

2013



Ribera del Duero

PONENCIAS DEL XIII CURSO DE VERANO. INNOVACIÓN VITIVINÍCOLA EN LA RIBERA DEL DUERO: SOSTENIBILIDAD III



DIRECTORES:

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

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

DIRECTORA ACADÉMICA:

M.^a Luisa González San José
Universidad de Burgos

INNOVACIÓN VITIVINÍCOLA
EN LA RIBERA DEL DUERO:
SOSTENIBILIDAD III

Primera edición: mayo, 2014

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

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

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

I.S.B.N.: 978-84-697-0564-3
Depósito Legal: BU-159-2014

Impreso en España - Printed in Spain

ÍNDICE

VITICULTURA

IMPORTANCIA DEL SUELO EN LA GESTIÓN HÍDRICA DEL VIÑEDO

VICENTE GÓMEZ-MIGUEL

Doctor Ingeniero Agrónomo

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID 9

PANORAMA ACTUAL DEL USO DE FITOSANITARIOS EN EL VIÑEDO

SANTIAGO CEPEDA CASTRO

Ingeniero Agrónomo

TÉCNICO DE LA ESTACIÓN DE AVISOS AGRÍCOLAS DE TORO. JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN 31

ENOLOGÍA

NUEVOS CONOCIMIENTOS SOBRE LOS COMPONENTES RESPONSABLES DE LOS AROMAS DE LOS VINOS

VICENTE FERREIRA GONZÁLEZ

Catedrático de Química Analítica

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. FACULTAD DE CIENCIAS, DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA 43

BRETTANOMYCES: MITOS Y REALIDADES

ANTONIO TOMÁS PALACIOS GARCÍA

Doctor en Ciencias Biológicas

LABORATORIOS EXCELL IBÉRICA 57

VARIOS

ENVASES DE VINO: TRADICIONALES Y NUEVAS TENDENCIAS

JOSÉ HIDALGO TOGORES

Doctor Ingeniero Agrónomo y Enólogo

ASESOR TÉCNICO VITIVINÍCOLA 73

LA SOSTENIBILIDAD DEL TAPÓN DE CORCHO: DEL CAMPO A LA BODEGA

MANUEL A. MARTÍNEZ CAÑAS

Doctor en Ciencias Químicas. Licenciado en Enología

CENTRO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DE EXTREMADURA. GOBIERNO DE EXTREMADURA 97

LA CADENA DE VALOR: DE LA UVA AL CONSUMIDOR

JAVIER ESCOBAR DE LA TORRE

Enólogo

CONSULTOR 113

ENOTURISMO. LA VITICULTURA COMO PRODUCTO TURÍSTICO EXPERIENCIAL

RAFAEL PEÑA CASADO

DIPL. EN DESARROLLO COMUNITARIO, DIPL. EN MUSEOLOGÍA, MÁSTER EN GESTIÓN CULTURAL, MÁSTER EN DIRECCIÓN COMERCIAL Y MARKETING.

DIRECTOR TÉCNICO GESULT 125

DOC DOURO, VIÑAS Y VINOS

JOSÉ CARLOS ÁLVAREZ RAMOS

Ingeniero Agrónomo – Enólogo

DIRECTOR TÉCNICO Y EJECUTIVO. BODEGAS CONVENTO DE LAS CLARAS 133





VITICULTURA

IMPORTANCIA DEL SUELO EN LA GESTIÓN HÍDRICA DEL VIÑEDO

Vicente Gómez-Miguel

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

1. INTRODUCCIÓN

La alimentación hídrica de la vid es de gran importancia porque afecta directamente a la cantidad y a la calidad de la uva producida y como consecuencia al mosto y al vino.

El Artículo 9 de la Ley 24/2003, del 10 de julio de la Viña y del Vino, trata sobre el riego de la vid y especifica que:

"En el marco de la normativa comunitaria y, en su caso, de la legislación estatal o autonómica, la norma particular de cada vino de calidad producido en una región determinada podrá establecer la forma y las condiciones en que esté autorizado el riego en su zona de producción, así como las modalidades de aplicación, siempre que esté justificado, en especial en aquellos casos en que la pluviometría sea inferior a la media anual. En todo caso se tendrá en cuenta el principio de que estas prácticas tiendan a mantener el equilibrio del potencial vegetativo de la planta con el ecosistema clima-suelo, a fin de obtener productos de alta calidad".

La superficie de viñedo que se riega en España es casi un veinte por ciento de la superficie total de viñedo, lo que supone casi 200.000 ha (la mayor parte de la uva de mesa se riega y la mayor parte de la uva para vinificación se produce en secano). En la mayor parte de las regiones vitícolas españolas el balance hídrico es muy negativo y aunque la vid, considerada como especie resistente a la sequía, ha sido cultivada de forma tradicional con sistemas sin riego, la tendencia actual a favor del incremento de la superficie de regadío es francamente positiva (tabla 1).

La influencia de la alimentación hídrica en el rendimiento y en la calidad del producto, la permisividad legal de riego y el incremento anual de la superficie de viñedo regada son las principales causas de que la gestión y el manejo del riego estén adquiriendo una importancia preponderante dentro de las prácticas agrícolas en Viticultura.

El manejo del riego en España presenta ciertos problemas técnicos, entre los que cabe destacar el desconocimiento (cualitativo, cuantitativo y de la variabilidad) del suelo y de las relaciones entre el suelo, el agua y la planta, lo que constituye la causa principal de que las dosis y los períodos de aplicación en raras ocasiones obedezcan a criterios técnicos y científicos, y el estado hídrico del suelo y la planta no permanezcan correctamente controlados ni regulados. A esto hay que añadir el hecho de que el agua cada vez es más escasa y de peor calidad.

En este trabajo se trata de describir y dar solución, en la medida de lo posible, a tales cuestiones en las condiciones particulares del país. En concreto, a partir de consideraciones relacionadas con el objetivo del viñedo (calidad y producción-rendimiento), las propiedades del suelo, las características climáticas del año, el momento del período vegetativo del viñedo, el nivel del déficit de agua y el tipo de riego, configuramos la metodología.

El análisis se basa fundamentalmente en la gestión del agua (dosificación, calendario, manejo del déficit y del estrés, ...) para cada unidad diferenciada de terroir. Por este motivo, el pilar fundamental es el

Tabla 1. Superficie vitícola en España en 2010 (Fuente: MAAMA).

VIÑEDO	Superficie (ha)			Porcentaje sobre total	
	Secano	Regadío	TOTAL	Secano	Regadío
Uva de Mesa	2.374	13.852	16.226	14,6	85,4
Vinificación	800.130	184.007	984.137	81,3	18,7
Pasificación	1.707	-	1.707	100,0	-
Viveros	-	140	140	-	100,0
TOTAL	804.211	197.999	1.002.210	80,2	19,8

Inventario del Recurso Suelo (Reconocimiento de Suelos, *Soil Survey*), detallado o muy detallado, que aprovecha la convergencia de dos metodologías tradicionalmente aplicadas en estos estudios: una fotointerpretación aérea convencional, apoyada en técnicas de sensores remotos, a gran escala, que permite entender (caracterizar y cuantificar) las propiedades adscritas al tipo de suelo (serie de suelos), como las constantes de humedad y demás propiedades relacionadas, y un muestreo en malla rígida (*fixed grid*) que completa la valoración y la cartografía de las propiedades modificadas o susceptibles de ser modificadas por el manejo del suelo: profundidad efectiva (laboreo), materia orgánica y pH (enmiendas), N, P, K (fertilización), ...

A partir de los resultados es posible delimitar subzonas distintas en cada parcela en relación con sus propiedades (particularmente las relacionadas con el régimen de humedad) de acuerdo con la variabilidad vertical y horizontal de sus suelos. El objetivo inmediato es la optimización de la explotación del suelo por el sistema radicular mediante su manejo general y en particular mediante el control del agua. En concreto, el trabajo se ha configurado con el siguiente esquema:

- Objetivo del viñedo
- El suelo en este contexto: fuentes de variabilidad de la parcela:
 - Variabilidad vertical: el perfil del suelo
 - Variabilidad horizontal: el mapa de suelos
- Factores implicados en el análisis:
 - De la planta.
 - Del sistema suelo-planta.
 - Del sistema clima-planta.
- Gestión hídrica del viñedo:
 - Métodos de medida basados en el clima, el suelo y la planta.
 - Estrategias de Riego:
 - Según la planta.
 - Según el sistema suelo-planta.
 - Según el sistema clima-suelo-planta.
 - Diseño de Riego: importancia del mapa.

2. OBJETIVO DEL VIÑEDO

La variabilidad y el estilo del vino están determinados por un conjunto de factores naturales, biológicos, agronómicos y enológicos que están o pueden estar modificados por el hombre. Es lo que constitu-



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

ye el *terroir* (figura 1). El riego está incluido dentro de los factores agronómicos y a su vez está relacionado con el resto de los factores (figura 1).

Las consideraciones que hemos de tener en cuenta para realizar correctamente el conjunto de actividades que comprenden el riego implican, por lo tanto, a otros factores que también influyen en la calidad del vino (ver Deloire *et al.*, 2003, 2004, 2005; Van Leeuwen *et al.*, 2004). En concreto, para precisar cuánto, cuándo y cómo regar, hemos de tener en cuenta, entre otros, el objetivo para el que se ha constituido el viñedo, las propiedades del suelo, los elementos climáticos durante el ciclo vegetativo y durante todo el año, el momento del período vegetativo en el que está el propio viñedo, el nivel de déficit de agua, y el tipo de riego a emplear.

Para conseguir responder a estas cuestiones es tradicional considerar dos objetivos preferentes: la producción y la calidad (figura 2). La primera decrece

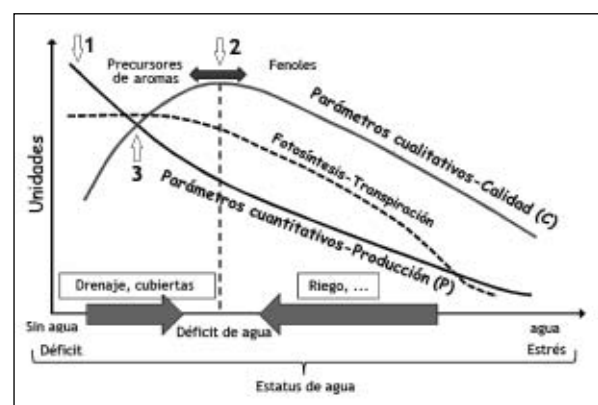


Figura 2. Enfrentamiento de la calidad (C) y la producción (P) en relación con la alimentación hídrica de la planta (Ojeda, 2013).

cuando aumenta la falta de agua, la segunda aumenta inicialmente cuando se incrementa la falta de agua para después disminuir de forma similar a la producción. Los puntos de máxima calidad, máxima producción y "equilibrio" entre ambas definen las situaciones extremas.

La falta de agua que controla estas situaciones puede ser considerada desde diferentes puntos de vista como, por ejemplo, la sequía como una restricción ambiental, la restricción de la humedad o déficit de agua más o menos controlada, moderada o aprovechando sus efectos beneficiosos y el estrés hídrico que en situaciones de exceso puede provocar determinadas funciones fisiológicas inadecuadas con efectos perjudiciales como la cavitación, la *thyllosis*, las quemaduras, las desecaciones, ...).

3. EL SUELO EN ESTE CONTEXTO

En la figura 3 se incluyen las principales funciones del suelo y entre ellas son destacables las que se relacionan con el agua.

El perfil del suelo consta de una o varias capas llamadas horizontes en las que generalmente predominan materiales minerales aunque también puede haberlos de origen orgánico. De forma general el horizonte superior (A) es frecuentemente más rico en materia

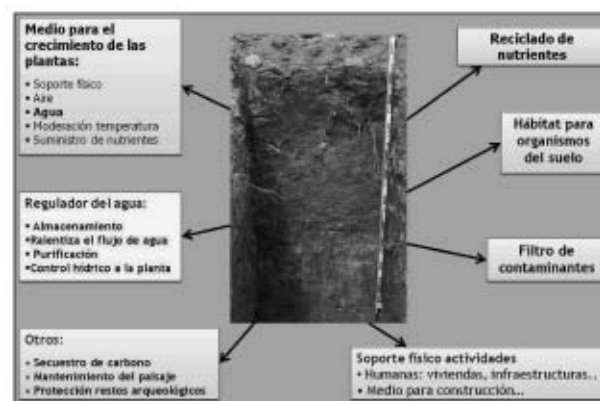


Figura 3. Principales funciones del suelo.

orgánica que los demás, el horizonte subsuperficial inmediato (B), tiene una alteración y/o acumulación de determinados elementos, y el horizonte inferior C, que se superpone a la roca (R), es un horizonte poco afectado por los procesos formadores del suelo o edafogenéticos. El conjunto de los horizontes A y B se denomina *solum* y constituye la profundidad efectiva en la que se desarrolla la mayor parte del sistema radicular de la planta, de ahí su importancia en su alimentación hídrica y nutricional.

Esto es importante porque cada horizonte tiene sus propiedades y no es correcto referirse, por ejemplo, a un suelo arcilloso o arenoso sino a un horizonte arcilloso o arenoso de un suelo determinado; por

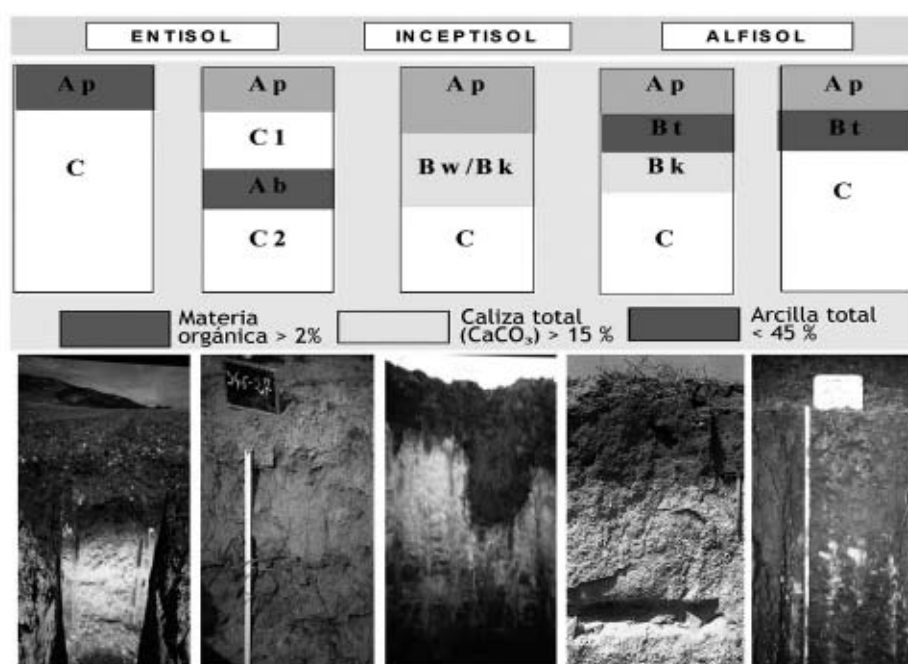


Figura 4. Perfiles ideales de los suelos vitícolas más importantes en España (Gómez-Miguel, 2005).

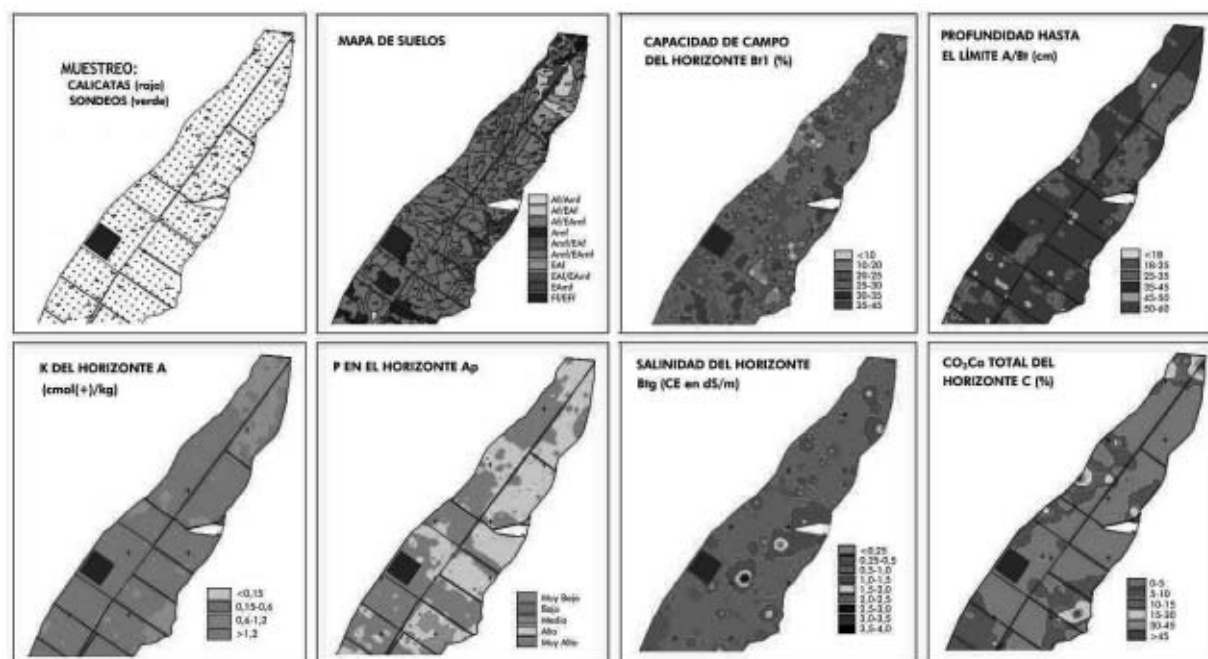


Figura 5. Ejemplo de un mapa de suelos (escala original 1:5.000) con tres observaciones por cm² de mapa, distribución de propiedades obtenidas por interpolación y parcelación (Gómez-Miguel, 2005).

ejemplo, en los viñedos no es infrecuente que el horizonte A sea franco arenoso, el B arcilloso y el C franco.

Las principales propiedades del suelo que afectan a las relaciones suelo-agua-planta tienen relación con su variabilidad vertical (el perfil), y con la variabilidad horizontal o distribución geográfica (el mapa).

En relación con el perfil es determinante el conocimiento de sus horizontes, su posición relativa y las propiedades de cada uno de ellos. En la figura 4 se muestran los perfiles ideales de los suelos vitícolas más importantes en España considerando únicamente la materia orgánica, la caliza total y el contenido en arcilla.

En relación con la distribución geográfica de los suelos, su variabilidad horizontal, la referencia necesaria es el mapa de suelos, desde luego, realizado con una escala y un detalle suficientes para separar los distintos tipos que reaccionan de diferente manera a cualquier práctica de manejo, en el caso que nos ocupa, al manejo del agua. La tecnología actual sólo permite conseguir este objetivo a una escala grande (superior a 1:5.000) y con un determinado número de observaciones (no menos de 2 observaciones por cm² de mapa). Si no se alcanzan estos requisi-

tos la información es insuficiente y los errores aumentan (figura 5).

4. FACTORES IMPLICADOS

Los principales factores implicados en la gestión hídrica del viñedo tienen relación con la planta, el suelo y el clima. Aunque a veces es difícil separar estos elementos, y con el riesgo de repeticiones y duplicidades, abordaremos la cuestión en tres apartados: la planta, el sistema suelo-planta y el sistema clima-planta.

4.1. Planta

El elemento que permite la interacción suelo-agua-planta es principalmente el sistema radicular, condicionado por el potencial hídrico de la planta.

El buen estado del sistema radicular garantiza la respuesta correcta, natural o inducida, de la planta a la disponibilidad de agua en el suelo. Las variables que influyen en el sistema radicular de la planta son de muy diferente naturaleza. Entre ellas, en líneas generales, cabe destacar las relacionadas con la fertilidad del suelo (en suelos fértiles el desarrollo es amplio y extendido, mientras que en los pobres es lento, limitado y débil), con la edad de la viña (como valor de

referencia, a los diez años el sistema radicular alcanza el estado adulto, y a partir de él su volumen no aumenta pero se ramifica y explora mejor el suelo. Su envejecimiento se relaciona con la degradación o fatiga del suelo), con el método y la densidad de plantación (en igualdad de condiciones, densidades bajas permiten sistemas radiculares más amplios), con el mantenimiento del suelo (en el horizonte labrado hay menos raíces y su actividad es débil; sin laboreo hay menos raíces en la interlínea y más en el horizonte superficial), y con el riego (en sistemas localizados el sistema radicular aumenta cerca de los puntos de distribución del agua, mientras que con riego por aspersión la distribución es superficialmente más regular).

En cuanto al potencial hídrico de la planta (Ψ_w), éste es la suma del Potencial Osmótico (Ψ_s), el Potencial de Presión (Ψ_p), el Potencial Mátrico (Ψ_m) y el Potencial gravitacional (Ψ_g).

El Potencial Osmótico está determinado por la concentración de solutos en la vacuola. Los valores próximos a cero indican células más hidratadas. El Potencial de Presión determina la que las paredes de las vacuolas ejercen sobre las paredes celulares cuando entra agua en la célula. Los valores elevados indican un buen estado hídrico, salvo en condiciones de estrés o con sales muy solubles. El Potencial Mátrico es el originado por la retención de las moléculas de agua por capilaridad, absorción o hidratación, fundamentalmente en la pared celular y en el citoplasma (matriz), es mayor a medida que disminuye el contenido de agua. El Potencial gravitacional se produce por las fuerzas de la gravedad y es generalmente muy bajo si exceptuamos los árboles de gran porte. Por lo tanto, en general $\Psi_w = \Psi_p + \Psi_s$.

La succión o tensión se puede expresar en términos de altura de columna de agua (en centímetros, peso) o en unidades de presión (tensión): g/cm², Bares, Atmosferas, Pascales y sus subunidades, como por ejemplo: 1cbar = 1kPa; 1 bar = 0,1MPa; 1MPa = 10 bar.

El potencial hídrico de la planta (Ψ_w) pretende englobar en una sola medida el potencial hídrico del suelo y aquellos factores relacionados con su control (precipitación, riego, marco de plantación, distribución de raíces, profundidad del suelo, textura, ...), la tasa de evapotrans-

piración del cultivo (radiación, humedad relativa, temperatura, velocidad del viento, características de los estomas y área foliar), y la conductividad hidráulica en las diferentes partes del camino seguido por el agua (comportamiento fisiológico de la planta, principalmente el cierre estomático).

