar a pigmentos pardos o marrones, que contribuyen al índice de pardeamiento. En el primer caso aparecen pigmentos rojos más o menos intensos. En general, la condensación directa da lugar a pigmentos rojo-anaranjados, mientras que la mediada por el acetaldehído da origen a pigmentos de coloración púrpura estable. La condensación directa antociano-tanino y tanino-antociano involucra la forma catiónica del antociano, cuya proporción es pequeña al pH del vino, lo que justifica que este tipo de procesos sea lento y de extensión limitada. De ellas la más frecuente es la segunda ya que la primera (A-T, catequina) está dificultada por la presencia del hidroxilo en la posición C5 que reduce el carácter electrófilo del catión flavilio y, por tanto, su disposición para participar en reacciones de sustitución electrófila. Además esta reacción conduce a compuestos no ó débilmente coloreados, produciendo pérdidas de color. Por el contrario, la condensación T-A es factible y no produce pérdidas de color aunque sí desplazamiento hipsocrómico, dando pigmentos más anaranjados, pero estables (figura 10a). Esta reacción parece involucra especialmente a oligómeros menores.

La condensación T-A mediada por acetaldehído (figura 10b) da lugar a compuestos de color violeta. Esta reacción es mayor en presencia de oxígeno y a pH ácido, debido a que se favorece la formación de acetaldehído y de su catión. También se ha comprobado que la temperatura afecta a la evolución y acumulación de los nuevos pigmentos, es decir, a temperaturas bajas (15°C), los polímeros se acumulan lentamente y son más estables en relación a su degradación y

precipitación. Debe tenerse en cuenta que los compuestos formados tienen alta tendencia a la evolución, pudiendo polimerizarse o dar lugar a nuevos pigmentos más estables que ellos (aril-derivados).

Figura 10. Condensación Tanino-Antociano directa (a) y mediada por acetaldehído (b)



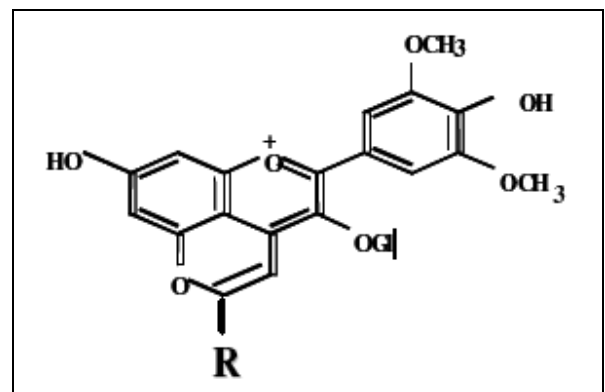
Recientemente se ha postulado que otros aldehídos presentes en el medio como furfural, hidroximetil-furfural, vainillina, etc., puedan actuar también como puentes, tal y como hace el acetaldehído. Además, se ha comprobado que otros componentes como el ácido glicoxílico, formado por oxidación del tartárico en presencia de metales como cobre y hierro, y por tanto ácido presente en todos los vinos, pueden actuar como puente entre taninos y antocianos. En este caso los compuestos formados son menos ó nada coloreados, y presentan tonos amarillentos.

La ciclo-adición supone una condensación con formación de un nuevo anillo. En estas reacciones a la molécula de antociano se le unen otras, de tamaño, estructura y origen muy variable, originando generalmente nuevos pigmentos más estables.

Los primeros pigmentos de ciclo-adición descritos fueron los formados por incorporación de una

molécula de acetaldehído, y el derivado del malvidín-3-glucósido se conoce como vitisina B, y los resultantes de la incorporación de la una molécula de ácido pirúvico (figura 11). En vinos tintos se han identificado varios antocianos condensados con el ácido pirúvico, el primero fue el derivado del malvidín-3-glucósido e inicialmente se denominó vitisina A. Se ha indicado que es en la etapa de fermentación cuando mayor cantidad de estos pigmentos se forman. Actualmente, se han detectado en vinos los derivados pirúvicos de todos los monoglucósidos así como de muchos de sus derivados acilados.

Figura 11. Estructura de diversos antocianos condensados con cicloadición



R:	Compuestos
- H	Vitisina B
- COOH	Vitisina A
Análogamente, los otros antocianos dan lugar a derivados pirúvicos ó vinil-fórmicos	
- Resto -fenol	
- Resto- flavanol	

Los compuestos sustituidos en las posiciones C4/C5, y por tanto estos derivados, presentan un desplazado hipsocrómico respecto al antociano originario. Además son total o parcialmente resistentes a la decoloración por SO₂ y son más estables al pH.

Una reacción similar puede darse con los vinil-fenoles (4-vinilfenol y el 4-vinilguayacol) presentes en los vinos por descarboxilación de los ácidos fenólicos ferúlico y cinámico, ó con los vinil-flavanoles, formados por hidrólisis de

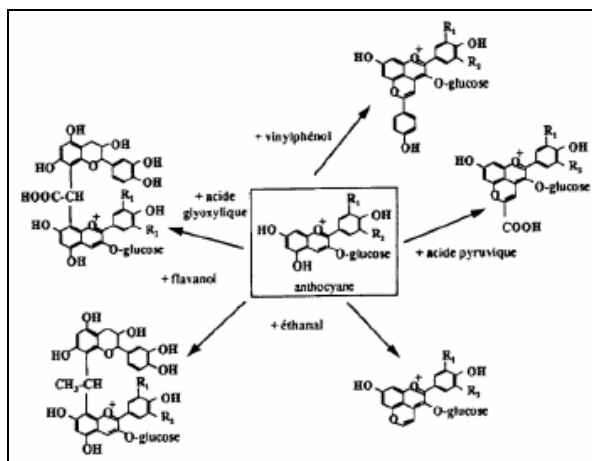
condensaciones interflavánicas mediadas por acetaldehído.

Por último cabe señalar que los pigmentos resultantes de las reacciones de cicloadición pueden interactuar a su vez con otros compuestos condensándose con ellos para dar nuevos compuestos, generalmente también coloreados y estables. Es el caso de la condensación de los derivados pirúvicos con los derivados vinilflavánicos, denominadas portisinas, y que exhiben características espectroscópicas asociadas con el color azul (max 575 nm) y que son muy estables.

Todos estos compuestos se analizan de forma individual, y no por grupos, y las metodologías son complejas, sobre todo en lo que se refiere a la preparación de la muestra.

Los resultados expuestos reflejan la complejidad de la "química" del color de los vinos, y de la amplitud de compuestos que contribuyen al mismo, poniendo claramente de manifiesto la correlación entre la composición fenólica de los vinos y su color. La figura 12 muestra de modo resumido algunas de las reacciones citadas, las cuales coexisten y se dan paulatinamente durante la elaboración de los vinos.

Figura 12. Formación de "nuevos pigmentos". Tomado de Cheyner et al. 1997



Además de lo expuesto, muchos trabajos publicados establecen relaciones entre la dotación fenólica y la cromaticidad de los vinos, algunas de las cuales se exponen a continuación:

- En general, cuanto mayor es el contenido fenólico global de un vino, mayor es su

intensidad cromática, y suele coincidir con las mayores cargas antocianicas.

- Los vinos más ricos en sustratos orto-fenólicos se oxidan antes, aumentando su tonalidad, y apareciendo más rápidamente los tonos pajizos, marrones o pardos, en los vinos blancos, y los anaranjados y tejas en los vinos rosados y tintos, respectivamente.
- A mayor presencia de pigmentos derivados mayor estabilidad del color, la intensidad se mantiene más estable, hay mayor permanencia de los tonos púrpuras, y la tonalidad y componente amarilla crecen más lentamente.

Otras características de la apariencia de los vinos también dependen claramente de los compuestos fenólicos presentes en los mismos. Entre ellas, turbidez y transparencia, se ven fuertemente influenciadas por la carga fenólica. La turbidez, relacionada con la cantidad de luz que se difunde en el seno del producto, es una característica antagónica a la transparencia, relacionada con la energía que atraviesa un objeto, ya que si la luz se difunde no atraviesa, y el cuerpo se ve turbio y no transparente.

La turbidez se correlaciona con las partículas en suspensión, que en los vinos pueden ser de origen microbiológico ó químico. Algunos fenoles, sobre todo los oligómeros y polímeros contribuyen directamente a la turbidez química, por su naturaleza coloidal, pero también tienen un efecto indirecto. Los fenoles que se condensan con proteínas, polisacáridos, etc., aumentan la turbidez del medio hasta que no alcanzan un peso molecular excesivo, momento en el que precipitan. En general, la condensación con proteínas conduce rápidamente a polímeros de elevado peso molecular que precipitan facilitando su eliminación antes del proceso de embotellado. Por el contrario, los polímeros fenólicos se forman más lentamente y se seguirán formando incluso con posterioridad al embotellado, esto implica que pueda aparecer turbidez en la botella. Debe tenerse en cuenta que ciertos polímeros fenólicos

se comportan como coloides estables hasta pesos moleculares elevados.

Razones similares determinan su relación con el brillo, valor de la relación entre la luz incidente y la reflejada, y la luminosidad ó saturación, que es el porcentaje de luz reflejada, ó lo que es lo mismo el brillo expresado en porcentaje, es decir es un valor constante e independiente de la intensidad lumínica recibida, al contrario que el brillo que se modifica notablemente al hacerlo la intensidad de luz recibida. Claramente los vinos con menor contenido fenólico serán más brillantes y luminosos porque hay menor cantidad de sustancias que puedan absorber la luz recibida.

Es importante considerar que estas repercusiones sobre la turbidez y la luminosidad, hacen que aumente la valoración, tanto instrumental como sensorial, de la intensidad cromática, de la "capa" y del grado de "cubierto" de los vinos, haciendo que los vinos sean valorados como más oscuros.

La segunda sensación en cronología es la olfativa. La contribución de los fenoles al aroma se debe esencialmente a los fenoles volátiles cuyos orígenes y contribuciones se abordan en otros capítulos, y por tanto se no se tratarán en éste.

En lo referente a la sensación gustativa, los fenoles se relacionan con la sensación sávida, esencialmente con el amargor, y con las sensaciones trigeminales ó quimestésicas, esencialmente con la astringencia. Ambas sensaciones bucales se asocian a compuestos fenólicos de naturaleza diversa con actuaciones diferentes sobre las células bucales.

La astringencia de las sustancias tánicas es conocida desde antiguo y se atribuye a su capacidad para desnaturalizar las proteínas, que produce la sequedad de la boca al desnaturalizar las proteínas de la saliva y de las glándulas salivales, dejando momentáneamente la boca sin fluido que la lubrique. Por otra parte, el amargo se correlaciona con la capacidad de interactuar con los fosfolípidos de las membranas celulares de las papilas gustativas.

Diversos estudios ponen de manifiesto que la astringencia de los vinos está relacionada con la presencia de sustancias fenólicas, entre las que destacan los flavonoides, y especialmente los derivados de flavan-3-ol (taninos condensados), aunque también se ha descrito que los taninos

hidrolizables (galotaninos) contribuyen a esta sensación, así como también lo hacen otros fenoles mas sencillos como el ácido gálico. El grado de polimerización y el número de unidades gálicas condiciona notablemente la capacidad astringente y de condensación con las proteínas. Así, se ha descrito que la capacidad de interactuar con las proteínas salivares ricas en prolina aumenta con el grado de polimerización de las proantocianidinas, al menos hasta pesos moleculares medios-altos (4500 Da), mientras que con las α -amilasas aumenta hasta 3400 y luego decrece. Algo similar ocurre con los galotaninos. Por tanto se puede decir que en general, el grado de astringencia aumenta con el grado de polimerización hasta unidades de peso molecular medio. Sin embargo esto también dependerá del tipo de polimerización que haya sufrido el tanino, si está ha sido lineal, predominante en ausencia de oxígeno y temperaturas mas altas, la astringencia se mantiene hasta alcanzar pesos moleculares mayores, porque al ser ordenada la proliferación molecular, la interacción con la proteína no queda impedida. Por el contrario, si la polimerización es cruzada, lo que se favorece en presencia de oxígeno y temperaturas moderadas, los polímeros son voluminosos y encuentran dificultades estéricas para condensar con la proteína desapareciendo la astringencia más rápidamente, y a menor peso molecular. Además, los polímeros contribuyen al cuerpo potenciando la sensación de volumen en boca. En este tipo de reacciones se basa el efecto positivo de la aplicación de la microoxigenación sobre la estructura de los vinos. (Dado que hay un capítulo de este volumen dedicado a esta técnica no se harán comentarios más extensos al respecto).

La capacidad de los taninos para combinarse con las proteínas (gelatina por ejemplo) hace que los vinos tratados con estos clarificantes se muestren menos astringentes ya que una cantidad significativa de taninos es eliminada durante la clarificación.

La isomería también juega un papel importante sobre la astringencia. Se ha descrito que la catequina es más tánica que la epicatequina, y que los dímeros C4-C8 Cat-Cat son menos astringente que los C4-C6, o que los C6-C8 Cat-Epi. Por otra parte, la esterificación con grupos galoil también aumenta el potencial tánico.

Otros compuestos fenólicos como los antocianos han mostrado cierto potencial tánico,

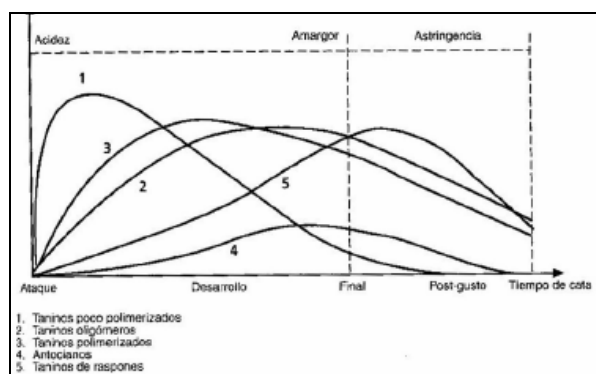
pero mucho menor que el de las proantocianidinas.

Respecto al amargo, son varios los fenoles que pueden producir esta sensación, aunque de nuevo son las catequinas las más estudiadas habiéndose detectado que los monómeros son más amargos que astringentes, mientras que los trómeros son al revés, poco amargos y bastante astringentes. De nuevo el tipo de unión entre las unidades afecta al grado de amargor, C4-C6 son más amargas que C6-C8, y también se observa el efecto de la isomería, siendo la epicatequina significativamente más amarga que catequina.

Los taninos de peso molecular mayor son poco o nada amargos, y los antocianos tampoco han mostrado producir esta sensación ni incentivarla.

Algunos autores atribuyen ciertas notas ácidas a los taninos, que nuevo dependerían del grado de polimerización (figura 13).

Figura 13. Sensaciones ácida, amarga y astringente de los taninos según Glories



Tanto el amargo global como la sensación de astringencia final dependen de la presencia de otras sustancias que puedan enmascararlas, como los azúcares. Algunos estudios indican que es el cambio de viscosidad inducido por la presencia de azúcares lo que modifica la sensación de astringencia más que el aumento de dulzor. La incidencia del alcohol no parece tener un efecto ni sinérgico ni antagónico importante, y el efecto de los ácidos como el cítrico es contradictorio según los trabajos publicados ya que mientras que unos muestran no encontrar diferencias otros señalan un efecto sinérgico.

Debe señalarse que si existe coincidencia en el hecho de que el pH del medio afecta a la percepción de la astringencia que se intensifica a pH más ácidos. Por otra parte, a temperaturas más bajas la percepción de la astringencia se

disminuye, pero con un efecto menos significativo que el que produce la modificación del pH.

Respecto al amargor, el alcohol intensifica la duración y persistencia de la sensación, y sin embargo el pH parece modificar poco la sensación amarga de los vinos. La presencia de azúcares y otras sustancias dulces amortigua el amargo significativamente.

Por último, debe considerarse que la contribución de los fenoles a la sensación de amargor y de astringencia del vino aumenta considerablemente la persistencia de la sensación bucal, y contribuye, como se ha indicado previamente, al "cuerpo" del vino confiriéndole estructura y "presencia".

El equilibrio y redondez de los vinos queda asociado también a los fenoles precisamente por esta contribución a la astringencia que deberá alcanzar su justo equilibrio con la acidez, el grado alcohólico, la suavidad de la glicerina, etc. No debe olvidarse que no todos los "taninos" producen sensaciones astringentes iguales, así de cara a la calidad se buscan taninos "dulces" astringentes pero no ásperos y carentes de notas verdes (herbáceas) desagradables.

UBICACIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS EN LAS UVAS Y SU TRANSFERENCIA AL VINO

Los compuestos fenólicos de las uvas se localizan principalmente en las partes sólidas. La parte herbácea de los racimos, los raspones, son ricos en compuestos fenólicos astringentes y herbáceos poco agradables y en general poco convenientes para el proceso de vinificación. La mayor riqueza de compuestos fenólicos en la baya se encuentra en el hollejo, sobre todo de uvas tintas, y en las pepitas, siendo los niveles de las pulpas bajos y específicos.

Es importante tener en cuenta que los taninos presentes en el hollejo y en las pepitas difieren en grados de polimerización, que en general son mayores en el hollejo, y el grado de galoilización, que es mayor en las pepitas. Recuérdese que ambos parámetros son esenciales para determinar la astringencia de estos taninos y su capacidad de reacción.

Por otra parte, entre los principales fenoles presentes en la pulpa destacan los ésteres tartáricos de los ácidos cinámico, cafeico y ferúlico, sustratos muy reactivos ante las reacciones de pardeamiento, y a los que habrá

que prestar especial atención para evitar las mismas.

No se debe olvidar tampoco que son numerosos los factores que influyen en la composición fenólica de la uva comprendiendo factores extrínsecos a la viña (edafoclimáticos y culturales) y los intrínsecos (varietales, sanitarios, maduración, etc.).

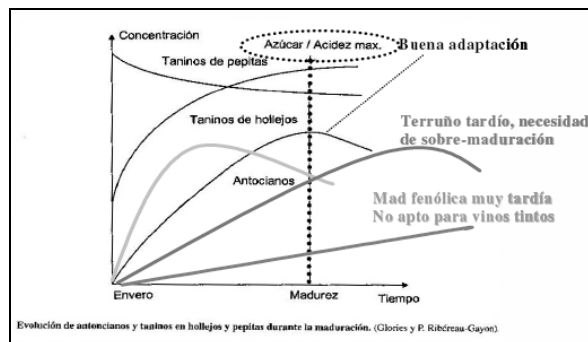
Teniendo en cuenta que el contenido fenólico del vino tiene su origen en el contenido fenólico de la uva, todos los factores que determinan la composición fenólica de la uva inciden directamente en la composición fenólica de los vinos, pero además en el caso de los vinos, hay que considerar todos los aspectos enológicos (de transformación de la uva en vino) que también tendrán una clara repercusión en la composición final.

La comparación de la composición fenólica de la uva y del vino muestra que además de los compuestos procedentes de la baya aparecen en el vino otros fenoles. Algunos son productos resultantes de las etapas fermentativas, pero otros son el resultado de la evolución de los polifenoles procedentes de la baya, que variará con las condiciones del medio, y además, en los vinos que han sido envejecidos en barrica, aparecen compuestos extraídos de la madera.

La extracción de compuestos fenólicos comienza cuando la uva se rompe, por tanto en condiciones idóneas no se produce hasta el estrujado de la uva, y se prolonga hasta que las partes sólidas y el líquido dejan de estar en contacto, es decir hasta el escurrido y/o prensado de los mostos ó vinos, según el caso. Una vez rota la uva, la extracción depende de numerosos factores, unos intrínsecos a la materia prima, la uva, y otros tecnológicos, del proceso de elaboración.

Un control total del proceso extractivo es difícil pero cada día se tiende más a intentarlo. Se parte de intentar fijar el momento de vendimia en el óptimo para cada vino (figura 14) y de que las vendimias lleguen lo más enteras, sanas y "frías" posible a las bodegas.

Figura 14. Correlación maduración fenólica y adaptación al tipo vino



El desarrollo de la maduración induce claros cambios en la composición fenólica importantes para la calidad del vino final, pero también induce cambios importantes en las estructuras de los tejidos que modularán la capacidad de extracción del medio.

Una vez la uva en la bodega, en las primeras fases pre-fermentativas, el paso de los fenoles de las uvas al mosto depende esencialmente del tiempo de contacto, de la temperatura y de la presencia de agentes que aumenten la solubilidad como el sulfuroso ó que favorezcan la extracción como la adición de enzimas extractoras ó clarificantes. Cuanto más intenso haya sido el estrujado y despalillado se habrá producido mayor ruptura de tejidos y la extracción será más intensa, aunque un dilacerado excesivo del hollejo nunca es positivo.

La transferencia de compuestos fenólicos en la elaboración de vinos rosados debe controlarse en esta fase, ya que la fermentación será en ausencia de partes sólidas y lo que no se extraiga previamente a la separación de éstas, no podrá extraerse con posterioridad. Por ello, es frecuente en estos vinos recurrir a la maceración pre-fermentativa controlada, en la que además se consiguen extraer precursores aromáticos. La maceración en frío y el uso de enzimas, son algunas de las prácticas más empeladas; y más recientemente la crio-maceración y la "flash-detente" para aumentar la extracción por la ruptura de los tejidos producida por la temperatura, combinada con cambios de presión en el segundo caso.

En general, en el caso de vinos blancos, también se controla la cesión, pero en este caso para evitar que se produzca y así reducir la carga fenólica y el riesgo de pardeamiento. Se trabaja en frío, se separan rápidamente partes sólidas y líquidas, incluso no se despalilla, y el sulfuroso rara vez se añade en presencia de los sólidos. Además, incluso se recurre a clarificaciones enérgicas y eliminación por per-oxidación.

Centrándose en la vinificación en tinto, tras el encubado, de nuevo el contenido de SO_2 , la temperatura, la cinética de la fermentación y por tanto el ritmo con que va aumentando el porcentaje de etanol y la homogeneización de la masa de vendimia pueden ser los factores que más condicionan la transferencia de fenoles desde la uva al vino. Se considera que la tasa media de paso de polifenoles totales en los vinos tintos se sitúa entorno al 60%. Los antocianos se extraen en poco tiempo, alcanzando rápidamente su concentración máxima, y a partir de 4-5 días se "pierden" parcialmente al transformarse en otros compuestos por reacciones de condensación, copigmentación, etc., y por su adsorción a las paredes celulares de las levaduras. Por el contrario, los taninos son extraídos con un tiempo de latencia, aumentando su concentración progresivamente con el tiempo de contacto y el aumento del grado alcohólico. Los taninos no galoilados (del hollejo) difunden más rápidamente que los galoilados (de las pepitas) y el grado de polimerización medio de los taninos presentes aumenta con el tiempo de maceración.

Así, todas las prácticas enológicas que favorezcan el contacto líquido sólido (bazuqueos, remontados, delestaje, autovinificadores, etc.), que aumenten el rendimiento alcohólico, ó que rompan las estructuras de los tejidos vegetales (enzimas, criomaceración, etc.) favorecerán la transferencia de compuestos. Por otra parte, es interesante minimizar las pérdidas, seleccionar levaduras con poca retención de fenoles, estabilizar fenoles para que no precipiten o se oxiden, etc. Es precisamente en la fase de estabilización donde más incide la práctica de la microoxigenación que busca la formación inicial de copigmentos estables, y posteriormente de su transformación en nuevos pigmentos mucho más estables que los antocianos libres, como ya se expuso. No debe olvidarse que muchas de las reacciones de transformación de los fenoles descritas previamente (esencialmente de los taninos y antocianos) comienzan a darse en la fase fermentativa. Al respecto, conviene tener en mente que debe hacerse una distinción entre los vinos con altos niveles de copigmentación (con altos niveles de cofactores críticos) y vinos con un alto contenido de polifenoles totales o taninos. Los vinos elaborados con una sobre-extracción, en términos de fenoles totales o taninos, normalmente no tienen una copigmentación fuerte, y por tanto no presentan un color estable en el tiempo. Esto se debe a que los cofactores se

extraen mediante un equilibrio. Según (Boulton, 2001), los cientos de vinos estudiados hasta la fecha demuestran que extracciones más largas no conducen necesariamente a vinos con mayores concentraciones de cofactores, y con mayor capacidad de sintetizar nuevos pigmentos. Por otra parte, se ha señalado que el empleo de ciertas enzimas extractoras tiene un efecto equivalente en la extracción de pigmentos y cofactores favoreciendo la formación de "nuevos pigmentos" (Revilla y González-SanJosé, 2001)

Tras el descube, se acaban los procesos de transferencia de la uva al vino. Salvo la acción en las prensas, que fuerza la extracción de los componentes retenidos en las partes sólidas, el resto de fenómenos son transformaciones por reacciones de unos compuestos con otros, ó pérdidas por precipitación, arrastre por clarificantes, etc., y por tanto habrá que controlar que acciones se producen para no eliminar los efectos positivos, perseguidos y conseguidos, en la fase fermentativa.

Por último, y aunque no es transferencia desde la uva, debe tenerse en cuenta que durante la crianza en madera el vino recibe un nuevo aporte de fenoles, aquellos que son extraídos desde la madera, y que juegan un importante papel en la características finales de los vinos. Además, la crianza en bodega se caracteriza por una penetración lenta y continua del oxígeno que permite una transformación de los polifenoles del vino favorable a la estabilización del color.

Los vinos criados en bodega presentan contenidos mayores de ácidos y aldehídos aromáticos, tales como los ácidos p-hidroxibenzoico, vainillínico y siringico, así como eugenol, vainillina y siringaldehído, que aportan algunas de las notas típicas de la crianza en madera. Además hay un claro aporte de ácido gálico, que llega a representar el 7% de los compuestos no flavonoideos presentes en los vinos blancos madurados en bodega.

Otro grupo de compuestos extraíbles de la madera son los taninos, los condensados modularán directamente la tanicidad del vino, y los elagiotaninos modifican el potencial redox contribuyendo así a modular todas las reacciones típicas de la crianza oxidativa. Así, entre los efectos atribuidos a los elagiotaninos esté el facilitar la formación de combinaciones tanino-antociano contribuyendo a la estabilización del color.

Por último no se deben olvidar aquellos fenoles, que desafortunadamente, pueden contaminar el

vino proviniendo de barricas infectadas con microorganismos alterantes, ó incluso desde los tapones (derivados del anisol). La única forma de evitar la transferencia de estos compuestos al vino es evitar su presencia en bodega, con un buen control de los materiales (barricas y tapones) y con buenas prácticas higiénicas en la bodega.

fenólicas de vinos tintos de las D.O. de Castilla y León. 19ª Reunión del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. Leiro. pp 135-139.

Vivar-Quintana, A.M.; Santos-Buelga, C.; Rivas-Gonzalo, J.C. (2002). Anthocyanin-derived pigments and colour of red wines. *Anal Chim Acta.* **458**: 147-155.

BIBLIOGRAFÍA

Boulton, R. (2001). The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: a critical review. *Am. J. Enol. Vitic.* **52**: 67-87.

Cheyrier, V.; Doco, T.; Fulcrand, H.; Guyot, S.; Le Roux, E.; Souquet, J.M.; Rigaud, J.; Moutounet, M. (1997a). ESI-MS analysis of polyphenolic oligomers and polymers. *Analysis.* **25**: M32-M37.