El potencial hídrico de la planta (Ψ_w) puede ser medido en diferentes condiciones. Por ejemplo: referido a diferentes partes de la planta (Potencial hídrico de la hoja (Ψ_f), Potencial hídrico del tallo (Ψ_t)) y en diferentes momentos del día y del ciclo (Potencial hídrico al mediodía (Ψ_f), y Potencial hídrico antes del amanecer (Ψ_b)). Estas medidas se pueden llevar a cabo por medio de una cámara de presión. Un importante número de autores coinciden en señalar que hay una relación directa entre el potencial hídrico antes del amanecer, el potencial hídrico del tallo y el potencial hídrico al mediodía, lo cual es mostrado, por ejemplo, por Choné *et al.* (2001), Carbonneau (2002), Williams y Araujo (2002), Di Sibille *et al.* (2005) y Ojeda (2007) entre otros.

Estos estimadores de potencial hídrico son medidas de referencia del estado hídrico de la planta y han permitido establecer umbrales de referencia para el caso de la vid que relacionan la importancia de la restricción y el déficit de agua con el funcionamiento de la vid de acuerdo con los estados fenológicos y con la duración e intensidad de la propia restricción o déficit de agua (ver Van Leeuwen & Seguin, 1994; Ojeda *et al.*, 2001, 2002; Deloire y Heyns, 2011), y son la base de los modelos para el planteamiento y desarrollo de las distintas estrategias de riego (figura 6).

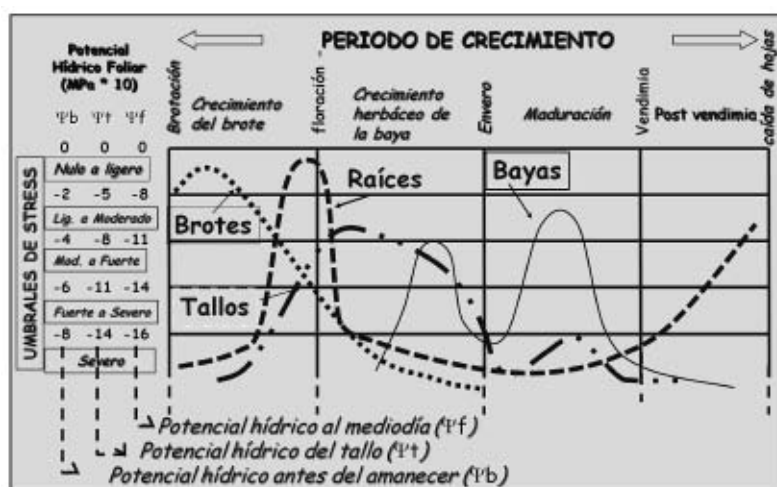


Figura 6. Posibilidad de elección de cada umbral de estrés en cada periodo de crecimiento de los órganos vegetativos de la planta como base de los modelos de las distintas estrategias de riego (mod. de Ojeda, 2007).

4.2. Sistema Suelo-Planta

Como se ha dicho en relación con el perfil del suelo, es determinante el conocimiento de sus horizontes y su posición relativa y, desde luego, las propiedades de cada uno de ellos: propiedades físicas (elementos gruesos, textura –arcillas, limos, arenas–, estructura, compactidad, porosidad, consistencia), propiedades químicas (materia orgánica, pH, ... salinidad –aniones, cationes–, macro y microelementos, ...), propiedades físico-químicas (capacidad de intercambio catiónico, bases de cambio –calcio, magnesio, sodio y potasio–, acidez de cambio), propiedades mineralógicas (minerales primarios, tipo de arcilla, carbonatos de calcio y magnesio, yeso, ...) y propiedades hídricas y térmicas (régimen de humedad y temperatura, relaciones suelo-agua, ...).

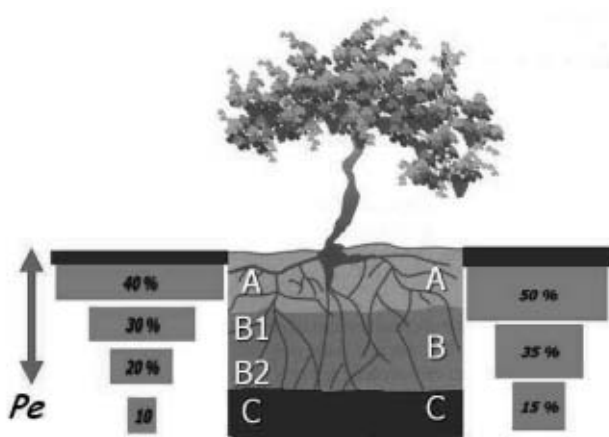


Figura 7. Influencia del suelo en el sistema radicular: modelo teórico de distribución de las raíces en los horizontes del suelo y en la profundidad efectiva (Pe).

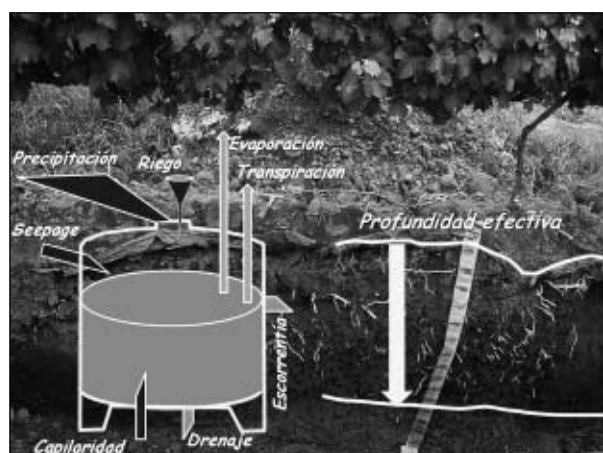


Figura 8. Movimiento de agua en el suelo: pérdidas y ganancias en la parte útil del suelo (profundidad efectiva).

Cada una de estas propiedades influye de manera diferente sobre las cuestiones que afectan al manejo del agua. A continuación vemos algunos ejemplos.

Ya se ha comentado anteriormente la influencia de la fertilidad del suelo en el sistema radicular de la planta (figura 7) y añadimos algo importante: con el manejo de la fertilización es posible dirigir el sistema radicular de la planta a horizontes del suelo que nos resulten más interesantes, dicho de otra manera, podemos formar el sistema radicular de la planta cómo y dónde más nos convenga.

El suelo es el recipiente donde se almacena el agua que regula la alimentación hídrica de la viña y es un medio poroso que permite el paso de agua desde la superficie hacia zonas más profundas cuando sus poros están interconectados (figura 8).

Las propiedades del suelo controlan los procesos que regulan el movimiento de agua en él: la entrada del agua en el suelo (infiltración, aportes laterales –seepage–, ascenso capilar desde el nivel freático), la redistribución entre distintos puntos (transferencia y acumulación), y las pérdidas de agua del suelo (evaporación, transpiración, drenaje).

También con el riego es posible dirigir el sistema radicular de la planta al posibilitar el aumento o la disminución del volumen de suelo explotable. En este sentido, la calidad del agua de riego es determinante: la salinidad del agua de riego limita el desarrollo del sistema radicular de la planta y disminuye el volumen de suelo explotable por las raíces.

El riego también puede modificar las propiedades de la capa freática. La capa freática condiciona de forma desigual a la planta en función de su altura, persistencia y propiedades. En concreto, cuando la hidromorfía afecta directamente al sistema radicular produce un efecto negativo y es la causa de clorosis no deseadas (necesidad de drenaje), sin embargo, la localización adecuada de las condiciones redox producidas por ella y que afectan sobre todo a los compuestos del hierro producen situaciones (*alios*) que se relacionan con factores de calidad en los vinos.

En el suelo no hay membranas y el Potencial Hídrico del Suelo (Ψ_{suelo}) se considera como referencia al potencial hidráulico que está formado por el potencial de presión (en medio saturado) o el potencial mátrico (en medio no saturado) y el potencial gravitacional (figura 9). El Potencial de Presión (Ψ_p)

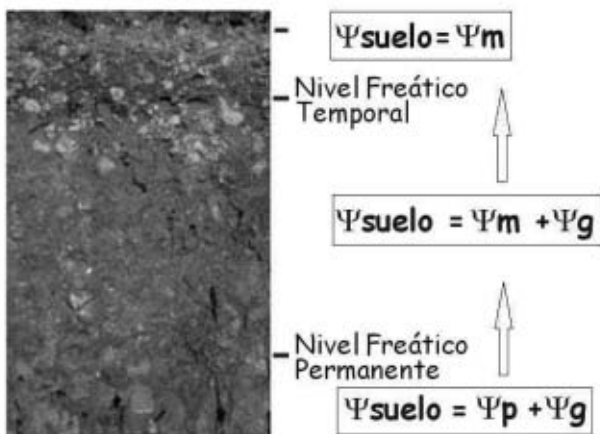


Figura 9. Potencial hídrico del suelo (ver texto).

está referido a la presión atmosférica y puede ser positivo en presencia de una columna de agua o negativo (disminución de la energía del agua por la matriz del suelo). El Potencial Mátrico (Ψ_m) valora la reducción de energía libre del agua debido a las fuerzas de cohesión y adhesión entre moléculas de agua-agua y agua-sólido; la existencia de aire en los poros produce una determinada tensión superficial de forma que a mayor radio efectivo de los poros mayor es el potencial mátrico, que puede ser cero o negativo, siendo de todas formas muy bajo, pero más pronunciado cuando disminuye la cantidad de agua. El Potencial Gravitacional (Ψ_g) es el producido por las fuerzas de la gravedad y es el trabajo realizado para trasladar una determinada cantidad de agua respecto a un nivel de referencia (NR), y puede ser positivo (sobre el NR) o negativo (bajo el NR).

El agua se mueve de puntos con mayor potencial a puntos con menor potencial. Un sistema está en equilibrio cuando su potencial es idéntico en todos sus puntos. Este equilibrio se alcanza en el suelo cuando su energía potencial es idéntica en todos sus puntos, pero si ésta varía, se produce un flujo de agua desde el punto de mayor potencial hasta el de menor potencial.

En síntesis y de acuerdo con lo expuesto en relación con el sistema Suelo-Planta-Agua:

- El potencial hídrico de la planta (Ψ_w) es la suma del potencial de presión (Ψ_p) y del potencial osmótico (Ψ_s) [$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_s$].
- El potencial hídrico del suelo (Ψ_{suelo}) es la suma del potencial mátrico (Ψ_m) y del potencial gravitacional (Ψ_g) [$\Psi_{\text{suelo}} = \Psi_m + \Psi_g$].

- El potencial osmótico (Ψ_s), el potencial mátrico (Ψ_m) y el potencial gravitacional (Ψ_g) (bajo el nivel de referencia) son negativos.
- El potencial de presión (Ψ_p) es positivo, pero nunca es mayor que el potencial osmótico (Ψ_s).
- El potencial hídrico de la planta (Ψ_w) y el potencial hídrico del suelo (Ψ_{suelo}) siempre son menores que el potencial hídrico del agua pura y libre. El agua circula desde zonas de mayor potencial a las de menor potencial.
- Las plantas extraerán agua del suelo sólo si el potencial hídrico de la planta (Ψ_w) es menor que el potencial hídrico del suelo (Ψ_{suelo}).

La respuesta ecofisiológica de la planta (vid) al consumo y aprovechamiento del agua es muy compleja porque depende de diferentes procesos y factores. En concreto, de la absorción radicular (disponibilidad de agua, temperatura y propiedades del suelo), del transporte en las raíces y en el tallo, que dependen de su estructura, de la resistencia foliar y del balance energético, y de la transpiración (estructura foliar, temperatura, radiación luminosa, humedad, viento, ...). En el continuo suelo-planta-atmósfera se satisface la demanda atmosférica porque el agua se mueve en el sentido de potenciales decrecientes.

La humedad del suelo es la suma de la humedad de cada uno de los horizontes que constituyen su profundidad efectiva y puede expresarse como humedad gravimétrica o como humedad volumétrica (θ_v). La humedad gravimétrica (θ_g) es el peso de agua (P_w) en cada unidad de peso de suelo (P_s) en condiciones de campo ($\theta_g = P_w/P_s$), y se expresa en porcentaje, por ejemplo, como g de agua en g de suelo. La humedad volumétrica (θ_v) es el volumen de agua (V_w) en cada unidad de volumen de suelo (V_s) en condiciones de campo ($\theta_v = V_w/V_s$), y se expresa en porcentaje, por ejemplo, como m³ de agua en m³ de suelo. La relación entre ambas es la relación entre la densidad aparente (ρ_a) del suelo seco (ρ_s) y la del agua (ρ_w), es decir, ($\theta_v/\theta_g = \rho_s/\rho_w$).

De acuerdo con esto (figura 10), se fijan en el suelo diferentes constantes de humedad (Capacidad de Campo, Coeficiente o Punto de Marchitamiento, Humedad de Saturación), que determinan contenidos de agua específicos (Reserva Máxima del Suelo, Agua no Disponible, Agua Útil o Capacidad de Retención de Agua Disponible, Agua de Encharcamiento).

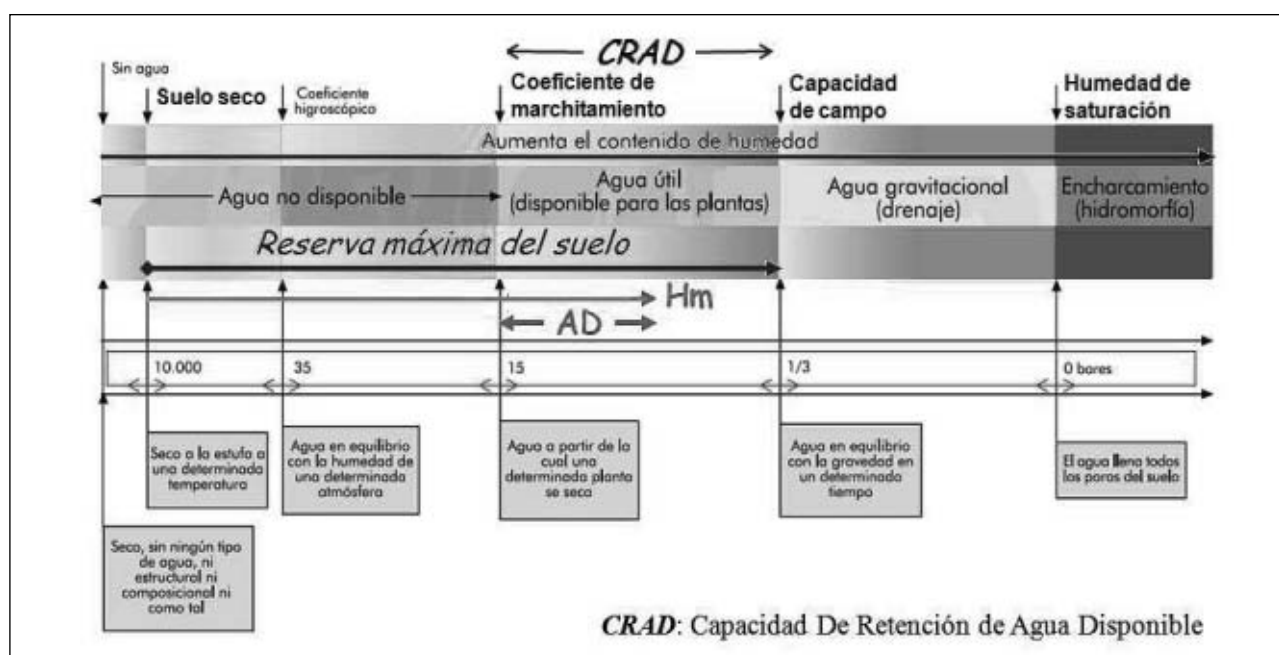


Figura 10. Agua del suelo: constantes de humedad, contenidos específicos y situación hídrica de cada horizonte del suelo.

to), respecto a los que se define la situación hídrica del suelo en relación a la planta (Agua del suelo y Agua actualmente disponible).

El punto de referencia de todas estas constantes es lo que se denomina suelo seco, que se determina secándolo a la estufa a una temperatura dada, actualmente a 105 °C. Se suele hacer equivaler a un potencial de 10.000 bares o 1.000 MPa. A esta tensión (o temperatura) todavía queda agua en el suelo, sobre todo en la estructura de ciertos minerales, agua que, por lo tanto, se ignora en las medidas, y además agua que, formando parte de minerales como el yeso, por el contrario, se sobrevalora.

El Coeficiente o Punto de Marchitamiento (P_m) es el contenido de agua del suelo a partir del cual una determinada planta se seca. Actualmente se mide a un potencial de 15 bares o 1,5 MPa.

La Capacidad de Campo (C_c) es el contenido de agua en equilibrio con la gravedad durante un periodo determinado de tiempo. Actualmente se mide a un potencial de 0,33 bares o 0,033 MPa.

La Humedad de Saturación (H_s) es el contenido de agua del suelo que rellena todos sus poros. Actualmente se mide a un potencial de 0 bares o 0 MPa.

La Capacidad de Retención de Agua Disponible ($CRAD$) es la máxima cantidad de agua que el suelo puede proveer a la planta y es sinónimo de máxima

agua utilizable o máxima agua aprovechable ($CRAD = C_c - P_m$).

El Agua Disponible (AD) o Actualmente Disponible (AAD) es la cantidad de agua disponible en un momento dado, con la humedad de este momento (H_m), y es sinónimo de agua actualmente útil ($AD = H_m - P_m$).

4.3. Sistema Clima-Planta

La respuesta ecofisiológica de la planta (vid) al consumo y aprovechamiento del agua depende, como ya se ha dicho, del balance energético y de la transpiración, que son función, entre otros, del clima a partir de sus elementos: la temperatura, la precipitación, la radiación, la humedad, el viento, ... La variabilidad de estos elementos es la causa de la asimilabilidad del agua por la planta (figura 11).

5. GESTIÓN HÍDRICA DEL VIÑEDO

5.1. Métodos de medida

La gestión hídrica del viñedo se basa en diferentes métodos de medida que pueden ser considerados como métodos de estimación (Humedad del suelo, cálculos de balance hídrico en el suelo) y métodos directos (Potencial hídrico, Potencial xilemático, Den-

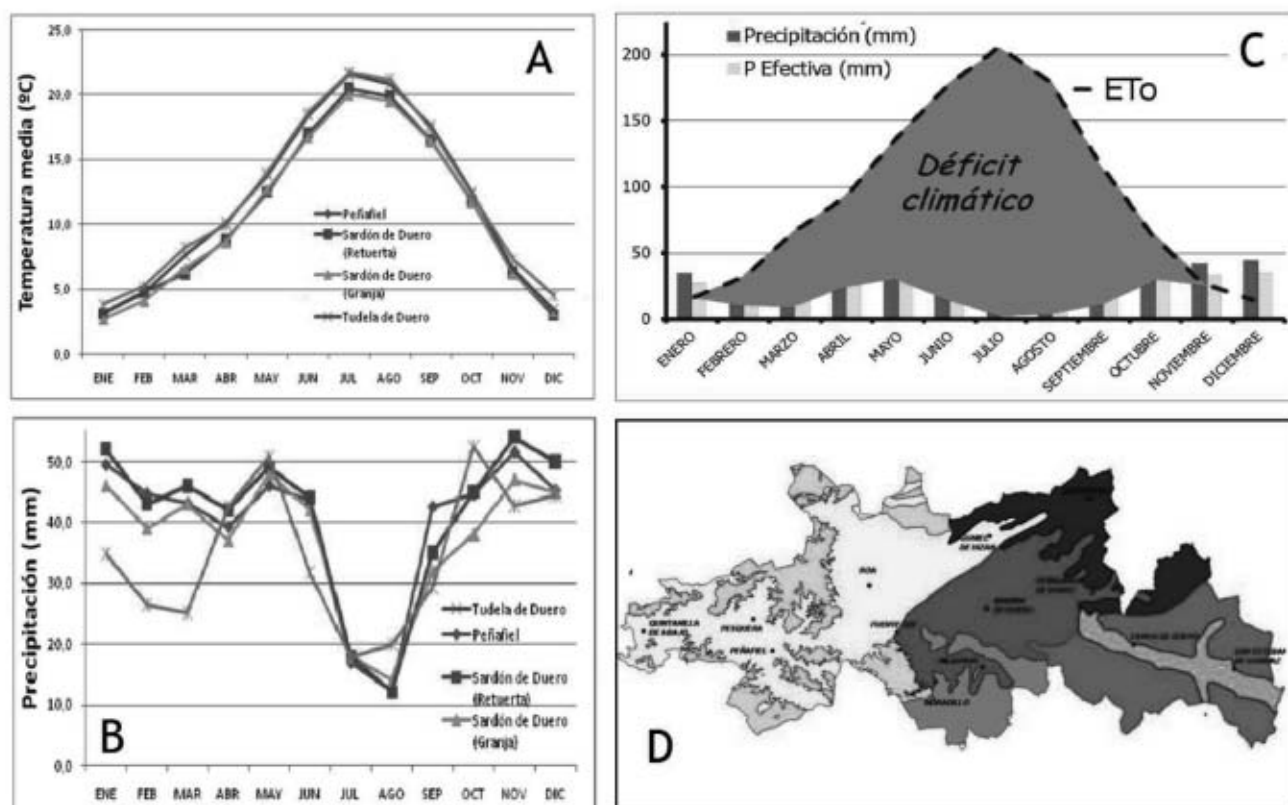


Figura 11. Variabilidad de algunos elementos del clima en la DO Ribera del Duero: (A) Temperaturas; (B) Precipitaciones; (C) Evapotranspiración y déficit climático; (D) Variabilidad geográfica del clima (zonificación).

drometría, Temperatura de la planta, Flujo de savia, Apertura estomática, Ratio de discriminación isotópica del carbono, ...). Veamos algunos de ellos.

5.1.1. Medidas basadas en el clima

Las medidas basadas en el clima proporcionan una estimación indirecta de la evapotranspiración (ET) usando tanques de evaporación o datos de estaciones meteorológicas.

Los tanques de evaporación (Vg-Tanque evaporímetro clase A) basan el cálculo de la evapotranspiración del cultivo (ETc) en el cálculo del factor del cultivo (Fc): $[ETc = Fc \times ET_A]$. Las ventajas de estas medidas se relacionan con la sencillez de la estimación de las necesidades a partir de cálculos mínimos y la información fácilmente asequible. Los inconvenientes provienen de la alta sensibilidad a la situación de la parcela, de la dificultad de estimar la efectividad de la precipitación, la tendencia a sobre o subestimar el uso del agua del viñedo a menos que se combine con controles periódicos del estado hídrico del suelo, de los problemas en la elección del factor de cultivo, y

de las dificultades relacionadas con el mantenimiento del propio tanque: algas, pájaros, ... (figura 12).