Cheyrier V., Moutounet, M y Sarni-Manchado P. 2000. Los compuestos fenólicos. En “*Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos.*”. Flanzky C. Ed. AMV y Mundiprensa, Madrid. González-San José, M.L.; Rivero Pérez, M^a D.; Fernández, J.A.; González Huerta, C., Herrera, P.; Ortega-Heras, M.; Pérez-Magariño, S, Sánchez-Iglesias, M. (2005).

Modificaciones de las características sensoriales de vinos tintos de Castilla y León tras la aplicación controlada de oxígeno. Actas de las VIII Jornadas de los Grupos de Investigación Enológica. Palencia. pp 71-73.

González San José ML. 2005. Los taninos del vino. En “Ponencias del IV cursod e Verano Viticultura y Enología en la DO Ribera del Duero”. Ed. Consejo regulador de la Ribera del Duero. Pp 63-77.

Hidalgo Togores, J. 2002. Tratado de Enología. Tomos I y II. Ed. MundiPrensa, Madrid

Mazza, G., Fukumoto L., Delaquis, B., Girad B. Y Ewert B. 1999. Anthocyanins, phenolics, and color of Caberner Franc, Merlot, and Pinot Noir wines from British Columbia. *J. Agric. Food Chem*, **47**, 4009-17

Monagas, M.; Bartolomé, B.; Gómez-Cordovés, C. (2005). Updated Knowledge About the Presence of Phenolic Compounds in Wine. *Critical Review in Food Sci and Nutr*, **45**: 85-118.

Revilla I y M.L. González-Sanjosé. 2001. Evolution during the storage of red wines treated with pectolytic enzymes: new anthocyanin pigment formation. *J. Wine Res.* **12**(3), 183-197.

Revilla, I.; González-San José, M.L. (2003). Addition of pectolytic enzymes: an enological practice which improves the chromaticity and stability of red wines. *Int J Food Sci Tech.* **38**: 29-36.

Sánchez-Iglesias, M.; Pérez-Magariño, S.; Ortega-Heras, M.; Herrera, P.; González-Huerta, C.; González-San José, M.L. (2004). Efecto de la microoxigenación en el color y familias

LA FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA: OBJETIVOS Y VARIABLES DE CONTROL

Antonio Palacios**; Sibylle Krieger*; Carlos Suárez**; Jose María Heras**;
Lallemand Alemania*; Lallemand Península Ibérica**;

La fermentación maloláctica se produce en el vino como resultado de la actividad metabólica de ciertas cepas de bacterias lácticas bien adaptadas.

La reducción de la acidez del vino y la modificación de su sabor, que se producen por esta fermentación bacteriana, se suelen considerar beneficiosas para el vino. La ventaja de la inducción de la fermentación maloláctica (FML) por inoculación de cepas seleccionadas de bacterias lácticas es doble; en primer lugar, mejora el control del tiempo y la velocidad de la conversión del ácido málico y, en segundo lugar, ejerce una influencia positiva en el sabor y la calidad del vino.

Los estudios sensoriales demuestran que los compuestos de sabor producidos por las bacterias del ácido láctico provocan cambios reconocibles en las características de sabor del vino (1). Varios estudios prueban que distintas cepas de bacterias malolácticas tienen distintos efectos sensoriales en el vino (1,2,3,4,5), pero la influencia de la programación temporal de la incorporación de las bacterias, así como el nivel de inoculación, no se terminan de comprender del todo.

INOCULACIÓN SIMULTÁNEA DE LEVADURAS Y BACTERIAS

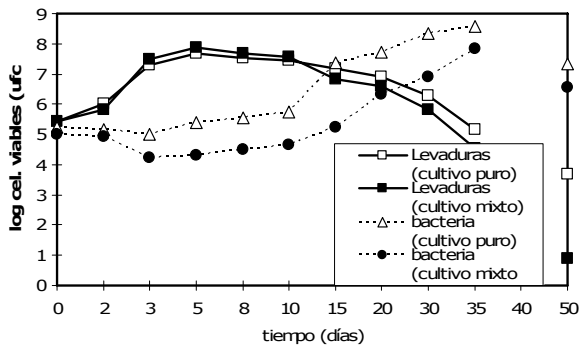
En Burdeos, Francia, se recomienda la inoculación de bacterias malolácticas (BML) una vez completada la fermentación alcohólica para evitar la posible producción de ácido acético y ácido D-láctico, una situación que se denomina "picado láctico" (6). La FML que se produce durante la fermentación alcohólica (FA) podría ocasionar una parada de dicha fermentación. La experiencia en EE.UU. no ha confirmado las conclusiones francesas de una mayor producción de ácido acético, antagonismo de las levaduras o paradas de la FA cuando se detecta un prematuro crecimiento de las bacterias lácticas. La inoculación de BML con la levadura se ha

propuesto con la idea de posibilitar a las bacterias para crecer y aclimatarse mejor en ausencia de etanol. Las bacterias no se resentirán por el déficit de nutrientes ni estarán expuestas a los efectos tóxicos del etanol en estas circunstancias. Beelman y Kunkee (7) demostraron que la FML en presencia de azúcares fermentables no implica necesariamente la producción de cantidades excesivas de ácido acético por las bacterias en la medida en que la fermentación de las levaduras se inicie inmediatamente y se complete (1).

Por el contrario, King y Beelman (8) sugirieron que el crecimiento de PSU-1 *Oenococcus oeni* (antes *Leuconostoc oenos*) durante la FA en un sistema de mosto modelo podría verse retrasado por la producción de compuestos tóxicos derivados de las levaduras distintos del etanol y el dióxido de azufre. Cuando compararon las curvas de crecimiento bacteriano en cultivos puros y en cultivos mixtos con levaduras, encontraron que la presencia de levaduras de crecimiento rápido era antagonista del desarrollo bacteriano (Figura 1). Atribuyeron la inhibición del crecimiento bacteriano a la presencia de metabolitos de levaduras y/o la eliminación por parte de las levaduras de sustancias importantes para la nutrición bacteriana.

Los datos de la Figura 1 demuestran que el momento de la transición de las bacterias desde la fase de latencia hasta la fase logarítmica del crecimiento en cultivos mixtos con levaduras, coincide con la fase de muerte del ciclo de crecimiento de las levaduras. Este fenómeno puede resultar de la reaparición de nutrientes bacterianos esenciales al sistema como consecuencia de la muerte de las levaduras y la autólisis. Al comparar las curvas de crecimiento de las levaduras en cultivos puros y mixtos, pudieron demostrar que el crecimiento de las levaduras a lo largo de la fase estacionaria no se veía afectado por la presencia de bacterias. Sin embargo, se observó una tasa de muerte acelerada de las levaduras en los cultivos mixtos cuando se producía un rápido crecimiento bacteriano.

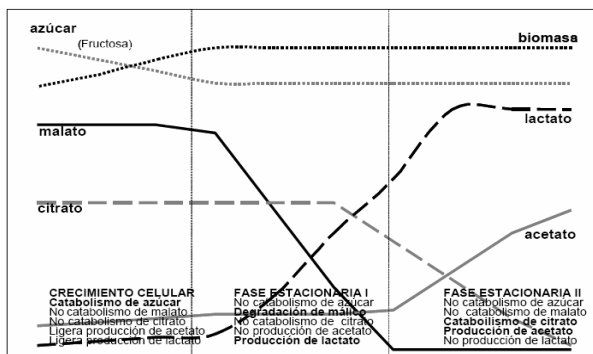
Figura 1. Crecimiento de las levaduras del vino y de las bacterias en cultivos puros y mixtos.



PRODUCCIÓN DE ACIDEZ VOLÁTIL

Un crecimiento potente bacteriano puede inhibir el crecimiento de las levaduras y esto provocará posteriormente la producción de cantidades excesivas de acidez volátil (9). En la Figura 2, Radler (22) señaló un consumo de azúcares de 0,2-2g durante el crecimiento en las tres fases que se muestran a continuación. Durante el crecimiento en la Fase I, pueden producirse pequeñas cantidades de ácido acético y ácido D-láctico. Cuando los recuentos de células superan los 5×10^6 ufc/ml en la Fase II, comienza la degradación del ácido málico, pero no se produce ácido acético durante la degradación del ácido málico. La Fase III se caracteriza por la degradación del ácido cítrico y los azúcares, acompañada de un aumento del ácido acético. Sin embargo, las bacterias empezarán a consumir azúcares sólo cuando se complete la degradación de los ácidos orgánicos. El ácido málico será el primero en consumirse, y le seguirán el ácido cítrico, fumárico y otros (10). La degradación de los azúcares en este punto dará lugar a un importante aumento de la acidez volátil.

Figura 2. Metabolismo de los azúcares y los ácidos orgánicos durante la FML en el vino



Los experimentos desarrollados por el grupo de investigación de Lallemand confirmaron que no se producirá ácido acético durante el crecimiento de las BML y la FML activa. En esos experimentos, se observó producción de ácido acético sólo cuando se había degradado la mitad del ácido málico y las bacterias habían empezado a consumir ácido cítrico. Las pruebas desarrolladas con inoculación simultánea de bacterias y levaduras frente a la inoculación bacteriana una vez completada la FA, no mostraron ninguna diferencia en la concentración final de ácido acético, sino una relación directa con la degradación del ácido cítrico y se probó un aumento de la concentración de ácido acético (11). En función de la disponibilidad de oxígeno y el potencial de oxidación-reducción del medio, el ácido cítrico puede utilizarse como aceptor de electrones, lo que resultará en producción de ácido acético, o puede degradarse en diacetilo. La posterior reducción del diacetilo en acetoina y 2,3-butanodiol también depende del potencial de oxidación-reducción del vino. El diacetilo se considera como un importante compuesto del sabor y en concentraciones entre 0,02 y 2 mg/l puede conferir al vino un aroma a mantequilla muy distintivo. El umbral olfativo de la acetoina y el 2,3-butanodiol es muy superior a las concentraciones en las que se encuentra normalmente en el vino. Por tanto, no contribuyen al aroma del vino. Se precisan estudios adicionales para definir de forma más precisa el efecto del oxígeno y el potencial de oxidación-reducción y las concentraciones finales de diacetilo y ácido acético en el vino. La FML en presencia de lías siempre dará lugar a unos niveles de diacetilo menores, ya que la potencia reductiva de las levaduras viables convertirá el diacetilo en compuestos con menos sabor. Por tanto, la coinoculación del vino con levaduras y bacterias dará lugar a menos aromas lácticos y de mantequilla, lo que generará un estilo de vino más afrutado.

Lallemand, en colaboración con la Universidad Massey de Nueva Zelanda, produjo vino utilizando una cepa de levadura y dos cepas de bacterias malolácticas. Para cada combinación de levadura/bacteria, las bacterias malolácticas se inocularon bien junto con la levadura (FA/FML simultánea) o bien una vez completada la fermentación alcohólica (FA/FML secuencial). El vino se produjo con uvas Chardonnay de un viñedo comercial en la zona de Fernhill de la

región neocelandesa de Hawke's Bay. Las frutas se prensaron, no se añadió SO_2 y el mosto se estabilizó en frío a 4°C durante 24 horas, momento en el que se añadieron 300 mg/l de fosfato de diamonio. Las vinificaciones se llevaron a cabo por triplicado en damajuanas de 25 litros y el análisis inicial del mosto fue como sigue: - $20,7^\circ\text{B}$, pH 3,28 y 10 g/l de acidez total medida en ácido tartárico. Los resultados que se presentan en la Tabla 1 demuestran que la FA/FML secuencial siempre dio lugar a una FML prolongada en comparación con la FA/FML simultánea.

Tabla 1. Retraso de la FML frente a la secuencia de inoculación

	FA/FML simultánea	FA/FML secuencial
Cultivo de iniciación ML Lalvin EQ54	26 días	74 días (con ácido málico residual)
Cultivo de iniciación ML Uvaferm Alpha	19,5 días	68 días

El ácido málico, en una concentración inicial de 5 g/l, se degradó aproximadamente en 3 semanas, que es un período idéntico al necesario para la conversión del azúcar en alcohol durante la FA/FML simultánea. Cuando se inocularon BML después de la fermentación alcohólica, la FML resultó difícil y duró bastante más tiempo. El tratamiento secuencial utilizando el cultivo de inoculación bacteriano A dio lugar a una fermentación maloláctica incompleta, y persistieron dejaron sin fermentar 100 mg/l de ácido málico en el vino (Tabla 1).

En las primeras dos semanas del experimento, no se apreciaron diferencias significativas en la degradación de la glucosa y la fructosa al comparar las inoculaciones de FA/FML simultáneas y secuenciales. Sin embargo, 20 días después de completarse la FA/FML simultánea, tanto la glucosa como la fructosa eran indetectables en el protocolo de coinoculación, mientras que la glucosa y la fructosa persistían en una concentración combinada de 700 mg/L en las inoculaciones secuenciales. Puesto que la glucosa y la fructosa pueden actuar con fuentes de carbono y energía para muchos microorganismos, la ausencia total de estos dos azúcares aumentará la estabilidad microbiológica.

La degradación del ácido cítrico fue diferente en los tratamientos con inoculaciones de FA/FML simultáneas o secuenciales. En los tratamientos simultáneos, el ácido cítrico se degradó más rápidamente y se produjo un poco más de ácido acético. Sin embargo, las diferencias en las concentraciones finales de ácido acético fueron pequeñas y estadísticamente significativas.

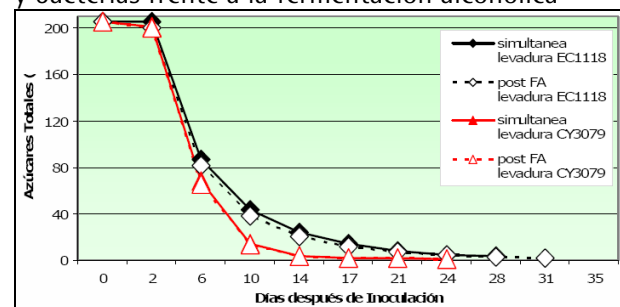
Tabla 2. Producción de ácido acético (g/L) frente al protocolo de inoculación

	FA/FML simultánea	FA/FML secuencial
Cultivo de iniciación ML Lalvin EQ54	0,195	0,147
Cultivo de iniciación ML Uvaferm Alpha	0,187	0,168

La evaluación sensorial de los vinos producidos en este experimento demostró que existían diferencias entre los vinos producidos utilizando las distintas fases de inoculación, pero pocas o ninguna de estas diferencias eran atribuibles a la cepa maloláctica utilizada. Los vinos producidos con coinoculación eran más afrutados que los producidos con inoculación simultánea.

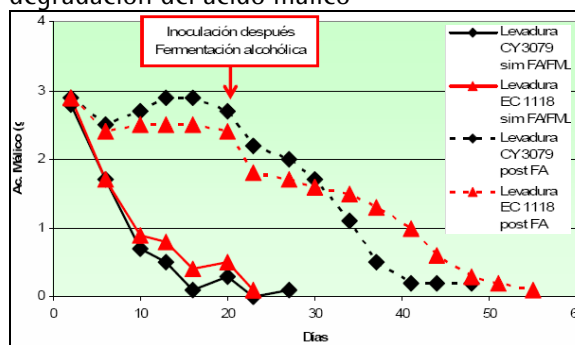
En colaboración con las unidades de investigación alemanas de Neustadt y Trier, Lallemand estudió la inoculación simultánea de las levaduras y las bacterias en vinos Riesling. Este experimento se diseñó para determinar el impacto de la adición simultánea de levaduras (Lalvin EC1118 y Lalvin CY3079) y BML (Uvaferm Beta) en los aromas varietales de las uvas y la producción bacteriana de excesivo ácido acético. Los resultados presentados en la Figura 3 muestran que la inoculación simultánea de levaduras y bacterias no influyó en la fermentación de las levaduras y no se formó ácido acético.

Figura 3. Adición simultánea de levaduras y bacterias frente a la fermentación alcohólica



La temprana inoculación bacteriana dio lugar a una FML mucho más rápida y el ácido málico se degradó en 23 días frente a los más de 50 días necesarios cuando la inoculación se produjo después de la FA (Fig. 4). La programación de la inoculación tuvo un gran impacto en el perfil sensorial del vino. En el caso de la inoculación simultánea, el rápido inicio de la FML permitió la degradación del ácido málico en las condiciones reductoras generadas por las células de levaduras que todavía estaban activas. En el experimento de coinoculación, este entorno reductor evitó la formación de aromas de mantequilla o lácticos, y el vino conservó los sabores y aromas típicos de las uvas Riesling. Los vinos inoculados después de la FA mostraban los sabores de mantequilla y frutos secos típicos de la fermentación maloláctica y faltaban los sabores y aromas de las uvas Riesling.

Figura 4. Momento de inoculación frente a la degradación del ácido málico



Estos resultados demuestran que la inducción simultánea de la FA/FML genera unos vinos que completan la FML antes. Los vinos producidos de esta forma son más estables desde el punto de visto microbiológico, ya que el dióxido de azufre puede añadirse antes en el vino y los azúcares glucosa y fructosa no estarán presentes. La técnica de la inducción simultánea de la FA y la FML en mostos blancos con un pH bajo ha dado unos resultados muy satisfactorios.

Recientemente, la literatura francesa ha mencionado la posibilidad de realizar una inoculación simultánea (12) de levaduras y bacterias en mostos. Se ha utilizado una variante de esta técnica en la región de Champagne para la aclimatación de los cultivos de bacterias malolácticas "estándar" durante las fases iniciales del proceso de "pie de cuba". El procedimiento, tal y como se utiliza en esta región, se produce en dos pasos e implica la adición de levaduras para

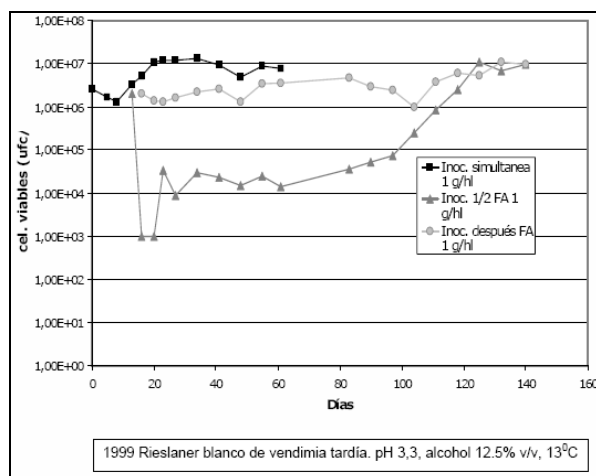
evitar el crecimiento de contaminantes *Lactobacillus* durante la aclimatación de las bacterias malolácticas deseadas. Los cultivos bacterianos empleados en la región de Champagne no se aclimatan durante su fabricación y, por tanto, no resultan adecuados para su inoculación directa en el vino. Durante el proceso de aclimatación en dos pasos, el paso 1 de reactivación va seguido del paso 2 de "pie de cuba maloláctico" en el que las BML se aclimatan lentamente a las duras condiciones del vino.

El procedimiento "pie de cuba maloláctico" sólo resultó difícil y largo, pero el primer paso tuvo que realizarse en el laboratorio. En 1993, Michel Valade et al. (13) propusieron un protocolo más sencillo para la reactivación bacteriana. Adaptaron las bacterias a concentraciones crecientes de etanol haciéndolas crecer en mosto diluido suplementado con nutrientes de BML y levaduras secas activas, controlando al mismo tiempo el pH entre 3,2 y 3,5. Este procedimiento fue una simplificación muy bien acogida del paso de "pie de cuba maloláctico". Los autores no detectaron una producción excesiva de ácidos acético y láctico ("picado láctico"), pero advirtieron que este procedimiento de reactivación no era comparable a la coinoculación del vino. En la actualidad, los investigadores franceses reconocen las ventajas de la inoculación simultánea de bacterias y levaduras para la producción de vinos "Primeur", diseñados para su consumo dos meses después de la vendimia. Este proceso permite que las BML adquieran tolerancia al alcohol durante la fermentación alcohólica, permitiendo al mismo tiempo que comience la FML durante el último tercio de la FA (14) y que termine rápidamente al final de la FA. El uso de este método promueve la temprana estabilización de los vinos, hace que puedan venderse antes y minimiza la posibilidad de que se desarrollen organismos dañinos como bacterias lácticas y levaduras *Brettanomyces*. Esta técnica, combinada con una satisfactoria nutrición de las levaduras, asegurará una saludable fermentación de las levaduras con una buena cinética y permitirá utilizar una cepa de levadura que soportará la FML. Es esencial controlar el pH del mosto hasta aproximadamente 3,5 ya que, por encima de este valor, los azúcares se degradan más fácilmente. Sin embargo, debe recordarse que *Oenococcus oeni* no degradará los azúcares hasta que no se haya consumido todo el ácido málico.

INOCULACIÓN DE LOS CULTIVOS BACTERIANOS MALOLÁCTICOS DURANTE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

La ventaja de inocular las bacterias durante la FA puede explicarse por el hecho de que, en esta fase, la mayor parte del SO_2 está combinado por compuestos de carbonilo producidos durante el crecimiento de las levaduras y la concentración de alcohol todavía no ha alcanzado niveles tóxicos. Sin embargo, en esta fase pueden encontrarse los niveles más intensos de antagonismo inducido por levaduras por metabolitos como el ácido decanoico (15). Rosi et al (16) demostraron una reducción de la viabilidad bacteriana cuando la inoculación se realizó en el punto medio de la fermentación alcohólica. Atribuyeron este descenso a factores como el agotamiento de los nutrientes, la producción de etanol y una bajada de pH provocada por la producción de ácido. Sus resultados indican además que la inoculación en este punto de la fermentación someterá a las bacterias a un fuerte antagonismo bacteriano que puede resultar insuperable. Las investigaciones de Lallemant confirmaron estas conclusiones, y reforzaron el hecho de que la inoculación en el punto medio de la FA siempre dará lugar a una marcada reducción de la viabilidad y actividad bacteriana (Figura 5).

Figura 5. Supervivencia del cultivo de iniciación Lalvin 31 tras la inoculación en distintas fases de la FA



INOCULACIÓN DE LOS CULTIVOS BACTERIANOS MALOLÁCTICOS DESPUÉS DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

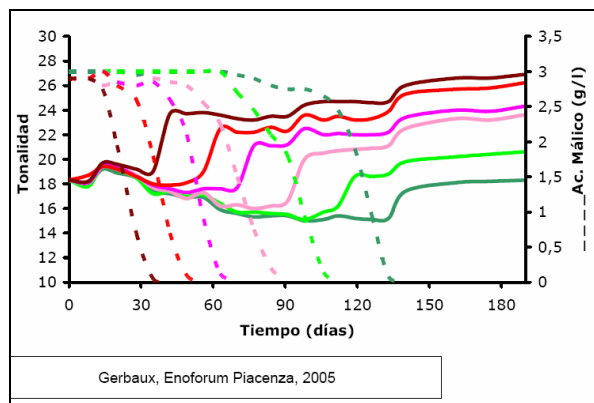
La inoculación al final de la fermentación alcohólica no plantea el riesgo de metabolismo bacteriano heterofermentativo de los azúcares y el consiguiente aumento de la acidez volátil. Este tipo de inoculación retardada evita gran parte de la toxicidad de los ácidos carboxílicos producidos, ya que su concentración se reduce tras la FA (17). Las ventajas de la inoculación al final de la FA también pueden estar vinculadas a la disponibilidad de nutrientes bacterianos que se han producido por la muerte de las levaduras y la posterior autólisis (18). Sin embargo, la exposición a los elevados niveles de etanol presentes en el momento de la inoculación tardía puede dar lugar a un retraso en la FML, especialmente en los vinos producidos en climas cálidos. Normalmente, las bacterias que se añaden después de la FML pueden alcanzar unas concentraciones de células comparables a aquellas alcanzadas cuando se inoculan en el mosto si las condiciones del vino no son limitadoras. En los casos en que existe una limitación de nutrientes (véanse los requisitos nutricionales) o cuando los parámetros químicos del vino son limitantes, la adición de un sistema de nutrientes bacterianos ayudará a la FML. En los casos en los que los niveles de alcohol superan los 15,5% v/v, los cultivos de inoculación bacteriana deben aclimatarse antes de la inoculación en el vino. Pueden encontrarse protocolos de aclimatación especializados en la sección práctica de esta publicación.

INDUCCIÓN RETARDADA DE LA FML

En los últimos 15 años, la calidad de los cultivos bacterianos ha mejorado mucho. Los cultivos de iniciación disponibles para su inoculación directa en el vino son fáciles de manipular y permiten un mejor control a lo largo de la FML. El uso de esta nueva generación de cultivos de iniciación ML permite un inicio más temprano, además de una rápida finalización de la FML. En la región francesa de Borgoña, o en otras regiones vinícolas que producen sobre todo vinos Pinot Noir, un

desarrollo rápido de la FML es contrario a sus técnicas tradicionales de vinificación que se basan en una FML espontánea en la primavera. El creciente uso de cultivos de iniciación de la FML activos para su inoculación directa ha generado una FML más rápida, pero también una importante reducción de la pigmentación. Gerbaux (19) demostró la influencia del inicio rápido y la velocidad de la finalización de la FML en la intensidad del color y la tonalidad de vinos Pinot Noir como se puede ver en la Figura 6.

Figura 6. Influencia de la cinética de la FML en el color de vinos Pinot Noir



Se logró una mayor estabilización del color cuando se cumplían las siguientes condiciones:

Aumento del tiempo entre el descube o la eliminación de las lías fermentativas más gruesas y el comienzo de la FML

Reducción de la velocidad de la FML

Retraso en la adición de SO_2 hasta la finalización de la FML

Como generalidad, todas las técnicas de vinificación que inhiben o retrasan la FML, o sea, mayores niveles de SO_2 , temperaturas inferiores a 10°C o adición de Lisozima en cualquier fase de la producción de vino, ayudarán a estabilizar la pérdida de color en vinos ligeramente pigmentados como el Pinot Noir o el Sangiovese.

Los consumidores de vino de todo el mundo demandan vinos con un color estable y esto ha dado lugar a un creciente uso de la técnica de microoxigenación en la vinificación. La microoxigenación provoca la formación de pequeñas cantidades de etanal (acetaldehído) que mejoran la polimerización de los polifenoles, lo

que genera una estabilización del color. Así pues, una vez completada la microoxigenación, el color del vino tinto se estabiliza y esto minimiza la pérdida de color atribuida a la FML. Se sabe que la microoxigenación retrasa el inicio de la FML, lo que implica que la inoculación de bacterias malolácticas debería intentarse únicamente una vez que haya finalizado la microoxigenación. La bacteria maloláctica *Oenococcus oeni* consumirá el acetaldehído, lo que hace posible la depuración de cantidades residuales de este compuesto en el vino. Por tanto, la inducción de la FML después de la microoxigenación tendrá la ventaja adicional de reducir los niveles de acetaldehído.

Cuando se emplea la microoxigenación en climas cálidos para producir vinos tintos con unos elevados niveles de pH, se recomienda una inducción retrasada de la FML. Para lograrlo, se recomienda utilizar Lisozima (20) o una combinación de Lisozima y SO_2 .