Utilizando los datos de la estación meteorológica el cálculo se basa en la evapotranspiración (Eto) y en el cálculo del coeficiente del cultivo (Kc): $[ETc = Kc \times Eto]$. Las ventajas se relacionan con la mayor precisión en la estimación de las necesidades de riego y lo innecesario del mantenimiento del tanque, y los inconvenientes se deben al hecho de que se requiere una estación y un ordenador, a supuestos incorrectos que pueden conducir a grandes errores, a ecuaciones matemáticas a veces complicadas y a problemas en la elección de Kc (figura 13).

Para su uso en programación, el intervalo de riego (IR) puede ser estimado dividiendo la Capacidad de Retención de Agua Disponible (CRAD) de los horizontes que constituyen la profundidad efectiva del suelo entre la estimación de la ET diaria (Vg: ET_c): $[IR \text{ (días)} = CRAD \text{ (mm)} / ETc \text{ (mm/día)}]$.

En síntesis, son métodos bastante simples pero que se basan en estimaciones de la evapotranspiración y no en medidas y, por lo tanto, no dan una estima-

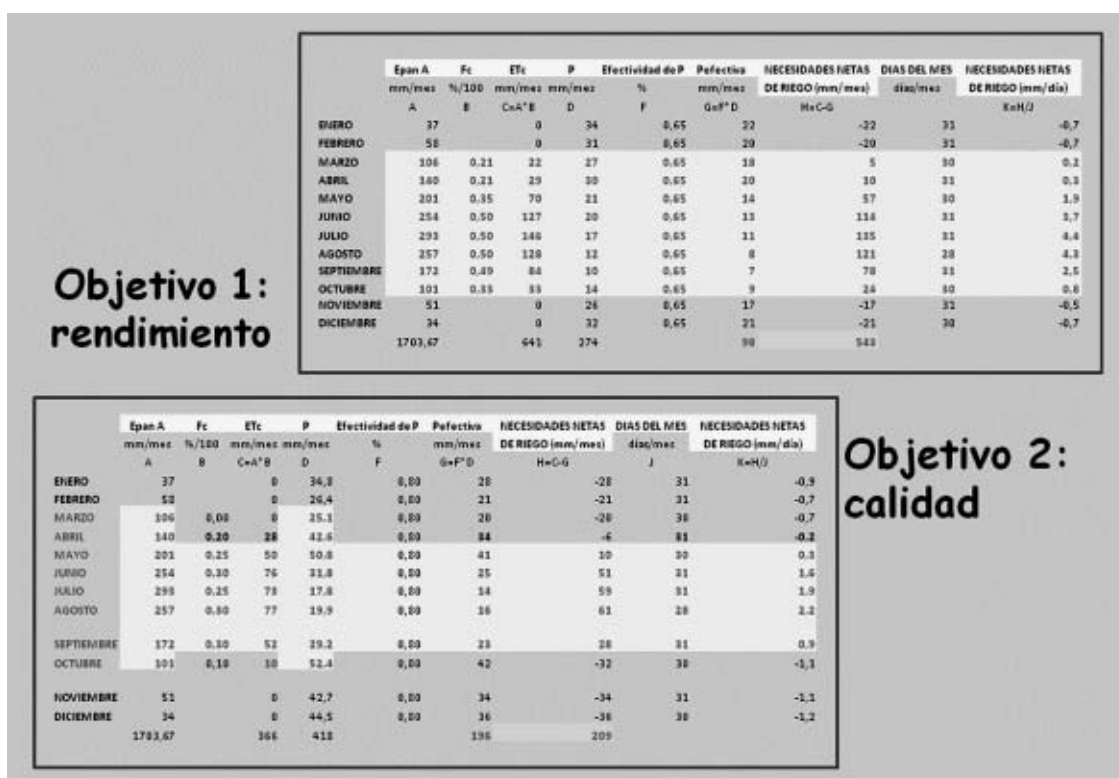


Figura 12. Cálculo de las necesidades netas de riego para dos objetivos (Rendimiento y Calidad) a partir de datos de evaporación procedentes de un tanque tipo A (EpanA), el factor de cultivo (Fc) y la precipitación (P).

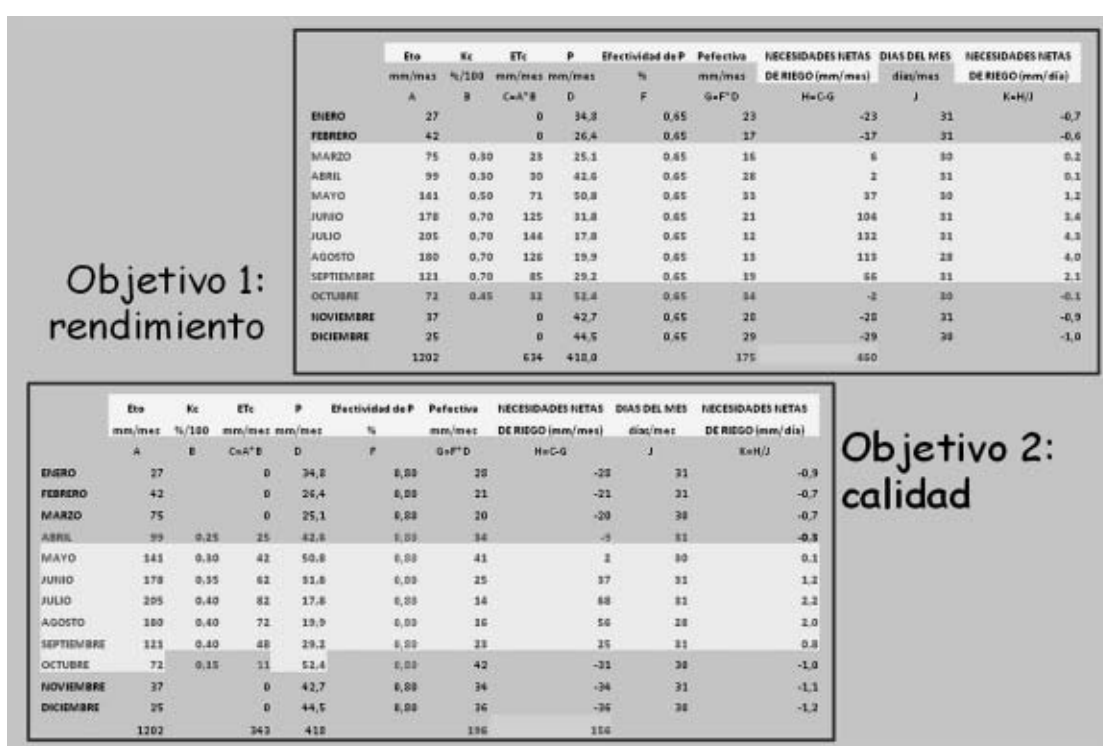


Figura 13. Cálculo de las necesidades netas de riego para dos objetivos (Rendimiento y Calidad) a partir de datos de evaporación procedentes de un tanque tipo A (EpanA), el factor de cultivo (Fc) y la precipitación (P).

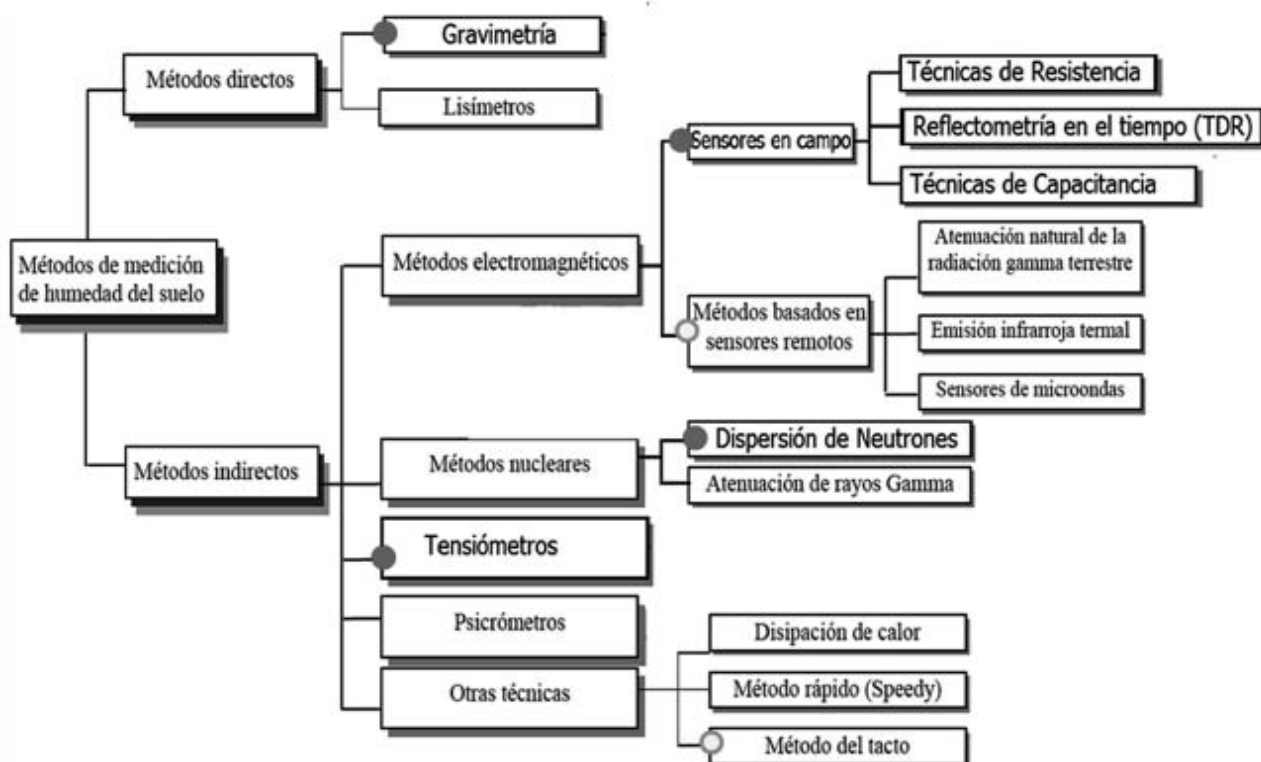


Figura 14. Medidas del contenido de humedad basadas en el suelo (Mod. de Castro et al., 2004).

ción fiable de la cantidad de agua contenida en la zona radicular al inicio de la temporada, además utilizan ecuaciones matemáticas a veces complicadas, y la efectividad de la precipitación es incierta (ver Myburgh, 2007).

5.1.2. Medidas basadas en el suelo

Las medidas basadas en el clima ignoran prácticamente el suelo (excepto al calcular el intervalo de riego) y la planta (excepto en el factor o coeficiente de cultivo). Las medidas basadas en el suelo pretenden resaltar la importancia de éste. En la figura 14 se incluye una clasificación de la mayoría de ellas.

El método de referencia de la medida directa del agua del suelo es el realizado por gravimetría con referencia a suelo secado en estufa a 105 °C. Los datos pueden ser expresados, como se ha dicho, en peso o, a partir de un volumen conocido, en volumen.

Medida de tensión de humedad. Como hemos visto, la tensión de humedad del suelo es una medida de la succión requerida por las plantas para extraer agua del suelo. La medida puede ser realizada con tensiómetros (se utilizan principalmente para determinar

el momento del inicio del riego), o electrotensiómetros, que pueden ser conectados a registradores de datos.

Medida de la resistencia eléctrica. La resistencia es proporcional al contenido de agua y a la salinidad, y puede realizarse con bloques de resistencia eléctrica con rangos de medida variable o con sensores de matriz granular.

Es frecuente que el límite superior de los tensiómetros no supere los -80 kPa, los bloques de yeso tengan un rango -100 y -150 kPa (0,1 y 15 bares) y bloques realizados con materiales especiales entre -100 y -200 kPa (-100 y -200 centibares).

Si fuese necesario relacionar la tensión de humedad del suelo con el contenido de agua del suelo habría que determinar la curva de retención, por ejemplo por gravimetría.

Medida del contenido volumétrico. Como se ha dicho, el contenido volumétrico de agua del suelo es la cantidad de agua en un volumen dado de suelo medido como porcentaje del volumen de suelo total. La medida se puede realizar con Sensores de capacitancia o Reflectometría en el Dominio de la Frecuencia (FDR)

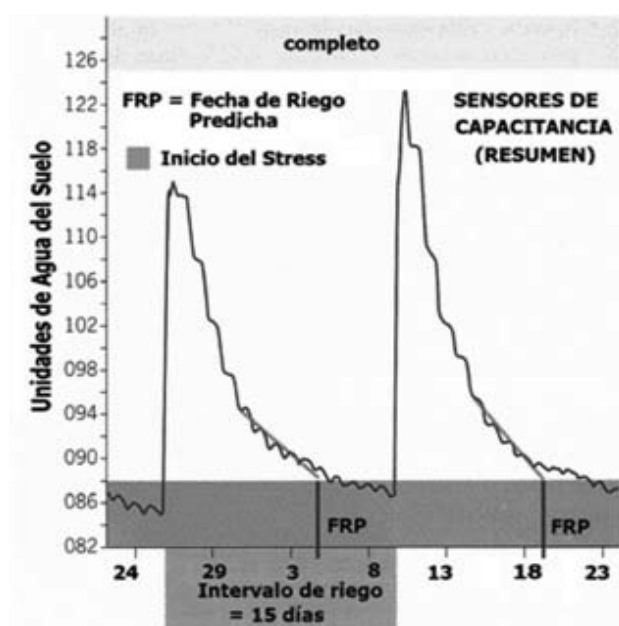


Figura 15. Medidas del contenido de agua del suelo a partir de sensores de capacitancia (Mod. de Pudney et al., 2004).

simple o multisensor (figura 15), Reflectometría en el Dominio del Tiempo (*Time Domain Reflectometry*, TDR), Sondas de neutrones, Sondas de Calor (*Heat Pulse Probes*), Pozos de sondeo, que basan la medida

en diferentes principios y son cada vez más utilizados porque permiten una programación del riego cada vez más sensible y adecuada (ver Naor et al., 1997; Ferrer & Castell, 2007; Van Leeuwen et al., 2010).

5.1.3. Medidas basadas en la planta

Los métodos basados en la planta proporcionan información de su estado hídrico de forma más o menos directa y se basan en las respuestas fenológicas, fisiológicas, bioquímicas y moleculares de la propia planta a las modificaciones de humedad y particularmente al estrés ocasionado por la falta de agua (Kantar et al., 2011).

El estado actual de conocimiento de las respuestas fisiológicas de vid al estrés hídrico permite pensar en un horizonte prometedor en aras a utilizar los indicadores fisiológicos como método de programación de riego (Medrano et al., 2007, 2010).

Entre estos métodos, son destacables los que se relacionan con el aspecto y el crecimiento (Vg: el ápice vegetativo), con el potencial de agua del tallo y/o de la hoja, la conductancia estomática y la fotosíntesis, la temperatura del follaje, el flujo de savia y el diámetro del tronco (Ver Scholander et al., 1965; Gaudillère et al., 2005; Myburgh, 2010).

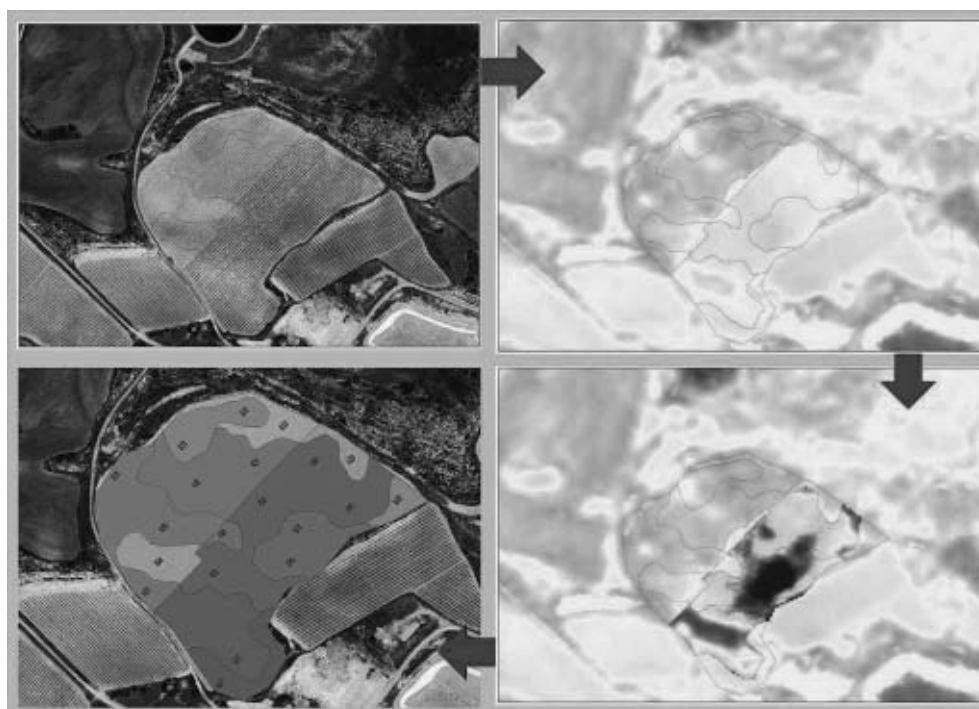


Figura 16. Índice de vegetación (NDVI) en una parcela de la DOCa Rioja.

En Deloire *et al.* (2004) se incluye una interpretación de los valores de potencial hídrico al amanecer en diferentes periodos fenológicos de la vid y en la figura 6 los utilizados en este texto.

En este apartado también podríamos considerar la posibilidad, muy prometedora, de llevar a cabo mediciones relacionadas con el vigor en un momento dado por medio de sensores remotos (figura 16).

5.2. Estrategias de riego

La medida del agua de las fuentes (precipitación y riego), del suelo y de la planta, cada una de ellas o combinadas, son la base de los modelos de las distintas estrategias de riego.

5.2.1. Estrategias basadas en la planta

Las estrategias basadas en la planta han de considerar el estado hídrico de ésta, sus necesidades hídricas y los factores de influencia, como la edad (Nadal y Lampreave, 2005), la forma de conducción (Yuste, 2007) y la densidad de plantación (Pérez *et al.*, 2007).

A partir de la combinación de los diferentes momentos del ciclo vegetativo y los diferentes umbrales de estrés de acuerdo con el potencial hídrico foliar [Potencial hídrico antes del amanecer (Ψ_b), Potencial hídrico de tallo (Ψ_t), Potencial hídrico al mediodía (Ψ_f), figura 6] se puede considerar un importante número de estrategias de riego, desde luego, no todas adecuadas. Por ejemplo:

- Estrés nulo o ligero durante todo el período de crecimiento. Los efectos desfavorables para vinificación estarían relacionados con el vigor excesivo durante la maduración, el aumento de tamaño de las bayas y la dilución de componentes de calidad como compuestos fenólicos y azúcar. Podría ser utilizado para la obtención de altos rendimientos, por ejemplo en mostos, zumos, viñedos jóvenes, vinos de mesa, mosto concentrado, ...
- Estrés nulo o ligero durante todo el período de crecimiento, pero con una maduración bajo un estrés ligero-moderado. Esta estrategia tendría efectos favorables en el control del vigor durante la maduración, con una pequeña reducción del tamaño de las bayas y la estimulación de los componentes de la uva, principalmente azúcares y antocianos y se podría utilizar en viñedos jóvenes, para vinos jóvenes y ligeros con expresión frutal.

- Estrés nulo o ligero hasta la floración, ligero a moderado hasta el envero y moderado a fuerte durante la maduración. Esta estrategia tendría efectos favorables en el control del vigor, reduciría el tamaño de las bayas y estimularía la síntesis de antocianinas y la concentración de componentes de la uva como azúcares y compuestos fenólicos. Se podría utilizar para vinos jóvenes de calidad, aromáticos.
- Aumento progresivo del umbral de estrés desde la floración hasta valores moderados a fuertes en la maduración. Esta estrategia exageraría los efectos favorables de la anterior y podría ser utilizada para vino de crianza, vinos equilibrados, aromáticos.
- Estrés moderado a fuerte durante el crecimiento herbáceo de la baya (floración-envero). Esta estrategia reduce el tamaño de las bayas e incrementa la concentración de los componentes de la uva (azúcares y compuestos fenólicos), pero se relaciona con la alteración de la síntesis de taninos, la mala absorción de macro elementos, la estimulación del crecimiento vegetativo durante la maduración y la competencia con los racimos y vinos con sabor herbáceo.

Durante el período posterior a la vendimia (Deloire *et al.*, 2004; Ojeda, 2007) la vid envía sus fotosintatos a las áreas de reserva, raíces, tallos (madera) y brotes, e incrementa la asimilación de nutrientes minerales y renueva el crecimiento de las raíces, por lo que es necesario recuperar el estado hídrico adecuado de la planta: la cosecha del año siguiente se prepara después de la vendimia del año anterior.

5.2.2. Estrategias basadas en el sistema suelo-planta

Las estrategias basadas en el sistema suelo-planta han de tener en cuenta las medidas relacionadas con ambos. Los problemas que esto plantea han de ser abordados, por lo tanto, considerando las diferentes realidades, la planta y el suelo.

El nivel de agotamiento del agua de suelo (expresado como tensión de humedad del suelo) tolerado por la vid para el que la evapotranspiración de cultivo se mantiene en el nivel previsto y permite obtener un rendimiento básico es frecuentemente considerado en 0,4-1,0 bar (0,04-0,1 MPa).

Como es obvio, también hay que considerar los umbrales de estrés. El problema fundamental relacionado con suelo y planta tiene que ver con el hecho de que tales umbrales de estrés son pequeños y difíciles de ajustar.



Figura 17. La salinidad del agua de riego limita el desarrollo del sistema radicular de la planta y controla la forma y la profundidad del bulbo en el riego por goteo: un riego más copioso o los goteos más juntos haría que los bulbos se hicieran coalescentes y bajara el frente de salinización, con lo que aumentaría la profundidad efectiva.

El control hídrico por el suelo plantea importantes dificultades que son determinantes para la correcta generalización de los resultados al entorno donde se pretende aplicar el riego y tienen que ver principalmente con el mantenimiento y el calibrado de los sensores, con la realización y el fundamento de la propia medida, con los elementos de variabilidad y con las circunstancias del medio donde se mide. Entre otras, las más determinantes son las siguientes:

- La variabilidad vertical del suelo: secuencia de horizontes del perfil (&3): por ejemplo sobre la forma del bulbo (Mitchell & Goodwin, 1996).
- La variabilidad horizontal del suelo: distribución geográfica del suelo en la parcela (&3; figura 23).
- La salinidad del suelo, natural o inducida por la del agua de riego, no sólo es un problema para determinados métodos de medición, sino que también limita el desarrollo del sistema radicular de la planta y controla la forma y la profundidad del bulbo en el riego por goteo (figura 17).
- Propiedades específicas de determinados horizontes:
 - Elementos gruesos, no sólo son un problema para determinados métodos de medición sino que también influyen en la reserva de agua del suelo a cualquier constante.
 - Textura (figura 18).
 - Escorrentía superficial, que influye en la efectividad de los aportes.
 - Texturas contrastantes y límites abruptos, que afectan a la circulación del agua en el perfil, a la profundidad efectiva del suelo y a la forma del bulbo (Myburgh *et al.*, 1996).
 - Capa freática colgada o alta.

- Situación específica de exceso de agua por precipitaciones o riego mal diseñado: alarga la maduración, aumenta el tamaño de la baya, eleva el potasio y la acidez, y reduce el color y los antocianos. Particularmente durante la maduración, ejerce una influencia negativa sobre la calidad organoléptica de los vinos.
- Situaciones específicas de falta de agua por precipitaciones o riego mal diseñado o escorrentía excesiva.
- Diseño deficiente de todo tipo de cubiertas vegetales.
- Diseño deficiente de riego parcial de raíces (*Partial Rootzone Drying*, PRD).

En la figura 18 se muestra el potencial hídrico del suelo en situaciones específicas y una valoración porcentual del déficit en la planta para suelos con diferentes texturas. Como se ha dicho anteriormente, se suele considerar la capacidad de campo a 0,033 MPa y el coeficiente de marchitamiento a 1,5 MPa, sin embargo y como se aprecia en la figura, entre ambos valores, e incluso, por encima de la capacidad de campo, puede haber situaciones indeseadas.

Como se dijo anteriormente, en el continuo suelo-planta-atmósfera se satisface la demanda atmosférica porque el agua se mueve en el sentido de potenciales decrecientes. Por este motivo, es importante comparar el estado hídrico del suelo en relación con el estado hídrico de la vid (figura 19): El potencial de la zona del perfil a 30 cm de profundidad determina la influencia del suelo en el estado hídrico de la planta debido sobre todo al sistema de riego localizado y a la concentración de las raíces en esa zona; por estos mismos motivos, la zona del perfil en el entorno de los 60 cm no participa en la alimentación hídrica de la planta: apenas llega el agua y apenas hay raíces.

Extrapolando estas conclusiones a la calibración de las medidas del potencial del suelo y de la planta (figura 6) se obtiene una comparativa de los umbrales de estrés (ver figuras 6 y 10 y comparar con figura 18).

5.2.3. Estrategias basadas en el sistema clima-suelo-planta

Con la información generada en los procedimientos descritos en los apartados anteriores, a partir del potencial del suelo y de la planta, disponemos de suficientes elementos para su combinación con los factores del clima relacionados con el balance hídrico.

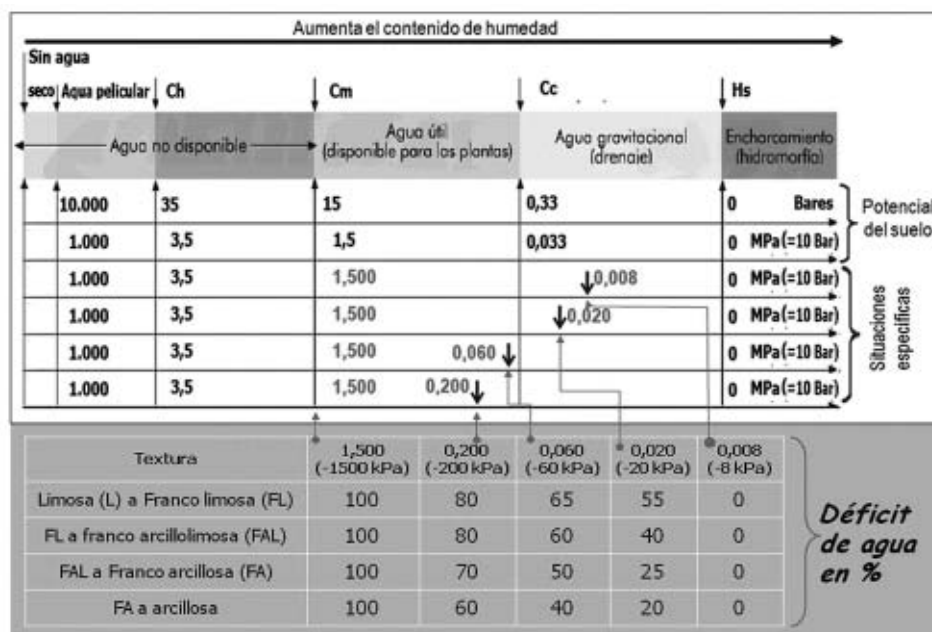


Figura 18. Estado de agua del suelo y valoración del déficit en la planta en relación con la textura (ver figura 9).

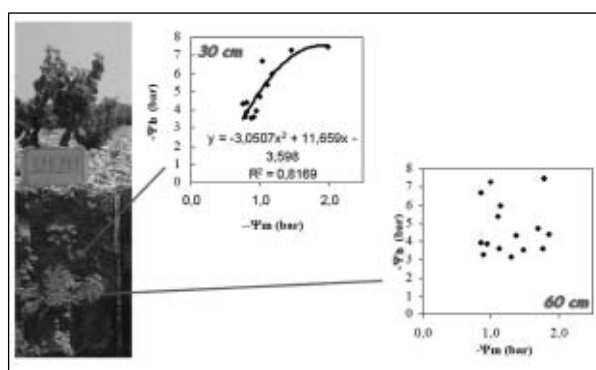


Figura 19. Estado hídrico del suelo en relación con el estado hídrico de la vid (Asenjo y Yuste, 2003).

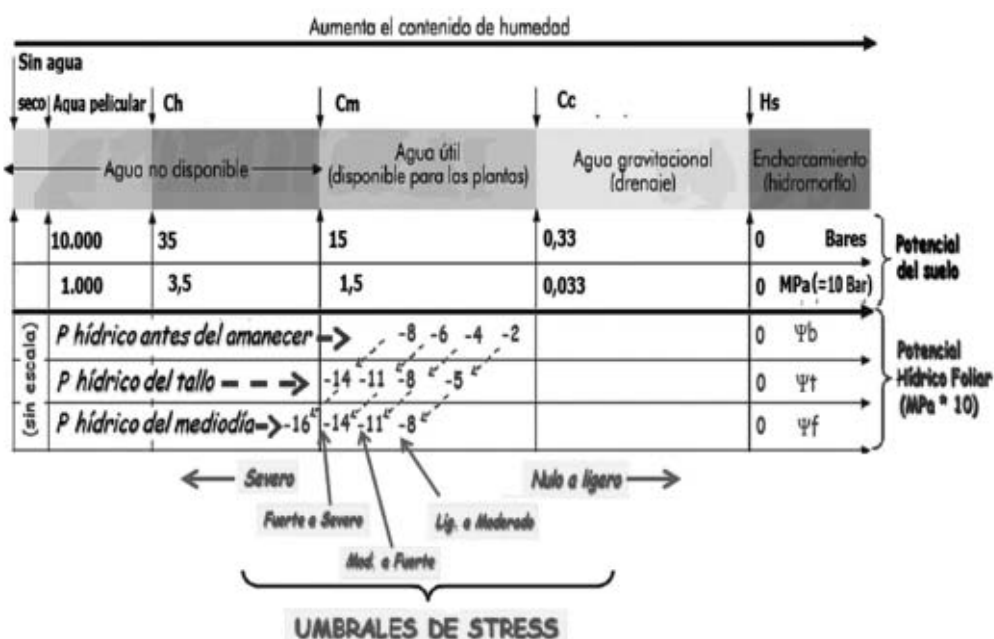


Figura 20. Comparación del potencial del suelo y de la planta y umbrales de estrés (ver la figura 18).

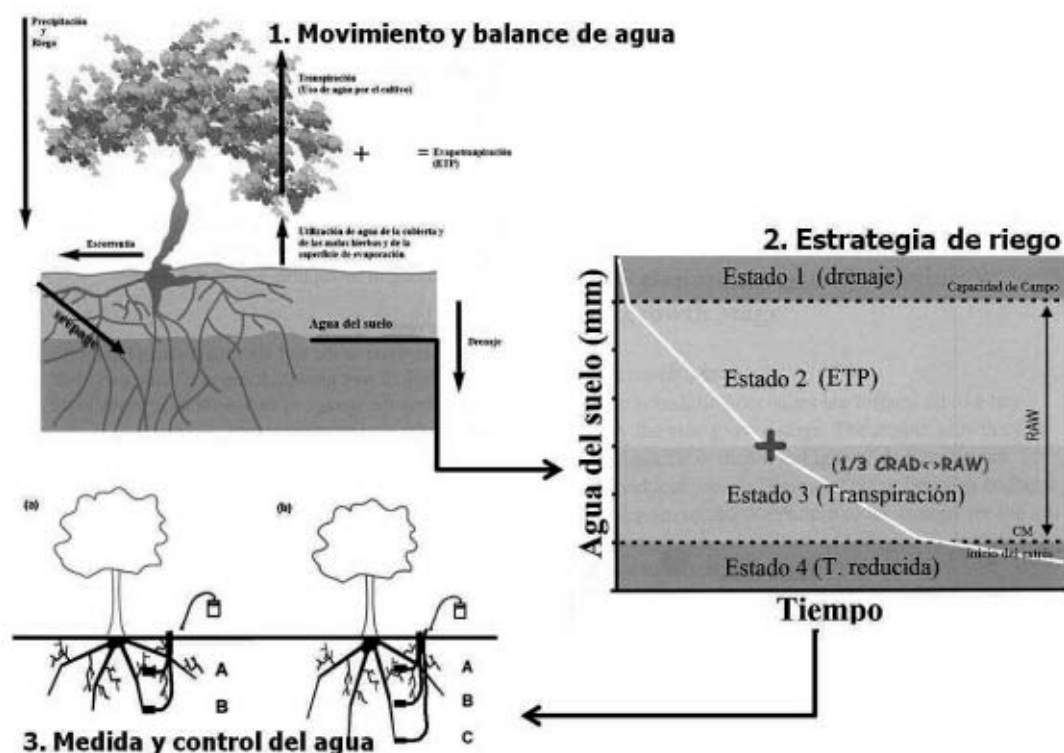


Figura 21. Estrategias basadas en el sistema clima-suelo-plantas.

(mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	AÑO
P	34,8	26,4	25,1	42,6	50,8	31,8	17,8	19,9	29,2	52,4	42,7	44,5	418,0
ETPTh	9,2	13,8	30,7	42,6	74,9	109,0	134,2	121,7	82,2	48,7	21,3	11,2	699,5
P-ETP	25,7	12,5	-5,5	0,0	-24,1	-77,3	-116,0	-101,8	-53,1	3,7	21,4	33,3	
R=25	25,0	25,0	18,5	18,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	25,0	25,0	140,7
R=50	50,0	50,0	44,5	44,5	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	25,1	50,0	288,2
R=75	75,0	75,0	69,5	69,5	45,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	25,1	58,4	421,6
R=100	84,1	96,6	91,1	91,1	66,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	25,1	58,4	517,0
$\Sigma(P-ETP)$	84,1	96,6	91,1	91,1	66,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	25,1	58,4	517,0

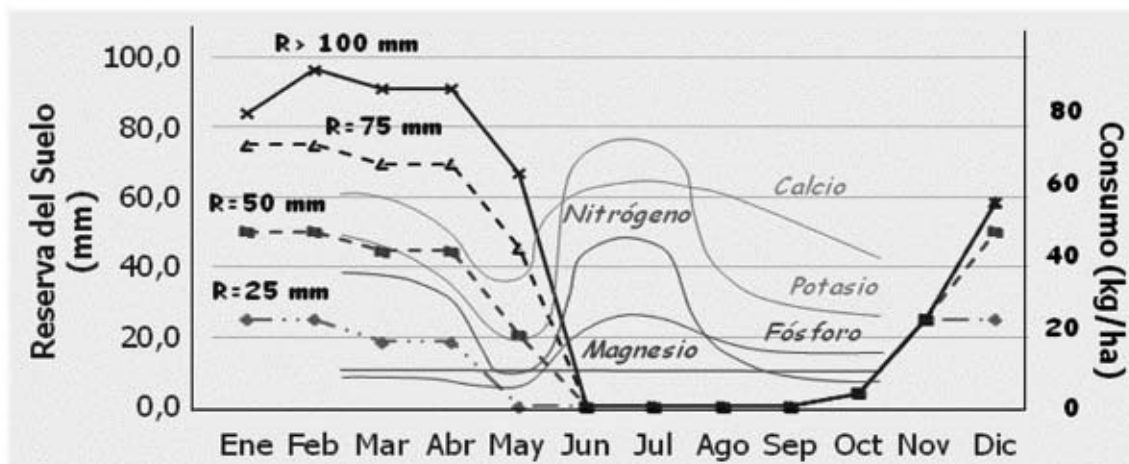


Figura 22. Balance de agua para diferentes tipos de suelo en función de la reserva máxima (figura 10) de cada uno de ellos, relativo a la evolución de la absorción de macroelementos por la vid a lo largo de su ciclo vegetativo. El desajuste reserva de agua-consumo es muy visible y los efectos espectaculares (figura 23).

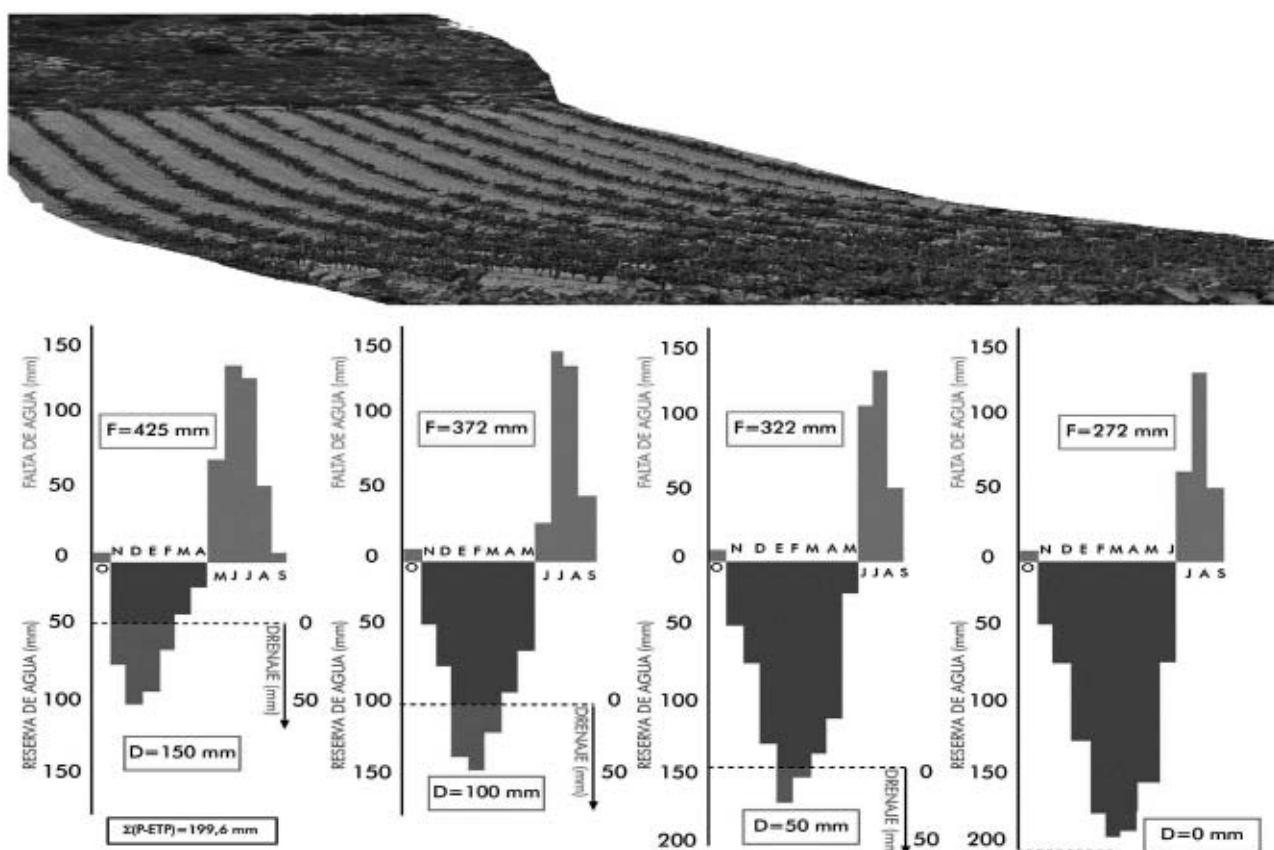


Figura 23. Balance de agua para diferentes tipos de suelo en función de la reserva máxima de cada uno de ellos en función de su posición en la ladera (variación de la profundidad efectiva) en relación con su desarrollo.

Por lo tanto, las estrategias basadas en el sistema clima-suelo-planta (figura 21) han de tener en consideración el movimiento y el balance de agua en el suelo (comparar con la figura 8), las estrategias de riego relacionadas con el suelo (1/3 del CRAD en la figura 10) y con la planta (umbrales de estrés) y el control a diferentes profundidades de suelo y planta (potenciales).

En la figura 22 se muestra el balance de agua para diferentes tipos de suelo en función de la reserva máxima de cada uno de ellos (figura 10). En el cálculo de esta reserva están implicadas las propiedades de los horizontes que conforman la profundidad efectiva (espesor, densidad aparente, elementos gruesos y capacidad de campo) por lo que la variabilidad en la parcela se debe a su diversidad (Van Zyl, 1988; Ruiz *et al.*, 2005). En la misma figura se ha incluido la evolución de la absorción de macroelementos por la vid a lo largo de su ciclo vegetativo según un clásico gráfico del profesor Fregoni (ver también Keller, 2005). El desajuste reserva de agua-nutrición es muy visible y los efectos que se produ-

cen en el vigor (figura 23) y sobre todo en los diferentes momentos de maduración y vendimia son la causa de la heterogeneidad intraparcelsaria del producto que redunda en la disminución de su calidad.

5.2.4. Diseño y Programa de Riego: importancia del mapa

Por lo tanto, como hemos dicho, la variabilidad de una determinada situación puede ser debida a cualquier diferencia de cada una de las propiedades de los diferentes factores que componen el terroir (elementos del clima, litoestratigrafía, situación en la geomorfología y el paisaje, variabilidad horizontal y/o vertical de las propiedades del suelo, portainjerto y variedad o manejo vitivinícola). Esta variabilidad sólo puede ser considerada correctamente a partir de una cartografía suficientemente detallada en la que se califiquen y cuantifiquen todas las propiedades del terroir y en particular las relacionadas con el agua (figura 5): el mapa de los terroir de la explotación o finca (ver Pudney *et al.*, 2004; Ojeda *et al.*, 2005).

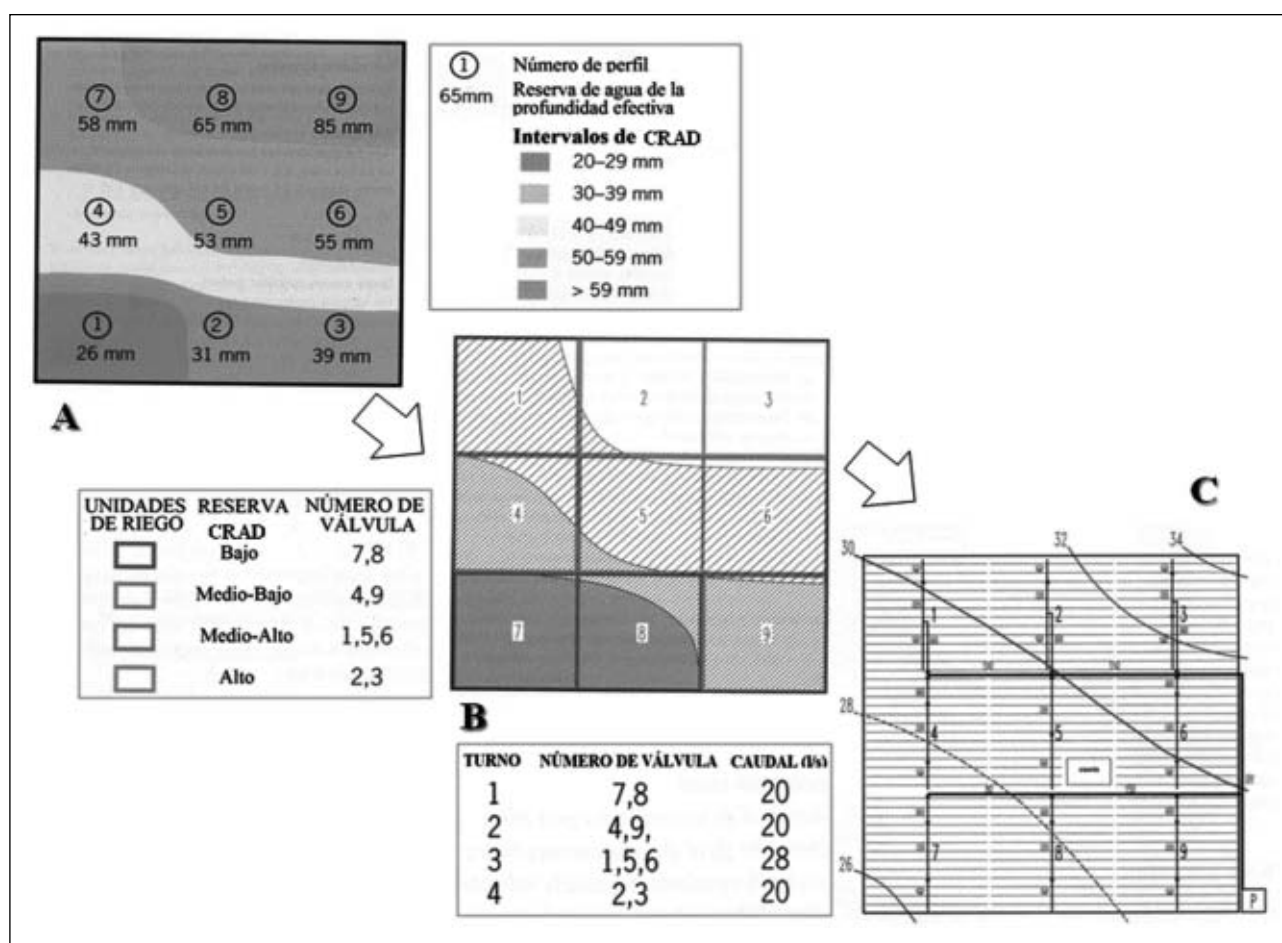


Figura 24. Diseño del riego (ejemplo teórico tomado de Sparrow & Norton (2004) modificado): (A) variabilidad de la capacidad de reserva de agua disponible (CRAD) en cada unidad cartográfica de suelos; (B) parcelación óptima y agrupación de parcelas en unidades de riego; (C) diseño del sistema de riego con isolíneas de caudal aportado.