A modo de conclusión cabe decir que lo más probable es que no exista un enfoque universal para la inducción de la FML por inoculación de bacterias. Como indicaron Silver y Madej (21), el momento más conveniente para la inoculación depende de muchos factores de vinificación, siendo los más importantes la composición del mosto, la cepa de levadura empleada para producir el vino y las técnicas de vinificación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Laurent, M. H., Henick-Kling, T., Acree, T. E. Changes in the aroma and odor of Chardonnay due to malolactic fermentation. *Wein-Wissenschaft* 49:3-10 (1994).
2. Henick-Kling, T., Acree, T.E., Krieger, S.A., Laurent, M.H., Edinger, W.D. Modification of wine flavor by malolactic fermentation. *Wine East* 8-15 (1994).
3. Martineau, B. and Henick-Kling T. Performance and diacetyl production of commercial strains of malolactic bacteria in wine. *J. of Appl. Bacteriology* 78:526-536 (1995).
4. Müller Botti, K. Inducción de fermentación maloláctica en vino Chardonnay con distintas cepas de bacterias lácticas (*Leuconostoc oenos*). Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Santiago, Chile (1996).
5. Rosi, I., Domizio, P., Ferrari, S., Zini, S. and Picchi, M. Influencia di diversi starter di batteri malolattici sulla qualità del vino. *Proceedings: The management of Malolactic Fermentation and Quality of Wine*, organised by Lallemand, Verona, April 16-17th 1998 (1998).

- 6.** Ribéreau-Gayon, J., Peynaud, E., Ribéreau-Gayon, P., Sudraud, P. Sciences et Techniques du vin. Traité d'œnologie (Tome 2). Dunod, Paris (1975).
- 7.** Beelman, R.B., Kunkee, R.E. Inducing simultaneous malolactic-alcoholic fermentation in red table wines. Proc. Aust. Soc. Vitic. Oenol. Sem. on Malolactic Fermentation. Pp 97-112 (1985).
- 8.** King, S.W., Beelman, R.B. Metabolic interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and *Leuconostoc oenos* in a model grape juice/wine system. Am. J. Enol. Vitic. 37:53-60 (1986).
- 9.** Lafon-Lafourcade, S. and Ribéreau-Gayon, P. Les altérations des vins par les bactéries acétiques et les bactéries lactiques. *Connaissance de la Vigne et du Vin* 18:67-82 (1984).
- 10.** Krieger, S.A. Optimierung des biologischen Säureabbaus in Wein. PHD thesis, Hohenheim University, Institut für Allgemeine Lebensmitteltechnologie (1989).
- 11.** Krieger, S. Starter cultures for malolactic fermentation – time of inoculation Proceedings 13. International Enology Symposium June 9-12. 2002, pp 91 (2002).
- 12.** Sieczkowski, N. Maîtrise et intérêt de la co-inoculation « levures-bactéries ». *Revue Française d'œnologie* 207 :24-28 (2004).
- 13.** Laurent, M., Valade, M. La réactivation des bactéries lyophilisées sur moût pour l'ensemencement de la fermentation malo-lactique en Champagne. *Entretiens scientifiques Lallemand 1 : Les aspects microbiologiques de la fermentation malo-lactique*, pp. 49-55 (1993).
- 14.** Vuchot, C. La coinoculation préserve les arômes variétaux. *La Vigne Juillet/Août 2004*, pp 40-41 (2004).
- 15.** Lafon-Lafourcade, S., Geneix, C., Ribéreau-Gayon, P. Inhibition of alcoholic fermentation of grape must by fatty acids produced by the yeast and their elimination from yeast ghosts. *Appl. Environ. Microbiol.* 47 :1246-1249 (1984).
- 16.** Rosi, I., Fia, G., Canuti, V. Influence of different pH values and inoculation time on the growth and malolactic activity of a strain of *Oenococcus oeni*. *Austr. J. of Grape and Wine Research* 9:194-199 (2003).
- 17.** Lafon-Lafourcade, S. Wine and brandy. In: *Biotechnology*. Vol. 5. Rehm, H.J. & Reed, G. (eds). Verlag Chemie, Weinheim: 81-163 (1983)
- 18.** Kunkee, R.E. Malolactic fermentation. *Adv. Appl. Microbiol.* 9:235-279 (1967).
- 19.** Gerbaux, V., Briffox, C. Influence de l'ensemencement en bactéries lactiques sur l'évolution de la couleur des vins de Pinot noir pendant l'élevage. *Revue des œnologues* 103:19-23 (2003).
- 20.** Sieczkowski, N., Gerland, C. La gestion des flores microbiennes: enjeu important pour l'élaboration de vins de qualité. *Revue des Œnologues* 108:13-16 (2004).
- 21.** Silver, J., Madej, R. Results of tests of 44.40 malolactic culture at commercial wineries. Technical note, *Biologicals (USA) Wine Products*, Berkeley, California (1981).
- 22.** Radler, F. Über die Milchsäurebakterien des Weines und den biologischen Säureabbau. Übersicht. II. Physiologie und Ökologie der Bakterien. *Vitis* 3:207-236 (1963).



VARIOS

TEORÍA DE LA CATA DE VINOS

Agustín Alonso González - Licenciado en Enología - Ingeniero Técnico Agrícola

Servicio de Experimentación y Ensayo - Consejo Regulador de la Denominación de Origen Ribera del Duero

INTRODUCCIÓN

A pesar de las exhaustivas técnicas químicas analíticas, numerosos productos alimenticios y en particular el vino siguen eludiendo una completa descripción a través de las mismas. Podemos decir que su verdadero ser no es comprensible en términos numéricos, apareciendo únicamente en forma de sensaciones que tan solo pueden ser apreciadas correctamente por nuestros propios órganos sensoriales.

El análisis sensorial es a la vez un arte y una técnica consistente en someter el vino a nuestros sentidos para su estudio y análisis con el fin de describirlo, juzgarlo y clasificarlo. Lo más difícil de conseguir dentro del análisis sensorial es la descripción de las sensaciones recibidas realizando además una clara apreciación de las mismas, por ello, el catador debe realizar un continuo ejercicio para desarrollar su memoria sensorial y así, siempre empleando la experiencia y la analogía debe ser capaz de distinguir los distintos tipos de vino y adquirir la educación apropiada que le conduzca a realizar las precisiones adecuadas sobre el producto.

EL TÉRMINO "CATA"

Existen numerosas definiciones de cata entre las que expondremos las siguientes:

Larousse: "Catar es apreciar, mediante el sentido del gusto el sabor y las cualidades de un alimento sólido o líquido".

Academia francesa de normalización: "Operación que consiste en experimentar, analizar y apreciar caracteres organolépticos y, más concretamente, los caracteres olfato-gustativos de un producto.

Consejo internacional de la lengua francesa: Completa la definición anterior "Puede ser más o menos analítica y detallada, es decir, puede tender a descomponer sus caracteres en elementos simples, a relacionar tal gusto con tal sustancia o conjunto de sustancias de referencia (cata analítica), y puede, por el contrario, ser más o

menos global, es decir, tender a explicar el placer o desagrado experimentados (cata hedonista).

Por último una interesante definición de degustación, cata o análisis sensorial, proviene de Ribereau-Gayón y Emile Peynaud, para los que "Degustar, es gustar con atención un producto del cual se quiere apreciar la calidad, someterlo a nuestros sentidos y sobre todo a los del gusto y olfato; es intentar conocer este producto buscando sus diferentes defectos y cualidades y expresarlos. Es por último, estudiar, analizar, describir, juzgar y clasificar".

Es necesario por tanto entrenar a nuestros sentidos con el fin de tener en la memoria un gran número de recuerdos sensoriales, ya que en realidad degustar consiste servirse de la memoria para juzgar aquello que estamos catando. Por tanto, lo adecuado es realizar un esfuerzo de concentración con el fin de memorizar estas sensaciones siempre evitando la autosugestión (marca, procedencia, etc.).

En cualquier caso, la degustación o cata consiste en una apreciación siempre más subjetiva que objetiva, debido a lo cual deben marcarse algunas reglas mínimas que permitan traducir las sensaciones sensoriales particulares en valores y cantidades comparables con el resto del panel, así existen diversos tipos de análisis sensorial, que van desde el más o menos científicamente reglamentado control organoléptico, hasta la degustación puramente hedonista por parte de los aficionados al vino.

USOS DE LA CATA

En la profesión enológica, la cata de los vinos es un instrumento esencial para poder apreciar de primera mano la calidad de los caldos.

La cata es un instrumento muy valioso para los enólogos en cada una de las operaciones a realizar profesionalmente. No existe otro método más rápido y eficaz para vigilar la vinificación, proceder a las mezclas, enjuiciar los vinos y vigilar la conservación. Por su parte, el comerciante de vinos gracias a la cata reconoce y autentifica la compra de los caldos. El restaurador, el sumiller,

etc., además del servicio de los vinos, deben poseer un profundo conocimiento de ellos, ya que deberán comprarlos y sobre todo, recomendarlos a sus clientes.

Finalmente el buen aficionado debe saber catar un vino y hablar de él, ya que se aprecia mejor un caldo del que se puede reconocer su calidad. Para que el consumidor sea capaz de establecer la diferencia entre dos vinos y sepa determinar su nivel cualitativo, debe contar con nociones de cata por muy sencillas que sean.

Por tanto, podemos concretar que la cata es un vehículo de conocimientos; y que conocer el vino mejor nos permite una mejor elaboración, compra, conservación y apreciación.

LA CATA Y LOS SENTIDOS

La cata, como veíamos con anterioridad es un ejercicio sensitivo, de aprendizaje, de memoria y de concentración. El ser humano, tiene sensaciones muy similares ante los estímulos que recibe del medio externo, así como un modo muy parecido de poder interpretarlas y valorarlas.

Por ello, todas las personas (salvo menoscabos físicos), tienen la capacidad de catar, por lo que podemos decir que en realidad el catador se hace y no nace, aunque algunas personas tengan mayores facultades que otras.

ORGANOS	SENTIDOS Y SENSACIONES	CARACTERES PERCIBIDOS	
OJO	Visión Sensaciones visuales	Color, Limpidez Fluidéz, efervescencia	Aspecto
NARIZ	Olfato (vía nasal directa) Sensaciones olfativas	Aroma, bouquet	Olor
BOCA	Olfato (vía retronasal) Sensaciones olfativas	Aroma de boca	Gusto
	Gusto Sensaciones gustativas	Sabor a gusto propiamiente dicho	
	Reacciones de las mucosas Sensibilidad química	Astringencia. Calidad, burbujeo	Tacto
	Sensaciones Táctiles	Consistencia, liquidez. Fluidéz, untuosidad.	
	Sensibilidad térmica	Temperatura	

Lo que se resulta realmente necesario es la utilización de un método ordenado, organizado y repetitivo, que hará posible que el consumidor de un vino pueda valorarlo de la forma más objetiva posible pudiendo llegar a evaluar lo que consume. Otra cosa bien distinta y que exige mayores conocimientos, atención y aprendizaje es poder llegar a transmitir las sensaciones registradas, esto supone capacidad de memoria, síntesis, expresión y comunicación.

Catar un vino es un proceso global en el que intervienen muchos factores y así, la atención a los cinco sentidos, oído (el sonido al servirlo), la vista (color, tono, transparencia, brillo, matices, etc.) olfato (aroma), gusto y tacto bucal permite disfrutar con mayor intensidad el vino.

METODOLOGÍA DE CATA

Con el análisis sensorial tratamos de estudiar tanto las características positivas (cualidades) como las negativas de un vino (defectos). Consiste por tanto en valorar con los sentidos los parámetros que nos van a dar su expresión, en definitiva vamos a juzgar la calidad de ese vino. Para ello es necesaria una metodología, que podemos resumir en 4 puntos:

- Observación mediante los sentidos, la concentración y la memoria sensorial.
- Descripción oportuna de las sensaciones percibidas.
- Comparación con arreglo a normas establecidas
- Juicio razonado. (Expresión de las cualidades y defectos)

Según Emile Peynaud, "la cata del vino es la interpretación de una suma de sensaciones percibidas simultánea y sucesivamente". La enorme variedad de compuestos que se encuentran presentes en un vino le confieren un conjunto de características que estimulan en distinta forma e intensidad los diferentes órganos sensoriales del catador, que debe separar, ordenar e identificar las impresiones percibidas. Para ello comenzaremos utilizando los que menos esfuerzo físico y mental requieren, a la vez que menos proximidad del vino, y finalizamos con los que demandan mayor capacidad de atención y un mas íntimo contacto. Así se van utilizando sucesivamente los sentidos de la vista, olfato y gusto-tacto.

LA FASE VISUAL EN LA CATA DE VINOS

IMPORTANCIA DEL COLOR DEL VINO EN LA ENOLOGÍA

El aspecto visual de los vinos es un aspecto de gran relevancia en la enología. Bien es cierto además que entre los sentidos, destaca el visual y que la mayoría de las personas otorgamos una gran importancia a lo que nuestros ojos nos muestran, muchas veces incluso por encima de otros sentidos que nos están contradiciendo esas percepciones visuales. Por ello, podemos definir sin riesgo a equivocarnos, el color del vino como su tarjeta de visita, y ésta debe ser necesariamente atrayente, dado que la empresa elaboradora, realiza este proceso para finalmente vender el producto, intentando conseguir en última instancia la satisfacción del consumidor.

Por ello, como producto de consumo que es, el vino debe ser atractivo a los consumidores, por lo que no se pueden menospreciar los colores de los vinos, ya que ésta información es la primera que nuestro cerebro registra al enfrentarnos a un alimento, teniendo esto incluso una mayor importancia en este producto concreto, el vino, que la que pueda tener en otros, ya que a nivel consumidor, no hay que olvidar que el consumo de vino tiene una gran componente hedonista y cultural.

Por su parte, y ya desde una perspectiva más técnica, los colores de los vinos pueden dar muchas pistas a los expertos sobre un gran número de matices diferentes que van desde la forma de elaboración, entre las que una de las características más obvias resulta si esta se ha realizado en blanco, tinto o rosado, pero llegando más allá, se puede intuir si la elaboración en tinto ha sido con una larga maceración, o bien con una maceración más bien corta, o tal vez mediante un procedimiento de maceración carbónica, etc.

Otra de las pistas que aporta el color nos habla de la edad del propio vino, ya haya sido sometido a proceso de envejecimiento en madera u otros, o debida al simple paso del tiempo. Además la fase visual de la cata de vinos, nos puede aportar indicios sobre las enfermedades que pueda padecer el mismo, como el ser vivo y cambiante que en definitiva es, así la falta de

brillo en un vino podría estar relacionada con algún problema de índole microbiológica, o su acusado brillo e incidencia de color rojo, nos hablaría de una elevada acidez, etc.

Pero esto son solo algunas de las características que nos puede indicar el color de un vino sobre si mismo, ya que igualmente puede relacionarse éste parámetro con la variedad empleada, la zona de procedencia, etc.

Por todo lo anterior, en un primer momento intentaremos tomar contacto con la forma en la que vemos y la interpretación de lo que vemos que tal y como se hace en el ejercicio de la cata, para posteriormente pasar a definir cuales son las moléculas que tienen mayor incidencia en la coloración de los vinos tintos, observando una vez que las conozcamos que factores inciden en su formación y extracción tanto desde el punto de vista vitícola como vinícola, terminando este estudio sobre el color de los vinos con las posibles evoluciones de esas moléculas coloreadas a lo largo de la vida del vino.

LA VISIÓN HUMANA

El ojo humano es capaz de interpretar las radiaciones ópticas que se sitúan entre los 390 y los 820 nm, situándose por tanto ligeramente por encima del infrarrojo y por debajo del ultravioleta, gracias a esta gama de longitudes de onda, somos capaces de diferenciar los colores.

En primer lugar, la luz, penetra por la córnea, que es una estructura cartilaginosa y transparente, lubricada permanentemente por las lágrimas y el párpado, llegando a la cámara interior constituida por un espacio lleno de humor acuoso (solución alcalina que protege al iris).

La cantidad de luz que se deja entrar, viene definida por la amplitud de la pupila, que es regulada por el iris o zona coloreada del ojo, así el ojo puede adaptarse a las circunstancias externas abriéndose en condiciones de mayor oscuridad y cerrándose cuando existe una mayor luminosidad. Por su parte, el enfoque para poder ver a diferentes distancias lo proporciona el cristalino que es una estructura cartilaginosa y transparente sujeta a músculos que son tensados al mirar a lo lejos y relajados para un enfoque cercano.

Por fin la imagen llega al verdadero órgano de la visión, que es la parte interna del ojo y que está constituida por la esclerótica, el coroides que crea la cámara oscura y la retina, donde se encuentran las células encargadas de la visión que se denominan conos y bastones, cuyas reacciones químicas son transmitidas al cerebro a través del nervio óptico.

Los bastones son capaces de responder a niveles muy bajos de luz, siendo por tanto los que nos permiten ver en condiciones de baja luminosidad, tenemos unos 130 millones, número inferior al de otros seres de mejor visión nocturna como los felinos.

Los conos son los que nos permiten ver los colores, tenemos unos 7 millones y hay tres tipos, unos reaccionan al color rojo, otros al color verde y los últimos al color azul.

Tanto en bastones como en conos, hay moléculas que absorben los fotones de luz y producen finalmente impulsos en el nervio óptico que son interpretados por el cerebro, cerrándose entonces el proceso que conocemos como visión.

LA FASE VISUAL DE LA CATA DE VINOS: CONCEPTOS BÁSICOS

La visión de los vinos, puede aportar importantes pistas a los catadores experimentados a la hora de definir un vino. Así, como hemos visto anteriormente, por la tonalidad de un vino pueden llegar a intuirse determinadas características como su edad, forma de elaboración, ciertos defectos, variedad y zona de las que procede, existencia de problemas microbiológicos o de quiebras, etc.

Antes de continuar, vamos a definir algunos conceptos que más adelante serán de utilidad:

La Limpidez

Se define ésta en un vino, como la ausencia de partículas en suspensión, aunque para los vinos no sería aplicable el concepto de " líquido ópticamente vacío ", por lo que hablaremos de vinos límpidos en el caso de que exista un umbral mínimo aceptable de impurezas.

La Transparencia

Se puede definir como la propiedad que presentan algunos cuerpos de dejar ver las imágenes a su través.

La Brillantez

Se define como la ausencia total de partículas en suspensión visibles al ojo humano.

Un vino puede ser límpido sin ser brillante, pero no al revés.

El Color

El color en la cata de los vinos se corresponde con su croma, pero no atendiendo a valores totalmente objetivos como veremos con posterioridad que sucede en el laboratorio, sino respecto de unas escalas de semejanza a las cuales se hace referencia en base a la similitud de las tonalidades y fundamentalmente a la experiencia de los catadores.

La Viscosidad

Debemos ver la caída del vino al verterlo en la copa, lo definiremos como acuoso, graso, oleaginoso, etc.

La Intensidad de Color

La intensidad será igualmente tenida en cuenta no solamente en el color principal, sino también considerando los tintes secundarios. Por ejemplo, podemos observar en un vino tinto los colores rojo intenso, azulado débil (secundario), rojo rubí con matices granates, etc.

LA FASE VISUAL DE LA CATA DE VINOS: EJECUCIÓN

Es por tanto el de la vista el primero de los sentidos que aplicaremos, éste adelantará virtudes y/o defectos del vino al catador y podrá apreciar por medio de su transparencia, limpidez y brillantez, el estado de un vino. La limpidez viene determinada por el grado de transparencia del vino (un vino falto de ésta denota problemas); es consecuencia de un correcto clarificado y filtrado y se expresa con términos como: límpido, opaco, sucio, brillante, transparente, turbio, etc.. El brillo es expresión de vivacidad y un factor esencial ya que un vino apagado puede indicar una falta de salud, se puede definir como: centelleante, cristalino, luminoso, mate, nítido, vivo, apagado, como ya hemos indicado, etc. Otros aspectos importantes son la densidad o fluidez que se adjetiva con las palabras acuoso, graso, pleno y oleaginoso, y el desprendimiento de gas carbónico en forma de pequeñas burbujas en el caso de los espumosos.

En términos generales, se apreciará el vino primero desde arriba, observando el disco, posteriormente se observará con la copa inclinada tanto el color como su intensidad y matices y finalmente se observará la lágrima que permanece en la copa tras hacer gira el contenido de ésta.

En los siguientes apartados repasaremos los conceptos básicos de la fase visual de la cata de vinos y procederemos a su explicación e interpretación. Dichos conceptos son : fluidez, limpieza y brillantez, color, intensidad de color y efervescencia.

Fluidez

Se refiere a la viscosidad del vino, que se aprecia al girar la copa. Cuando dejamos de girar la copa, sobre el vidrio, se forman las denominadas "lágrimas", que tienen relación directa con el cuerpo y contenido alcohólico, glicérico y azucarado del vino. Como casi siempre en análisis sensorial, deberemos apreciar el vino en función de lo que es, así una gruesa y densa lágrima no significa lo mismo en el caso de un vino seco (alto contenido de alcohol y glicerina) que en uno dulce, donde también será necesario contar con los azúcares que contiene.

Limpieza y Brillantez

Es de primordial importancia en los diversos estados de desarrollo de todos los vinos, desde la fermentación hasta el embotellado. Generalmente, un color límpido es indicativo de un vino seleccionado, en tanto que un vino ordinario y mezclado suele ofrecer un aspecto mortecino y carente de brillo. Por otra parte, la falta de limpidez de un vino, su opalescencia o turbidez, como la formación de depósitos, es signo inconfundible de problemas de inestabilidad físico - química o biológica.

Hay que diferenciar un vino turbio (con una turbidez indeseada) de los vinos que poseen depósito o sedimento, consecuencia de no haber sido estabilizados en frío para conseguir su estabilización en tartratos y bitartratos (lo que podría ser señal de elaboración cuidada en determinados casos).

Los vinos limpios y brillantes, se caracterizan por la ausencia de partículas en suspensión, perceptibles por el ojo humano. Esta observación se hace al interponer entre el vino y el ojo una fuente luminosa (una bombilla, por ejemplo)

Según este criterio, los vinos se clasifican en:

Turbios

Son vinos que tienen claramente partículas en suspensión, que impiden el paso de la luz. Puede deberse a la fase de producción en la que se encuentra el vino (normal) o bien a problemas de quiebras físico-químicas o microbiológicas.

Opalescente/Mate

Son los vinos que tienen una ligera turbidez, y total ausencia de brillo. Puede indicar principio de uno de los problemas de la definición anterior.

Transparentes/Limpios

Son los vinos que están perfectamente limpios, pero sin llegar al estado de brillantez. Este es un estado típico de los tintos de guarda no filtrados en profundidad en un intento de mantener su máxima expresión individual.

Brillante

Es el vino que refleja gran cantidad de luz. Esta característica es especialmente evidente en la mayoría de los vinos blancos embotellados. Es el caso típico de vinos filtrados en profundidad, generalmente con filtraciones amicrobicas.

El Color

Sin duda el atributo esencial en la fase visual de la cata es el color con todas sus tonalidades, ya que nos transmite información sobre el tipo de vino y su edad; la intensidad refleja el cuerpo del vino, a mayor color mayor concentración tánica generalmente, por otra parte el matiz nos acerca a la evolución que ha sufrido. El color dependerá también de la variedad a partir de la cual se elabora el vino (la Garnacha tinta es una uva que produce vinos no muy oscuros, el Cabernet Sauvignon tiende a colores más azulados...), del grado de madurez de la misma, del pH del medio y de la duración de la maceración.

Por último es importante que la apreciación del color de un vino se haga inclinando la copa sobre un fondo blanco; la superficie del vino queda dispuesta en forma ovalada y permite una mejor observación del color y el matiz, siempre sobre un fondo neutro. También podemos encontrar otras pistas como la coloración de la espuma producida al verter el vino en la copa, que puede indicarnos si retrata de un vino joven o viejo.

A continuación definiremos unas escalas de colores básicas para cada tipo de vino que serán las de referencia para calificar los diferentes colores.

VINOS TINTOS

En los tintos, el rojo es el color matriz y sus tonos pueden ser rojo violeta, cereza, grosella, rubí, granate, bermejo, púrpura, teja, etc.. En cuanto a los reflejos serán violáceos, cardenalicios y azulados para el tinto joven, cereza, picota y guinda para uno algo más maduro, teja y ladrillo para los vinos viejos y marrones en los más oxidados.

Colores del vino tinto

(De mayor a menor componente azulada)

- Rojo violáceo
- Rojo púrpura
- Rojo granate
- Rojo cereza
- Rojo rubí
- Rojo teja
- Marrón

Vinos Rosados

En los rosados la gama va del rosa al salmón o anaranjado pasando por rosa cereza, frambuesa, rosa ambarino, piel de cebolla y rosa albaricoque entre otros términos. En los rosados un joven tendrá reflejos frambuesas, el maduro fresa fresca, un vino viejo fresa madura y si es viejo éstos se tornan albaricoque.

Colores del vino rosado

(De mayor a menor componente azulada)

- Rosa frambuesa
- Rosa fresa
- Rosa grosella
- Rosa salmón
- Salmón
- Piel de cebolla

Vinos blancos

En los vinos blancos la gama de color oscila del blanco pálido al amarillo normalmente con reflejos verdosos. Blanco pálido, amarillo verdoso, amarillo pajizo, oro pálido dorado, ambar y pardo son algunos de los colores con que nos podemos encontrar. Los reflejos serán verdosos si el vino es joven, paja si es maduro, dorado si es viejo y ambarinos si está ya pasado.

En los vinos blancos generosos los colores van del dorado pálido de las manzanillas y los finos al

caoba más o menos oscuro de los amontillados, olorosos y palos cortados.

Cavas y espumosos

Los cavas y champagnes siempre van a caracterizarse por su color amarillo pajizo que irá "in crescendo" hasta el oro pálido o intenso en el caso de los millésimes.

Colores del vino blanco

Gama de los Pardos

- Caoba
- Pardo
- Ámbar
- Dorado

Gama de los amarillos

- Am. oro viejo
- Am. Dorado
- Am. Paja
- Am. Pajizo

Gama de los verdosos

- Am. oro viejo verdoso
- Am. dorado verdoso
- Am. paja verdoso
- Am. pajizo verdoso

La Intensidad de Color

Además de los colores que habitualmente encontramos en los vinos, también hemos de describir la intensidad de éstos. En orden ascendente, se suelen utilizar los siguientes términos:

DEBIL -LIGERA - MEDIA - INTENSA - FUERTE

¿Cómo Mirar el Color?

Para mirar el color del vino, es conveniente que la sala o habitación donde estemos, se encuentre correctamente iluminada, es decir sin excesos ni defectos de luz, ni luces de diferente coloración a la luz diurna.

Para iniciar el examen visual, inclinaremos la copa (con un 30-40% de vino sobre su capacidad), siendo muy recomendable utilizar un fondo de color blanco (papel, mesa, etc.) para ser más

objetivos. Una vez inclinada la copa, distinguiremos 3 zonas cromáticas:

Capa Fina

Su color nos indica la madurez y el matiz del color del vino. En vinos jóvenes es violáceo, y a medida que el vino es más viejo, la capa se ensancha y vira a la gama de rojo-teja y marrones.

Capa Intermedia

Esta capa se ensancha y se decolora a medida que el vino se hace viejo.

Ojo

Es la parte más extensa y donde se ve la intensidad de color del vino.

Efervescencia

A la vista del desprendimiento de burbujas de gas carbónico, clasificaremos los vinos en tranquilos o espumosos. Observaremos el número, el tamaño y la persistencia de las burbujas. Un vino con burbuja grande y poco persistente, en principio nos está indicando que se trata de un vino gasificado, por el contrario si el desprendimiento de gas es débil, persistente y no enturbia la limpidez del vino indicará probablemente un "vino de aguja". Si el desprendimiento de gas produce turbidez, probablemente se deberá a una fermentación secundaria por la mala calidad del vino.

Es una característica propia de algunos vinos, especialmente los espumosos: cavas, champagnes, etc y de algunos blancos y rosados jóvenes.

En el caso de vinos tipo cava o champán, el desprendimiento de burbujas constituye un factor de calidad en función de los siguientes criterios:

Finura

Se refiere al diámetro de las burbujas. Cuanto más pequeñas sean éstas, mayor calidad tendrá el producto. Esto se debe a que la segunda fermentación ha sido más cuidada.

Formación de rosarios

Se denomina así a las filas de burbujas ascendentes que se forman en la copa. A mayor número de estos más calidad tendrá el producto.

Persistencia

Se refiere a la duración del desprendimiento de burbujas. También es directamente proporcional a la calidad.

Formación de encajes

Se denominan así a las isletas de burbujas, que se forman en la superficie del vino en la copa. Está muy relacionada con la persistencia.

Formación de corona

Este fenómeno se suele producir además de los encajes, en vinos espumosos de alta calidad. Se trata de una corona de burbujas que se forman en la superficie del vino en la copa, formando un anillo en el perímetro interior de ésta.

LA FASE OLFATIVA EN LA CATA DE VINOS

El olfato es el más elemental y primitivo de nuestros sentidos. Sin embargo, su importancia en la degustación del vino es muy importante porque el bulbo olfativo tiene una capacidad de percepción muy superior a la de la boca.

Para que las células sensibles de la nariz sean estimuladas es siempre necesario que la sustancia inspirada sea volátil. Por ello, es conveniente agitar el vino en la copa con suavidad e inspirar de forma profunda ya que así aumentamos la superficie de evaporación en la copa. Los ésteres y aldehídos volátiles transportan las sustancias hasta la nariz donde una gran cantidad de células muy complejas los captan.

Cuando se habla del bouquet de vino nos referimos a una compleja mezcla de matices olorosos siempre provenientes de su crianza. El aroma de un vino se puede describir por su intensidad, la riqueza de componentes, finura, etc. Algunos de los elementos que influyen en los aromas del vino son las variedades y el estado de maduración de las uvas empleadas en su elaboración, el tipo de suelo (arenoso, arcilloso, calcáreo, ácido, etc.), el proceso de elaboración y crianza en barricas y la conservación en botella.

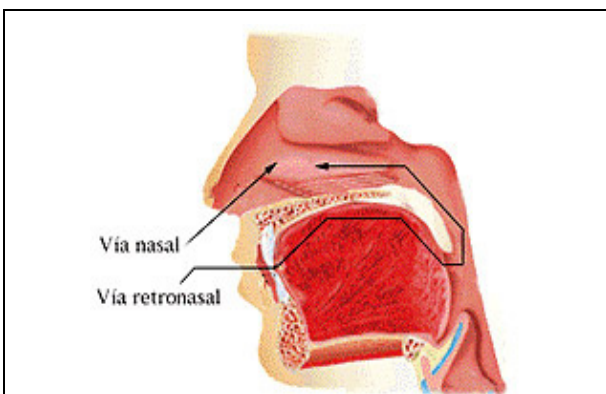
Una exposición prolongada a un olor suele reducir su percepción, por lo que oler demasiado tiempo un vino puede hacernos perder momentáneamente sensibilidad olfativa. Si la primera impresión es demasiado leve, lo mejor es pasar al siguiente vino y volver después de un cierto tiempo.

El órgano del olfato se encuentra situado en la parte superior de la nariz por encima de las fosas

nasales y lo primero que tenemos que saber es que reconoce una serie de sustancias muy volátiles -ésteres y aldehídos- gracias a que éstas activan las terminaciones nerviosas de la nariz. Las cifras puede parecer sorprendentes pero la sensibilidad del olfato es 10.000 veces mayor que la del gusto; una nariz bien ejercitada puede distinguir hasta 4.000 olores diferentes; y en una copa de vino pueden aparecer hasta 200 aromas diferentes.

Para llegar a esta zona de la nariz y percibir todas estas sensaciones hay que inspirar fuerte para que las moléculas olorosas alcancen los receptores olfativos, que deben ser mantenidos en excitación unos segundos para así ir creando una memoria olfativa. Cuando acercamos la copa a la nariz e inhalamos percibimos los aromas que desprende la superficie del vino; si lo agitamos con un movimiento de rotación, aumenta el desprendimiento de los mismos y su intensidad, es lo que llamamos vía directa o nasal.

Al llevar el vino a la boca, entrar en contacto con la lengua gracias a la movilidad de ésta y de las mejillas aumenta su temperatura, este calentamiento del vino hace que el desprendimiento de aromas sea mayor y, al tragar, el aire procedente de la cavidad faríngea nos hará percibir de nuevo sustancias aromáticas por vía retranasal, es decir, por el paso interno que va de la cavidad bucal a las fosas nasales.



FISIOLOGÍA DE LA NARIZ

El sentido del olfato en realidad no reside en la nariz, sino en el cerebro, los aromas entran por la nariz, pero suben hasta el cerebro, las fosas nasales constan de las siguientes partes :

Aletas de la nariz

Se encuentran en la parte externa, con ellas somos capaces de detectar y corregir el volumen de inspiración.

Mucosa pituitaria

Se trata de un epitelio muy delgado y extremadamente rugoso (para elevar su superficie efectiva), su misión es calentar el aire que inspiramos, así como proteger al bulbo olfativo debido a que este es muy sensible a p.e. el picante. Dada su sensibilidad, el bulbo debe lógicamente recibir el aire caliente.

Cornetes

Existen tres, el superior, el medio y el inferior. Su naturaleza es cartilaginosa y porosa, pasando el aire a través de ellos. Su misión es doble, ya que deben calentar y filtrar el aire.

Bulbo olfativo

Se encuentra en la parte superior de las fosas nasales, en el cerebro, por detrás de los ojos a 10 cm de la nariz y rodeado por el cornete superior.

Su superficie es aproximadamente de un centímetro cuadrado y en él existen cilios y terminaciones neuronales englobadas en el epitelio y recubiertas de "mucus" de manera que a las sustancias no les basta con llegar hasta allí para ser olidas, sino que deben además ser solubles en el citado mucus para poder interactuar con las terminaciones nerviosas llegando al cerebro los estímulos.

Vía retranasal

Es importante, se trata de una vía que conecta la laringe con la nariz. Al tragar, en la boca se crea una sobrepresión de aire que sale por la nariz, pudiendo oler nuevamente el vino que estamos ingiriendo, esta vez con una temperatura más alta en el líquido por haberse calentado en la boca, por lo que desprenderá algunos aromas que antes no se habían olido.

UMBRAL OLFATIVO Y UMBRAL MÍNIMO

En todos los aromas se define el llamado umbral de percepción olfativa. Es evidente que será necesaria la presencia de un determinado volumen de una sustancia en el vino para que la

olfateemos en mayor o menor medida. El umbral es por tanto la cantidad de olor que algo nos ofrece y mediante él por tanto podemos medir cuánto nos huele por ejemplo un vino a sulfuroso, etc.

En realidad, suele fijarse un umbral mínimo para cada sustancia, por debajo del cual el catador medio no será capaz de percibir el aroma.

Otro punto importante que depende del umbral de un aroma es su gran influencia sobre el conjunto del vino, así, una pequeña cantidad de acidez volátil en un vino, puede mejorar el perfil aromático del mismo, mientras que una cantidad ligeramente mayor puede destrozar el perfil aromático, en especial por ser dominante sobre el resto de aromas.

ENFERMEDADES DEL BULBO OLFATIVO

La capacidad para oler depende en líneas generales de la edad, así, al hacernos mayores se va perdiendo parte de esta capacidad natural, aunque el catador experimentado la suplente fácilmente mediante la memoria y el entrenamiento. En todo caso, es necesario conocer que existen determinadas enfermedades que afectan al sentido del olfato y que son:

Anosmia

Es la pérdida del sentido del olfato, esta puede ser total o parcial, así, por ejemplo, cuando tenemos un catarro, sufrimos generalmente una anosmia parcial.

Hiperosmia

Es una respuesta exagerada ante un determinado olor, así hay catadores que perciben con mayor facilidad la volátil, el aroma de violetas o el gusto a corcho, p.e.

Cacosmia

Enfermedad por la cual, continuamente se perciben olores pútridos.

Parosmia

Se trata de alguien condicionado para oler algo en particular. Parece claro el ejemplo de los perros que buscan droga o explosivos o el de los cerdos buscando trufas.

Nerosmia

Se trata de la pérdida de parte de los olores, así existen personas que huelen normalmente pero

pueden no detectar por ejemplo el aroma a clavo, etc.

LOS AROMAS DE LOS VINOS

AROMAS PRIMARIOS o de la variedad: son aquellos correspondientes a la uva, es decir, a la variedad y a las circunstancias que la rodean, esto es, al terruño. La variedad otorga al vino su sabor y también sus aromas según sea la intensidad y la finura de los componentes aromáticos del fruto; pero para que estos se revelen con todas sus cualidades es esencial iniciar el proceso de vinificación ya que sobre todo en el prensado y la maceración pasan al vino multitud de esencias de las pieles. Estos aromas se perciben en un primer momento, esto es, nada más servir el vino en la copa. Algunos ejemplos pueden ser que el Tempranillo da mostos muy afrutados con recuerdos de mora y bayas rojas; Sauvignon Blanc desprende aromas florales y ahumados; y Cabernet Sauvignon combina aromas de grosellas, especias, vegetales y ahumados, la garnacha aporta claras notas de fresa, etc., por ello a estos aromas también se les denomina varietales.

AROMAS SECUNDARIOS o de fermentación: son los procedentes de los procesos fermentativos alcohólico y maloláctico de los vinos, por tanto podemos decir que dependerán mucho de la concentración de azúcar, del grado de madurez de las uvas y del método de vinificación.

En realidad para la fermentación alcohólica se suele considerar que la concentración de estos aromas depende en un primer momento de las uvas y de lo aromáticas que éstas sean, por su parte las levaduras son las encargadas de revelar estos aromas y por último de las condiciones de fermentación (temperatura, aireación, etc.). Los aromas más comunes son los de levadura fresca o seca que se traducen en recuerdos de trigo, pan, pastelería o manzanas muy maduras. Los olores de ésteres traen notas de rosa, plátano, otros aromas frutales y caramelo inglés y normalmente son volátiles. Por último existe una sustancia, el diacetilo, que es responsable de olores a mantequilla fresca y lácticos.

AROMAS TERCARIOS o de crianza: son los propios de la fase de crianza y envejecimiento del vino tanto en bodega como en botella y son conocidos también como bouquet. Para que un vino consiga tener un buen bouquet es imprescindible que

haya tenido una conjunción armónica de aromas primarios y secundarios; si los primarios han sido abundantes el vino adquirirá más bouquet. Uno de los elementos que más influyen en la formación de aromas terciarios es la madera de las barricas en que ha sido criado. No sólo el tipo de madera si no también el tamaño de la bodega, su edad, su tostado y el tiempo de permanencia del vino en la misma. Todos estos factores deben ser cuidados al máximo para que el aporte de madera no encubra los otros aromas y tan sólo permanezca discretamente en un segundo plano. Se trata de aromas que no solían existir en vinos del año, aunque se ha puesto muy de moda un breve paso por bodega, en cambio deben ser buscados en vinos cuyo objetivo es el de envejecer ya que con el tiempo se funde en el conjunto aportando diferentes matices.

Como segunda fase existe una maduración en botella que perfecciona y otorga elegancia al vino y que puede dar lugar a dos tipos de aromas: de reducción o procedentes de la protección del vino de los efectos del aire; se conocen como aromas cerrados, de botella...; y de oxidación o procedentes de un proceso opuesto, es decir, del contacto del vino con oxígeno en algún momento de su vida, que otorga colores ladrillo para los vinos viejos y marrones en los más oxidados.

En definitiva, podemos decir que el bouquet es de dos tipos:

De oxidación

Como hemos visto, se da en los vinos envejecidos en contacto con el aire (bodega), se caracteriza por la presencia de aldehídos fenólicos, compuestos vainílicos, furfúricos, etc.

De reducción

En vinos envejecidos al abrigo del aire (crianza en botella). Otorgan al vino elegantes notas como aromas de especias, clavo, pimienta, tabaco, café y otros.

Los aromas primarios provienen de los terpenos, aunque también de otras sustancias como las metoxipirazinas, etc.

Por otra parte, durante la fermentación y la crianza posterior, en el vino se forman o se le aportan mediante cesiones de la bodega otros compuestos aromáticos entre los que destacan los ésteres y aldehídos volátiles.

SERIES O FAMILIAS AROMÁTICAS

Es importante distinguir en cata entre aromas, término que emplearemos para las impresiones positivas, y olores, palabra que reservaremos generalmente para sensaciones negativas. Los aromas se pueden agrupar en varias series a continuación destacaremos las 10 más importantes para Emile Peynaud:

- **Afrutados**, como limón, naranja, frambuesa, fresa, grosella, cereza, ciruela, mirabel, pasas, confituras, frutos salvajes, bayas, etc.
- **Florales**; relacionados con la flor de vid, acacia, rosa blanca, jazmín, manzanilla, tila...
- **Animales**; son los que se identifican principalmente con la caza, almizcle, carne, pelo de animal, etc.
- **Balsámicos**, entre los que destacan pino, regaliz, menta, incienso, resinas finas...
- **De madera**, se identifican con madera verde, cedro, sándalo, lápiz, corteza, caja de puros, duela, etc.
- **Químicos** que recuerdan ácidos como el acético, málico, sulfuroso, medicinal, cloro, farmacéutico, etc.
- **Especiados** como el anís, eneldo, pimienta, albahaca, tomillo, nuez moscada, clavo, etc.
- **Etéreos** o con recuerdos de acetona, laca de uñas, levaduras fermentadas, lácteos, mantequillas, etc.
- **Empíreumáticos** o con recuerdos de humo de tabaco, piedra quemada, pólvora, caucho, cuero, café, etc.
- **Vegetales** con predominio de herbáceo, zarzillo, monte, hoja de parra, helecho, té, laurel, pastos, etc.

ETAPAS DE LA FASE OLFATIVA

Se procede a oler el vino, sin agitar la copa. Percibiremos básicamente la intensidad aromática

y en numerosas ocasiones el carácter principal del vino (frutal, floral, maderizado, etc.).

El vino se olfatea después de mover ligeramente la copa, pero sin romper el líquido. De esta forma favoreceremos la evaporación de los aromas. Sólo entonces procederemos a oler. En esta etapa deberemos distinguir los aromas que nos aporta el vino, bien sean agradables o defectuosos. La forma de expresarlos será como no podía ser de otra forma, mediante analogías (recuerdos de plátano, madera de cedro, etc.).

FASE OLFATIVA: COMPORTAMIENTO EN CATA

En primer lugar como es obvio, es conveniente que el local en el que se realice el análisis sensorial no posea olores anómalos (olor a tuberías, a comida, etc.) ya que de lo contrario los catadores se verán influenciados por los aromas ambientales. Igualmente conviene no utilizar perfumes potentes tanto en la habitación (ambientadores, productos de limpieza...), como por parte de los catadores.

Así pues, vemos que lo primero será acercarnos el vino a la nariz sin ninguna agitación, con ello ya podremos definir la intensidad aromática que podrá ser muy baja, baja, media, alta o muy alta. Por otra parte es normal que en esta fase, y sobre todo ayudados por la siguiente fase de agitación podamos definir el perfil general del vino, pudiendo adjetivarlo como vino floral, frutal, maderizado, medicinal, químico, etc. Siempre en función de la familia dominante en su perfil aromático.

Durante esta fase de agitación, deberemos concentrarnos y buscar los aromas que aporta al completo, definiendo por analogía todos los que reconozcamos, bien sean virtudes o defectos. Los aromas presentes deben concordar con el vino que estamos analizando, así también podremos encontrar aromas positivos pero que no concuerdan con el vino que estamos probando, como por ejemplo aroma de manzana verde en un vino tinto, lo que podría indicar que no ha realizado la fermentación maloláctica, etc.

Por último, aparecerán ciertas sugerencias de aromas que realmente apenas somos capaces de detectar, una forma común de intentar asegurarnos y revelarlos consiste en realizar una agitación brusca de la copa en sentido vertical (no en giro) como hemos indicado anteriormente con el fin de "romper" el vino y posteriormente oler en

la copa en busca de ese aroma que ahora se nos presentará con mayor facilidad.

Son numerosos los consejos que pueden aportar los expertos en base a su experiencia a los neófitos, en primer lugar conviene señalar que siempre es adecuado comenzar de la mano de gente experta que nos conduzca poco a poco para dar un sentido lógico a nuestras percepciones, asegurando así la certidumbre en nuestras aseveraciones.

Por otra parte, siempre es necesario al olfatear un vino tomarse el tiempo necesario, ya que existen numerosos vinos que al verterlos sobre la copa resultan poco expresivos y en numerosas ocasiones incluso huelen de manera desagradable, pero que transcurrido un cierto periodo de tiempo cambian completamente su perfil aromático sorprendiéndonos, en numerosas ocasiones muy agradablemente.

Por último, y ciñéndonos al caso de los vinos tintos de la Ribera del Duero, a continuación se expondrán dos ejemplos bastante útiles que hacen referencia a qué tipo de aromas nos podemos encontrar en ellos, lógicamente no todos esos aromas están presentes en todos y cada uno de los vinos de la zona, pero constituye una completa referencia que nos puede ayudar en la cata de dichos vinos.

EL AROMA DE LOS TINTOS JÓVENES DE LA RIBERA DEL DUERO

AROMAS DE LOS TINTOS JÓVENES

Sin duda, la serie de aromas que mejor representa a los vinos jóvenes de la Ribera del Duero - aquellos que no han sido sometidos a crianza en barrica por el método bordelés - es la serie frutal, que en estos vinos se muestra en toda su plenitud pudiéndose apreciar especialmente los elegantes aromas de las bayas silvestres y de las frutas del bosque. No obstante, el resto de las series aromáticas también deja constancia de sus efluvios para ayudar a dar la complejidad y elegancia típicas de las elaboraciones jóvenes provenientes de esta zona.

Dentro de la serie frutal, aquellos aromas que encontramos con mayor frecuencia en los vinos jóvenes de la Ribera del Duero son los que nos recuerdan a mora, zarzamora, fresa y pequeñas bayas en general. Por su parte, la serie floral nos regala frecuentemente esencias de flores secas y más raramente violeta y hierba luisa. En cuanto a la serie vegetal, aparecen frecuentemente elegantes aromas herbáceos que nos hacen pensar en el setobosque, especialmente en aquellos vinos con una graduación alcohólica mayor, mientras que en otros son frecuentes aromas de pimienta o pimiento verde - especialmente si incorporan la variedad Cabernet - Sauvignon en su composición - y otros como los tonos terrosos o el té. La serie de frutos secos está poco representada en los vinos jóvenes de Ribera del Duero, salvo en el caso de vendimias muy maduras cuyos vinos nos ofrecen notas de uvas

y ciruelas pasas, siendo por otra parte bastante habitual encontrar aromas de nuez en los vinos que se elaboran incorporando la variedad Merlot. Por su parte, la serie de aromas de repostería, acaramelados y empireumáticos aporta frecuentemente a nuestros tintos aromas de cacao, miel, o incienso y más raramente aromas de caramelo en el caso de vendimias particularmente maduras. En último lugar hablaremos de los aromas correspondientes a la serie de especiados y balsámicos, los cuales aparecen únicamente con leves pinceladas, sin embargo ayudan a hacer más complejo el perfil aromático de los tintos de Ribera del Duero, son habituales los tonos de clavo, regaliz, champiñón, trufa, setas o resina, pero se aprecian otros muchos en las diferentes elaboraciones, especialmente si en ellas se incorporan variedades foráneas.

AROMAS FLORALES

FLORES SECAS
VIOLETA
HIERBA LUISA
GERANIO
FLOR DE VIÑA

AROMAS FRUTALES

FRAMBUESA
ZARZAMORA
MORA
FRESA
GROSELLA NEGRA
CEREZA
FRUTOS ROJOS
FRUTAS DEL BOSQUE
COCO

AROMAS VEGETALES

SOTOBOSQUE
HERBACEO
HOJA DE CASSIS
PASTO
HENO
HOJAS SECAS
PIMIENTO VERDE
PINO
ROBLE
TREMONTINA
ENEBRO
TÉ
BOJ
MENTA
HINOJO
HIEDRA
HELECHO
MALEZA
TIERRA
TERROSO
MUSGO

AROMAS ETHEREOS

CARAMELO ÁCIDO
CARAMELO INGLÉS
ACETATO ISOAMILO
PLATANO
LÁCTEOS
LECHERÍA
QUESERÍA
YOGUR
LEVADURA
FERMENTO
LACA DE UÑAS
BARNIZ
ESTERES AC. GRASOS
JABONOSO
CERA DE ABEJA

FRUTOS SECOS

UVAS PASAS
NUEZ
HIGO SECO
ALMENDRA TOSTADA
CIRUELAS PASAS

REFESTERÍA-ACARAMELADOS Y EMPIREUMÁTICOS

CHOCOLATE
CACAO
MIEL
CARAMELO
HUMUS
BREA
CERA DE VELA

AROMAS QUÍMICOS

ETANOL
AGUARDIENTE
BRANDY
KIRSCH
CARBÓNICO
FENOL
AZUFRAO
SULFUROSO
FARMACEÚTICO
YODO
GRAFITO

ESPECIADOS, BALSÁMICOS

REGALIZ
CLAVO
PIMIENTA
MENTA VERDE
ANÍS
CHAMPIÑÓN
TRUFAS
SETAS
ACEITE DE ENEBRO
PINO
RESINA
ESPLIEGO
TOMILLO
ENELLO
ALBAHACA
BADIANA
CANELA

EL AROMA DE LOS TINTOS DE GUARDA DE LA RIBERA DEL DUERO

AROMAS VEGETALES

HERBACEO
SOTOBOSQUE
HOJA DE CASSIS
PASTO
HENO
HOJAS SECAS
PINO
ROBLE
TREMONTINA
ENEBRO
TABACO
TÉ
PIMIENTO VERDE
BOJ
MENTA
HINOJO
HOJA DE NOGAL
ZARCILLO
HIEDRA
HELECHO
MALEZA
TIERRA

AROMAS QUÍMICOS

ETANOL
AGUARDIENTE
BRANDY
KIRSCH
CARBÓNICO
FENOL
AZUFRAO
SULFUROSO
FARMACEÚTICO
YODO
GRAFITO
CELULOIDE
EBONITA

AROMAS FLORALES

FLORES SECAS
VIOLETA
HIERBA LUISA
GERANIO

AROMAS ETÉREOS

ACETATO ISOAMILLO
PLATANO
CARAMELO ÁCIDO
CARAMELO INGLÉS
LÁCTEOS
LECHERÍA
QUESERÍA
YOGUR
LACA DE UÑAS
BARNIZ
ESTERES AC. GRASOS
JABONOSO
CERA DE ABEJA
LEVADURA

FRUTOS SECOS

UVAS PASAS
NUEZ
HIGO SECO
ALMENDRA TOSTADA
CIRUELAS PASAS
Dátiles
OREJONES

AROMAS FRUTALES

CONFITURA
COMPOSTA
FRAMBUESA
ZARZAMORA
MORA
PRESA
GROSELLA NEGRA
CEREZA
FRUTOS ROJOS
FRUTAS DEL BOSQUE
COCO
MEMBRILLO

AROMAS DE LOS TINTOS DE GUARDA

Son, sin duda alguna éstos, los grandes vinos que han logrado situar a la Ribera del Duero entre las zonas con mayor prestigio mundial. Desde un punto de vista aromático, en estos vinos se encuentran los mismos aromas que en el caso anterior, pero a ellos se añaden los aromas aportados durante la fase de crianza en barrica de roble, lo que confiere perfiles aromáticos de gran complejidad que no dejan de sorprender y deleitar a quienes los consumen, cambiando continuamente a medida que evolucionan una vez abierta la botella.

La impresión general denota la desaparición del dominio absoluto de los aromas frutales que encontramos en los tintos jóvenes, para descubrir una mayor complejidad, conjugando a la perfección los aromas frutales -ahora más tenues, de frutas más dulces y confitadas que llegan a encontrarse computadas en los grandes vinos de guarda- con los aromas aportados por las nobles maderas nuevas y aquellos producidos durante la lenta evolución del vino a lo largo de su crianza, logrando imprimir a los vinos gran complejidad con una variada gama de matices.

De la serie floral destacamos la violeta y la hierba luisa, como toques muy delicados y las flores secas, como aroma más representativo de esta serie. Por su parte, la serie frutal, aunque disminuida en intensidad respecto a los vinos jóvenes, representa fielmente la mezcla de frambuesas, moras y zarzamoras, y las frutas y bayas de arbuto perfectamente confitadas. La serie herbácea, igualmente ve disminuida su importancia global, no obstante los aromas tienden a recordar más al sotobosque y a la hoja de castis, sin olvidar el tabaco. En cuanto a la serie de los frutos secos, la evolución de los vinos durante su crianza hace aflorar más este tipo de aromas, sorprendiendo la nuez junto con frutos secos confitados que nos recuerdan los orejones y las ciruelas y uvas pasas fundamentalmente. Una serie que toma especial preponderancia durante la crianza en barrica es lógicamente la de los aromas a madera, notándose en estos vinos claras notas de madera nueva de roble, madera de cedro, de sándalo, y aromas de caja de pueros. Por su parte, los aromas animales aparecen igualmente debido a la crianza de los vinos. En Ribera del Duero estos aromas suelen aportar un leve toque de elegancia que en general nos recuerda el almizcle, el cuero nuevo, el venado o las aves de caza.

En cuanto a los aromas de repostería, (acaramelados y empireumáticos), todos ellos se ven revelados debido al paso de los vinos por las barricas, destacando los tonos del café torrefacto, el ahumado, el tostado, el pan tostado, los caramelos de café y de tofte y la miel. Por último, pero no menos importantes en este caso, la serie de aromas especiados y balsámicos se muestra en estos vinos en toda su amplitud, ofreciéndonos desde los aromas clásicos del clavo, el regaliz, la pimienta, la nuez moscada o la vainilla, a los tampoco infrecuentes del champiñón, la trufa o las setas, pasando por tenues notas de espítego, tomillo y albahaca que aportan gran elegancia.