En la figura 24 se incluye un ejemplo teórico en el que se ilustran las diferentes fases del diseño del riego. En primer lugar, es necesario disponer del mapa detallado de la distribución de las propiedades hídricas del suelo, por ejemplo la capacidad de reserva de agua disponible (CRAD), ya sea por unidades cartográficas (colores de la figura 24A), o por interpolación en muestras de sondeos (figura 5) con suficiente densidad (círculos en la figura 24A). A continuación se diseñan las parcelas de forma que cada parcela esté sólo (o en el peor de los casos predomine) en un tipo de suelo, y que su tamaño tenga relación con el manejo vitícola (preferentemente vendimia, pero también portainjerto, variedad, formación, laboreo, fertilización y tratamientos), y enológico (preferentemente necesidades de bodega, como la capacidad de los depósitos), y se agrupan las parcelas en unidades de riego (figura 24B). Finalmente, el sistema de riego debe estar controlado para que su aplicación sea la correcta

(en la figura 24C se muestran las isolíneas de caudal aportado).

6. CONCLUSIONES GENERALES

- La importancia del riego en España es cada vez mayor ya que la superficie de viñedo que se riega es casi un veinte por ciento de la superficie total de viñedo, lo que supone casi 200.000 ha, y aumenta sensiblemente cada año.
- Para abordar con éxito la cuestión del riego es necesario considerar inicialmente el objetivo, ya sea relativo a la producción o a la calidad. La primera decrece cuando aumenta la falta de agua, la segunda, aumenta inicialmente cuando ésta se incrementa y después disminuye de forma similar a la producción. El control del status de agua es una herramienta fundamental para la regulación de rendimiento y calidad de la uva y el vino.

- DELOIRE A., SILVA P. & MARTIN-PIERRAT S. 2003. Terroirs et état hydrique du Grenache noir. Premiers résultats. *Le Progrès Agricole et Viticole*, 17, 367 – 373.
- DELOIRE A., CARBONNEAU A., WANG Z. & OJEDA H. 2004. Vine and Water, a short review, *J. Int. Sci. Vigne vin*, 38, 1, 1 – 13.
- DELOIRE A., VAUDOUR E., CAREY V., BONNARDOT V. & VAN LEEUWEN C. 2005. Grapevine responses to terroir, a global approach. *J. Int. Sci. Vigne vin*, 39 (4), 149-162.
- DELOIRE A., OJEDA H., ZEBIC O., BERNARD N., HUNTER J.J. & CARBONNEAU A. 2005. Influence of grapevine water status on the style of wine. *Le Progrès Agricole et Viticole*, 122 (21): 455-462, 2005.
- DELOIRE, A. & HEYNS, D. 2011. The Leaf Water Potentials: Principles, Method and Thresholds. WineLand Publications. Wynboer.
- FERRER, P. J. & CASTELL, J. 2007. Monitorización del riego de la vid. In: P.Baeza, P., J.R. Lisarrague & P. Sánchez, 2007. Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en vid. Editorial Agrícola Española. 83-113.
- GAUDILLÈRE J.P., VAN LEEUWEN C. & OLLAT N. 2002. Carbon isotope composition of sugars in grapevine, an integrated indicator of vineyard water status. *Journal of Experimental Botany*, 53 (369), 757-763.
- GIL, E., ARANDA, I., PEGUERO, J. & VILAGROSA, A. 2005. El continuo suelo-planta-atmósfera como un integrador de La ecofisiología forestal. *Invest. Agrar: Sist. Recur. For.*, 14(3): 358-370.
- GOMEZ-MIGUEL, V. & SOTES, V. 2002. Aplicación de los resultados de la microzonificación vitícola a las relaciones suelo-agua. Mendoza, Argentina.
- GÓMEZ-MIGUEL, V. 2005. Geología, Geomorfología y Edafología. Atlas Nacional de España. Instituto Geográfico Nacional. Madrid.
- KANTAR, M., STUARD, J. L BUDAK, L. & H. 2011. Drought stress: molecular genetics and genomics approaches. *Advances in Botanical Research*, 57: 445-493.
- KELLER M. 2005. Déficit irrigation and vine mineral nutrition. *Am. J. Enol. Vitic.* 56 (3): 267-283.
- MEDRANO, H., ESCALONA, J. M. & FIEXAS, J. 2007. Indicadores integradores del estado hídrico de la planta. In: P.Baeza, P., J.R. Lisarrague & P. Sánchez, 2007. Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en vid. Editorial Agrícola Española. 15-34.
- MEDRANO, H., FIEXAS, J., RIBOS, M. & GULIAS, J. 2010. Measuring water use efficiency in grapevines. In: S. Delrot, Medrano, H., Or E., Bavaresco L. and Grando S. Eds Methodologies and results in grapevine research. Springer, Dordrecht, the Netherlands. 123-134.
- MITCHELL, D. & GOODWIN, I. 1996. Irrigation of vines & fruits trees. AGMEDIA. 176pp.
- MORLAT, R. & ASSELIN, C. 1993. Une approche objective des terroirs et typologie des vins en Val de Loie. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 79, 3: 199-212.
- MYBURGH P.A., VAN ZYL J.L. & CONRADIE W.J. 1996. Effect of soil depth on growth and water consumption of young *Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir. *S. Afric. J. Enol. Vitic.* 18, 53-62.
- MYBURGH P.A. 2007. The effect of irrigation on growth, yield, wine quality and evapotranspiration of Colombar in the Lower Orange River Region. Wynboer Technical Yearbook 2007/2008, 59-62.
- MYBURGH P.A. 2010. Praktiese riglyne vir die meting van waterpotensiaal in wingerdblare. *Wineland*, September, 106-108.
- NADAL, M. & LAMPREAVE, M. 2005. Influence de l'irrigation modérée et de l'âge de la plante sur le croissence, le potentiel hydrique, la photosynthèse et la composition des vins de Tempranillo. *Procee. GESCO 23-Agosto-2005 Geisenheim*, Alemania, 2:194-200.
- NAOR A., GAL Y. & BRAVDO B. 1997. Crop load effects assimilation rate, stomatal conductance, stem water potential and water relations of field-grown Sauvignon blanc grapevines. *Journal of Experimental Botany*, 48, (314), 1675-1680.
- NICHOLAS, P. (Ed). 2004. Soil, Irrigation and nutrition. *Grap Production Series Number 2*. South Australian Res. And Develop. Inst., 201pp.
- OJEDA H., DELOIRE A. & CARBONNEAU A. 2001 – Influence of water deficits on grape berry growth. *Vitis*, 40 (3), 141-145.
- OJEDA H., ANDARY C., KRAEVA E., CARBONNEAU A. & DELOIRE A. 2002 - Influence of pre and postvéraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* L., cv Shiraz. *Am. J. of Enol. and Vitic.*, 53 (4), 261 – 267.
- OJEDA H., CARILLO N., DEIS L., TISSEYRE B., HEY-WANG M. & CARBONNEAU A. 2005. Viticulture de précision et état hydrique. II: Comportement quantitatif et qualitatif de zones intra-parcellaires définies à partir de la cartographie des potentiels hydriques. XIV èmes Journées GESCO. Geisenheim, Allemagne. 23-27 Août.
- OJEDA, H. 2007. Precision irrigation of the vineyard. *CONCLIVIT*. Zaragoza. España.
- OJEDA, H. 2013. Effects of water availability on grapevine quality. Seminar; Managind water and heat stress on vines. 15-Março 2013. Regua. Portugal.
- RUIZ, A., PLANA, V., RUIZ, M.C., FRANCO, J.A., & ABRISQUETA, J. M. 2005. Distribución temporal y espacial del balance de agua en el suelo para el riego localizado. *Estudios de la zona saturada del suelo*, VII: 263-268.
- PEREZ, M.A., YUSTE, J. & BARAJAS, E. 2007. Efectos de la densidad de plantación en el régimen hídrico del viñedo. In: P.Baeza, P., J.R. Lisarrague & P. Sánchez, 2007. Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en vid. Editorial Agrícola Española. 145-167.
- PUDNEY, S., NICHOLAS, P. R. & SKEWES, M. 2004. Irrigation management: Scheduling. In: P. Nicholas (Ed). 2004. Soil, Irrigation and nutrition. *Grap Production Series Number 2*. South Australian Res. And Develop. Inst., 148-165.

SCHOLANDER P. F., HAMMEL H. T., BRANDSTREET E. T. & HEMMINGSEN E. 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* 148, 339-346.

SCHULTZ, H.R., 2003. Differences in hydraulic architecture account for near-isohydric and anisohydric behaviour of two field-grown *Vitis vinifera* L. cultivars during drought. *Plant Cell and Environment* 26(8), 1393-1405.

SIBILLE I., OJEDA H., PRIETO J., MALDONADO S. & LACAPERE J-N. 2005. Determinación de la relación entre las tres aplicaciones de la cámara de presión (potenciales hídricos) y evaluación de la respuesta en el comportamiento isohídrico y anisohídrico de cuatro cepajes. Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología organizado por la Asociación Brasileña de Enología y EMBRAPA Uva y Vino. Bento Gonçalves, 07 a 11 de noviembre.

SPARROW, D.K. & NORTON, S.W. 2004. Irrigation systems: System design. In: P. Nicholas (Ed). 2004. Soil, Irrigation and nutrition. Grape Production Series Number 2. South Australian Res. And Develop. Inst., 118-126.

VAN LEEUWEN C. & SEGUIN G. 1994. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* variété Cabernet franc, Saint-Emilion, 1990). *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 28, (2), 81-110.

VAN LEEUWEN C., FRIANT Ph., CHONE X., TREGOAT O., KOUNDOURAS S. & DUBOURDIEU D. 2004. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. *Am. J. Enol. Vitic.*, 55, (3), 207-217.

VAN LEEUWEN C., PIERI PH. & VIVIN PH., 2010. Comparison of three operational tools for the assessment of vine water status: stem water potential, carbon isotope discrimination measured on grape sugar and water balance. In: S. Delrot, Medrano, H., Or E., Bavaresco L. and Grando S. Eds *Methodologies and results in grapevine research*. Springer, Dordrecht, the Netherlands. 87-106.

VAN ZYL J.L. 1988. Response of grapevine roots soil water regimes and irrigation systems. In : Van Zyl J.L. (red.). *The grapevine root and its environment*. Tegn. Komm., Dept. Landbou Watervoors., Privaatsak X144, Pretoria 0001, 74-87.

WILLIAMS L.E. & ARAUJO F.J. 2002. Correlation among predawn leaf, midday leaf, and midday stem water potential and their correlations with other measures of soil and plant water status in *Vitis vinifera*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127 (3): 448 – 454.

YUSTE, J. 2007. Efectos de la forma de conducción del viñedo en el régimen hídrico y en la respuesta agronómica. In: P.Baeza, P., J.R. Lisarrague & P. Sánchez, 2007. *Fundamentos, aplicación y consecuencias del riego en vid*. Editorial Agrícola Española. 117-144.

PANORAMA ACTUAL DEL USO DE FITOSANITARIOS EN EL VIÑEDO

Santiago Cepeda Castro

Ingeniero Agrónomo. Técnico de la Estación de Avisos Agrícolas de Toro. Junta de Castilla y León

1. INTRODUCCIÓN

Desde que se comenzó a desarrollar el Mercado Único, en el año 1976, se observó la necesidad de establecer un Marco Común Europeo para los productos fitosanitarios. La utilización de fitosanitarios en la actividad agrícola respondía a legislaciones muy distintas en cada país y constituía una importante barrera a la comercialización de alimentos entre ellos. Además, el empleo de este tipo de productos tiene influencia en otros aspectos muy importantes: la salud del consumidor y del trabajador, el medio ambiente, la agricultura y el comercio.

La única legislación en el ámbito comunitario desde aquel momento se limitó a cuatro Directivas sobre niveles máximos de residuos en productos agrícolas y alimentos, y a una Directiva prohibiendo el uso de ciertas sustancias activas.

Transcurrieron 15 años, desde la primera propuesta de la Comisión, en 1976, hasta que el Consejo y el Parlamento aprobaron la Directiva 91/414/CEE, actualmente en vigor. Esto es una muestra de las dificultades existentes para la armonización de la utilización de los productos fitosanitarios en el territorio comunitario. En aquel momento no se conocía con exactitud el número de sustancias activas que se comercializaban en el territorio comunitario (se estimaban entre 600 y 900).

Tampoco era posible estimar el trabajo, el tiempo, y el coste, que llevaría el desarrollo de procedimientos homologados de evaluación. Inicialmente se estimaron 2 años para el desarrollo de los procedimientos y criterios de evaluación, y unos 10 años para finalizar la revisión. Pero el proceso resultó ser más complicado de lo que se imaginaba en un principio. Fue necesario desarrollar nuevas metodologías de análisis, protocolos de evaluación, formación de personal, ...

En estos años se han producido numerosos episodios que han puesto de manifiesto algunos problemas en la utilización de pesticidas. La aparición de residuos de plaguicidas en alimentos, junto con algunos incidentes medioambientales, ha fomentado el desarrollo de una extraordinaria sensibilidad del consumidor hacia estos temas. De ahí la preferencia que el

consumidor tiene por los productos elaborados artesanalmente, o por los productos ecológicos.

En 2001 la Comisión presentó un informe de evolución sobre la aplicación de la Directiva 91/414/CEE. En él se destacaban una serie de aspectos en los que podría mejorarse la Directiva. En sus reacciones al informe el Consejo y el Parlamento Europeo instaron a la Comisión a presentar propuestas con vistas a la modificación de la Directiva.

En el año 2006 la Comisión Europea presentó una "Propuesta de Reglamento relativo a la comercialización de productos fitosanitarios", que reemplazaría la legislación existente en este ámbito, revisando completamente los procedimientos para la evaluación de seguridad de las sustancias activas y la autorización de productos fitosanitarios.

En el año 2002 se aprobó el VI Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente (Decisión nº 1600/2002/CE), en el que se reconoce la necesidad de reducir el impacto de los plaguicidas sobre la salud humana y el medio ambiente. Se destacaba la necesidad de conseguir una utilización más sostenible de los plaguicidas, y se hacía un llamamiento en favor de una reducción significativa de los riesgos y del uso de plaguicidas, sin menoscabo de la necesaria protección de los cultivos.

Todo este proceso finalizaba en 2009, con la aprobación del Reglamento (CE) 1107/2009, relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, y la Directiva 2009/128/CE, por el que se establece el marco de actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.

2. NUEVA NORMATIVA EUROPEA SOBRE COMERCIALIZACIÓN Y USO DE FITOSANITARIOS

2.1. Comercialización de fitosanitarios

Después de 19 años de aplicación, a finales de 2010 la Directiva 91/414/CEE había afectado a más de 1.100 materias activas, de las que aproximadamen-

- No clasificada como Mutágena de la categoría 1 ó de la categoría 2.
- No clasificada como Carcinógena de categoría 1 ó de la categoría 2, a menos que la exposición sea insignificante.
- No clasificada como Tóxica para la reproducción de la categoría 1 ó de la Categoría 2, a menos que la exposición sea insignificante.
- No propiedades de alteración endocrina que puedan producir efectos nocivos en humanos, a menos que la exposición sea insignificante. La Comisión definirá los criterios científicos específicos. (por el momento Carcinogenicas cat. 3 y tóxicas para la reproducción cat. 3).
- No Contaminante Orgánico Persistente (COP).
- No se puede considerar como una sustancia Persistente, Bioacumulativa y Tóxica. (PBT).
- No muy persistente y muy bioacumulativa (vPvB).
- No propiedades de alteración endocrina que puedan ocasionar efectos adversos en organismos "no-objetivo", a menos que la exposición sea insignificante.

Tabla 1. Criterios que debe cumplir una sustancia activa para ser autorizada (según el Anexo II del Reglamento 1107/2009).

Materia Activa	Criterio que no superaría	Año límite de aprobación	Autorización Excepcional
INSECTICIDAS			
Esfenvalerato	PBT	2015	NO
Lufenurón	PBT, vPvB	2019	NO
FUNGICIDAS			
Ciproconazol	¿Alteración. Endocrina?	2021	SI
Fenbuconazol	¿Alteración. Endocrina?	2021	SI
Iprodiona	¿Alteración. Endocrina?	2016	SI
Mancozeb	¿Alteración. Endocrina?	2018	SI
Maneb	¿Alteración. Endocrina?	2018	SI
Quinoxifen	vPvB	2017	NO
Tebuconazol	¿Alteración. Endocrina?	2019	SI
HERBICIDAS			
Amitrol	¿Alteración. Endocrina?	2015	SI
Flumioxacina	R2	2015	SI
Glufosinato	R2	2017	SI
Pendimetalina	PBT	2016	NO

Tabla 2. Sustancias que "probablemente" no superen los criterios de corte definidos en el Reglamento 1107/2009.

Elaborado a partir de: "Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council concerning the placing of plant protection products on the market" – Summary Impact Assessment – Pesticide Safety Directorate (PSD) del Reino Unido.

te el 66 % se han retirado del mercado. Mayoritariamente se han eliminado insecticidas, acaricidas y nematocidas de síntesis, que eran empleados mayoritariamente en la agricultura mediterránea.

El nuevo Reglamento 1107/2009 relativo a la comercialización de productos fitosanitarios, tiene como principal objetivo mantener un alto nivel de protección de las personas, los animales y el medio ambien-

te, reducir las cargas administrativas de los procedimientos de aprobación y autorización actuales, y lograr un mayor nivel de armonización.

Esta normativa se aplicará a las sustancias activas y a los productos fitosanitarios que tengan acción contra los organismos nocivos de los vegetales. También se aplicará a los fitoreguladores, herbicidas y otras sustancias: fitoprotectores, coformulantes, adyuvantes ...

Materia Activa	Criterio que no superaría	Año límite de aprobación	Autorización Excepcional
INSECTICIDAS			
Deltametrin	¿Alteración. Endocrina?	2016	SI
FUNGICIDAS			
Folpet	¿Alteración. Endocrina?	2017	SI
Fluquinconazol	¿Alteración. Endocrina?	2021	SI
Metiram	¿Alteración. Endocrina?	2018	SI
Miclobutanil	¿Alteración. Endocrina?	2021	SI
Penconazol	¿Alteración. Endocrina?	2019	SI
Propiconazol	¿Alteración. Endocrina?	2017	SI
Tetraconazol	¿Alteración. Endocrina?	2019	SI
Tiram	¿Alteración. Endocrina?	2017	SI
Triadimenol	¿Alteración. Endocrina?	2019	SI

Tabla 3. Sustancias que "podrían" ser eliminadas aplicando el criterio de "alterador endocrino" de forma muy rigurosa.

Elaborado a partir de: "Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council concerning the placing of plant protection products on the market" – Summary Impact Assessment – Pesticide Safety Directorate (PSD) del Reino Unido.

De forma similar a la Directiva 91/414/CEE, las sustancias activas serán aprobadas a nivel de la Unión Europea, en base a una evaluación científica por parte de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y de los Estados Miembros.

Las condiciones de autorización de materias activas incluyen nuevos criterios de riesgo, basados en las propiedades intrínsecas de las sustancias (tabla 1).

Entre las sustancias que se comercializan, resulta difícil evaluar "a priori" aquellas que no superarán los criterios de corte establecidos. Se han realizado diferentes estimaciones para determinar la repercusión de esta normativa sobre el control de plagas, enfermedades y malas hierbas. Uno de los análisis más completos es el realizado por el *Pesticide Safety Directorate* (PSD) del Reino Unido, y que se ha utilizado de base para elaborar la tabla 2, en la que se indican las materias activas autorizadas en España para viñedo, que "probablemente" no superen los criterios de corte establecidos en el Reglamento. En la tabla 3 se indican aquellas sustancias que "podrían" ser eliminadas, en base a la misma evaluación, y aplicando de forma muy rigurosa el criterio de "no propiedades de alteración endocrina" (que aún no está totalmente definido).

Si una sustancia no cumple los criterios indicados anteriormente, se contempla la posibilidad de una "autorización excepcional", siempre que sea necesaria para controlar un riesgo fitosanitario grave que no pueda controlarse por otros medios disponibles, incluidos

métodos no químicos. Esta aprobación será durante un período limitado, que no exceda de cinco años.

Aquellas sustancias que cumplan los criterios indicados anteriormente, podrán considerarse como "candidatas a la sustitución", si existen otras alternativas con mejor perfil ecotoxicológico.

Directiva de uso sostenible de plaguicidas

La Directiva 2009/128/CE establece un marco para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas, mediante la reducción de los riesgos en la salud humana y el medio ambiente, y mediante el fomento del uso de la gestión integrada de plagas y técnicas alternativas a la utilización de plaguicidas.

Al ser una Directiva, los diferentes países deben trasladarla a su propia legislación, y España lo ha hecho a través del Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

Algunos aspectos destacables de esta propuesta normativa se resumen a continuación.

Formación obligatoria

A partir del 26 de noviembre de 2015, los usuarios profesionales y vendedores de productos fitosanitarios deberán estar en posesión de un carné que acredite conocimientos apropiados para ejercer su actividad.

Registro Oficial de Productores y Operadores de Medios de Defensa Fitosanitarios

En el deberán figurar todas las personas físicas o jurídicas que desarrollen cualquiera de las siguientes actividades:

- Suministro de Medios de Defensa Fitosanitaria.
- Realización de tratamientos fitosanitarios como empresa de servicios.
- Asesoramiento en gestión integrada de plagas a explotaciones agrarias, o a particulares.
- Manipulación y utilización de productos fitosanitarios de uso profesional.