AROMAS DE MADERA

MADERA VERDE
MADERA SECA
MADERA DE ROBLE
MADERA DE ACACIA
MADERA DE CEDRO
SÁNDALO
LÁPIZ
CAJA DE PUROS
CORTEZA DE ÁRBOL
COGNAC
ARMAGNAC

ESPECIADOS, BALSÁMICOS

REGALIZ
CLAVO
VAINILLA
PIMIENTA
MENTA VERDE
ANÍS
CHAMPINÓN
TRUFAS
SETAS
BOLETUS
ACEITE DE ENEBRO
PINO
RESINA
ESPLIEGO
TOMILLO
ENELDO
ALBAHACA
BADIANA
CANELA
NUEZ MOSCADA

REPOSTERÍA-CARAMELADOS Y EMPIREUMÁTICOS

TOSTADO
PAN TOSTADO
HUMO DE TABACO
CARAMELO TOFFE
AHUMADO
CAFÉ
CAFÉ TORREFACTO
MADERA QUEMADA
CHOCOLATE
QUEMADO
TÉ
MIEL
CERA DE VELA
CARAMELO
MEMBRILLO
CACAO
HUMUS
CREOSOTA

AROMAS ANIMALES

ALMIZCLE
CUERO USADO
CUERO NUEVO
CIVETA
AMBAR
VENADO
PELO HUMEDO
CARNOSO
CAZA
AVE
SEBO

LA FASE GUSTATIVA EN LA CATA DE VINOS

Se trata esta de la fase final de la cata en la que el vino llega a la boca, en cuya cavidad se encuentran los órganos del sentido del gusto, las papilas de la lengua son las responsables de la percepción de los sabores y se reúnen sobre todo en la punta de la lengua y en sus bordes como luego veremos en detalle. Se trata de papilas muy sensibles a los estímulos que pueden ser receptoras de uno o de varios sabores a la vez. Sólo éstas perciben los sabores propiamente dichos; el resto de la boca, labios, paladar, e interior de las mejillas, sienten las sensaciones térmicas de frío y calor, además de las táctiles ó mpseudotáctiles.

Mediante la fase bucal completamos la cata de los vinos, por lo que al final de la misma corresponderá emitir las observaciones completas sobre los mismos, ya que tendremos toda la información solo en ese momento.

FISIOLOGÍA Y ANATOMÍA DE LAS PAPILAS GUSTATIVAS

Las papilas gustativas son los órganos encargados de recibir las sensaciones gustativas, estos órganos están agrupados en yemas y están repartidas irregularmente por la superficie de la lengua, principalmente en la punta y en los bordes, el centro queda ausente de receptores y por lo tanto se considera una zona no sávida.

Se distinguen cuatro tipos de papilas gustativas, foliadas, caliciformes, fungiformes y filiformes. No obstante, no todas las papilas tienen receptores gustativos.

Las *caliciformes* se encuentran en la parte posterior de la lengua y se sitúan en forma de V invertida, son las encargadas del sabor amargo.

Por su parte las *fungiformes*, están distribuidas en la punta de la lengua y se encargan del sabor dulce, también las encontramos en los laterales.

El número de papilas gustativas oscila entre 150.000 y 400.000, por lo que en función de las presentes, cada persona en concreto estará mejor o pero dotada en este sentido.

Cada papila está formada por centenares de receptores gustativos compuestos por una docena de células agrupadas que disponen de una terminación en forma de cilio que sobresale en una pequeña depresión. La renovación de células es rápida, mudando la totalidad en aproximadamente cuatro días.

La lengua está constantemente humedecida por la saliva, por ello, una sustancia solo tiene sabor si es soluble en ella. Debido al desigual reparto de las papilas, son necesarios los movimientos musculares de la lengua, ya que durante la cata será necesario llevar hasta los receptores gustativos las sustancias disueltas en la saliva.

LOS SABORES ELEMENTALES

Existen cuatro sabores elementales, dulce, ácido, salado y amargo, pese a que el número de sabores sea ilimitado. El resto parecen ser sensaciones como metálico, umami, etc., aunque en los últimos tiempos se discute abiertamente si este último es o no un sabor por si mismo.

Estamos acostumbrados a decir que algo sabe a pollo por ejemplo, pero en realidad el pollo no es un sabor, ya que será más o menos dulce, ácido, salado y amargo, no obstante tendremos la sensación del sabor a pollo.

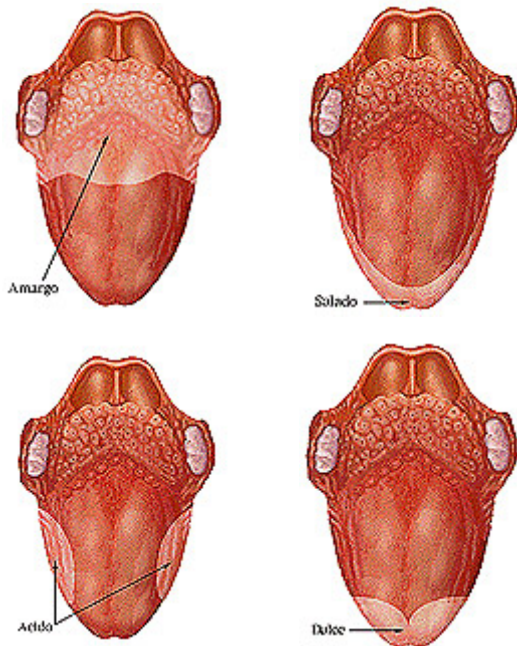
Lógicamente según esto, una sustancia puede tener varios sabores elementales a la vez, pero es importante saber que éstos no se pueden conocer todos a un mismo tiempo, así, al ingerir un líquido, el sabor dulce se mostrará en su plenitud de los dos a los siete segundos, momento en el que se detecta el sabor ácido junto con el salado y posteriormente se desarrollará el sabor amargo.

En el caso de los salados y los ácidos la percepción es rápida y tienen una larga persistencia; los amargos son lentos pero van en aumento según pasa el tiempo y permanecen aún cuando el vino o producto a catar ya no se encuentra en la boca; los dulces por su parte, son igualmente muy rápidos.

El profesor Emile Peynaud constata en un sencillo cuadro la evolución de los sabores en el transcurso de una cata. Pero para entenderlo hay que considerar que se denomina ataque a la primera impresión que llena la boca al contacto con el vino; evolución al cambio progresivo que

sufre en los primeros segundos; e impresión final a las sensaciones que tiene el vino en sus últimos momentos dentro de la boca.

Con estas premisas claras, en el ataque aparecen los sabores dulces por un espacio de 2-3 segundos; en la evolución éstos van disminuyendo progresivamente para dar paso al aumento de los ácidos y los amargos en un tiempo que va de los 5 a los 12 segundos; por último, en la impresión final, también llamada final de boca, cuya duración dependerá del tipo de vino (no siendo inferior a 5 segundos) existe un claro dominio de los sabores ácidos y sobre todo de los amargos. En el vino se encuentran todos estos sabores que proceden de la uva con la que se elabora y, por supuesto, de los procesos de elaboración y crianza.



PROCEDENCIA DE LOS SABORES DE LOS VINOS

El Sabor Dulce

Los sabores dulces otorgan al vino cuerpo y cierta suavidad y provienen de:

- los azúcares que existen en la uva, cuyos mostos pueden contener entre un 15 y un 25% de azúcar en forma principalmente de glucosa y fructosa. Éstos aportan sensaciones, además de gustativas en sí, visuales de mayor o menor viscosidad que

son observables en la lágrima del vino, y táctiles en la textura de los vinos.

- el alcohol formado durante la transformación de los azúcares (fermentación alcohólica) y cuyo grado es tremendamente variable. Aporta también sensaciones visuales formando más o menos lágrima en las copas, aromáticas, al tacto aportando untuosidad y sápidas de ligero dulzor.

- la glicerina formada también en la fermentación alcohólica y que aporta ante todo las sensaciones de suavidad y untuosidad.

El Sabor Ácido

Se percibe en los laterales de la lengua y en la base. Todos los vinos son ácidos, aunque con frecuencia se habla en cata de falta de acidez en un vino.

La acidez da a los vinos una grata sensación de frescor, especialmente en el caso de los vinos blancos y rosados.

Los sabores ácidos provienen de una serie de ácidos orgánicos contenidos en el vino y originarios tanto de la uva como resultantes de la acción de microorganismos durante la fermentación. Los más importantes de los procedentes de la materia prima son:

- Tartárico, aporta cierta dureza y la mayor sensación de acidez.

- Málico, de sabor verde y vegetal (algo así como el de una manzana verde). En el caso de vinos tintos y de algunos rosados y blancos en los que resulta excesivo se realiza la fermentación maloláctica en la que éste se convierte en ácido láctico, menos verde y de mayor suavidad.

- Cítrico, que aporta sensación de frescura a pesar de que se encuentra en proporciones muy escasas en el vino.

Entre los procedentes de la fermentación se pueden encontrar:

- Láctico, como ya se ha indicado con un sabor poco ácido y mucho más suave y semejante al de los productos lácteos.

- Acético, se forma por la oxidación del alcohol debida a la acción de ciertas bacterias y aporta un gusto ligeramente agrio al vino. Si sus niveles son excesivamente altos provoca en el vino olor y gusto a éster (acetato de etilo).

- Succínico, aporta al vino un ligero sabor entre ácido y amargo.

El Sabor Salado

Se percibe en los bordes de la lengua, a pesar de las numerosas sales disueltas en los vinos, es raro

encontrar este sabor en los vinos de forma destacada. No obstante cabe apuntar que las sales minerales realzan los sabores de los vinos y les dan frescura.

Proviene de dos tipos de sales: inorgánicas (sales minerales entre las que destacan sulfatos, fosfatos, etc.) y orgánicas procedentes de los ácidos de este mismo tipo como los tartratos. Las sales suelen aparecer en la fase visual en forma de pequeños cristales en el fondo de la botella y su presencia en principio no influye sobre el vino.

El Sabor Amargo

Se perciben estos sabores en la zona central de la parte interna de la lengua, siendo frecuentemente acompañados de la sensación de astringencia existiendo a veces dificultad en separar ambas sensaciones. Estos compuestos se deben fundamentalmente a los polifenoles y tienen su origen en los hollejos y pepitas de las uvas y raspón, así como en las barricas.

Es necesario puntualizar que debe distinguirse claramente el amargor del verdor que se suele encontrar en los vinos en el caso de vendimias no maduras y que normalmente se suele notar más en las encías.

Sensaciones Táctiles

Un cuerpo insoluble puesto sobre la lengua determina una sensación táctil, no gustativa, que vendrá dada cuando la boca modifique su temperatura, cuando se mastica mediante los dientes, etc.

En el caso del vino podemos hablar de sensaciones pseudotáctiles de varios tipos :

Textura del vino

Podemos encontrar sensaciones de untuosidad, fluidez, redondez, producidas por ejemplo por la cantidad de glicerol presente.

Sensaciones químicas

Debidas a las reacciones de las mucosas con los diferentes compuestos del vino. En este sentido destaca la pérdida de fluidez en la boca conocida como astringencia, se trata de una sensación pseudotáctil que se produce por la precipitación de la mucina de la saliva inducida por los polifenoles y especialmente por los taninos.

Haciendo una comparación simple, esta astringencia puede considerarse aproximadamente como lo contrario a la

suavidad. Cuando es muy acusada produce sensación de sequedad y aspereza en la lengua.

Sensaciones térmicas

La principal es la sensación de ardor que producen los vinos más alcohólicos en especial cuando el vino no está equilibrado y existe una elevada proporción de etanol presente. Este fenómeno no existe en todos los vinos, ya que en función del equilibrio de componentes, existen muchos vinos como los generosos en los que pese a tener altas cantidades de alcohol no producen esa sensación de ardor.

Otra sensación a tener en cuenta es la que producen en la punta de la lengua los vinos con aguja otorgando una suave y agradable sensación de picor.

LA FASE GUSTATIVA: EJECUCIÓN

Para llevar a cabo esta fase, debe ingerirse una pequeña cantidad de vino, de 6 a 10 ml aproximadamente. Después de tenerlo entre la lengua y el paladar, se lleva lentamente hacia el final de la boca, extendiéndolo por los carrillos, para que gane superficie de contacto, sin tragarlo. Se introduce el vino en todas las partes de la boca, para que las diferentes papilas gustativas se impregnen del mismo. Esta toma de vino se acompaña de una primera aspiración de aire, con la boca entreabierta, para que participen los vapores aromáticos en la fase de ataque.

La exaltación de un aroma o un defecto, se realiza aspirando aire entre los labios entreabiertos y con los carrillos ligeramente juntos. Así se emulsiona y recalienta el vino y los vapores olorosos son arrastrados y percibidos con mayor facilidad por la vía retronasal. El tiempo normal de duración de este examen es de 10 a 15 segundos.

Las diferentes subfases que conlleva la fase gustativa son las siguientes:

Ataque

Se trata del inicio de la fase gustativa, su duración es corta, menos de tres segundos. En esta fase se da un predominio de los sabores dulces al ser los primeros que se perciben.

Evolución

También conocida como evolución en boca, paso de boca o desarrollo, en función del tipo de vino tiene duración variable entre cinco y doce segundos. Durante ella se da una progresiva

disminución de los sabores dulces y un aumento de los ácidos y posteriormente de los amargos.

Impresión Final

Dura cinco o más segundos. En ella predominan los sabores ácidos y en mayor medida los amargos, que generalmente son los más duraderos.

Persistencia:

Junto con la siguiente (vía retronasal) constituye el conjunto de sensaciones posteriores a la deglución o expulsión del vino.

Vía Retronasal

Dada la conexión existente entre laringe y nariz como hemos visto con anterioridad, podemos oler el vino por esta vía además por olfacción directa. Pueden desarrollarse otros aromas antes ocultos debido a la elevación de temperatura que el vino sufre durante su paso por la boca.

En función del tiempo, en segundos, que dure la persistencia aromática, se puede hacer la siguiente clasificación:

VINO CORTO: 0-2 Segundos

VINO MEDIANO: 2-5 Segundos

VINO LARGO: 6-8 Segundos

VINO MUY LARGO: 9-12 Segundos

A ese tiempo algunos autores lo llaman caudalías. Es decir que si un vino dura, por ejemplo; 5 segundos, tendría 5 caudalías.

A veces algunos vinos nos dejan una sensación final, que puede ser: ácida, tánica, etc., Si esta sensación final, no existiese, hablaríamos de un vino franco. Por el contrario, a veces, en la sensación final aparece un mal gusto, entonces hablaremos de postgusto a... (defecto encontrado), por ejemplo: suciedad, herbáceo, amargoso...

Equilibrio de los vinos

Aparece como sensación final en la boca y es la conjugación entre la acidez, el alcohol, el dulzor y el tanino presentes en el vino. En función de las proporciones de cada uno en un vino concreto, éste nos dará diferentes sensaciones.

Como ejemplo podemos observar el cuadro adjunto:

Vino	Acidez	Alcohol	Tanino	Resultado de los vinos
Todos	Alta	Alto		Cálidos, carnosos.
Todos	Alta	Bajo		Ligeros, acidulados, verdes, delgados.
Blancos	Baja	Alto		Vinosos, de suaves a blandos. De grasos a pesados.
Blancos	Baja	Bajo		Planos, pobres, dulzarrones.
Blancos	Alta		Bajo	Necesario para vinos frescos.
Tintos	Baja		Alto	Necesario para su desarrollo y longevidad.

En general, para tintos, una gran riqueza en taninos se soporta mejor, si la acidez es escasa y la graduación elevada.

Interacciones entre sabores

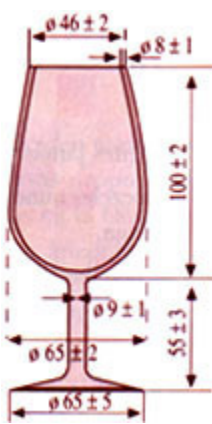
Como es lógico, determinados sabores enmascaran o potencian otros, a modo de síntesis podemos decir que:

- Los sabores azucarados y ácidos se enmascaran mutuamente, por tanto un vino que resulte excesivamente dulzón por ejemplo podría corregirse con un leve aporte ácido.
- Los sabores azucarados y amargos se enmascaran mutuamente.
- Los sabores azucarados y salados se enmascaran mutuamente.
- El azúcar reduce la sensación de astringencia.

- El alcohol suaviza la sensación azucarada.
- El alcohol y el azúcar amortiguan la acidez.
- El gas carbónico exalta la acidez y disminuye el dulzor.

LA SALA DE CATAS Y LA PREPARACIÓN DE LA DEGUSTACIÓN

Para poder captar todos los aromas y sabores presentes en una copa de vino, debemos cuidar al máximo todos los detalles externos que sean susceptibles de influenciarnos, lo ideal es intentar conseguir siempre en las salas de catas condiciones homólogas y reproducibles. El mejor momento para realizar una cata es el final de la mañana, cuando se notan los primeros síntomas de apetito ya que es cuando nuestros sentidos gustativos se hallan más alerta. La luz, a ser posible será luz natural y la temperatura ambiente oscilará entre 20 y 22°C., la estancia deberá asegurar la ausencia de ruidos u olores.



Por su parte, la copa será de cristal y preferiblemente la estándar para catar (catavinos) dada la gran diferencia existente entre catar un vino en diferentes formatos de copas, ésta estará convenientemente lavada y enjuagada para eliminar los restos de detergentes.

El catador por su parte deberá haberse abstenido, durante varias horas antes, de tomar café, té, o fumar y usar perfumes, jabones ó dentífricos aromátizados. Entre prueba y prueba, se debe enjuagar la boca con agua y/o comer un poco de pan, ni dulce ni muy salado.

En cuanto a los catadores, para la realización de un análisis sensorial, los degustadores deberán ser conscientes de la actividad a efectuar, ser aptos para tal empeño y conocer en profundidad el tipo de vinos a degustar, el método de cata y el modo de anotación.

Igualmente será importante el vocabulario de la degustación, que deberá ser conocido por todos

los catadores a fin de poder trasladar y compartir sus sensaciones con los demás.

La copa debe llenarse como máximo un tercio de su capacidad aproximadamente y sostenerse solamente por el fuste o la base con la finalidad de no ensuciarla interfiriendo la fase visual ni calentar su contenido.

Siempre en esta disposición el silencio es obligatorio y no se cambiarán impresiones más que al final de cada tanda o de la sesión.

La degustación no se realizará con más de cinco o seis vinos sin descansar dado que el olfato y el gusto se saturan, disminuyendo rápidamente las sensaciones percibidas y el máximo aconsejable serán dos o a lo sumo tres tandas en una sesión.

Como se ha comentado con anterioridad, la evaporación de sustancias volátiles aumenta a la par que la temperatura de degustación, así los aromas se exageran a los 18°C, se reducen drásticamente a los 12° y prácticamente desaparecen por debajo de los 8°. Generalizando puede decirse que los vinos blancos se degustan entre 10-12°C, los rosados entre 12-14° para los ligeros y los 16-18° para los de más cuerpo.

Dos puntos importantes para el éxito de las sesiones son la temperatura de degustación y el orden de presentación de los vinos.

Temperaturas altas: inciden particularmente sobre la presión olfativa y el sabor ácido. A mayor temperatura los aromas se evaporan con mayor rapidez, tanto los recogidos por vía directa (nasales) como los absorbidos por vía indirecta (retronasales), ya que la temperatura del vino en el interior de la boca aumenta de 2 a 5° C en cinco segundos. También a mayor temperatura aumentan los sabores ácidos.

Temperaturas bajas: el mayor efecto se debe a el gusto áspero de la materia polifenólica a baja temperatura. La cantidad de materia polifenólica del vino tiene influencia en el gusto, además de tenerla sobre el color y el aroma. Los polifenoles comunican ante todo astringencia y podemos decir que cuantos más polifenoles tenga un vino, más áspero será, aunque también depende de grado de polimerización, pues la mayor responsabilidad recae en los flavonoides (taninos y catequinas), que en formas monoméricas son suaves, pero que al aumentar el peso molecular se

vuelven ásperos y al aumentar de nuevo, en el envejecimiento del vino, vuelven a ser más suaves.

Las temperaturas de cata recomendadas para los diferentes tipos de vino son las siguientes:

Blancos Jóvenes

7 - 10° C; mayor temperatura resalta el alcohol y los aromas secundarios, mientras que una temperatura menor ocultaría los aromas varietales.

Blancos con barrica

10 - 12° C; Al elevar algo la temperatura conseguiremos que resalte el bouquet de la crianza en conjunción con los aromas de la variedad.

Rosados y Claretos

10 - 12° C; a mayor temperatura aumenta la sensación de acidez, mientras que a menor temperatura no se observan bien los caracteres aportados por las uvas tintas.

Tintos Jóvenes

12 - 15° C; acercándonos más al punto más alto de temperatura cuanto más tánico sea el vino para evitar amargores y astringencias excesivos. A estas temperaturas se respetan los aromas primarios de las variedades tintas y aporta suficiente frescor.

Crianzas

14 - 17° C; Deben ser vinos menos ligeros por lo que temperaturas bajas incrementarían en exceso la astringencia, a esta temperatura se asegura la corpulencia en lugar de el frescor como ocurría en el caso anterior.

Reservas

17 - 18° C; A mayor temperatura no apreciaríamos los aromas terciarios (bouquet) procedentes de la crianza, y además se incrementarían en exceso los aromas secundarios (alcoholes principalmente) que difuminarían a los propios del envejecimiento.

Espumosos

6 - 8° C; a menor temperatura pierden sus aromas característicos mientras que si la subimos más pierden elegancia.

Finos y Manzanillas

7 - 10° C; a mayor temperatura destacarían en exceso sus alcoholes y a menor no olerían adecuadamente.

Blancos Dulces

5° C; si se sube la temperatura en exceso, llega a empalagar con facilidad debido a los azúcares.

Licorosos

12 - 14° C; Es la temperatura ideal para buscar equilibrio entre dulzura y aromas.

El orden de presentación de los vinos para la degustación debe ser tal que se siga un orden creciente en las sensaciones, de forma que se aprecie una escala progresiva en relación a la persistencia aromática, la riqueza en azúcar, el grado alcohólico y la añada.

En general se degustarán primero los vinos blancos, después los rosados y por último los tintos, todos ellos secos, dejando para último lugar los vinos dulces y empezando siempre por los más jóvenes.

Es necesario precisar que la degustación sólo será eficaz si la realizamos sobre vinos estrictamente comparables y que nunca es conveniente, por inútil, el confrontar vinos de naturaleza u origen muy diferente o vinos nuevos con vinos viejos.

OBSERVACIONES FINALES: FICHA DE CATA

Para que los catadores puedan reflejar sus juicios sobre un vino, compararlos y conservarlos, debe existir un procedimiento de expresión de resultados común para todos, para ello se utiliza la ficha de cata.

Existen diferentes modelos de fichas de cata, en función del tipo de degustación que se realice, pero todas deben de reunir las condiciones de sencillez de uso, rigurosidad de apreciación y buen conocimiento por el colectivo que debe utilizarlas.

Los aspectos que se contemplan generalmente en ellas son:

- Descripción del vino.
- Características analíticas.
- Estímulos pregustativos, separando visuales de olfativos.
- Estímulos gustativos.

- Sensación de persistencia.
- Impresión final y general del vino.

La última ficha de cata recomendada por la oficina internacional de la viña y el vino es la siguiente:

		Exce- lente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Insufi- ciente	Defectos/ Observaciones
FASE VISUAL	LIMPIDEZ	<input type="checkbox"/> 5 .	<input type="checkbox"/> 4 .	<input type="checkbox"/> 3 .	<input type="checkbox"/> 2 .	<input type="checkbox"/> 1 .	
	COLOR	<input type="checkbox"/> 10.	<input type="checkbox"/> 8 .	<input type="checkbox"/> 6 .	<input type="checkbox"/> 4 .	<input type="checkbox"/> 2 .	
FASE OLFATI- VA	INTENSIDAD	<input type="checkbox"/> 8 .	<input type="checkbox"/> 7 .	<input type="checkbox"/> 6 .	<input type="checkbox"/> 4 .	<input type="checkbox"/> 2 .	
	FRANQUEZA	<input type="checkbox"/> 6 .	<input type="checkbox"/> 5 .	<input type="checkbox"/> 4 .	<input type="checkbox"/> 3 .	<input type="checkbox"/> 2 .	
	CUALIDAD	<input type="checkbox"/> 16 .	<input type="checkbox"/> 14 .	<input type="checkbox"/> 12 .	<input type="checkbox"/> 10 .	<input type="checkbox"/> 8 .	
FASE GUSTA- TIVA	INTENSIDAD	<input type="checkbox"/> 8 .	<input type="checkbox"/> 7 .	<input type="checkbox"/> 6 .	<input type="checkbox"/> 4 .	<input type="checkbox"/> 2 .	
	FRANQUEZA	<input type="checkbox"/> 6 .	<input type="checkbox"/> 5 .	<input type="checkbox"/> 4 .	<input type="checkbox"/> 3 .	<input type="checkbox"/> 2 .	
	CUALIDAD	<input type="checkbox"/> 22 .	<input type="checkbox"/> 19 .	<input type="checkbox"/> 16 .	<input type="checkbox"/> 13 .	<input type="checkbox"/> 10 .	
	PERSISTENCIA	<input type="checkbox"/> 8 .	<input type="checkbox"/> 7 .	<input type="checkbox"/> 6 .	<input type="checkbox"/> 5 .	<input type="checkbox"/> 4 .	
APRECIACIÓN GLOBAL		<input type="checkbox"/> 11 .	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 9 .	<input type="checkbox"/> 8 .	<input type="checkbox"/> 7 .	
TOTAL PUNTOS							

BODEGAS SUBTERRÁNEAS TRADICIONALES EN LA RIBERA DEL DUERO

Ignacio Cañas Guerrero, José María Fuentes Pardo, Silvia Martín Ocaña
Departamento de Construcción y Vías Rurales. Universidad Politécnica de Madrid

INTRODUCCIÓN

La vinificación de los vinos de la Ribera del Duero y su elaboración se estima en el período comprendido entre principios del S. XI y finales del S XIII, cuando se tiene constancia de la formación de nuevas bodegas en la comarca: los llamados "pagos", rodeando a fortificaciones y a monasterios de la Ribera del Duero. También empezaron a construirse nuevas edificaciones sobre el subsuelo de las laderas y montañas, minando sus paisajes con promontorios de piedras surgidas del suelo en forma de chimeneas, éstas son las "bodegas subterráneas". Se construyeron para la conservación y el almacenaje de los excedentes producidos del vino. Las producciones fueron a más y las bodegas subterráneas también se fueron ampliando, comunicando inclusive pueblos entre sí, atravesando ríos y laderas. Las bodegas subterráneas son construcciones típicas no sólo en la Ribera del Duero, sino en otras comarcas vitícolas en las que las condiciones climáticas y geológicas permitieron su aparición. Sin embargo, muchas de ellas han sido abandonadas en nuestro siglo con la creación de grandes bodegas comerciales, que prefieren otro tipo de construcción por la facilidad de trabajo. Hoy en día algunas de ellas corren peligro de desaparición pues la falta de uso hace que no se realicen labores de conservación en su interior. En esta ponencia se hace un repaso a los aspectos constructivos y ambientales de este tipo de construcción, como paso preliminar para el estudio de las posibilidades de dar nuevos usos a estas construcciones.

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

Las bodegas subterráneas conforman conjuntos arquitectónicos de varias decenas e incluso más de un centenar de ejemplares, localizados a las afueras de los núcleos de población ribereños. Se trata de galerías para la conservación del vino de autoconsumo, excavadas aprovechando la existencia en el subsuelo de estratos arcillosos consistentes e impermeables. Aunque no resulta fácil especificar con exactitud su antigüedad,

diversas fuentes documentales permiten corroborar la existencia de estas cuevas en los pueblos de la Ribera del Duero a comienzos del siglo XVI (Alonso de Herrera, 1513; Iglesia, 1982). Cuando la topografía del terreno lo permite, resulta habitual su emplazamiento en la ladera de un cerro con vistas a garantizar la adecuada evacuación de las aguas de lluvia, al tiempo que se minimizan los trabajos de extracción de tierras. Los característicos montículos de tierra que refuerzan la entrada de las bodegas, sus tradicionales portadas y espacios delanteros y las características zarceras o respiraderos troncocónicos para garantizar la ventilación en las cuevas son elementos singulares y llamativos hitos visuales en el paisaje próximos a la mayoría de las localidades ribereñas.