Promoción y uso de técnicas de Gestión Integrada de Plagas

La gestión de las plagas de los vegetales en ámbitos profesionales se realizará mediante la aplicación de prácticas con bajo consumo de productos fitosanitarios, dando prioridad a los métodos no químicos. Los asesores y usuarios deben elegir las prácticas y los productos con menores riesgos para la salud humana y el medio ambiente, de entre todos los disponibles para tratar una misma plaga.

3. GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS

3.1. Concepto

La Gestión Integrada de Plagas (GIP) es una estrategia para el control de los problemas fitosanitarios que surgen en los cultivos, consistente en la aplicación racional de una combinación de medidas preventivas, biológicas, biotecnológicas, químicas o culturales, de modo que la utilización de productos fitosanitarios se limite al mínimo necesario.

En la actualidad, la GIP es la estrategia más adecuada para la mayor parte de cultivos, tanto por motivos de eficacia, como sociales, económicos y medioambientales.

Para la puesta en práctica es necesario desarrollar las siguientes actividades:

- Seguimiento periódico del cultivo, que permita determinar su estado de desarrollo.
- Evaluación de la presencia de plagas, de forma que se pueda determinar su evolución poblacional. Esto permitirá poner en marcha cualquier método de control si es necesario, en el momento más adecuado.
- Determinación del riesgo de aparición de enfermedades, para actuar sólo si es imprescindible.

- Elección del método de prevención o control más adecuado, recurriendo tan sólo a los métodos químicos en el caso de que sea necesario, y optando por los fitosanitarios más respetuosos.
- Registrar todas las intervenciones que se realizan en el cultivo.

Como ejemplos de la aplicación de la Gestión Integrada en el Viñedo, a continuación se exponen las posibilidades de prevención y control de la Polilla del Racimo y del Mildiu de la Vid, bajo los criterios de Gestión Integrada de Plagas.

3.2. Gestión Integrada de la Polilla del Racimo

Existen varias especies de lepidópteros que se conocen como polillas del racimo, pero la especie *Lobesia botrana* Den. y Schiff. es la más importante en toda España.

Esta especie es el insecto que más pérdidas ocasiona en los viñedos del área mediterránea, siendo su incidencia determinante en la cantidad y en la calidad de la cosecha, ya que favorece el ataque del hongo *Botrytis cinerea* Pers.



Figura 1. Daños de la segunda generación de polilla.



Figura 2. Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*).

CICLO BIOLÓGICO

La polilla del racimo *Lobesia botrana* pasa por cuatro estados de desarrollo durante su ciclo biológico: Huevo, Larva, Crisálida, Adulto.

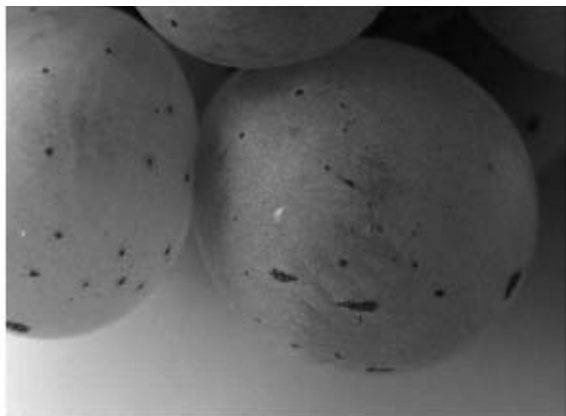


Figura 3. Huevo de polilla sobre un racimo de Malvasía.



Figura 4. Larva recién nacida de polilla.



Figura 5. Crisálida de polilla del racimo.



Figura 6. Adulto de polilla.

Es una especie con varias generaciones anuales. Pasa el invierno en forma de crisálida, escondida en la corteza de las cepas, en hojas caídas, tutores, ... En primavera, al aumentar la temperatura, aparecen los adultos, de forma muy escalonada y desde antes de la brotación del cultivo. Permanecen inactivos durante el día, escondidos en hojas y racimos, y a la caída de la tarde comienzan su actividad, tanto alimenticia como reproductiva. La hembra difunde una sustancia (feromona), que sirve para que el macho la localice y pueda producirse el apareamiento.

Las hembras realizan la puesta sobre los botones florales, pámpanos y hojas, las superficies lisas del vegetal estimulan la puesta. El avivamiento de huevos se produce al cabo de pocos días (normalmente 7 u 8). Una vez eclosionados éstos, las larvas se despla-

zan durante unas horas en busca de un emplazamiento adecuado para instalarse.

Una vez instaladas se protegen mediante una envoltura sedosa ("glomérulo"), y comienzan a alimentarse de los botones florales. Después de pasar por cinco estadios larvarios las orugas abandonan las inflorescencias para crisalidar sobre repliegues de las hojas, en los racimos o en la corteza de las cepas.

A finales de junio emergen los primeros adultos del segundo vuelo. Las hembras depositan los huevos sobre las uvas verdes. Las orugas recién nacidas presentan el mismo comportamiento que en la primera generación. La mayoría de las crisálidas invernán hasta la primavera siguiente en la que se iniciará un nuevo ciclo. En años cálidos puede darse una tercera generación, y en zonas más cálidas pueden registrarse incluso cuatro.

SEGUIMIENTO DE LA PLAGA.

El seguimiento de esta plaga se puede hacer utilizando trampas de feromonas, que nos permite tener información de los periodos de vuelo de adultos, y a partir de ahí podría determinarse el momento óptimo de intervención.



Figura 7. Trampa de feromonas.

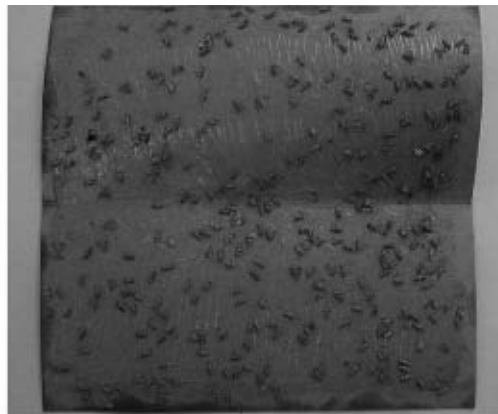


Figura 8. Placa engomada con capturas de polilla.

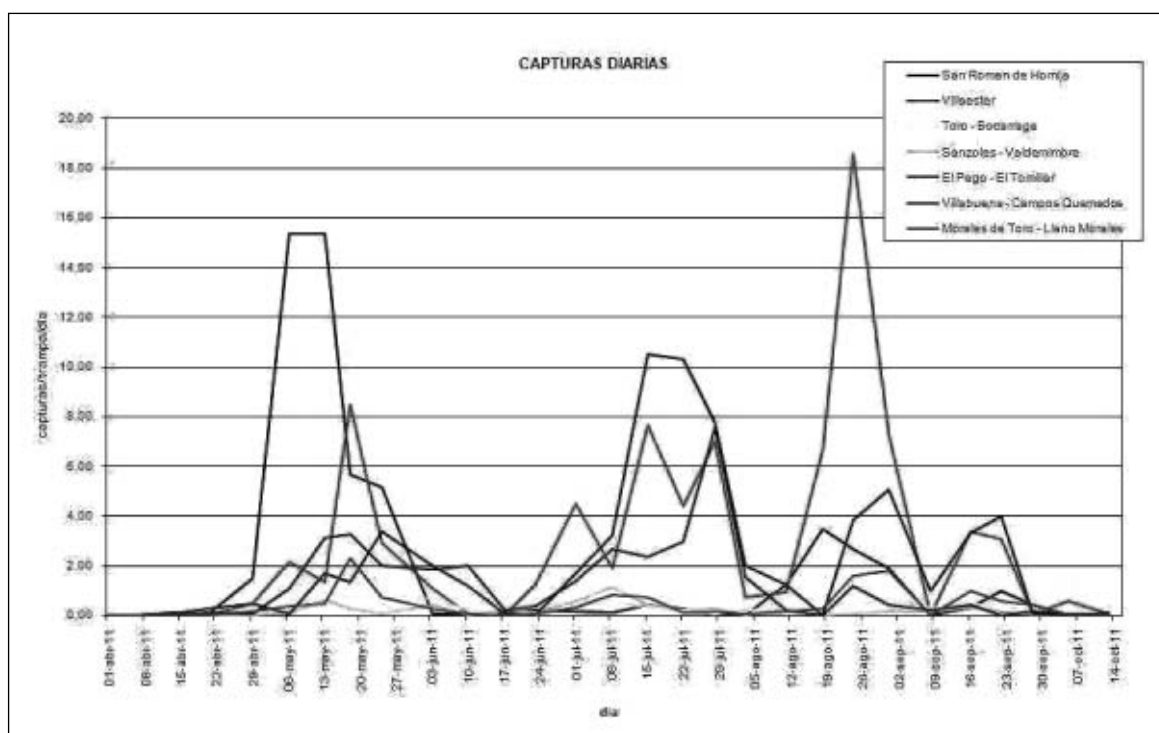


Figura 9. Curva de vuelo de polilla en la D.O. Toro en el año 2011.

MÉTODOS DE CONTROL PREVENTIVOS.

Las prácticas culturales en el viñedo pueden afectar indirectamente a las poblaciones de *Lobesia botrana*, bien incidiendo en sus estados de desarrollo o bien modificando su comportamiento, aunque su eficacia es baja en general.

Por ejemplo la aplicación de azufre en polvo puede inhibir el reflejo de puesta, al modificar la superficie lisa de las uvas y las hojas del vegetal.

Tradicionalmente el descortezado de las cepas durante el invierno con rascadores y guantes metálicos per-

mitía eliminar las crisálidas invernantes, siempre que las cortezas se quemen fuera de la plantación.

Como práctica cultural también se cita la vendimia temprana, puesto que con ella pueden eliminarse las orugas de tercera generación que no habían abandonado los racimos para crisalidar.

MÉTODOS DE CONTROL BIOLÓGICO

En la lucha contra la polilla del racimo existe la posibilidad de utilizar métodos biológicos, que resultan menos agresivos para el medio ambiente. La utilización de este tipo de técnicas tiene ventajas ecológicas y toxicológicas, debido al respeto de fauna útil, reducción de la contaminación del medio y menores residuos en el producto final.

Entre estos métodos alternativos se puede considerar la lucha biológica a base de preparados de *Bacillus thuringiensis*, que puede aplicarse de forma similar a un producto fitosanitario.

También debe tenerse en cuenta la incidencia de los depredadores y los parásitos naturales en el control natural de *Lobesia botrana*.

MÉTODOS DE CONTROL BIOTÉCNICO

La lucha biotécnica consiste en utilizar los medios naturales presentes en la plaga o en el hábitat de la plaga, que son susceptibles de ser manipulados, lográndose combatir la plaga a través de esa manipulación. La técnica de "confusión sexual" es un método de control biotécnico, consiste en difundir en el ambiente del cultivo feromona de síntesis quí-

mica, que es igual a la sintetizada por las hembras de *Lobesia botrana*.

Cuando se mantiene una concentración adecuada de esta sustancia en el aire, de forma permanente y durante el vuelo de adultos, se consigue "confundir" a los machos, dificultando la localización de la hembra y el acoplamiento. De esta forma se logra que la hembra no sea fecundada, y por lo tanto no se produce una siguiente generación de la plaga.

Esta técnica se emplea con éxito en el control de diversas plagas de lepidópteros, y tiene gran aplicación en el control de la polilla del racimo en viñedo.

MÉTODOS DE CONTROL QUÍMICO

En las zonas o viñedos donde las polillas constituyen plaga, normalmente se aplica la lucha química, debido a que es un método de protección eficaz y económico. Sin embargo, se debe adoptar una estrategia que, además de ser rentable tenga los menores efectos secundarios indeseables. Hay que considerar el peligro potencial que otras plagas pueden representar, como consecuencia de la destrucción de sus enemigos naturales a consecuencia de la utilización de productos químicos.

El momento de realizar la aplicación química depende del plaguicida empleado. En general debe realizarse cuando se registra un aumento notable de capturas de adultos en la curva de vuelo, cuando ya ha tenido lugar la puesta de huevos y se están iniciando las eclosiones de éstos. En ese momento las larvas son muy sensibles y aún no han producido ningún daño.

Normalmente es suficiente un tratamiento para cada generación. Sin embargo, en casos de poblaciones muy altas, puesta escalonada o calidad defectuosa del tratamiento, éste puede repetirse.

3.3. Gestión integrado del Mildiu

Esta enfermedad es una de las mejor conocidas por los viticultores de todo el mundo debido a los daños tan graves que produce, si las condiciones climáticas son favorables, y puede atacar a todos los órganos verdes de la vid. Está ocasionada por el hongo *Plasmopara viticola* Berl. y de Toni.



Figura 10. Difusor de feromona utilizado para confusión sexual en Polilla del racimo.



Figura 11. Mancha de mildiu en el haz de la hoja.



Figura 12. Esporulación de mildiu en el envés de la hoja.



Figura 13. Racimos dañados por el mildiu.



Figura 14. Racimo curvado, y con la esporulación típica del ataque de mildiu.

CONDICIONES DE DESARROLLO

Los factores climáticos tienen una influencia determinante sobre el desarrollo del hongo. A lo largo del año pueden producirse varias infecciones, en función de las condiciones climáticas.

La infección primaria se produce en primavera, siempre que se den las condiciones adecuadas, y está directamente relacionada con el inóculo existente en la plantación. Las condiciones de desarrollo dependen de tres factores:

1. *Estado del viñedo*: es necesario que se haya iniciado el desarrollo de la vid, y que haya brotes de unos 10 centímetros.
2. *Estado del hongo*: debe haber inóculo maduro, es decir, el hongo debe estar presente en la parcela (infecciones en años anteriores), y además debe estar preparado para iniciar una contaminación.
3. *Condiciones climáticas*: deben producirse lluvias entre 8 y 10 litros por metro cuadrado durante

1 ó 2 días, y la temperatura media diaria debe ser mayor de 10 °C.

Una vez desarrollada una infección primaria, pueden desarrollarse infecciones secundarias durante todo el periodo vegetativo, en función de lo siguiente:

1. Hojas mojadas durante al menos 2 horas.
2. Temperatura media superior a 11 °C.

Una vez producidas las infecciones, la enfermedad se desarrolla en las hojas o en los racimos. El desarrollo es variable en función de las condiciones ambientales, viéndose favorecido por temperaturas medias entre 15 y 24 °C, y por humedades relativas altas.

Por lo tanto para determinar las condiciones de riesgo de aparición de la enfermedad es necesario realizar seguimientos visuales, y además es interesante contar con una estación meteorológica cercana a la explotación.

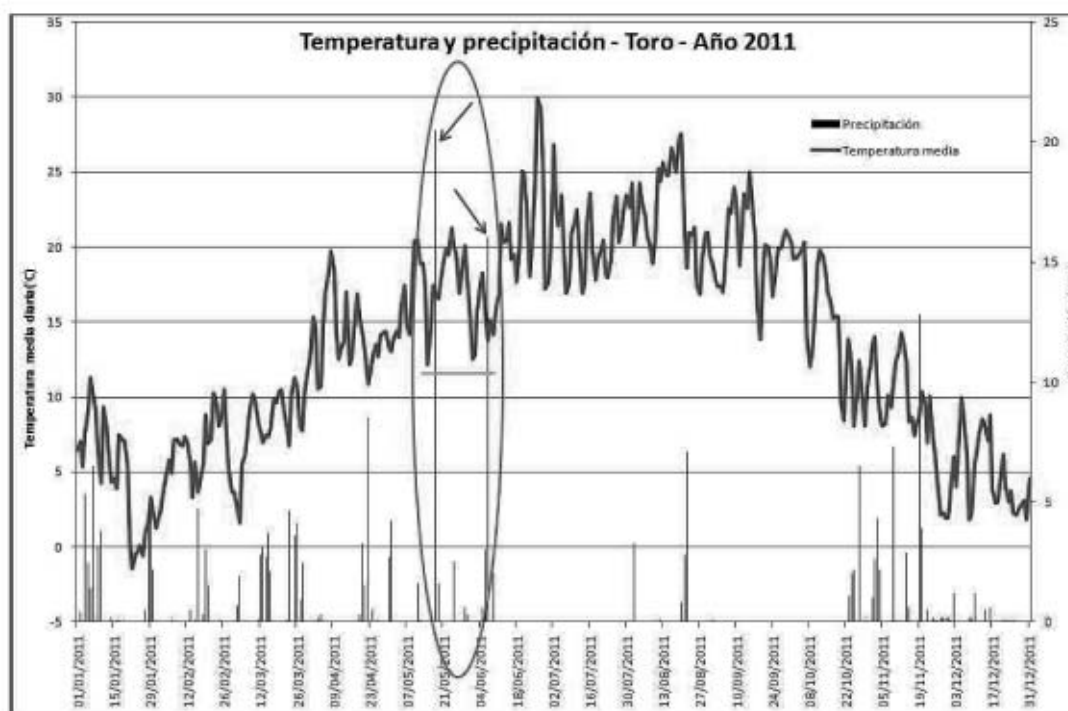


Figura 15. Gráfica de Temperatura y Precipitación, donde se muestra el periodo más favorable para la infección de mildiu.

MÉTODOS DE CONTROL PREVENTIVOS

Los desnietados y despuntes, así como los deshojados realizados tras la floración y cuajado, favorecen la aireación de los racimos, disminuyen el riesgo de contaminación del hongo y favorecen la acción de los fungicidas aplicados. Normalmente el control preventivo no es suficiente, en situaciones de riesgo reales, y es necesario recurrir al control químico.

MÉTODOS DE CONTROL QUÍMICO

Los fungicidas son la medida más eficaz para el control en variedades sensibles, que se desarrollan en zonas de riesgo. Para conseguir una buena eficacia es necesario aplicarlos tan sólo en los momentos de riesgo de aparición de la enfermedad. Entre los productos autorizados se incluyen fungicidas sistémicos, penetrantes y de contacto.

Los productos de contacto son preventivos y pueden aplicarse en cualquier momento del ciclo, siempre y cuando se tenga en cuenta se que lavan tras lluvias superiores a 15 ó 20 l/m².

Los productos sistémicos y penetrantes es conveniente utilizarlos de forma preventiva, aunque tienen poder de detención del desarrollo del micelio del

hongo durante la primera fase del ciclo. En condiciones de primaveras lluviosas, con riesgo de infección y coincidiendo con un momento en que la cepa está en una fase de rápido desarrollo, es interesante el uso de fungicidas sistémicos y penetrantes.

A partir del envero el racimo no es sensible a la enfermedad, por lo que no será necesaria la aplicación de tratamientos, salvo para proteger la hoja en caso de fuerte presión del patógeno.

Es imprescindible alternar el uso de productos de familias distintas para evitar la aparición de resistencias.

4. CONCLUSIÓN

Los cambios normativos en materia de fitosanitarios de la Unión Europea han tenido aspectos muy positivos al unificar los LMR's y reducir las barreras comerciales. Por otro lado, se ha reducido considerablemente el número de materias activas a utilizar, lo que ha obligado a introducir cambios en las estrategias de control de algunas plagas y enfermedades. En el futuro se esperan cambios aún más

profundos en este sentido, que podrían limitar aún más el número de productos fitosanitarios a utilizar.

Para la viticultura de Castilla y León esto no ha de suponer un inconveniente, puesto que la presión de plagas y enfermedades es baja en general, siendo posible mantener viñedos con buena sanidad, pero utilizando pocos fitosanitarios. Este puede ser un excelente factor diferenciador en un momento en el que se prima la reducción en la utilización de productos químicos.

Por otro lado, la utilización de Sistemas de Gestión Integrada de Plagas, el empleo de productos fitosanitarios innovadores, y la posibilidad de aplicar técnicas como la confusión sexual contra algunas plagas, podrían reducir mucho más las cantidades de fitosanitarios a emplear.

5. BIBLIOGRAFÍA

DUBOS, B. (2002): *Maladies cryptogamiques de la vigne*. Bordeaux. Ed. Féret, pp. 69-79.

CEPEDA, S; CASTRO, S; ZAMORANO, J. (2008): *La polilla del racimo en la Denominación de Origen Toro*. Tierras de Castilla y León, n° 147, pp. 76-90.

CEPEDA, S. (2009): *Nueva normativa europea sobre comercialización y uso de fitosanitarios*. Tierras de Castilla y León, n° 159, pp. 6-19.