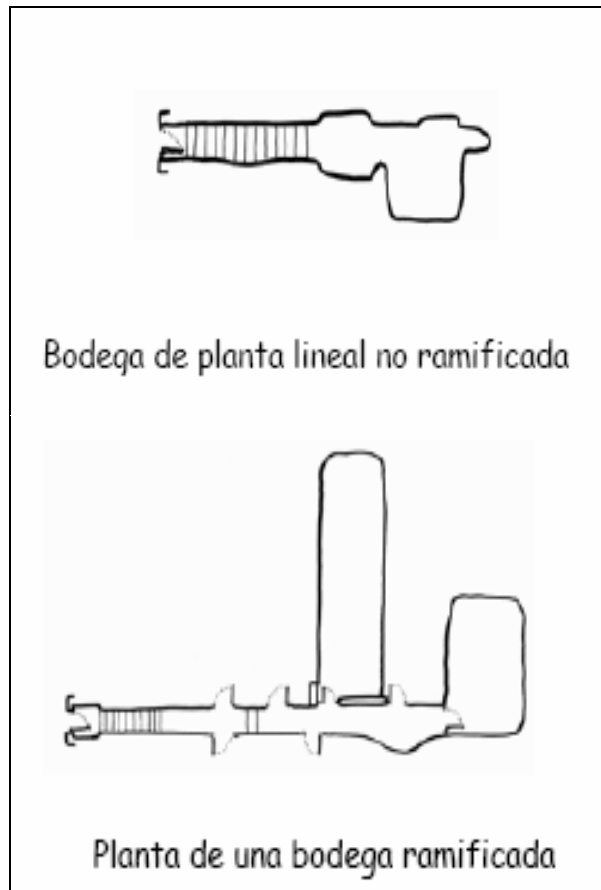
Figura 1. Conjunto de bodegas subterráneas en la localidad soriana de Aldea de San Esteban.



Aunque la longitud y disposición en planta de las bodegas subterráneas varían considerablemente en función de las características geológicas de los suelos, son muy habituales en los pueblos ribereños los ejemplares de longitud reducida y planta lineal, con un cañón o galería descendente que da paso a la cueva situada varios metros por debajo de la cota del terreno. Junto a estas

pequeñas bodegas, aparecen también algunos ejemplares de planta ramificada y mayor desarrollo longitudinal (en ocasiones superior a un centenar de metros) con salas pertenecientes a diferentes propietarios y acceso a las mismas desde un pasillo distribuidor común.

Figura 2. Tipologías de bodegas subterráneas en función de la forma de su planta.



El espacio anterior a la bodega ("antefachada") constituye un lugar de encuentro y reunión vecinal durante el buen tiempo, por lo que resulta habitual la adopción de diversas soluciones adaptadas a tal fin, como el enlosado del suelo, la construcción de rudimentarios asientos de piedra o madera (poyos) paralelos o perpendiculares a la fachada, o la ejecución de mesas o barbacoas. También es frecuente la edificación de pequeñas construcciones destinadas al prensado de la uva ("lagaretas") o utilizadas como merenderos de uso familiar.

Figura 3. Diferentes soluciones de antefachada en bodegas subterráneas de la Ribera del Duero



La fachada de acceso o "portada" constituye la expresión exterior o cara visible de la bodega. Los materiales utilizados en su ejecución son los propios de cada zona: piedra, madera, adobe y/o ladrillo; si bien el toque particular de cada propietario convierte cada acceso en único y exclusivo. El hueco de paso se conforma habitualmente mediante piedras labradas o sillares en las jambas y diversas soluciones de dintel, entre las que pueden citarse: vigas de piedra o madera, arcos formados por varias dovelas, grandes piedras de forma triangular o piedras enterizas con forma de arco. El remate superior de la portada se efectúa generalmente con losas ligeramente sobresalientes, sobre las que se añade un copete de tierra cubierto de vegetación, que enlaza con el lomo de tierra que cubre el túnel de acceso. Las puertas son de maderas autóctonas (enebro, sabina, olmo o pino según las zonas), con huecos para la ventilación en la parte superior e interesantes trabajos de

forja en claveteados y cierres. En la figura 4 se muestran algunos de los detalles referidos.

Figura 4. Detalles constructivos de las portadas en las bodegas ribereñas. De izquierda a derecha: Portada tradicional. Arco formado por varias dovelas y puerta. Arco formado por varias dovelas y puerta.



La galería descendente o "cañón" de la bodega es un pasillo descendente de anchura inferior a un metro. El suelo está formado por una escalinata con peldaños labrados en la tierra y las paredes y techos se encuentran generalmente reforzados con piedra en esta parte de la bodega para evitar derrumbamientos. Una vistosa solución de cubrición, repetida con cierta frecuencia, consiste en la formación de un dintel quebrado mediante dos losas colocadas en forma de V invertida. También es común la realización de bóvedas con mampuestos de piedra de formas más o menos irregulares. Con cierta frecuencia se constata la existencia de pequeñas cavidades excavadas en los laterales del cañón, destinadas al almacenamiento de alguna cuba o tinaja de reducidas dimensiones (Figura 5).

Figura 5. Vista del cañón en una bodega subterránea (Izquierda). Diferentes soluciones de techado (Centro). Cavidad lateral o sisa (Derecha).

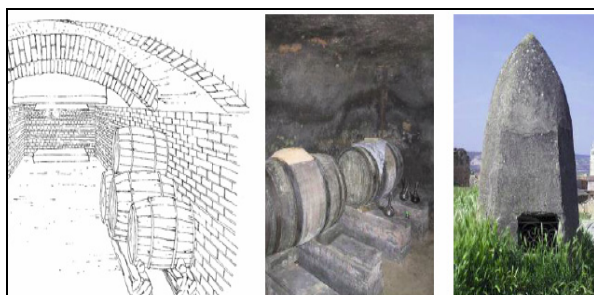


El lugar donde tiene lugar la fermentación del mosto y el envejecimiento de los caldos recibe el nombre de "cueva" o "bodega". Se trata de un espacio más amplio, situado a una profundidad de 5 a 10 metros bajo la superficie del terreno y con altura suficiente para posibilitar la circulación de personas. Las paredes, bóveda y suelo de esta parte de la bodega aparecen habitualmente desnudos, mostrando las señales del picado sobre la tierra compacta o "greda". En las bodegas de mayor longitud suele aparecer al fondo de la cueva un respiradero en forma de tubo vertical excavado en la tierra, que garantiza la ventilación interior y muy especialmente, la eliminación del CO₂ producido en la fermentación del vino. Recibe la denominación de "zarcera" y se proyecta al exterior en forma de una estructura troncocónica o cilíndrica recubierta con piedras.

La producción y conservación del vino tiene lugar en grandes cubas de madera de roble o castaño (se emplea como unidad de capacidad el 'cántaro' o 'cántara', equivalente a 16 litros de vino), apoyadas sobre soportes de madera, ladrillo o realizados a partir de la propia roca terrosa labrada, denominados "poínos o marranos", con el fin de preservar los recipientes de la humedad existente en el suelo.

En la figura 6 se muestran gráficamente los aspectos arriba reseñados.

Figura 6. Izquierda: Vista interior del espacio destinado al almacenamiento del vino (Cueva o bodega). Centro: Cuba de madera para la conservación del vino. Derecha: Vista exterior de una zarcera.



ASPECTOS AMBIENTALES DE LAS BODEGAS SUBTERRÁNEAS TRADICIONALES

La necesidad de guardar y conservar el vino para ser consumido a lo largo del año, obligó al hombre a buscar o construir edificaciones y vasijas que aseguraran buenas condiciones para su almacenaje y conservación, denominando a estos locales bodegas (Díez Anta, 1992). La construcción de bodegas tradicionales subterráneas, como cualquier construcción vernácula, debe su origen a los sistemas de "prueba - error" desarrollados por los propietarios que son al mismo tiempo arquitectos y constructores de estos edificios. El desarrollo de esta construcción a lo largo de la geografía vinícola de España - Ribera del Duero, Toro, La Rioja, Cigales - responde a su buena adecuación al uso final. Las bodegas tradicionales subterráneas aparecen fundamentalmente en las regiones vinícolas en las que se conjugan las condiciones óptimas geológicas - suelos arcillosos - y climáticas - elevadas oscilaciones anuales de temperatura - .

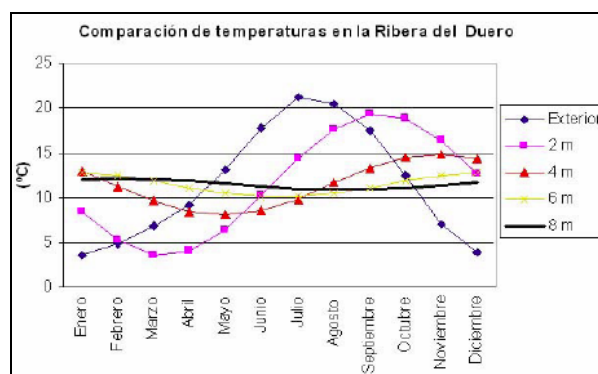
La conservación y crianza del vino requiere unas condiciones ambientales específicas. No olvidemos que el vino es un producto vivo que está en constante cambio. El vino no es un producto universal, sino que refleja el medio natural en el que ha sido elaborado. El clima se transfiere en primer lugar a la uva, a través de la tierra y de la atmósfera, otorgándole su potencial cualitativo; y en segundo lugar, el clima influye al vino mediante el ámbito higrotérmico de la bodega de crianza, donde el vino adquiere sus propiedades organolépticas características. Unas condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa hacen que el vino se conserve bien o incluso mejore a lo largo del tiempo, por el contrario si esto no se cumple el vino envejecerá a mayor velocidad perdiendo características organolépticas. Los expertos (Troost, 1985; Vogt,

1986; De Rosa, 1988; Hidalgo Togores, 2003) señalan varios rangos de temperatura y humedad relativa como los óptimos, sin embargo, todos coinciden en el peligro que suponen las altas temperaturas, las elevadas oscilaciones térmicas y las bajas humedades relativas. Estas bodegas aprovechan el amortiguamiento y retardo de la onda térmica que produce la capa de tierra, que es capaz de proporcionar las condiciones adecuadas para el procesado del vino (temperaturas bajas y constantes a lo largo del año). Además del amortiguamiento de la onda térmica, las bodegas subterráneas poseen otras características beneficiosas para la elaboración del vino como son:

- reducción de los ruidos y vibraciones que pueden afectar a la crianza
- iluminación tenue; los rayos UV puede descomponer compuestos orgánicos presentes en el vino que contribuyen a su aroma, sabor y color característico
- elevada humedad relativa que minimiza las pérdidas por evaporación.

El valor de la temperatura del suelo en profundidad a lo largo del año se estima mediante modelos matemáticos. Los parámetros determinantes son: 1) La temperatura media exterior, 2) La amplitud anual de temperatura exterior, 3) El tipo de suelo y 4) La profundidad. Considerando unas condiciones climáticas medias para la Ribera del Duero y un suelo arcilloso tipo se han calculado las temperaturas medias mensuales a distintas profundidades y se han comparado con la temperatura exterior (ver figura 7).

Figura 7. Comparación de las temperaturas medias mensuales en el exterior y en el suelo a diversas profundidades



En la figura anterior se observa que a medida que desciende la profundidad, las temperaturas se

hacen más estables, lo que beneficia la conservación y crianza del vino. Por ello, entre las bodegas tradicionales subterráneas un parámetro a considerar es la profundidad a la que se encuentra la cueva. Además de esto, el tipo de suelo y la existencia de zarceras tienen influencia en las temperaturas alcanzadas en la cueva. Los resultados de las monitorizaciones realizadas en varias bodegas, muestran que no todas tienen el mismo comportamiento térmico (Cañas & Martín, 2005), esto deberá ser tenido en cuenta a la hora de reutilizar las bodegas.

LAS BODEGAS SUBTERRÁNEAS EN LA ACTUALIDAD: POSIBILIDADES DE NUEVOS USOS.

En la actualidad, al igual que ocurre con muchos otros elementos propios de la arquitectura vernácula de nuestros pueblos, las bodegas subterráneas se encuentran sometidas a un proceso de creciente y continua pérdida de uso. La avanzada edad de sus propietarios, juntamente con las exigencias propias de los modernos procesos industriales de vinificación, conducen irremisiblemente al abandono de las cuevas y al gradual deterioro de las mismas por falta de ventilación y mantenimiento.

No obstante, las actuales tendencias de mercado hacia la producción de vinos de calidad suponen una oportunidad para la conservación de las tradicionales cuevas. Las adecuadas condiciones térmicas en su interior para la preservación de los caldos (temperatura constante a lo largo de todo el año en torno a 10 °C; ausencia de luz y corrientes de aire y elevada humedad ambiental, que minimiza las pérdidas de líquido por evaporación) hacen de estos espacios un lugar idóneo para el envejecimiento de los caldos. Existen en la Ribera del Duero algunas bodegas en las que los vinos de mayor calidad, fundamentalmente reservas y grandes reservas, se conservan en bodegas tradicionales subterráneas.

Tras la constitución de la Denominación de Origen, las bodegas empiezan a cuidar un poco más la estética de sus edificios, siendo habitual la construcción de una zona "noble" o zona social, destinada a oficinas, laboratorio y recepción de visitantes, junto a las naves de elaboración y crianza. Algunas bodegas, llegan a incorporar

instalaciones hoteleras a las bodegas, aprovechando el auge que el ecoturismo tiene en nuestros días. Por ello, la producción ligada a este tipo de construcciones tradicionales permite mejorar la imagen de los vinos elaborados, comunicando a través de la antigüedad de la bodega un mensaje de producción ligada a métodos ligados a la tradición local (Ferrari, 1995). En base a estos mismos principios, una parte del espacio subterráneo que producen las bodegas podría ser utilizado para la maduración de quesos o la conservación de embutidos autóctonos con fines comerciales.

Sin dejar de tenerse presente el uso económico de las bodegas, dirigido a la elaboración y/o conservación de vinos, el misterio e interés que evoca el espacio subterráneo de las cuevas, juntamente con las confortables condiciones ambientales en su interior sugieren la posibilidad de aprovechar algunos de estos espacios como pequeños restaurantes o salas destinadas a la cata de vinos y otros productos autóctonos. No en vano, las bodegas ribereñas han sido desde su origen y continúan siendo en la actualidad lugares de reunión para familiares y vecinos. Este tipo de turismo gastronómico ligado al vino ha adquirido gran auge en los últimos años y se encuentra consolidado a través de rutas turísticas o gastronómicas en distintas zonas de la geografía nacional, como La Rioja, Navarra o Castilla-León (Figura 8).

Figura 8. Bodega subterránea reutilizada como restaurante en la localidad zamorana de El Perdigón



Finalmente, algunos ejemplares y conjuntos valiosos en sí mismos por su representatividad o por sus peculiares características tipológicas deberían ser conservados como museos etnológicos, para mostrar las soluciones constructivas utilizadas en esta peculiar forma de

arquitectura subterránea y las ancestrales técnicas de producción vinícola en los pueblos de la Ribera del Duero. En este sentido, resulta imprescindible el esfuerzo y trabajo conjunto de instituciones (ayuntamientos, asociaciones, grupos de desarrollo, etc.), empresas y pobladores con vistas a la revalorización del importante recurso patrimonial que suponen las bodegas subterráneas.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso de Herrera, G. 1513. Agricultura general. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Edición: 1981).

Cañas, I; Martín, S. 2005. Study of the thermal behaviour of traditional wine cellars: the case of the area of "Tierras Sorianas del Cid" (Spain). *Renewable Energy*, 30(1): 43 – 55.

De Rosa, T. 1988. Tecnología del vino tinto. Ediciones Mundi-Prensa.

Díez Anta, S. 1992. Las bodegas en la provincia de León. Caja España. Ediciones Leonesas, SA. León.

Ferrari, V., 1995. L'immagine e la comunicazione delle imprese nel settore vinicolo. *Il Corriere Vinicolo*. Núm. 17: 15-17.

Hidalgo Togores, J. 2003. Tratado de enología. Ediciones Mundi-Prensa.

Iglesia, J. 1982. Las bodegas subterráneas de la Ribera. *Revista Narria*. Núm. 28. Diciembre: 14-18.

Martín S.; Cañas I. Comparison of hygro-thermal conditions in underground wine cellars from a Spanish area Building and Environment, En prensa. Disponible en la red 30 December 2004.

Troost, G. 1985. Tecnología del vino. Ediciones Omega, S.A., Barcelona.

Vogt, E; Jacob, L; Lemperle, E; Weiis, E. 1986. El vino: obtención, elaboración y análisis. 9ª Edición. Editorial Acibia, S.A. Zaragoza.

ARQUITECTURA Y CULTURA DEL VINO

María José Yravedra Soriano. Doctora en Arquitectura.
Arquivin, arquitectura del vino.

PRESENTACIÓN

El vino adquiere sus propias señas de identidad fruto del intercambio equilibrado y sostenible entre naturaleza, arquitectura y enología. La naturaleza, en primer lugar, le confiere las cualidades intrínsecas a su climatología propia de cada región y cosecha, donde cada variedad de uva es reflejo de la adaptación de la cepa al medio geográfico. Las Denominaciones de Origen han ayudado sin duda a mantener esta diversidad del espectro de los vinos en contra de la estandarización.

Desde que la uva es prensada, pierde el contenedor primario del hollejo que envolvía su jugo y que actuaba como filtro natural con la climatología exterior. Desde este momento interviene la bodega, donde su arquitectura proporciona al vino el nuevo hábitat para su elaboración y le confiere las condiciones específicas, dependiendo de cada zona geográfica, para el desarrollo de sus cualidades organolépticas durante la crianza.

La inversión en la construcción de una buena bodega supone una herramienta extraordinaria de trabajo para un viticultor, que aumenta las posibilidades técnicas y laborales para decidir con libertad nuevas prácticas enológicas y poder lograr nuevos retos en la calidad y en la personalidad de los vinos.

Las bodegas son proyectos urbanísticos abiertos a futuras ampliaciones, en la mayoría de los casos formados por un proceso de adición paulatina de edificios según las necesidades de expansión de la empresa, y debe proyectarse con un criterio que haga flexible la adaptación de la maquinaria a las tecnologías futuras.

Existen una pautas comunes generales de funcionamiento para el diseño de las bodegas de vinificación, pero sin embargo la bodega de crianza necesita de unas determinadas

condiciones higrotérmicas propias de cada tipo de vino y región.¹

LOS ESPACIOS DEL VINO

El recorrido de elaboración y crianza del vino, desde la recepción de la uva hasta la expedición, es siempre un camino lineal que atraviesa varios espacios muy diferentes. Funcionalmente, es recorrido que sigue una cadena lineal en movimiento de manipulación puntual de los operarios, interrumpido en el tiempo por espacios con diferentes características higrotérmicas donde el vino "reposa" en diferentes contenedores. Estos dos espacios principales son la bodega de vinificación y la bodega de crianza.

ESPACIOS QUE ALBERGAN LOS DIFERENTES DEPÓSITOS DEL VINO: Son espacios de características higrotérmicas y funcionales distintas:

Edificio, nave o bodega que alberga los depósitos cilíndricos de acero inoxidable donde se realiza la fermentación.

Edificio o bodega de crianza que alberga las barricas para la crianza oxidativa o botellas para la crianza reductora (según el tipo de vino).

Espacio que alberga los depósitos de estabilización (sólo para determinados casos de vinos tintos)

El almacén o edificio de expedición, donde el vino espera, embalado en las cajas, su salida de la bodega en camiones para su venta.

ESPACIOS INTERSTICIALES DONDE EL VINO CIRCULA: Son espacios donde el vino se manipula siguiendo una cadena lineal en movimiento. Es importante que durante el recorrido desde la recepción de la uva, despalillado y el posible estrujado a los depósitos de primera fermentación, el mosto sufra lo menos posible, evitando en lo posible la circulación por tuberías y la excesiva acción de bombas que podría dañar la calidad del mosto. Utilizando el transporte por gravedad, bandas transportadoras o receptáculos o maquinaria móviles, grúas, etc. Se consiguen mejores resultados. Se consideran también dentro

¹ Libro *Arquitectura y Cultura del Vino*. María José Yravedra Soriano. Editorial Munilla-Lería. 2003.

de este apartado el tren de tiraje (sólo para el cava), tren de embotellado, tren de etiquetado, etc.

RECEPCIÓN DE LA UVA

Se organiza la vendimia para que el transporte de la uva llegue escalonadamente a la bodega, y que la elaboración sea inmediata después de la descarga.

La zona de recepción de la uva siempre se sitúa en la parte más alta del terreno. El acceso de los tractores a las tolvas de descarga debe ser claro, fácil y abierto. Conviene que las tolvas estén siempre cubiertas por grandes marquesinas y que haya plazas para la espera de descarga de los camiones y tractores. Antes de la descarga, debe haber una gran cubierta donde se realice un estricto control de calidad, donde además del peso se analizan los parámetros de las cualidades de la uva.

BODEGA DE FERMENTACIÓN

Hasta finales del siglo XIX, el edificio de vinificación, llamado lagar, era una respuesta funcional y constructiva al control de la luz y la temperatura, por medio de soluciones arquitectónicas tradicionales propias de cada región. En su interior, las canalizaciones, los depósitos, vasijas, tinajas y los diferentes envases de fermentación eran una clara muestra de la manufactura artesanal arraigada en cada zona geográfica. Desde el *lacus* y el *dolium* romanos, hasta las grandes vasijas de barro de Valdepeñas, las tinajas de madera de roble tan características de La Rioja, y los depósitos cilíndricos de ladrillo y de hormigón armado en la Conca de Barberá (Cataluña), etc., han dado lugar a considerar el lagar representativo del nivel de desarrollo "tecnológico" de cada civilización, formando parte del patrimonio arqueológico industrial.

Hoy día, se ha estandarizado el funcionamiento de las bodegas de fermentación. El primer cambio significativo se produjo a finales del s.XIX, con la construcción de depósitos de hormigón armado con paredes recubiertas con azulejos o baldosas de vidrio, que impedía en gran medida, la adherencia de concentraciones tartáricas en las paredes interiores del depósito. Pero pocas bodegas contaban con aparatos refrigerantes que

controlaran las altas temperaturas que se producían durante la fermentación.

A mediados del siglo XX, supuso un gran progreso la fabricación de envases cilíndricos de acero inoxidable con capacidad entre 100 hasta más de 1.000.000 l. Luego, la adaptación de las camisas y serpentines refrigerantes, permitieron controlar la temperatura interior de estos depósitos herméticos, evitando el riesgo de paralización del proceso de fermentación, además del efecto negativo que conllevaba sobre la calidad del vino.

Con estas nuevas posibilidades técnicas, las condiciones térmicas actuales de las bodegas de fermentación no inciden directamente en las características de este proceso, pero aún así, adquieren una importancia fundamental como instrumento de regulación de temperatura y ventilación en momentos decisivos durante los primeros días de fermentación.

El control de las temperaturas de fermentación se realiza mediante dos procedimientos físicos y químicos. Uno, actuando directamente sobre la temperatura del medio ambiente de la bodega mediante circulación de agua a la temperatura adecuada, en la doble camisa del envase de acero inoxidable. Otro procedimiento compatible con el anterior es el químico, mediante el empleo de anhídrido sulfuroso (SO₂) que amortigua la fermentación alcohólica pero que debe usarse muy prudentemente para que el vino no quede castigado por este gas que puede dejar un sello indeleble y desagradable de carácter organoléptico.

La fermentación alcohólica exige una temperatura adecuada para que se desarrolle de una manera regular. En los vinos tintos conviene una temperatura bastante alta con el fin de facilitar la extracción de los taninos de la materia colorante del orujo, pero no conviene, en ningún caso pasar de 32°C, aunque es conveniente mantenerse en niveles inferiores, del orden de 28°C ya que ello podría paralizar la actividad de la levadura, dejando restos de azúcares sin fermentar del vino (bacterias maníticas, lácticas, etc.). Sin embargo, en vinos blancos hay que plantearse como objetivo principal la conservación y la exaltación de los aromas primarios de la uva, evitando un borboteo excesivo del líquido, pues se evaporarían estos aromas.

La aireación de la bodega se debe a una doble finalidad, por una parte el barrido del gas carbónico que se produce en cantidades ingentes durante la fermentación, y por otra la regulación de la temperatura de la bodega.

Las bodegas de fermentación deben ser grandes espacios que alberguen considerables volúmenes de aire, que contengan el suficiente oxígeno para poder ventilar fácilmente el exceso de las enormes cantidades de anhídrido carbónico que se produce durante el proceso de fermentación². Como es sabido, el anhídrido carbónico no es tóxico, pero su mayor densidad desplaza al oxígeno, y de ahí los casos de asfixia que han ocurrido cuando especialmente la fermentación se produce en lugares subterráneos con difícil ventilación. Por ello, en ocasiones, vemos bodegas de fermentación al aire libre, tan sólo protegidas por una cubierta, como es el caso de Bodegas Torres. En la bodega Dóminus, el espacio interior transpira a través de los bloques de basalto del cerramiento que proyectaron los arquitectos Herzog y de Meuron.

Por otra parte, como se ha dicho anteriormente, el ambiente interior debe ser uniforme y al mismo tiempo el control de temperatura debe ser flexible a los cambios que exija el proceso de fermentación. En determinadas bodegas, donde los depósitos están dispuestos en hileras, se provocan diferencias de temperaturas entre los que están más próximos a las puertas de entrada o corrientes de aire.

La nave que alberga los depósitos de fermentación debe estar ubicada anexa a la zona de recepción de la uva. Podrá ser exterior dependiendo de la temperatura mínima y máxima de la zona geográfica donde se ubique la bodega, en que no haya peligro de congelación.

Estas bodegas necesitan una organización interna que permita la distribución de los grandes depósitos de fermentación. Los elementos constructivos móviles o correderos de cobertura

de estas naves permiten la introducción de estos grandes depósitos.

El trabajo de la bodega de fermentación se organiza en dos niveles. El nivel inferior corresponde a la planta donde descansan los basamentos de los depósitos. El nivel superior lo conforma una retícula de pasarelas colgantes de rejillas metálicas, que conectan entre sí las bocas de los depósitos, donde por medio de unas escotillas se vigila el proceso de fermentación, permitiendo la colocación de tuberías de bombeo. Además, la bodega debe contar con un laboratorio de pruebas.

La tipología de la planta de la bodega de fermentación es muy variada:

PLANTA BASILICAL: Bodegas Cooperativas de la Cuenca de Barberá. Bodegas Marqués de Murrieta, Chandon, Raventós i Blanc y Chivite.

PLANTA CIRCULAR: La solución de ubicar los depósitos de acero inoxidable concéntricos en una planta circular es muy apropiada, ya que se ahorra significativamente el recorrido del mosto por tuberías. Un ejemplo claro de esta ordenación es la bodega de fermentación del Château Pichon-Longueville (Burdeos), donde a modo de escenario se han situado los depósitos en una rotonda entre pilares circulares inclinados. Consiste en una gran sala circular, donde turismo y producción se hacen compatibles mediante una galería de circunvalación. La luz del lucernario cae sobre la escena central circular.