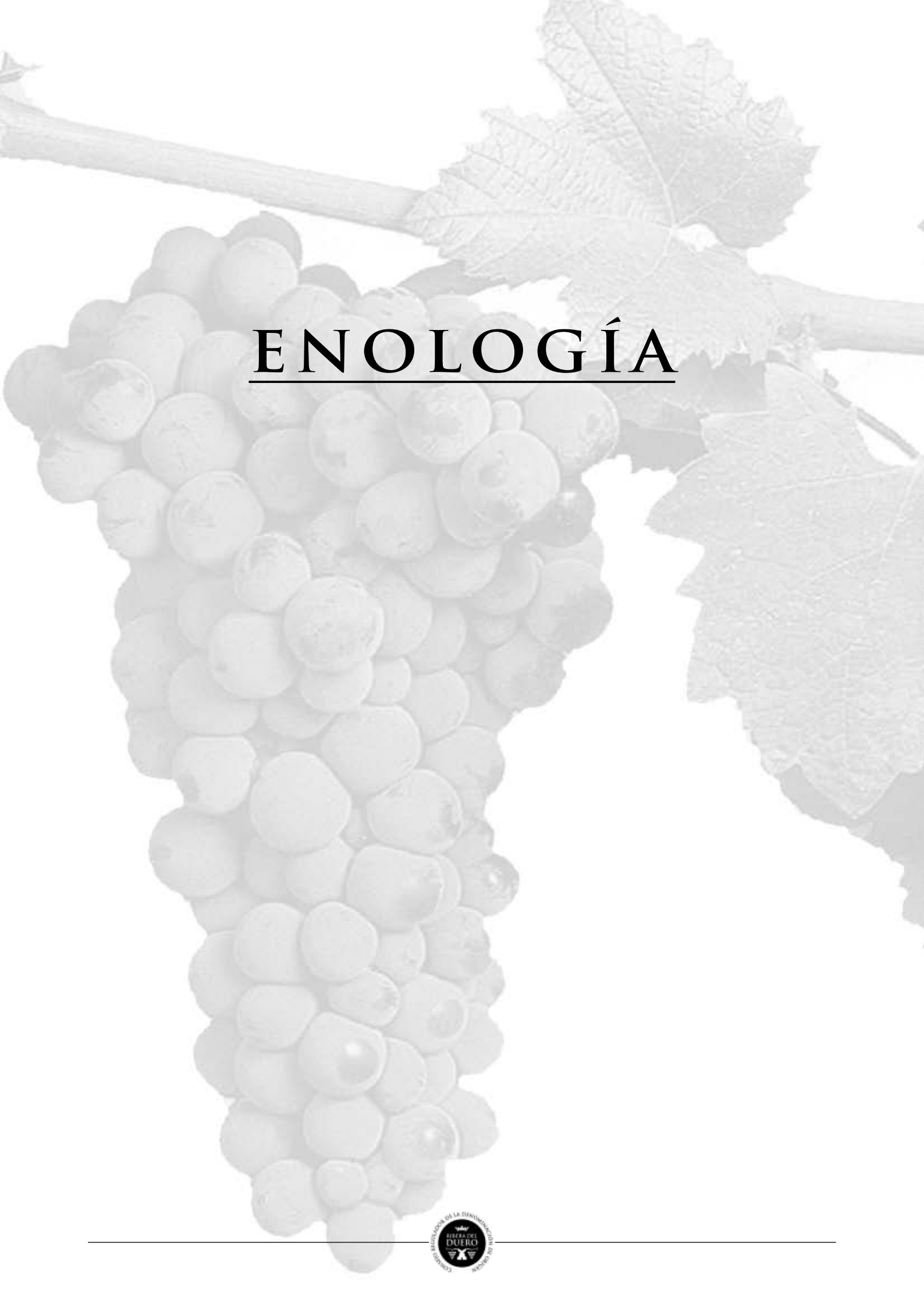
COSCOLLÁ, R. (1992): *Polillas del racimo* (Lobesia botrana Den. y Schiff.), en: *Los parásitos de la vid*, Madrid: MAPA-Mundi Prensa, pp. 29-41.

ORTEGA, V.; ALONSO, A. (2009): *Desarrollo de las plagas y enfermedades de la vid en la Ribera del Duero*. Vida Rural n° 285, pp 29-31

PEARSON, C.R., GOHEEN, C.A. (2001). *Plagas y Enfermedades de la Vid*. Madrid. Ed. Mundi – Prensa.

PÉREZ MARÍN, J.L. (2004): *Mildiu* (Plasmopara viticola Berl. y de Toni), en: *Los parásitos de la vid*, Madrid: MAPA-Mundi Prensa, pp. 187-195.

REYNIER, A. (2005): *Manual de Viticultura*. Madrid. Ed. Mundi Prensa, pp. 405-407.



ENOLOGÍA

NUEVOS CONOCIMIENTOS SOBRE LOS COMPONENTES RESPONSABLES DE LOS AROMAS DE LOS VINOS

Vicente Ferreira González

Catedrático de Química Analítica. Universidad de Zaragoza. Facultad de Ciencias, Departamento de química Analítica

RESUMEN

Este trabajo presenta una actualización del conocimiento adquirido acerca de la base química del aroma del vino y esboza una teoría para sistematizar y comprender las interacciones entre los distintos componentes aromáticos del mismo. En dicha teoría el aroma del vino es interpretado como un juego, distinguiéndose los elementos constitutivos de todo juego: un campo de juego, unos jugadores y unas reglas de juego. El campo de juego está constituido por el alcohol y los volátiles comunes a todas las fermentaciones, que forman lo que hemos denominado el buffer aromático. Los jugadores son los vectores aromáticos, que son aromas individuales o agrupaciones homogéneas –familias– o heterogéneas –agrupaciones complejas– de aromas. En función de su concentración, los vectores pueden jugar papeles de diversa importancia en el vino, desde minoritario hasta el de impacto. Hemos descrito 16 vectores monocomponente que pueden alcanzar el nivel de impacto, más 10 familias homogéneas y al menos 3 agrupaciones complejas. Las reglas son las reglas de interacción perceptual entre aromas que determinan qué ocurre cuando en un vino determinado coexisten diversos vectores aromáticos. La mayor parte de las veces lo que ocurre es una competición entre aromas, de manera que según aumenta la intensidad de uno, disminuye la del otro. Cuando uno de los aromas es un defecto y el otro un aroma positivo se observa una interacción destructiva, habiendo una disminución neta de la intensidad aromática del aroma positivo mucho antes de que el aroma negativo llegue a ser percibido, lo que tiene importantes repercusiones prácticas. En otras ocasiones lo que se produce es un ensalzamiento de la intensidad aromática, lo que ocurre parece ser, cuando uno de los aromas complementa al otro haciendo que la mezcla se parezca más al concepto aromático que tenemos interiorizado. En ocasiones se genera un nuevo concepto aromático (interacción creativa). Con estos conceptos se presentan y discuten varios ejemplos mostrando cómo la composición química determina la calidad y las notas sensoriales de un vino.

1. INTRODUCCIÓN

El vino es un producto de lujo del que el consumidor espera obtener un placer lo suficientemente intenso y sofisticado como para justificar su alto precio. Dicho placer está relacionado con las diferentes sensaciones gustativas, olfativas, táctiles y quemoestésicas producidas durante su consumo. Este conjunto de sensaciones debe estar equilibrado y no debe ser enturbiado por la presencia de ninguna sensación espuria. Por otra parte, todas las sensaciones sentidas durante la degustación están causadas por moléculas químicas, ya que éstas son el objetivo de nuestros sentidos químicos, que son los que después de un complicado procesado cerebral de la información, nos hacen percibir y sentir olores, sabores, texturas y ese otro tipo de sensaciones denominadas quemoestésicas, como son el picante, el “efecto frío del mentol” o las distintas sensaciones asociadas con la astringencia. Por tanto, detrás de la calidad (o de la falta de calidad) de un vino se encontrarán un cierto número de moléculas sensorialmente activas, de las que son particularmente importantes las moléculas aromáticas. El mayor reto para el químico del aroma es determinar qué moléculas son éstas y comprender el papel que juegan en la percepción final.

Esta tarea fue acometida por los químicos con intensidad y prontitud y ya hacia el final de los años 80 se habían identificado más de 800 compuestos en la fracción volátil de los vinos^[1]. Sin embargo, y al contrario de lo que pudiera parecer, toda esa información apenas supuso progreso alguno en la comprensión del papel jugado por los compuestos químicos en el aroma del vino, tal y como fue reconocido por uno de los investigadores más relevantes y honestos de aquel tiempo^[2]. Las razones de ese aparente fracaso fueron tres fundamentalmente. La primera es que los investigadores de aquel tiempo intentaron identificar todas las moléculas presentes en la fracción volátil del vino, en lugar de concentrar sus esfuerzos en aquéllas que realmente pudieran tener la capacidad para llegar a impactar en la pituitaria por concentración y volatilidad. La segunda

razón está ligada a la complejidad del aroma y sabor del vino: sólo en algunos casos muy particulares el olor de una molécula única puede ser reconocido de manera explícita en el aroma de un vino. No es sorprendente, por tanto, que los escasos éxitos se hubieran dado en la identificación de malos olores o en la identificación de las moléculas responsables del aroma de algunos vinos con características realmente diferenciales, como es el caso del Moscatel. La tercera razón es que en aquel tiempo era muy difícil conseguir datos cuantitativos razonablemente exactos de las muchas moléculas aromáticas presentes a bajas concentraciones.

Todas estas limitaciones han sido lenta y progresivamente solventadas en los últimos años. Por una parte, la aplicación sistemática de las técnicas de Cromatografía de Gases-Olfatometría (GC-O) al estudio del aroma del vino, junto con potentes esquemas de separación e identificación química han hecho posible el cribar, de entre todos los componentes volátiles del vino, aquéllos que realmente tienen la oportunidad de ser activos desde el punto de vista aromático^[3-7]. En segundo lugar, se han ido desarrollando métodos específicos para la determinación cuantitativa de los distintos componentes aromáticos de los vinos, incluyendo los presentes en concentraciones de tan solo nanogramos por litro^[8] [9-13]. Finalmente, ambos desarrollos han permitido la reconstitución total o parcial del aroma y gusto de algunos vinos mediante la mezcla de compuestos químicos, lo que a su vez está permitiendo determinar la relación existente entre la composición y la percepción sensorial y entender la jerarquía interna de las moléculas a la hora de influir en el aroma final^[14-16].

El presente artículo hace un breve repaso a las ideas fruto de estos trabajos, presentando en primer lugar nuestra teoría acerca de cómo se relaciona el espacio químico con el espacio sensorial; esto es, qué relación existe entre el contenido del vino en sustancias aromáticas y la percepción sensorial, y viceversa.

2. ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LOS COMPONENTES AROMÁTICOS DEL VINO

Un vino de mesa normal contiene varias centenas de compuestos volátiles, pero sólo unas pocas decenas de ellos se encuentran presentes en concentraciones superiores o al menos cercanas a sus valores umbral.

Esto implica que en realidad el número de moléculas aromáticamente activas en un vino normal no es demasiado grande, situándose entre 20 y 50. Si pusiéramos en una lista todos los componentes que en vinos normales se pueden encontrar en concentraciones superiores al umbral, juntaríamos unos 70 componentes. Aunque no es un número excesivamente grande, nos conviene encontrar algunas reglas que nos permitan estructurar mejor el papel que esos compuestos pueden jugar en la percepción aromática de los distintos vinos.

Para ello hemos concebido la percepción como un juego en el que podemos identificar distintos componentes característicos de todo juego:

- El campo de juego o buffer aromático.
- Los jugadores o vectores aromáticos.
- Las reglas del juego o reglas de interacción perceptual.

3. EL CAMPO DE JUEGO: LA BASE DEL AROMA DEL VINO Y EL EFECTO BUFFER

La primera regla está basada en la observación de que algunos compuestos aromáticos están presentes en todos los vinos, independientemente de su origen o tipo. Este grupo de compuestos aromáticos comunes a todos los vinos, está formado por los volátiles mayoritarios de la fermentación alcohólica más la β -damascenona. Se trata de 28 compuestos volátiles en total (etanol y los alcoholes superiores, ácidos grasos y sus ésteres, acetatos de los alcoholes superiores, acetaldehído y diacetilo). Aunque de vino a vino puede haber importantes diferencias en los contenidos de estos componentes, la mezcla de todos ellos tiene un aroma característico que entra dentro del concepto "vinoso" o "alcohólico". En esta mezcla no es posible por lo general identificar los aromas específicos de los compuestos individuales, que se integran en ese aroma vinoso, y las diferencias de composición se limitan a producir mezclas de aroma más o menos dulces, alcohólicas, punzantes, frescas o frutales.

Esta mezcla de componentes aromáticos que por repetido contacto con la misma hemos aprendido a percibir como una unidad, tiene una propiedad esencial que es la que denominamos efecto buffer. Por analogía a los buffers químicos que permiten tam-

ponar el pH de una disolución amortiguando el efecto causado por la adición tanto de ácidos como de álcalis; este buffer aromático tiene la propiedad de amortiguar los efectos sobre el aroma derivados tanto de suprimir uno de sus componentes como de añadir un tercer componente a la mezcla ^[14, 15]. Esto es, esa mezcla tiene las propiedades de que su aroma cambia muy poco incluso a pesar de realizar cambios de composición significativos en la misma, ya sean cambios relacionados con la eliminación total o parcial de alguno de los componentes de la mezcla como con la adición de un nuevo componente. La adición de componentes de aroma frutal, floral, alcohólico o ácido (que son las notas aromáticas de los componentes individuales del buffer) tiene un efecto particularmente pobre y en muchos de los casos, el efecto observado no es la detección del aroma correspondiente a la molécula añadida, sino una disminución de alguna de las características aromáticas del buffer.

4. ROMPER EL BUFFER

Afortunadamente, el aroma de muchos vinos es muy rico en notas aromáticas claramente diferentes al aroma "vinoso" de la mezcla de compuestos de fermentación. Esto indica que algunas moléculas aromáticas han sido capaces de romper el buffer aromático y transmitir o inducir la aparición de una nota sensorial diferente. Por observación se pueden identificar al menos tres maneras distintas de romper este buffer:

1. Una molécula única a concentración suficiente, tal y como ocurre, por ejemplo, con el acetato de isoamilo de olor a plátano. Estos son los vectores unicomponente o compuestos potencialmente impacto.
2. Un grupo de moléculas con características químicas y aromáticas similares, tal y como puede ser el grupo de los ésteres etílicos de los ácidos isobutírico, 2-metilbutírico e isovaleriánico y los 2, 3 y 4-metilpentanoatos de etilo. Estas asociaciones son vectores multicomponente homogéneos o familias aromáticas.
3. Un gran grupo de moléculas con alguna similitud en uno de sus descriptores aromáticos genéricos (no específicos), como por ejemplo "dulce", tal y como ocurre en la asociación entre linalol, etil cinamato e hidrocínamato, vainillas y γ -lacto-

nas. Estos son vectores multicomponente complejos o asociaciones complejas.

Las maneras de romper el buffer son las que nos permiten clasificar los odorantes del vino en vectores. Aquellas moléculas capaces de romper el buffer ellas solas, constituyen vectores monocomponente (o **compuestos potencialmente impacto**), las que requieren la presencia de moléculas del mismo tipo químico y olor son vectores multicomponente homogéneos que denominamos **familias aromáticas**, y finalmente, aquellas que requieren el concurso de moléculas de aroma similar son vectores multicomponente complejos o **asociaciones complejas**. Un vector aromático está formado por un componente aromático (vector unicomponente) o por un grupo de componentes aromáticos (familia o asociación compleja) presentes en una mezcla en nivel suficiente para impartir un olor más o menos específico e intenso y relacionado con el aroma del propio vector.

El hecho de que se rompa el buffer implica que será posible percibir una nueva nota aromática en la mezcla, que en principio estará relacionada de manera directa con el aroma del vector que ha roto el buffer. La percepción, sin embargo, puede variar desde la clara detección e identificación del aroma específico del vector, hasta tan sólo uno de los descriptores genéricos del mismo. Por ejemplo, en algunos vinos el olor a plátano del acetato de isoamilo puede ser claramente percibido mientras que en muchos otros tan sólo añade al vino una nota frutal inespecífica. En estos casos es un descriptor genérico de esta molécula el que es transmitido y que actúa coordinándose con las otras muchas moléculas del vino que también tienen un carácter frutal. Estas ideas pueden comprenderse de una manera más sencilla con ayuda de las figuras 1 y 2.

La figura 1 esquematiza los distintos papeles que el acetato de isoamilo puede jugar en el vino en función de la concentración en que de manera natural se encuentra. Puede apreciarse que el rango natural de este componente cubre la mayor parte de situaciones posibles, de manera que encontraremos desde vinos en los que este componente apenas tiene significación sensorial, hasta otros en los que será un componente dominante del aroma, y podremos distinguir de manera clara su aroma a plátano. El acetato de isoamilo citado anteriormente es un ejemplo de un vector unicomponente, ya que en primer lugar es una molécula que tiene un olor distintivo

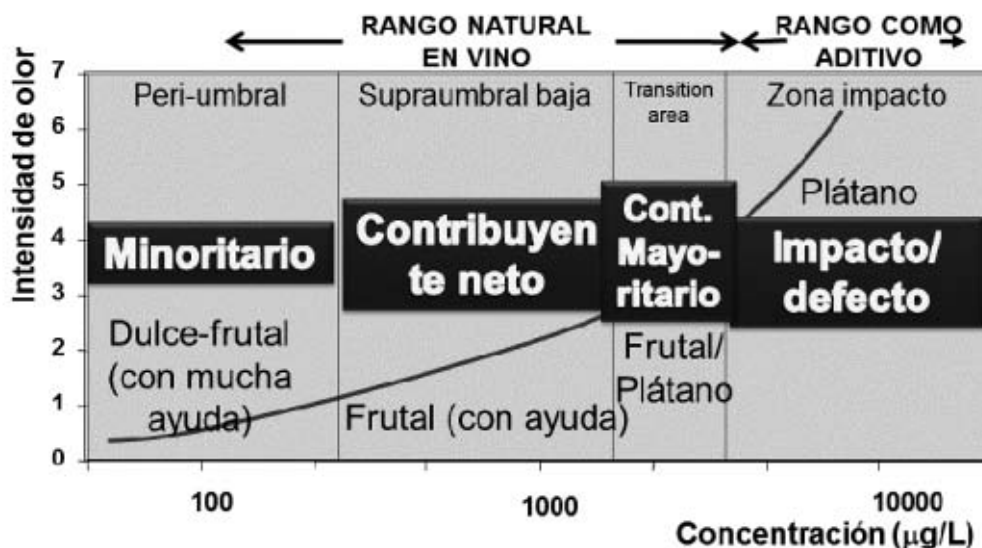


Figura 1. Relación entre la concentración de acetato de isoamilo y su papel potencial en el aroma del vino.

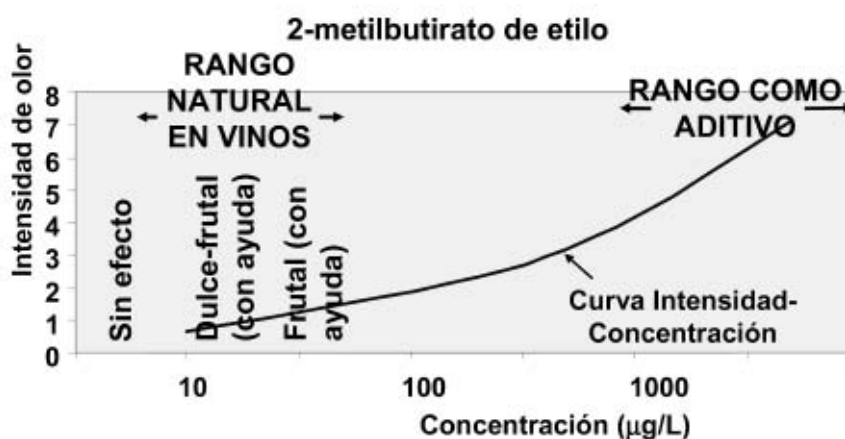


Figura 2. Relación entre la concentración de 2-metilbutirato de etilo y su papel potencial en el aroma del vino.

que la diferencia de todas las otras moléculas aromáticas presentes en el vino (olor a plátano) y además en muchos vinos se encuentra en concentración suficiente como para actuar como contribuyente mayoritario o impacto.

En el caso del 2-metilbutirato de etilo, mostrado en la figura 2, puede apreciarse como este compuesto de manera natural se encuentra en un rango de concentraciones relativamente limitado, de manera que a título individual no puede actuar más que como contribuyente del aroma minoritario o en algunas ocasiones como contribuyente neto, pero en ningún caso puede hacerlo como contribuyente mayoritario y mucho menos como impacto. Como vector monocomponente este compuesto tiene por tanto

una importancia secundaria. Ocurre sin embargo que en el vino encontramos muchas moléculas que tienen aromas muy parecidos, prácticamente indistinguibles: el isobutirato de etilo, el isovalerato de etilo y otros ésteres minoritarios. Estas moléculas aromáticas actúan de manera conjunta formando un tipo de vector que denominamos familia aromática. Tomados todos juntos, y ya que sus aromas se suman, podemos decir que la familia de ésteres ramificados de olor a fresa, integrada por más de 6 componentes, puede jugar todos los papeles que describimos para los compuestos individuales (contribuyente minoritario, neto, mayoritario o impacto).

Todavía hay otro tipo de vector multicomponente. Se trata de asociaciones de moléculas aromáticas

presentes típicamente en concentraciones cercanas a su umbral y que comparten alguna característica muy genérica de su aroma, como por ejemplo una característica frutal, floral o dulzona. El aroma de todas esas moléculas se asocia para constituir un vector que imparte en la mezcla un olor frutal, floral o dulce. En función de su concentración, el vector podrá ejercer un efecto de nuevo minoritario, neto, mayoritario o incluso impacto. Esto es, a efectos prácticos, las familias o agrupaciones complejas se comportan de manera exactamente similar a la de los vectores unicomponente.

Podemos categorizar el papel que los vectores aromáticos juegan en el aroma del vino en función de la concentración a la que se encuentren de la siguiente manera:

1. Contribución minoritaria. Si el vector está presente en una concentración cercana al umbral o no muy superior al mismo, y la característica aromática que añade ya existe en el vino, que contendrá otros componentes con características aromáticas similares. A esta concentración será un mero contribuyente a una nota genérica más y su omisión de la mezcla no llevaría asociado prácticamente ningún cambio aromático.
2. Contribuyente neto. Si está presente por encima del umbral, y aunque el vino contenga otros componentes con aroma similar, está a un nivel suficiente como para que su omisión en la mezcla lleve asociada una clara disminución de la intensidad de esa nota aromática, todavía de carácter genérico (frutal, floral, dulce).
3. Contribuyente mayoritario. Si está a un nivel de concentración suficiente como para que uno de sus descriptores aromáticos –todavía no específico– se imponga en la mezcla. En estas condiciones, la omisión en la mezcla de este componente llevaría asociada un cambio tan drástico en la intensidad de la nota aromática que implicaría un cambio de carácter cualitativo en el perfil aromático.
4. Contribuyente impacto. En este caso el vector está a un nivel de concentración tal que los descriptores aromáticos específicos del mismo–aquellos que permiten su reconocimiento–, son claramente percibidos, de manera que en el aroma de la mezcla se percibe clara y distintivamente el aroma de este vector y su omisión de la mezcla tendría un efecto radical sobre la calidad de la misma.

Con estas ideas ya podemos presentar los distintos vectores que integran el aroma de los vinos.