PLANTA POLIGONAL: Pueden ser bodegas abiertas y cerradas, con patio central.

El diseño interior debe facilitar la asepsia de la bodega de fermentación. Actualmente, el pavimento de la bodega de fermentación siempre es pulido para conservarse en condiciones de higiene y asepsia. Se proyectan levemente inclinados con suficientes sumideros y evitando la acumulación de charcos. También son adecuados determinados tipos de gres resistente al impacto y al tráfico de carga pesada de la maquinaria. Deben ser pavimentos continuos de hormigón, aglomerados asfálticos, acabados con morteros de resinas epoxi y pinturas antipolvo, con prestaciones antideslizantes, resistentes a las manchas del vino y fáciles de limpiar. Existen productos ya preparados por laboratorios

² “180 gramos de glucosa producen por fermentación 2 moléculas gramo de anhídrido carbónico, que a presión atmosférica ocupan 44,8 litros, es decir que por cada Hl de mosto con una graduación potencial de 12°, se desprende un volumen de 5,07 m³ de CO₂. Para dar una idea aproximada en una bodega pequeña de unos 20.000 hl., que se elabore la vendimia en el transcurso de cuatro semanas, se generan por día unos 3.600 m³ de dicho gas”, YRAVEDRA LLOPIS, Gabriel.

especializados, sin embargo, se continúan utilizando los productos tradicionales de limpieza y desinfección, sobre todo a raíz del conocimiento de los posibles efectos (olores). Se emplea el agua a presión baja en microorganismos para limpieza de los paramentos, envases, etc...y posibles focos de contaminación.

BODEGA DE CRIANZA

La diversidad de climas es causante de la variedad vitivinícola. A diferencia del hábitat que exige la uva para su desarrollo, un estado dinámico de las fluctuaciones climáticas del medio ambiente, el hábitat que necesita el vino durante el largo período de crianza debe ser constante, para conseguir exaltar lentamente la armonía de sus caracteres sensoriales. Y este grado higrotérmico de "confort de crianza del vino" es diferente dependiendo del tipo de vino y el área geográfica.

Las características arquitectónicas de la bodega de crianza dependen del medio climático, de su ubicación geográfica y de las condiciones interiores higrotérmicas que exige cada vino, por lo que el producto es difícilmente industrializable o seriado. Los elementos físicos del entorno, como la morfología de la naturaleza, el emplazamiento y efectos topográficos del lugar geográfico (orientación, estructura urbana, topografía del terreno, vegetación, sonidos, ruidos y vibraciones, contaminación), y el clima (microclima, radiación solar, vientos y direcciones, ventilación, iluminación), inciden directamente en la elección del lugar, orientación, forma óptima de la bodega y los materiales para el control de la protección solar y del aislamiento térmico. La decisión de las dimensiones de la estructura, altura de techos y características internas viene dado por el tipo de vino que alberga.

Todos estos factores conllevan a diferentes alternativas en el diseño arquitectónico: En el caso de la D.O. Jerez, se ha adoptado una arquitectura constantemente adaptada a las condiciones exteriores climáticas mediante las formas y los materiales constructivos. En el caso de la D.O. Rioja y la región del cava se ha adoptado la arquitectura subterránea, sin contacto apenas con el exterior, capaz de mantener constante por sí misma los factores higrotérmicos necesarios para el vino.

La bodega de crianza es el espacio más singular, un espacio estático, oscuro y silencioso, donde se expresa la esencia del vino, es el corazón de la bodega, donde se transmiten al vino las raíces de una zona geográfica por medio de su arquitectura.

Seguidamente se estudiará más pormenorizadamente las condiciones climáticas de la bodega de crianza en la D.O. Ribera del Duero.

ARQUITECTURA DEL VINO EN LA D.O. RIBERA DEL DUERO

PAISAJE E IMAGEN DE LA ARQUITECTURA DEL VINO EN LA RIBERA DEL DUERO

La arquitectura del vino ha sido siempre la materialización del culto al vino. De los "templos" dedicados a Baco a las actuales bodegas, que a modo de espectáculo recorren los espacios del vino, embaucando al visitante como si de una obra teatral se tratara, evocando la dialéctica entre la naturaleza y hombre. Por ello, además de los aspectos técnicos-funcionales, la bodega debe transmitir los adjetivos inherentes a los valores del vino: su historia, su mitología, la imagen del fruto y la tierra, el sol, el agua, la alegría de la vendimia, el paso del tiempo, el reposo y el silencio de su crianza. En definitiva, expresar el espíritu del vino por medio de la escenografía arquitectónica, que ante todo es el soporte y el hábitat específico creado para la elaboración y crianza.

Se trata de un proyecto de arquitectura ecológica y bioclimática, cuyo objetivo es conseguir el máximo aprovechamiento energético natural del edificio, que implica el máximo rendimiento con el menor coste de mantenimiento. Por medio del diseño arquitectónico se aprovechan todos los factores externos favorables para obtener en el interior del edificio el hábitat higrotérmico constante que necesita el vino.

La bodega de vinificación y crianza normalmente está enclavada en el paisaje poético del viñedo, de colores cambiantes según la época del año.

En este aspecto, es importante hacer un breve resumen del legado que aún se conserva en el paisaje de la viña en La Ribera del Duero. Es imprescindible hablar de las bodegas agrupadas excavadas en el subsuelo de arcilla y que se perciben en el paisaje como suaves lomas con pequeñas chimeneas de aireación. Y remontándonos aún más en el tiempo, los vestigios de estructuras claustrales de los monasterios con lagar y bodega en la panda oeste del claustro, que dominaban de manera contundente el terreno, como Santa María de Huerta (Soria), Santa María de Burjedo de Juarros (Burgos), Santa María la Real de Las Huelgas (Burgos), y otros.

EL AGUA

El vino terminado contiene un 74-80% de agua procedente íntegramente de la uva, por tanto jamás se le añade agua al vino. Sin embargo, la presencia del agua es una constante en el enclave de la bodega, no sólo como elemento necesario en el paisaje de la viña, sino además su aplicación es indispensable durante la vinificación, como elemento de trabajo, limpieza y regulador térmico de la bodega. Se puede hacer un cálculo aproximado de 1,6 l. de gasto agua por cada litro de vino.

La cercanía del viñedo a embalses y ríos es esencial para el equilibrio del microclima necesario en las regiones productoras. En La Rioja, el Ebro; En Jerez, el Guadalquivir y en la región del cava, el Llobregat, etc... En el caso de la D.O. Ribera del Duero, el río Duero es el eje cultural que une a más de 100 pueblos extendidos a lo largo de una franja vitícola de unos 115 Km. de longitud y 35 de anchura.

CONDICIONES CLIMÁTICAS EN LAS BODEGAS DE LA RIBERA DEL DUERO

Existen unos valores higrotérmicos de "confort" del vino diferentes durante la crianza oxidativa en madera de roble y la crianza reductora en botella. La arquitectura debe aportar naturalmente estos valores de estabilidad térmica y de humedad.

Un mal diseño de la bodega traería el inconveniente de la inestabilidad térmica durante todos los meses del año, y obligaría a la utilización constante de la instalación de climatización mecánica, que incrementaría los costes de mantenimiento. Por tanto la idoneidad de una bodega exige un estudio previo muy exhaustivo del clima externo y conocimiento termodinámico de los materiales constructivos que se van a emplear.

En La Ribera predominan las bodegas de crianza semienterradas, aprovechando el paisaje en ladera norte del valle del Duero, como la Bodega de Matarromera. En este caso, la inercia térmica de los muros permite durante la noche un aporte calórico a la bodega.

En otros casos la bodega es bajo rasante como la bodega de Valsotillo, o por ejemplo la nueva bodega en construcción de Protos por el arquitecto Richard Rogers, que utiliza un sistema de climatización estará basado en el aprovechamiento efectivo de la inercia térmica del subsuelo.



VITICULTURA

CUBIERTAS VEGETALES PARA EL VIÑEDO

Jesús Yuste Bombín

Doctor Ingeniero Agrónomo Departamento de Viticultura ITACyL – Valladolid

RESUMEN

El artículo hace un repaso de las diferentes alternativas de manejo del suelo en el cultivo del viñedo, desde el concepto de mantenimiento del suelo, partiendo de las formas más tradicionales relacionadas básicamente con el laboreo de la tierra y llegando a los distintos tipos de cubierta vegetal, contemplando sus diversas variantes, tanto en el tiempo como en el espacio.

1. MANTENIMIENTO DEL SUELO EN EL VIÑEDO

El mantenimiento del suelo tiene como objetivo fundamental conseguir las condiciones más favorables para el desarrollo y la producción de la vid, a través de la acción sobre las propiedades físico-químicas y el régimen hídrico de los suelos, por una parte, y sobre el desarrollo de las malas hierbas durante el periodo vegetativo, por otra.

Las técnicas de mantenimiento del suelo son el conjunto de operaciones culturales encaminadas a crear y mantener un medio favorable para el crecimiento y la actividad de las raíces de la cepa a través del equilibrio entre los estados físico, químico y biológico del suelo y la planta, a controlar la vegetación espontánea o sembrada para eliminar, limitar o aumentar la competencia con la vid, y a facilitar el manejo del viñedo en la aplicación de otras operaciones culturales.

El suelo se ha manejado durante muchos años únicamente mediante el laboreo, pero desde hace algunos años se han comenzado a desarrollar otras técnicas de mantenimiento como la escarda química y las cubiertas vegetales o inertes.

Las técnicas agrícolas proporcionan diversas alternativas para el mantenimiento del suelo de los viñedos, que se pueden clasificar en dos grandes grupos:

1. Suelo desnudo:

Toda la superficie de la plantación se trata de mantener libre de vegetación.

2. Suelo con cubierta vegetal:

La superficie de la plantación, o parte de ella, aparece, temporalmente o durante todo el año, cubierta con vegetación natural o sembrada.

Cada uno de estos grupos puede presentar distintas alternativas, las cuales tienen sus ventajas e inconvenientes, diversa frecuencia de utilización, exigencias concretas de aplicación, etc.

2. SUELO DESNUDO

La técnica de mantenimiento del suelo desnudo tiene por objeto esencial la eliminación de la competencia que pueden suponer las malas hierbas para el desarrollo del viñedo. Existen diversas técnicas de suelo desnudo, cada una de las cuales tiene objetivos particulares que complementan a éste.

2.1. LABOREO

Las operaciones de labor en el suelo se ejecutan para conseguir la destrucción de la vegetación espontánea, removiendo el suelo, además de esperar la mejora de algunas condiciones físicas, químicas o biológicas del suelo. Las posibilidades de laboreo dependen del apero utilizado, pudiendo tratarse de enterramiento (tipo vertedera), arranque (tipo cultivador) o fraccionamiento (tipo fresa).

Figura 1. Laboreo en calle y línea en viñedo en espaldera



2.1. A. VENTAJAS DEL LABOREO

a.- Suelo

- Favorece la aireación del perfil de suelo labrado
- Mejora la estructura del perfil de suelo apelmazado
- Favorece la infiltración de agua
- No resulta contaminante para el suelo
- Resulta fácil el enterrado de enmiendas y abonos
- Puede mejorar el aspecto estético

b.- Planta

- Favorece el desarrollo en profundidad del sistema radicular
- Protege del frío el cuello de las cepas mediante el aporcado otoñal
- Sirve para controlar o eliminar las malas hierbas y evitar su competencia
- Reduce el riesgo de contaminación por inóculo de hongos y elimina galerías de roedores que podrían dañar el sistema radicular.

2.1. B. DESVENTAJAS DEL LABOREO

Algunas de las desventajas no son fácilmente visibles y en muchos casos tardan bastante tiempo en manifestarse, como ocurre con la formación de la suela de labor o la erosión.

a.- Suelo

- Favorece la erosión al disgregar las partículas de suelo y permitir la escorrentía
- Puede degradar la estructura del suelo, como ocurre con la formación de suela de labor
- Favorece la mineralización de la materia orgánica, exigiendo como consecuencia aportes de materia orgánica ya que el aporte por enterrado de malas hierbas es variable e irregular
- Hace difícil el paso de la maquinaria en períodos lluviosos por la formación de charcos
- Aumenta el riesgo de sequía en situaciones de déficit hídrico al no aprovecharse las lluvias de baja cuantía.

b.- Planta

- Provoca la mutilación del sistema radicular superficial
- Puede causar heridas al tronco al acercarse a la línea de cepas
- Favorece las heladas primaverales
- Puede favorecer la penetración del inóculo de algunas enfermedades.

c.- Control de malas hierbas

- Proporciona un efecto de poca persistencia en el tiempo
- Permite que afloren semillas y facilita la germinación de malas hierbas
- Favorece la dispersión de hierbas vivaces por multiplicación y transporte.

2.1.1. SUELO DESNUDO TEMPORALMENTE

El mantenimiento del suelo contempla el objetivo de mantener el suelo desnudo durante el periodo activo de la vid. Durante una parte del año se desarrolla la vegetación natural pero no con la finalidad de constituir una cubierta, sino de reducir las intervenciones en el terreno, permitiendo el desarrollo de vegetación adventicia durante el periodo en que ésta es menos competitiva, o sea durante el invierno, consiguiendo a la vez los beneficios que puedan derivarse de la presencia de vegetación en el suelo.

2.2. APLICACIÓN DE HERBICIDAS

El mantenimiento del suelo persigue la destrucción o el control de la flora adventicia mediante el empleo de productos químicos de acción herbicida.

Figura 2. Laboreo en calle bien delimitado con herbicida en línea



2.2. A. VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS

a.- Suelo

- Conserva la estructura del suelo
- Mejora la sustentación del suelo
- Reduce la erosión en situaciones de pendiente moderada frente al laboreo
- Situación de difícil acceso
- Disminuye la oxidación de la materia orgánica.

b.- Planta

- No provoca heridas en tronco ni mutilaciones
- Permite la colonización superficial del sistema radicular, por lo que la planta tiene más rápidamente disponibles los elementos minerales y el agua, al ser el primer horizonte el que recibe estos aportes
- Aprovecha las lluvias de escasa cuantía
- Aumenta el vigor, pues al tener el sistema radicular superficial enseguida quedan a disposición de la planta el agua y los fertilizantes aportados
- Reduce el riesgo de heladas primaverales

c.- Control de malas hierbas

- Permite que el suelo esté limpio permanentemente
- Reduce las posibilidades de resiembra

d.- Cultivo

- Resulta cómodo de ejecutar
- Supone un menor empleo de tiempo
- Requiere menor potencia y necesidades de maquinaria
- Facilita la recolección de algunas especies
- Facilita la ejecución en la proximidad de las cepas
- Facilita el acceso a la plantación en periodos lluviosos
- Permite disminuir la distancia entre cepas en la línea.

2.2. B. DESVENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS

a.- Suelo

- Permite la formación de costra superficial

- Facilita la evacuación de agua en terrenos llanos
- Acarrea erosión en pendiente fuerte, por escorrentía, sobre todo en caso de lluvia torrencial
- Hace difícil la incorporación de abonos y enmiendas
- Tiende a disminuir el contenido de materia orgánica y la actividad biológica del suelo con el paso del tiempo, por la dificultad de incorporar una enmienda orgánica
- Incurre en contaminación de suelos y acuíferos, especialmente por el uso de herbicidas residuales

b.- Planta

- Acarrea riesgos de fitotoxicidad
- Aumenta las posibilidades de franqueamiento
- Favorece el desarrollo superficial del sistema radicular
- Favorece la presencia de topes y roedores que mutilan el sistema radicular
- Dificulta la reposición de marras y resulta difícil la realización con planta joven (protección)

c.- Control de malas hierbas

- Exige conocimiento de las malas hierbas, de su forma de propagarse y de su ciclo vital
- Ocasiona la evolución de la flora natural.

d.- Cultivo

- Hace difícil incorporación de abonos y enmiendas, especialmente en secano
- Resulta dudoso el aspecto estético
- Exige tener conocimientos de las materias activas empleadas así como de la reglamentación correspondiente.

2.3. ACOLCHADO O MULCHING

El mantenimiento del suelo consiste en la cobertura del suelo con materiales inertes: paja, residuos vegetales, lámina de plástico, etc., para evitar la emergencia de malas hierbas en el suelo. En general el acolchado se aplica de forma localizada en el suelo, es decir sobre una parte de la superficie de la plantación, que suele ser el espacio intercepas de la línea.

2.3.1. ACOLCHADO MEDIANTE EMPAJADO

El empajado del suelo consiste en la cobertura de éste con paja, como su propio nombre indica, para evitar la emergencia de malas hierbas. El empajado se aplica más frecuentemente de forma localizada en el suelo, sobre el espacio entre las líneas de cepas, pero también se puede aplicar en el espacio intercepas en la línea y a toda la superficie de suelo, calle y línea.

2.3.1. A. EFECTOS FAVORABLES DEL EMPAJADO

a.- Suelo

- Ejerce un buen control de las malas hierbas
- Reduce la evaporación
- Mejora la estructura del suelo, principalmente en suelos duros, lo que está ligado al aumento de la materia orgánica y de la actividad microbiológica
- Protege el suelo contra la erosión

b.- Planta

Favorece fuertemente la colonización del horizonte superficial. Aumenta el balance hídrico al no haber competencia por el agua, reduciendo la evaporación y permitiendo el paso del agua.

2.3.1. B. EFECTOS DESFAVORABLES DEL EMPAJADO

a.- Suelo

- Exige complementar el abonado de N durante los primeros años
- Aumenta el riesgo de asfixia en suelos con mal drenaje y humedad, ya que mantiene la humedad en el cuello de la planta

b.- Cultivo

- Incurrir en un cierto peligro de incendio
- Supone un establecimiento y un mantenimiento incómodos
- Favorece la presencia de roedores

c.- Planta

- Favorece un enraizamiento excesivamente superficial, por lo que no se debe utilizar en plantaciones muy jóvenes (menores de 4 años)
- Aumenta el riesgo de heladas

d.- Malas hierbas

No permite un buen control de algunas malas hierbas, principalmente las vivaces, o especies con raíces pivotantes que atraviesan la capa de paja

2.3.2. ACOLCHADO PLÁSTICO

El acolchado plástico de una parte del suelo, la correspondiente a la línea de cepas, se hace para eliminar durante los primeros años de la plantación la realización de intervenciones en el suelo.

2.3.2. A. EFECTOS FAVORABLES DEL ACOLCHADO PLÁSTICO

a.- Suelo

- Resulta eficaz para el control de malas hierbas
- Aumenta la temperatura del suelo, mejorando la actividad del sistema radicular y facilitando la obtención de un sistema radicular más desarrollado
- Mantiene la humedad del suelo ya que evita la evaporación del agua
- Mantiene la estructura del suelo
- Disminuye la ascensión de sales al evitar la evaporación de agua del suelo

b.- Planta

- Mejora el establecimiento del viñedo
- Evita el trabajo en zonas difíciles
- Impide que sobre el plástico se desarrollen enfermedades
- Mejora el crecimiento temprano y la rápida entrada en producción

2.3.2. B. EFECTOS DESFAVORABLES DEL ACOLCHADO PLÁSTICO

- Supone un establecimiento caro
- Es de carácter temporal, pues dura lo que dure el plástico (4-6 años)
- Mantiene los excesos de humedad, por lo que no es posible su uso en suelos que se encharquen ya que favorece la asfixia radicular
- Favorece el riesgo de heladas primaverales (mulch)
- Conlleva problemas para la eliminación de restos del plástico
- Condiciona el tipo de planta, pues deben ser plantas que permitan un corte drástico para no tener que perforar excesivamente el

plástico, ya que es complicado acaballonar encima del plástico

- Limita el enraizamiento profundo
- Acarrea problemas en terrenos con cierta pendiente

2.4. TÉCNICAS MIXTAS DE SUELO DESNUDO

El cultivo del viñedo se lleva a cabo combinando dentro de la plantación dos o más técnicas de mantenimiento de suelo desnudo.

Figura 3. Técnica mixta con herbicida en línea y cubierta verde en calle



2.4.1. TÉCNICAS COMBINADAS EN EL TIEMPO

La forma más viable consiste en combinar en la superficie del suelo el laboreo y la aplicación de herbicidas temporales en distintas épocas del año, reduciendo el número de intervenciones que se practicarían con cada una de ambas técnicas aplicadas aisladamente.

2.4.2. TÉCNICAS COMBINADAS EN EL ESPACIO

La forma de ejecución consiste en mantener una parte de la superficie del suelo con una técnica de cultivo y el resto de la superficie con otra técnica diferente.

3. CUBIERTA VEGETAL

El mantenimiento del suelo mediante el empleo de cubierta vegetal puede perseguir alguna de las siguientes finalidades:

- mejorar la estructura físico-química y biológica del suelo
- limitar la erosión y la escorrentía de aguas

- reducir el vigor de la viña que pueda ser perjudicial para la calidad de la uva
- facilitar el paso de la maquinaria agrícola

Existen diversas alternativas en función del carácter de la cubierta vegetal: permanente y temporal, que a su vez puede ser total o localizada.

3.1. CUBIERTA VEGETAL PERMANENTE

La superficie del suelo se mantiene con vegetación natural o sembrada durante todo el año.

3.1.1. CUBIERTA VEGETAL TOTAL

La cubierta de vegetación cubre la totalidad de la superficie de la plantación (líneas y calles).

3.1.2. CUBIERTA VEGETAL LOCALIZADA

La cubierta de vegetación ocupa únicamente una parte de la superficie del suelo, manteniéndose el resto desnuda. Lo más frecuente es que la cubierta vegetal se localice en la calle (interlínea) y la superficie inmediata a ambos lados de la línea de cepas se mantenga desnuda mediante diversas técnicas de este tipo. Una alternativa también frecuente es la combinación de calles alternas de manera que únicamente una calle de cada dos (o dos de cada tres) está cubierta y la otra permanece desnuda, rotándose la cubierta vegetal a lo largo del tiempo, cada año o cada cierto número de años.

3.1. A. EFECTOS FAVORABLES DE LA CUBIERTA VEGETAL PERMANENTE

a.- Suelo

- Disminuye la erosión en invierno y en verano
- Mejora la estructura del suelo por efecto de las raíces
- Aumenta el contenido de materia orgánica, mejorando el suelo en cuanto a estructura, porosidad, aireación, infiltración y aumento de fertilidad
- Reduce la compactación del suelo y mejora la sustentación, de manera que admite mejor el paso de la maquinaria
- Aumenta la microflora y la actividad biológica

- Controla ciertas malas hierbas, aquellas que peor se adaptan
- Reduce la lixiviación de nitratos

b.- Planta

- Permite el desarrollo del sistema radicular más superficial, lo que puede facilitar una mejor nutrición de las plantas
- Facilita la traslocación de elementos minerales (P, K) en profundidad
- Disminuye el vigor del viñedo y aumenta la eficacia de los tratamientos
- Disminuye el riesgo de podredumbre gris en zonas húmedas
- Reduce el riesgo de daños al tronco de las cepas

c.- Calidad de la uva

- Adelanta la maduración y puede aumentar el contenido en antocianos, polifenoles y sólidos solubles en ciertas situaciones de cultivo

d.- Cultivo y rentabilidad

- Reduce los trabajos relacionados con el vigor como las operaciones en verde

3.1. B. EFECTOS DESFAVORABLES DE LA CUBIERTA VEGETAL PERMANENTE

a.- Suelo

- Favorece el desarrollo de algunas malas hierbas específicas
- Aumenta el riesgo de desecación en períodos secos
- Reduce el volumen de suelo explorable por el sistema radicular

b.- Planta

- Debilita el vigor de las cepas por competencia por agua y nutrientes
- Aumenta el riesgo de heladas primaverales
- Puede favorecer el desarrollo de algunas plagas y enfermedades

c.- Calidad de la uva

- Disminuye el contenido de sustancias nitrogenadas
- Puede ocasionar un proceso de fermentación más lento

d.- Cultivo

- Exige cierto nivel de disponibilidad de agua
- Conlleva un coste caro de establecimiento y mantenimiento
- Presenta problemas de mantenimiento en la línea de cepas

3.1.3. TIPOS DE CUBIERTAS PERMANENTES

GRAMÍNEAS

- Vigorosas: Festuca alta, Ray grass, Lolium perenne, Dactylon
- Menos competitivas: Festuca ovina, Festuca rubra, Poas

LEGUMINOSAS

- Zonas húmedas: Trébol blanco
- Clima árido: Loto, Melilotos

Figura 4. Cubierta vegetal seca permanente vs. cubierta labrada en verano



3.2. CUBIERTA VEGETAL TEMPORAL

La superficie del suelo se mantiene con vegetación natural o sembrada solamente durante una parte del año.

Se puede emplear la cubierta temporal natural, lo que se correspondería básicamente a la técnica de suelo desnudo temporal, con el objetivo de que durante el periodo no activo de la vid se reduzcan las intervenciones (laboreo o aplicación de herbicidas) permitiendo el desarrollo de

vegetación adventicia (cuyo aporte al suelo puede ser utilizado posteriormente como abonado). Lo más frecuente es proceder a la destrucción de la cubierta al final del invierno o al comienzo de la primavera, mediante métodos mecánicos o el empleo de herbicidas, para mantener el suelo desnudo hasta el final del verano o el comienzo del otoño.

3.2.1. CUBIERTA VEGETAL TOTAL

La cubierta de vegetación temporal cubre la totalidad de la superficie de la plantación (líneas y calles).

3.2.2. CUBIERTA VEGETAL LOCALIZADA

La cubierta de vegetación ocupa únicamente una parte de la superficie del suelo, manteniéndose el resto desnuda. Lo más frecuente es que la cubierta vegetal se localice en la calle (interlínea) y la superficie inmediata a ambos lados de la línea de cepas se mantenga desnuda mediante diversas técnicas de este tipo.

3.2. A. VENTAJAS DE LA CUBIERTA VEGETAL TEMPORAL

- Mejora temporalmente la permeabilidad y la estabilidad estructural
- Enriquece ligeramente en materia orgánica a largo plazo
- Reduce la suela de labor por acción de las raíces y la compactación
- Limita la erosión causada por la lluvia
- Aumenta la infiltración y disminuye la evaporación durante el periodo
- Favorece la actividad biológica
- Facilita el acceso de personas, vehículos y maquinaria

Figura 5. Enyerbado natural intenso en invierno en viñedo conducido en vaso



3.2. B. DESVENTAJAS DE LA CUBIERTA VEGETAL TEMPORAL

- Puede exigir algún aporte de agua y nitrógeno
- Puede conllevar riesgo de helada si se entierra tarde
- Requiere fertilización otoñal con N si se siembra
- Provoca un carácter pasajero de las mejoras
- Exige cierto nivel de aplicación técnica

3.2.3. TIPOS DE CUBIERTAS TEMPORALES

DE SIEMBRA ANUAL

- Gramíneas: centeno, avena, trigo (resisten frío)
- Leguminosas: veza, habas, guisante, trébol (enriquecen N)
- Crucíferas: colza, mostaza (sistema radicular pivotante)
- Mezclas: gramíneas y leguminosas
- * Abonos verdes: gran masa vegetativa pero mucho consumo

DE RESIEMBRA

- Gramíneas: bromo, cebadilla, vulpia
- Leguminosas: tréboles encarnado, rosa, de Alejandría
- * Cubierta natural controlada

3.2.4. ABONADO VERDE

El mantenimiento del suelo se lleva a cabo mediante una cubierta herbácea durante parte del año para conseguir una gran masa de materia

verde, que finalmente se incorpora al terreno enterrándola, manteniendo el suelo limpio de malas hierbas con labores el resto del año. Se puede emplear la vegetación espontánea como cubierta, pero es posible la invasión de especies anuales de raíz fuerte y profunda o de vivaces difíciles de eliminar posteriormente.

Las características de esta técnica deben considerar diversos aspectos, que se enumeran a continuación.

a.- Elección de la especie

- adaptación a las condiciones del medio
- rapidez de crecimiento
- posibilidad de brotar en otoño/invierno
- extensión de raíces en profundidad

b.- Siembra

- final del verano
- uniformidad en la preparación del terreno y el sembrado
- abonado de N en siembra y varias semanas después

c.- Enterrado

- destrucción mecánica o química (el cereal al final del encañado)
- enterrado inmediato para incorporar la masa vegetal al suelo y optimizar la descomposición de la materia orgánica
- momento de destrucción retardado en el tiempo para que haya competencia temporal con el viñedo o antes de la entrada en vegetación para evitarla

3.3. CRITERIOS DE ELECCIÓN DEL TIPO DE CUBIERTA

a.- Riesgo de erosión,

Suelos limitados: cubierta natural o siembra anual

Suelos profundos: cubiertas permanentes

b.- Vigor del viñedo,

Escaso (aporte de N) o excesivo (competencia por nutrición)

c.- Disponibilidad de agua,

Régimen de precipitaciones

d.- Riesgo de heladas,

Control de cubierta en altura y anchura

e.- Objetivo en el manejo de plagas

f.- Aspectos estéticos

g.- Facilidad de mantenimiento

h.- Coste de semilla y plantación

3.4. CRITERIOS DE ELECCIÓN DE LA ESPECIE PARA CUBIERTA VEGETAL

a.- Condiciones edafoclimáticas

Características del suelo: capacidad de retención de agua, pH del suelo

Características climáticas: temperaturas medias, distribución de las precipitaciones, ETP.

Posibilidad de riego

Viabilidad de mantenimiento de la cubierta (siega, etc...)

b.- Características de la especie

Competitividad con flora adventicia y baja competencia con el viñedo

Grado de perennidad

Tipo de sistema radicular: fasciculado y de buen enraizamiento, para mejorar la estructura del suelo, con cobertura homogénea e instalación rápida

Lentitud de crecimiento, para reducir los cortes y el mantenimiento

Resistencia al pisoteo y al paso de maquinaria

c.- Generales

Utilización de gramíneas o de mezcla con leguminosas para aportar N

Limitación de cubierta a la calle por la dificultad operativa en la línea

3.5. ESTABLECIMIENTO DE LA CUBIERTA VEGETAL

Época:

- En buenas condiciones de humedad y temperatura
- Habitualmente en otoño, después de la vendimia
- En primavera en zonas muy frías

Preparación y siembra:

- Mullir el suelo con labor superficial
- Profundidad de siembra en función del tamaño de la semilla
- Sembradora de cereales o pratenses en líneas
- Siembra a voleo y pase de grada

Fertilización y riego:

- 30-50 kg/ha de N de fondo
- 30-50 kg/ha anuales de N de cobertera
- Riego tras la siembra si es necesario

3.6. MANTENIMIENTO DE LA CUBIERTA VEGETAL

Riego:

Aumentar las dosis para la plantación en función de la especie de cubierta y del estado de ésta

Fertilización:

Aumentar las dosis de N durante los primeros años y reducirlas posteriormente en función de la mineralización del N inmovilizado en forma orgánica

Controlar el contenido en Mg

Siega:

La siega de la cubierta vegetal se realizará durante el período de competencia con la cepa, para limitar ésta, dejando los restos en la superficie

La cubierta se mantendrá lo más baja posible durante el período de riesgo de heladas primaverales

Figura 6. Cubierta segada y sin segar en calles alternas



LA VITICULTURA BIODINÁMICA

Ricardo Pérez Palacios

Viticultor – Bodeguero ; Bodegas Descendientes de J. Palacios.

EL IMPULSO DE STEINER A LA AGRICULTURA.

(Texto extraído del boletín editado por la Asociación de agricultura biodinámica de España, con motivo del 80 aniversario de las conferencias de R. Steiner sobre agricultura.)

Mucha gente conoce los alimentos con certificación "Demeter" pero, ¿Cuál es la filosofía que sustenta la Agricultura Biodinámica? Su base está en la ciencia espiritual de Rudolf Steiner: Antroposofía.

Rudolf Steiner (1861-1925) ha desarrollado las bases científico-espirituales –Antroposofía– para la comprensión del mundo y del ser humano mismo. La capacidad humana para el conocimiento no está limitada a lo físico-material; el ser humano puede conocer las leyes y fuerzas etéricas que actúan en la formación y el desarrollo vegetativo, así como las influencias astrales y de las constelaciones sobre la vida en la Tierra.

¿Cuáles son las ideas fundamentales que hay detrás de esta forma de agricultura?

En su libro "La filosofía de la libertad" (1894), Steiner nos proporciona un suelo firme para poder avanzar en el conocimiento de forma segura con nuestro pensar y nuestra experiencia; la relación fundamental de la mente humana con el mundo no es dualista, sino participativa.

"...ya no queremos solamente creer, queremos saber. Cada uno de nosotros exige el derecho de partir de sus experiencias inmediatas y de sus vivencias personales y ascender a partir de ahí al conocimiento del universo todo".

A principios del siglo XX ya había agricultores que notaban la degeneración de la fertilidad de la tierra y de la calidad nutritiva de los alimentos. Cuando preguntaron a Rudolf Steiner qué podían hacer para remediarlo, éste organizó unas conferencias de trabajo en Koberwitz, al este de Breslau, abriendo un camino para el conocimiento de lo viviente, de lo anímico y de lo espiritual en la naturaleza, y con ello la posibilidad de conducir

el trabajo con la tierra y sus criaturas hacia un "nuevo ordenamiento" donde lo natural se halla sobreelevado e integrado en lo humano.

Este trabajo de 1924 se ha documentado en el libro "Curso sobre Agricultura Biológico-Dinámica" [Editorial Rudolf Steiner], *"...en el curso traté ante todo de desarrollar cuáles son las condiciones para que prosperen los distintos aspectos de la agricultura, ...cómo se desarrollan las plantas en toda su diversidad así como los animales, ...cómo propiciar una reforma de la fertilización y de la lucha contra las malas hierbas y las plagas, ...se trata de una cuestión eminentemente cósmico-terrestre".*

La finca Dottenfelderhof (Alemania) es un buen ejemplo de una empresa dirigida de forma biodinámica: venta de productos directamente en la granja; áreas extensas de cultivo para vender en el mercado; una panadería, una quesería, establos para terneros y para caballos, cerdos, gallinas, árboles frutales, huerta, incluso zonas de experimentación biodinámica.

Dietrich Bauer, uno de los fundadores de la granja, junto a otras 90 personas que viven de forma cooperativa aquí, nos cuenta: *Hacemos regularmente seminarios educativos de agricultura biodinámica. Los estudiantes, que adquieren experiencia en el trabajo, los aprendices, los granjeros y sus familias, la mayoría de los que viven bajo un mismo techo, cada uno por sí mismo es parte activa en un área particular: uno cuece, otro hace queso, otro se ocupa de los animales, otro de la tienda..., las tareas se van intercambiando y las personas se interrelacionan compartiendo experiencias.*

Peter Schaumberger, director ejecutivo de Demeter en Alemania, nos explica: *La Agricultura Biodinámica se basa en el conocimiento de que la tierra, las plantas, los animales y el hombre trabajan conjuntamente en un organismo agrícola. En la práctica el método biodinámico no solamente es llevar una granja de forma orgánica sino que incluye el uso de preparados que tienen en cuenta las influencias cósmicas. El término orgánico significa que las leyes naturales se*

reconocen y se emplean tanto como es posible; por ejemplo los tipos de verduras y frutas se eligen en función de un tipo particular de tierra y de clima. Una de las ideas de R. Steiner es que la granja se ha de ver como un organismo en sí mismo. En términos prácticos esto significa que todas las partes de la finca y las actividades que ahí se dan, tales como la producción de plantas y la cría de animales están interconectadas.

Ante la observación de que la mayoría de las huertas con producción Demeter, sin embargo, no tienen animales, el doctor Peter Schaumberger explica: *El uso intensivo de los preparados biodinámicos y la introducción de estiércol animal puede equilibrar la falta de animales. Es posible ejecutar las indicaciones de R. Steiner como un ideal, o bien es posible ponerlas en práctica a distintos niveles.*

Steiner decía que la tierra es un órgano del cuerpo agrícola y se debe mantener en un estado vital y fértil utilizando medios naturales: rotaciones de cultivos bien pensadas, compost hecho con estiércol de la granja como fertilizante, así como control mecánico de malas hierbas, control de enfermedades utilizando materiales basados en plantas y minerales, ...

LAS FUERZAS CÓSMICAS

La Tierra está inmersa en nuestro sistema solar y las fuerzas planetarias dejan su huella en la morfología de las plantas. Los agricultores biodinámicos utilizan ese conocimiento para elegir en la práctica las fechas adecuadas de siembra, laboreo, tratamiento y recolección, según las fuerzas cósmicas activas en el momento (en la medida en que las condiciones climáticas lo permiten).

Estos efectos cósmicos han sido investigados por Hartmut Spiess (del Instituto Alemán para la Investigación biodinámica) y, entre muchos otros, por María Thun: *"...con respecto a la siembra y los trabajos de cultivo, recordemos que cada vez que se trabaja el suelo se introducen fuerzas cósmicas en él y que pueden influir positiva o negativamente en los resultados de estas acciones".* ("Constelaciones y Agricultura Biológico-Dinámica").

Lo mismo que la luz solar contribuye al crecimiento de las plantas y la Luna afecta al contenido acuoso de todos los organismos, los

planetas también ejercen su influencia sobre la tierra y sobre todos los seres que ella alberga.

Preguntamos al doctor Wolfgang Schaumann, veterinario, sobre el trasfondo de las ideas de Rudolf Steiner: *"Steiner vio que los principios espirituales también estaban activos detrás del mundo material; entre otras cosas, los elementos químicos expresan condiciones invisibles a los sentidos: por ejemplo, el carbono es el portador de todos los procesos formativos del organismo, el oxígeno es el portador de la vida y el nitrógeno el que lleva la conciencia al alma. Sin oxígeno no hay vida, sin nitrógeno no hay sensibilidad, alma o vida interior (una fórmula simplificada)".*

Desde épocas remotas se han dividido los planetas en interiores (entre la Tierra y el Sol: Luna, Mercurio, Venus) y en exteriores (Marte, Júpiter, Saturno). Los planetas interiores trabajan sobre el crecimiento de las plantas, bien directamente a través de la atmósfera, o bien indirectamente a través del agua, el humus o el calcio (caliza, potasio y sodio). Las influencias de Marte, Júpiter y Saturno se canalizan a través del calor y la sílice (cuarzo, feldespato, mica); fluyen a través del contenido en sílice de la tierra y de ahí hacia arriba por el interior de la planta, expresándose en los colores de las flores, y en la fruta y en la producción de semillas. También contribuyen a la forma de las plantas de vida más larga, tales como el crecimiento de la madera.

Rudolf Steiner describe, en su curso de Agricultura, cómo la arcilla tiene la capacidad de unir ambas fuerzas y así hacerlas accesibles a la planta: *"La arcilla lleva en sí impulsos solares, y une los materiales terrestres con las fuerzas del cosmos. Esto sucede cuando ha tenido lugar una correcta combinación de las sustancias silíceas y de las sustancias calcáreas con el humus. Si el humus contuviera sólo una de estas dos sustancias, obtendríamos plantas con forma extrañas".*

"Es necesaria la armonía en la influencia de los astros para que la planta sea capaz de desarrollar correctamente en su interior el poder nutritivo y la fuerza reproductora"

El uso de los preparados de estiércol en cuerno de vaca y de sílice en cuerno es una extensión de estas ideas. Su acción se puede comparar a la de la homeopatía, actuando sobre los procesos de las

plantas y del suelo a través de energías llevadas por materiales potenciados.

Wolfgang Schaumann nos explica: *"Steiner tenía el don de ver en el mundo suprasensible; era consciente de las realidades que están más allá de la percepción humana sensorial e intentó transmitir estas realidades a las personas que le escuchaban utilizando comparaciones verbales y pictóricas"*.

También el clima está condicionado por el ritmo de los planetas y el signo zodiacal en el que éstos se encuentran. Así, realizar observaciones meteorológicas es indispensable para el agricultor, si bien las investigaciones y ensayos realizados a lo largo de varios años han permitido desarrollar orientaciones concretas: "Calendario de Agricultura Biodinámica" [María y M.K. Thun].

LOS PREPARADOS BIODINÁMICOS

Las condiciones bajo las cuales se elaboran los preparados son tan importantes como sus partes constituyentes. La mayoría de los materiales necesitan el ciclo completo del año para poder "madurar".

Dado que las dos partes, vegetal y animal, se utilizan en la elaboración de los preparados, algunas personas los comparan a la alquimia medieval. Lo que es más relevante de la idea de Steiner es que las fuerzas en las plantas y en los órganos de los animales pueden combinarse de tal modo que la naturaleza puede mejorarse, sanarse y apoyarse en el transcurso del año. Los preparados se conocen por los números 500 al 508 y por las sustancias o plantas que se emplean en su elaboración.

No se pueden producir los preparados biodinámicos como meras recetas; sin embargo, las formas de elaborarlos y su uso no son secretos en modo alguno.

Todo el mundo que tiene una mente abierta, puede aprender lo que requiere la agricultura biodinámica. El estudio de las bases científico-espirituales para el desarrollo de la agricultura e interés por Antroposofía, anhelo de conocimiento, de experimentar y de compartir, son condiciones imprescindibles para la correcta elaboración y utilización de los preparados biodinámicos.

Incluso el agricultor biológico experimentado necesitará años de estudio para comprender bien las complejas interrelaciones y los efectos preparados.

Una granja que incluya la crianza de animales es, ciertamente, la base ideal para el desarrollo de una unidad biodinámica. Una empresa de tal tipo puede desarrollar los preparados. Pero incluso una finca comercial o un huerto familiar pueden ser organizados de forma biodinámica.

Los preparados deben elaborarse en la propia finca agrícola siempre que sea posible, ya que es entonces cuando verdaderamente funcionan como parte integrante del mismo organismo vivo que la constituye.

LOS DOS PREPARADOS PARA ROCIAR

Preparación de boñiga en cuerno (Preparado 500)

A principio de otoño se llenan los cuernos de vaca (que haya tenido varios partos) con estiércol sin paja, preferiblemente de vacas preñadas, de manera que no queden espacios de aire en su interior. Se entierran hasta la primavera en el suelo de pradera o de forraje que tenga una buena capa de humus. Hay que evitar los suelos pantanosos, los suelos con raíces de árboles o arbustos y las cercanías de muros de caminos y de zanjas. El contenido se saca del cuerno y se almacena en un lugar seco, en un cajón rodeado de turba rubia. Los cuernos pueden volver a usarse (se guardan en la vaquería).

Preparación de sílice en cuerno (Preparado 501)

Después de Semana Santa, el cuarzo es molido hasta dejarlo como harina fina. Se mezcla con agua de lluvia para hacer una lechada densa y se pone en el cuerno dejándolo escurrir varios días. Los cuernos se entierran durante el verano y se sacan a final de septiembre o principios de octubre. Se saca el contenido para almacenarlo en un bote de cristal en un lugar soleado y seco. Los cuernos de este preparado no conviene reutilizarlos.

Según Steiner, los *preparados para rociar*, de boñiga en cuerno y de cuarzo en cuerno, afectarán la dinámica del crecimiento de la planta en todo su ciclo. Ambos preparados se remueven enérgicamente en agua tibia de manera que con el movimiento se forme un fuerte remolino.

Durante una hora se va cambiando alternativamente el sentido del giro.

Estos dos preparados deben fumigarse lo antes posible después de terminar de removerlos ya que su efecto desaparece en pocas horas.

Remover pequeñas cantidades de material en grandes cantidades de agua se llama *dinamizar*. Este proceso transfiere las fuerzas y energía del preparado al agua. Mucha gente que trabaja con biodinámica encuentra que esto es una forma de actividad meditativa.

LAS PREPARACIONES DE SEIS PLANTAS SANADORAS (PREPARADOS PARA EL COMPOST)

Preparación de Milenrama (Preparado 502)

Se ponen flores frescas de milenrama, recogidas en plena floración un día soleado, en una vejiga de ciervo macho. Se cuelga la vejiga al sol antes del 24 de junio; se entierra a principios de otoño y se recupera en Semana Santa.

Preparación de Manzanilla (Preparado 503)

Se recolectan flores de manzanilla a primera hora de una mañana soleada, se dejan secar a la sombra y se guardan hasta el otoño. Tras humedecer las flores secas con una infusión de la planta entera, se introduce en trozos de intestino delgado de vaca. Se entierra en un lugar bien irradiado por el sol y sobre el cual, durante el invierno, permanezca la nieve largo tiempo tras una nevada (ventisquero); se saca antes del fin de abril.

Preparación de Ortiga (Preparado 504)

Se atan haces de ortiga cortada a primera hora de la mañana, cuando empiezan a florecer, y se empaquetan en un saco de arpillera o en una caja de madera. Se entierran hacia el 24 de junio, rodeadas con una capa de unos 5 cms. de turba; se recupera un año más tarde.

Preparación de Corteza de Roble (Preparado 505)

La corteza de un roble (*Quercus Robar*) viejo, cogida a principios de otoño, se tritura de manera que las partículas más gruesas tengan el tamaño de un grano de trigo; se introduce en el cráneo de un animal doméstico, se aprieta firmemente, y se cierra el agujero con una pieza de hueso y un poco de arcilla. A principio de otoño se entierra

en barro de materia vegetal a orillas de una corriente de agua. Se recupera en primavera.

Preparación de Diente de León (Preparado 506)

En otoño se humedecen las flores secas de diente de león (recogidas en una mañana soleada de primavera en fase temprana de florecimiento: hay que observar que los pétalos interiores de la flor estén todavía cerrados) con infusión de la planta entera; se envuelven en trozos de mesenterio de vaca (el pliegue fino de la piel de la panza de donde cuelga el intestino delgado) y se entierran para recuperar en primavera.

Preparación de Valeriana (Preparado 507)

Se prensan flores secas de valeriana y se pone el zumo en botellas. Dejarlas destapadas durante seis semanas para permitir que se acabe la fermentación, luego se tapan y se almacenan en una bodega oscura. El jugo de valeriana se puede utilizar durante varios años.

Los preparados para el compost (del 502 al 506) se guardan en vidrio o cerámica, rodeados de turba, y se almacena en un lugar oscuro y fresco.

Rudolf Steiner recomendó que se utilizara la turba como escudo y agente conservador de los preparados por su capacidad de recoger los flujos de energía.

Las seis plantas sanadoras afectan positivamente a los procesos de fermentación del compost, como ha sido probado por científicos activos en la investigación biodinámica. Los montones son inoculados repetidamente en diferentes puntos durante su desarrollo. El compost así preparado posee una habilidad más fuerte para mejorar el suelo que el compost tradicional, es más fértil.

Preparación de Cola de Caballo (Preparado 508)

Se hierven los tallos estériles enteros recogidos antes de San Juan en día soleado. Se aplica diluida sobre el suelo y las plantas en otoño, en primavera y el pleno verano. Ayuda a controlar la formación de hongos.

La cola de caballo posee mucho sílice, que está en relación con las fuerzas de la luz; los hongos están en relación con las fuerzas de la oscuridad. La planta ha de guardar un equilibrio entre estos dos tipos de fuerzas.

La experiencia de ocho décadas y numerosos experimentos documentados ratifican el efecto

de los preparados biodinámicos, y están contribuyendo a la ampliación y asentamiento de las ideas de Rudolf Steiner aplicadas a la práctica agrícola.

Un buen ejemplo de la constancia en la observación y la experimentación con los preparados nos lo ofrece María Thun con su ya conocida fosa abedul:

"Preparado María Thun"

En la tierra del jardín se hace un agujero de unos 60 cms. de ancho y 40 cms. de profundo; se cubren las paredes con ramas de abedul. El agujero se llena con estiércol fresco de vaca que no contenga paja, inoculado con los preparados de compost y protegido de la lluvia –pero no al vacío–.

María Thun sugiere otra variante: mezclar cáscaras de huevo y polvo de basalto con la boñiga y agitarlo con una pala durante una hora, antes de ponerlo en una caja sin fondo en la tierra. Lo deja allí unas ocho semanas. El preparado se puede usar cuando tiene color marrón oscuro.

LOS PREPARADOS EN LA PRÁCTICA

El *preparado de boñiga en cuerno* actúa sobre la vida del suelo, en la zona de las raíces. Se aplica sobre la tierra esparciéndolo con un salpicado de gota gorda al comienzo del proceso vegetativo de la planta, preferentemente al atardecer, con cielo cubierto.

Se utiliza antes de (o durante) la siembra y plantación, sobre prados segados o recién pastados y para sumergir en él las raíces de las plantas que se vayan a transplantar, ya que estimula su desarrollo.

El *preparado de sílice en cuerno* estimula la actividad de las hojas equilibrando la formación de las sustancias. Se aplica la aspersion como una fina niebla sobre las plantas verdes cuando empiezan a formar sus fructificaciones (las cabezas en las lechugas, los tubérculos en las patatas, las raíces en las zanahorias, los granos en las espigas, etc.). Su acción consiste en fortalecer el efecto de la luz y del calor sobre la planta. Es mejor esparcirlo un día de sol claro. Cuando la intención es reforzar el crecimiento de la planta y la fructificación, debería usarse a primera hora de

la mañana. En la maduración, cuando la planta se está muriendo y las buenas cualidades de almacenamiento se desarrollan, la última hora de la tarde es la mejor.

Aunque los dos preparados para rociar no se usan en el mismo momento temporal, se guardan juntos en la granja biodinámica, pues la experiencia nos muestra que se apoyan y aumentan sus efectos conjuntamente.

Los preparados se usan en el curso del año acompañando la siembra, la plantación y la cosecha. Se recomienda el uso de la valeriana como una ayuda cuando amenazan las heladas tardías. El líquido del estiércol y los tes hechos con ortigas, dan resistencia contra las enfermedades.

Estos son sólo unos ejemplos de las muchas formas fundamentales en los que los preparados se usan. Existen muchas otras peculiaridades que han de aprenderse en cursos de formación y con la práctica agrícola.

NUTRICIÓN PARA EL ESPÍRITU

Hay que comprender, nos dice Steiner, que todo lo que exteriormente sucede en la Naturaleza es distinto cuando penetra en el hombre. Lo que tenemos en la llama que arde, es fuego muerto; en cambio, lo que al respecto tenemos en el organismo humano (el proceso de absorción del oxígeno por el carbono, en la sangre), es la llama viviente de carácter anímico.

*"Grandioso tejer que forma un todo
Actuando y viviendo en conjunto.
Fuerzas celestes que ascienden y descienden
Traspasándose las cubetas de oro,
Con alas fragantes de bendición,
Desde el cielo atraviesan la Tierra.
La armonía de su resonar
Cunde por todo el Universo."*

"Las fuerzas curativas en nosotros resultan de la metamorfosis de las fuerzas de la nutrición. Cuando las fuerzas de la respiración ascienden a la cabeza humana, resulta que estas fuerzas curativas se transmutan en fuerzas espirituales del hombre, actuando en la percepción sensorial y en el pensar. Y estas fuerzas a su vez, mediante el hierro cósmico, se convierten en fuerzas en

movimiento, en voluntad, en el organismo humano”:

“... las formas inorgánicas de fertilizantes son justamente las que contribuyen de manera esencial a la degeneración ambiental... y al empeoramiento de la calidad de los productos agrícolas.. El nitrógeno que está en la tierra y que tiene que estar vivo, tiene que formarse bajo la influencia del cielo entero”.

Los agricultores experimentan el mundo vivo. Activan el organismo agrícola y lo abren para que reciba las influencias cósmicas. A través de la recogida, agitación, enterramiento, recuperación y pulverización de los preparados de sílice, estiércol de vaca y hierbas, el agricultor conecta su alma con la tierra, la planta y el animal. Esto a su vez se refleja la calidad del producto. Ehrenfried Pfeiffer, paisajista e investigador biodinámico, ha desarrollado la *crystalización sensible*, método formador de imagen, que nos permite observar diferencias cualitativas entre los productos. Pero la diferencia fundamental (nos comenta Manuel Ibáñez, director de Alieco), está en la vitalidad nutritiva y en las energías estructurantes armónicas que recibimos con estos alimentos.

¿Y la cuestión del precio...? Aunque no siempre, por lo general, el producto Demeter es algo más caro que el biológico, pero conociendo el gran esfuerzo y el compromiso de los agricultores biodinámicos por la salud del ser humano y de la Tierra, ... Es evidente que influye en la decisión del consumidor, pero no de forma determinante. Yo diría que es, más bien, una cuestión de conciencia y de responsabilidad social.

Demeter. Este sello de calidad distingue a los productos procedentes de la agricultura biológico-dinámica. Garantiza que se cumplen los requisitos de la normativa, orgánica europea (generalmente va acompañado del sello 'orgánico') y que, además, se cumplen las normas de producción (compost y uso de los preparados, prohibición de plantas genéticamente modificadas, etc.) y de elaboración (no se permite la irradiación de productos, aditivos, la fumigación ni ningún ingrediente genéticamente modificado), que establece Demeter internacional, con los criterios más exigentes y exclusivos, a través de cada paso, hasta el producto final.

Démeter Internacional e.V. es una asociación sin ánimo de lucro, fundada en 1997 por 19

organizaciones de Europa, América, África y Australia para reforzar su cooperación en la esfera legal, económica y espiritual. Actualmente representa a unos 3.000 productores de 35 países.

¿POR QUÉ HACER AGRICULTURA BIODINÁMICA?

En las siguientes palabras de Steiner (en 1924! Se puede encontrar alguna respuesta: *“...a consecuencia de lo que el hombre ha hecho con la tierra, ésta se halla en un proceso de rápida degeneración y ante el cual el hombre está impotente; hoy en día, está establecido estadísticamente, se puede prever en cuantos decenios los productos habrán degenerado a un punto tal que ya no podrán servir de alimento al hombre”.*

Y el agricultor biodinámico se podrá sentir identificado con el siguiente poema de Goethe:

*Así influye poderosamente el hombre noble
Durante siglos en sus semejantes
Porque lo que un hombre bueno puede alcanzar
No se logra en el estrecho espacio de una vida;
Por esto continúa viviendo después de su muerte
Y es tan activo como cuando vivía.
La buena acción, la palabra bella,
Luchan inmortales, como él, mortal, luchaba.
Así también vives tú un tiempo limitado;
Disfruta la inmortalidad.*



El Corazón del Duero





El Corazón del Duero



Consejo Regulador
de la Denominación de Origen Ribera del Duero

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