5. VECTORES UNICOMPONENTE (COMPUESTOS POTENCIALMENTE IMPACTO)

Como se explicó antes, se trata de una serie de compuestos de aromas muy específicos que en algunos vinos sanos alcanzan concentración suficiente como para ser clara y distintamente percibidos en el aroma del mismo.

a) De carácter varietal

1. Linalol. El primer componente aromático que se demostró que efectivamente contribuía de forma neta y positiva al aroma de algunos vinos Moscatel^[17, 18]. Su contribución al aroma característico de varias variedades gallegas ha sido claramente demostrada^[6, 19, 20] así como a las notas florales o incluso cítricas de otras variedades blancas^[6, 21-23].
2. Oxido de rosa cis. Este otro terpeno de agradable olor floral fue identificado como componente característico del aroma de los vinos elaborados con la variedad Gewürztraminer^[24]. Posteriormente se ha demostrado su papel en el perfil sensorial de los vinos eslovacos hechos con la variedad Devin^[25], y la presencia de este componente en hidrolizados de precursores obtenidos a partir de diversas variedades neutras de uva^[26].
3. β-damascenona. Se trata de un compuesto de la familia nor-isoprenoide que se encuentra en todos los vinos en concentraciones entre 1 y 4 ppb en las que actúa fundamentalmente como potenciador del aroma^[14, 15, 27]. Sin embargo, este compuesto puede estar presente en concentraciones muy superiores en vinos hechos de uvas asoleadas^[28] o sobremaduras^[29]. Es un compuesto impacto en los vinos del tipo Pedro Ximenez^[28] y el responsable principal de las notas a fruta pasa o fruta sobremadura de muchos vinos tintos^[30].
4. 4-metil-4-mercaptopentanona. Tiene un olor característico de boj que puede ser percibido en algunos vinos hechos con Sauvignon Blanc^[31-33] o Scheurebe^[24]. A concentraciones más bajas es un componente principal del carácter fresco del aroma de vinos diversos^[15, 34].

5. 3-mercapto-hexanol. Tiene un olor que recuerda a mango verde, boj y en altas concentraciones rúcula. Se identificó en primer lugar en vinos de Cabernet-Sauvignon y Merlot^[35] pero posteriormente se encontró en muchos otros^[34, 36]. Es un compuesto impacto de algunos vinos rosados^[14, 37], de vinos blancos elaborados con la variedad Petit Arvine^[38] y también de los famosos Sauternes^[28, 39, 40].
6. Acetato de 3-mercaptohexilo. Se encontró primero en vinos de Sauvignon Blanc^[41], pero se puede encontrar también en muchos otros tipos de vino^[36, 42-44]. Se ha demostrado recientemente que es el aroma impacto de los vinos elaborados con uvas de la variedad Verdejo, a los que confiere su aroma a fruta tropical característico^[6].
7. Rotundona. Se trata de un sesquiterpeno de muy interesantes propiedades sensoriales, ya que tiene olor especiado (a pimienta) y ejerce además un importante efecto quemoestésico. Esto es, no sólo tiene olor, sino que tiene asociado un efecto entre picante y refrescante, similar al observado al oler pimienta (de hecho se trata del compuesto impacto de la pimienta). Esta molécula se identificó primero en algunos vinos de Shyras australianos^[45] pero más recientemente se ha comprobado que se encuentra en otros tipos de vino^[46, 47].

b) De carácter fermentativo

8. El diacetilo es un componente cuyo papel en el aroma del vino es complejo y controvertido. Fue una de las primeras moléculas aromáticas identificadas en el aroma del vino^[48], y ha sido a menudo señalado como el causante de un defecto aromático cuando se encuentra a altas concentraciones^[49]. Su efecto sensorial depende en gran medida del tipo de vino^[50, 51], ya que su concentración efectiva en el espacio de cabeza varía con el nivel de dióxido de azufre del vino^[52] siendo sumamente variable, como se ha demostrado recientemente^[53]. Es responsable de la apreciada nota a mantequilla que se puede observar en algunos vinos de Chardonnay^[51, 54], y también se ha sugerido que podría jugar algún papel en las notas dulces de algunos vinos de Oporto^[55]. El carácter ambiguo de esta molécula aromática ha sido reconocido por varios autores^[56, 57].
9. Acetato de isoamilo. Este es el único éster capaz de transmitir sus notas aromáticas características

a algunos vinos, en ocasiones hasta alcanzar un nivel desagradable. En vinos tintos elaborados con las variedades Tempranillo o Pinotage es un aroma característico^[58, 59].

c) Relacionados con el envejecimiento

10. (E)-whiskylactona. Es un compuesto impacto de los vinos envejecidos en madera^[60]. Por encima de cierta concentración puede producir un olor excesivo y desagradable a madera^[61].
11. Sotolon (3-hidroxi-4,5-dimetil-2(5H)-furanona), es también un compuesto impacto de vinos hechos con uvas botritizadas^[62], o sometidos a crianza biológica^[63-65], de vinos dulces naturales^[66, 67], vino de Oporto^[68] o vino de Madeira^[69]. Su nivel, en general, aumenta con la oxidación^[70].
12. Furfuriltiol (FFT, o 2-furanmetanetiol). Este componente de fuerte aroma a café se forma en la reacción entre el furfural procedente de la barrica y el ácido sulfídrico formado durante la fermentación^[71]. Algunos vinos madurados en barrica, tanto blancos como tintos, desarrollan aromas que muy probablemente son debidos a este componente, si bien no hay muchos datos analíticos fiables que soporten esta información. Se ha encontrado en cantidades relativamente elevadas en vinos envejecidos de Champagne^[72] y de otros orígenes^[34, 73].
13. Bencilmercaptano. Se trata de un componente con un potente aroma a tostado, y junto con el FFT puede impartir notas torrefactas y empireumáticas a algunos vinos envejecidos tales como los Champagnes envejecidos o los Chardonnays criados sobre lías^[72, 74] así como a vinos de mesa normales^[34].
14. Sulfuro de dimetilo (DMS). Este componente se identificó hace bastante tiempo en vinos envejecidos^[75] y aparentemente juega un papel ambiguo y controvertido en el aroma. A menudo su presencia se relaciona con un defecto (olor azufrado)^[76, 77], pero algunos otros autores han demostrado que ejerce un poderoso efecto potenciador de la nota frutal de algunos vinos tintos de alta calidad^[78, 79]. Este componente procede en realidad de un precursor^[80] o serie de precursores presentes en la uva que se va liberando a lo largo del envejecimiento^[78, 81].

15. Metional (metil-tiopropional). El metional es también un componente de olor relativamente desagradable cuyo papel es ambiguo. Aunque en los vinos blancos jóvenes es la causa de olores desagradables^[82], en vinos más complejos como vinos de Chardonnay fermentados en barrica o en grandes vinos tintos, contribuye a la complejidad de las notas aromáticas. En el caso de los vinos tintos, y junto con el furaneol y el sotolon, podría ser un contribuyente a notas a fruta madura^[83] y junto con la β -damascenona está relacionado con los olores a fruta sobremadura y pasa^[30].

16. Fenilacetaldehído. De nuevo un compuesto con papel ambiguo, ya que aunque su olor a miel es agradable, imparte al vino notas de oxidación que se consideran un defecto y que contrarrestan el carácter frutal del vino^[30]. Sin embargo, este componente puede ser componente impactante en vinos de Sauternes o de Pedro Ximenez en los que se puede encontrar en concentraciones muy altas^[28, 39].

6. VECTORES MULTICOMPONENTE 1: FAMILIAS AROMÁTICAS

El estudio de las familias aromáticas es más complicado y no tan bien conocido como el de los vectores unicomponente. A pesar de ello, se ha demostrado o se puede postular la existencia de las siguientes familias:

1. Ésteres etílicos de los ácidos grasos, responsables de las notas frutales de algunos vinos blancos^[84].
2. γ -lactonas alifáticas, que contribuyen al aroma a melocotón observado en algunos vinos tintos^[85, 86], así como a notas dulzanas en vinos blancos^[87].
3. Fenoles volátiles como el guaiacol, eugenol, 2,6-dimetoxifenol, isoeugenol y alil-2,6-dimetoxifenol, que imparten notas de especia-floral (clavo, clavel, tostado) a vinos envejecidos en maderas tostadas^[88].
4. Vainillas (vainillina, vanillato de metilo, vanillato de etilo y acetovanillona), que imparten notas dulces-florales en diversos vinos^[87] y a vainilla y nuez moscada en vinos envejecidos en ciertos tipos de madera.

5. Compuestos de aroma a azúcar quemado (furanol, homofuraneol, maltol) que contribuyen a la nota frutal general y eventualmente a caramelo de algunos vinos^[14, 86].
6. Aldehídos alifáticos con 8, 9 y 10 átomos de carbono, que pueden contribuir a las notas cítricas de algunos vinos^[89].
7. Aldehídos ramificados, 2-metilpropanal, 2-metilbutanal y 3-metilbutanal que contribuyen a los olores característicos de algunos vinos tintos envejecidos^[90, 91].
8. Ésteres etílicos de ácidos grasos ramificados o cíclicos, etil-2,3 y 4-metilpentanoatos y etil ciclohexanoato^[92, 93], algunos de los cuales han sido identificados sólo recientemente. El aroma de estos componentes podría actuar de manera aditiva con los de los otros ésteres etílicos de ácidos grasos ramificados del vino (etil isobutirato, etil isovalerato y etil 3-metilbutirato).
9. Etil cinamato y etil dihidrocinamato, que pueden contribuir a las notas dulces y florales de algunos vinos blancos, particularmente de Chardonnay^[94].
10. Terpenoles; linalol, geraniol, nerol, citronelol y α -terpineol, que en concentraciones no muy altas son responsables de una serie de notas florales y cítricas (flor de naranjo) de algunos vinos blancos.

7. VECTORES MULTICOMPONENTE 2. ASOCIACIONES COMPLEJAS

Las asociaciones complejas todavía son menos conocidas. Hasta el momento se ha descrito una asociación por cada descriptor principal:

1. Florales (y dulces); la agrupación en niveles poco por encima del umbral o incluso por debajo del mismo de compuestos derivados de precursores glicosídicos de la uva pertenecientes a las familias de las vainillas, terpenoles, cinamatos, γ -lactonas, junto con dos compuestos de naturaleza fermentativa como son el acetato feniletilo y el β -feniletanol, genera un aroma floral-dulzón que recuerda a las flores blancas y que se puede encontrar en vinos elaborados con uvas de las denominadas variedades neutras, como es el Macabeo^[87].

2. Frutales (y dulces); igualmente, hemos podido demostrar que la agrupación compleja formada por los 13 ésteres frutales que se encuentran en cualquier vino tinto envejecido, junto con la β -damascenona y el furaneol, es la principal responsable de la percepción de las notas frutales y de la calidad de los vinos tintos^[7, 30].
3. Verdes; finalmente, hemos descrito que en algunos vinos tintos el descriptor verde es debido a la acción conjunta de varias moléculas del grupo de las alquil-metoxipirazinas, junto con el hexanol y el c-3-hexenol^[88].

8. REGLAS DEL JUEGO: INTERACCIONES ENTRE VECTORES AROMÁTICOS

Cuando en un vino coexisten dos (o más) vectores aromáticos en concentración suficiente para ser percibidos pueden observarse los siguientes comportamientos:

1. Interacciones competitivas, en las que el aumento de uno de los vectores causa el aumento de esa nota y la disminución de la correspondiente al otro vector.
2. Interacciones destructivas, en las que el aumento de un vector se traduce en la disminución de la intensidad aromática de la mezcla, sin que se llegue a percibir de manera clara la intensidad aromática del vector aumentado. Este fenómeno, relativamente frecuente en el caso de varios defectos aromáticos, da lugar a una nueva definición de defecto aromático.
3. Interacción con potenciación aromática, en la que el aumento de uno de los vectores lleva aparejado el aumento de la intensidad aromática correspondiente al otro vector.
4. Interacciones creativas, en la que aparece una nota aromática novedosa que no puede asociarse claramente a ninguno de los dos componentes presentes en la mezcla.

Las interacciones competitivas son el caso más frecuente y es el único bien documentado por la teoría de la psicofísica^[95]. Son la simple consecuencia de que al mezclar dos olores distintos nuestro cerebro tiende a fijarse predominantemente en el que está presente en mayor intensidad, y de hecho tan sólo

somos capaces de percibir ambos olores de manera simultánea cuando están presentes en intensidades relativamente similares. Un ejemplo bien documentado en el caso del vino es la competición entre el descriptor a fruta tropical causado por el acetato de mercaptohexilo con el descriptor floral causado por un vector integrado por terpenos y por acetato de feniletilo^[6].

Las interacciones destructivas están menos documentadas en la literatura clásica pero en el vino las hemos observado con cierta frecuencia entre un compuesto constitutivo de defecto y un vector aromático de aroma positivo. De hecho, en todos los modelos que hemos construido para explicar y predecir notas positivas hemos observado que la intensidad de la nota positiva siempre parece venir disminuida por la presencia de compuestos causantes de defectos conocidos, pero a niveles incluso cercanos o incluso por debajo de sus valores umbral^[6, 7, 30, 96]. Un caso bien documentado es el del ácido acético en relación con las notas frutales^[6] tal y como se muestra en la figura 3. En ella puede apreciarse cómo la adición de ácido acético tiene efectos drásticos en la intensidad de la nota frutal, aun cuando la intensidad misma del ácido apenas sufre variación.

Este hecho experimental hemos podido comprobar que se repite con frecuencia en el caso de compuestos responsables de defectos (resultados sin publicar), hasta el punto de pensar que es una causa principal de la falta de calidad observada en numerosos vinos en los que más que un defecto, lo que se observa es un aroma plano o una falta de expresión aromática, lo que nos lleva a proponer una nueva definición de defecto aromático:

Un defecto aromático es toda aquella molécula que si se retirara del vino, el aroma del mismo experimentaría una clara mejora en intensidad de un aroma positivo.

De acuerdo con esta definición son muchas las moléculas que pueden ser constitutivas de defecto. Lo más importante es el hecho de que esta definición abarca todas aquellas situaciones en las que no hay un defecto explícito en el vino, pero si una manifiesta falta de expresión causada por la presencia de un aroma negativo a niveles en los que no llega a detectarse. La tabla mostrada en la figura 4 muestra alguna de estas moléculas.

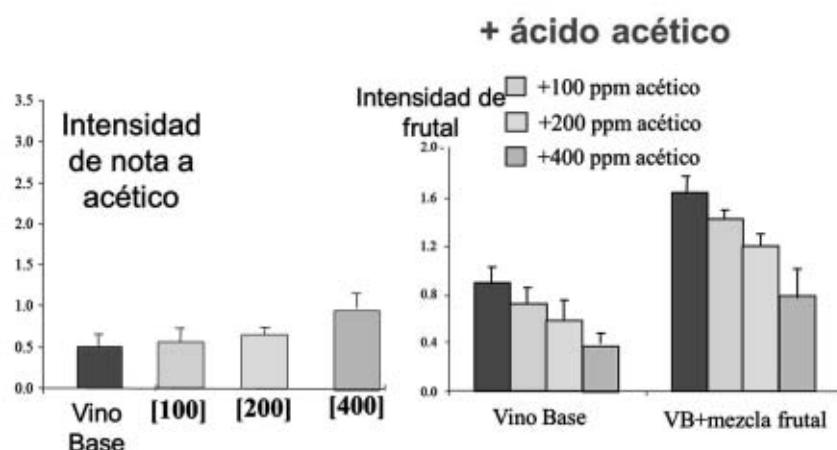


Figura 3: Efecto de la adición de ácido acético sobre las notas a acético y frutal de dos modelos de vino con distinta intensidad base de frutal.

■ Fenilacetaldeído	
■ Etil fenoles (4-etil fenol y 4-etil guaiacol)	
■ Metoxipirazinas	
■ Ácido acético (también butírico e isobutírico)	
■ Acetoina	
■ Vinil fenoles (4-vinil fenol y 4-vinil guaiacol)	
■ TCA y TBA	Sources (among others):
■ Mercaptanos	L. Culleré, PhD Thesis, Zaragoza 2005
■ E-2-alquenaes	E. Campo et al, J.Agric.Food Chem., 2005
■ Metional	Escudero et al, J.Agric.Food Chem., 2000
■ DMS	Chatonnet et al, J.Sci.Food Agric., 2002&2004
■ TDN, TPB	Sefton et al, J.Agric.Food Chem., 2005
■ 1-octen-3-ona	...
■ Varias piridinas	

Figura 4. Moléculas que pueden ser constitutivas de defecto de acuerdo con la definición como "depreciador de calidad".

Esta tabla es normal que cause cierta controversia, ya que el efecto de las moléculas de la misma es muy dependiente de la composición exacta del vino en particular, tal y como hemos demostrado en trabajos anteriores^[30] y porque en pequeñas concentraciones, generalmente en el entorno del umbral, estas moléculas pueden llegar a ser percibidas en algunos contextos aromáticos particularmente ricos en aroma no como defectos o depreciadores del aroma, sino como moléculas causantes de peculiaridades aromáticas que en ocasiones son apreciadas por los consumidores como rasgos característicos de dichos vinos.

Las interacciones en las que hay potenciación aromática no son muy conocidas, aunque hemos podido describir algunos ejemplos característicos. Uno de

ellos es el del sulfuro de dimetilo –DMS– que es una molécula capaz de potenciar el aroma frutal de algunos vinos tintos generando interesantes notas a fruta negra^[78, 88]. Esta molécula en muchos otros contextos es considerada un defecto indeseable y es confundida en ocasiones como un problema de reducción. La β -damascenona es una de las moléculas potenciadoras más ampliamente conocidas. En el vino su papel potenciador fue descrito hace ya años^[14] y ha sido confirmado más recientemente^[27, 79]. También se ha descrito el papel potenciador del furaneol^[14]. Un caso todavía más interesante es el de los ácidos tanto lineales como ramificados que contiene el vino. Estos componentes tienen aromas no muy agradables a queso (ácidos lineales) o a pie sudado (ácidos ramificados). A pesar de ese desagradable aroma, se ha podido demostrar que en las concentraciones en las que se encuentran en muchos vinos actúan como potenciadores de la nota frutal^[30]. Este curioso hecho experimental nos hace pensar que los potenciadores son moléculas que añaden algo al perfil aromático de la molécula potenciada, completándolo. En el caso del aroma frutal, podemos pensar que el aroma de las frutas –que es el concepto aromático que tenemos archivado en nuestra mente– viene naturalmente compuesto por moléculas de aroma frutal junto con moléculas de características ácidas, verdes o frescas, por lo que la presencia de moléculas de este tipo, completa el olor de las moléculas de olor frutal (ésteres etílicos y β -damascenona) haciendo que su olor



Figura 5. Efecto de los niveles relativos de metional y β -damascenona en la percepción frutal del aroma de un vino tinto y evolución típica de un vino durante la crianza.

sea más parecido al del concepto aromático frutal y por tanto ensalzando su intensidad. Este fenómeno no sólo puede explicar la mayor intensidad de la nota frutal en presencia de una cierta cantidad de ácidos, sino que puede además explicar el aparente efecto de enmascaramiento causado por los ácidos ante los etilfenoles causantes del defecto a brett^[30, 97].

Por último, en algunos casos se genera un nuevo olor como consecuencia de la presencia de dos o más vectores aromáticos en una cierta proporción. Estos casos son todavía menos conocidos, y de hecho, el único caso aceptablemente documentado en el vino es el del olor a pasa causado por la mezcla de β -damascenona y metional^[30]. Hay algunos autores que han sugerido que el olor a fruta roja o fruta negra es función de la proporción de ésteres etílicos lineales o ramificados^[98], pero su planteamiento experimental fue relativamente limitado y serían necesarias algunas verificaciones adicionales para considerar este resultado generalizable.

El caso del metional y la β -damascenona es un caso particularmente relevante, no sólo porque entre los dos componentes dan origen al olor a uva pasa, sino porque ambos tienen olores muy característicos. La β -damascenona es un potenciador del aroma frutal y a la vez puede ser aroma impacto a fruta madura. Por su lado, el metional tiene per se un olor a patata, y es un contribuyente esencial a las notas a verduras cocidas características de los vinos oxidados^[82], pero en determinados contextos aromáticos podría tener un papel positivo contribuyendo a la complejidad de los vinos envejecidos^[83]. Estos aromas tienen el suficiente carácter como para que su proporción relativa tenga una influencia determinante en el tipo de nota frutal

que se percibe en el vino. Puesto que ambos aromas evolucionan durante el envejecimiento, su proporción va alterándose, lo que contribuye a explicar algunos de los cambios observados en la evolución de las notas frutales de muchos vinos tintos. Este efecto se ilustra en la figura 5.

A modo de conclusión puede afirmarse que los avances en la comprensión acerca de los parámetros químicos de calidad del aroma de los vinos son muy sustanciales. Estos avances nos permiten interpretar dentro de una teoría aceptablemente consistente con los conocimientos de la psicofísica las distintas notas aromáticas de los vinos y abren la puerta a parametrizar de una manera sistemática no sólo la calidad del vino, sino también la de la contribución de la uva al mismo así como a predecir cuál va a ser la evolución aromática de un vino a lo largo de su envejecimiento.

Agradecimientos.

Los resultados expuestos en este trabajo han sido financiados por el proyecto MINECO AGL2010-22355.

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1]. H. MAARSE, C.A. VISCHER, Volatile compounds in food. Alcoholic beverages. Qualitative and quantitative data, TNO-CIVO, Food Analysis Institute, AJ Zeist, The Netherlands, 1989.
- [2]. P.X. ETIEVANT, WINE, IN: H. MAARSE (ED.) Volatile compounds in foods and beverages, Marcel Dekker, New York, N.Y., 1991, pp. 483-546.
- [3]. H. GUTH, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45 (1997) 3022-3026.

- [4]. V. FERREIRA, R. LOPEZ, A. ESCUDERO, J.F. CACHO, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77 (1998) 259-267.
- [5]. R. LÓPEZ, V. FERREIRA, P. HERNÁNDEZ, J.F. CACHO, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (1999) 1461-1467.
- [6]. E. CAMPO, V. FERREIRA, A. ESCUDERO, J. CACHO, *J Agric Food Chem*, 53 (2005) 5682-5690.
- [7]. V. FERREIRA, F.S. JUAN, A. ESCUDERO, L. CULLERE, P. FERNANDEZ-ZURBANO, M.P. SAENZ-NAVAJAS, J. CACHO, *J Agric Food Chem*, 57 (2009) 7490-7498.
- [8]. T. TOMINAGA, M.L. MURAT, D. DUBOURDIEU, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 (1998) 1044-1048.
- [9]. L. MATEO-VIVARACHO, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Chromatography A*, 1185 (2008) 9-18.
- [10]. R. LÓPEZ, M. AZNAR, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Chromatography A*, 966 (2002) 166-177.
- [11]. J. ZAPATA, L. MATEO-VIVARACHO, J. CACHO, V. FERREIRA, *Analytica Chimica Acta*, 660 (2010) 197-205.
- [12]. R. LOPEZ, A.C. LAPEÑA, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Chromatography A*, en recensión (2007).
- [13]. R. LOPEZ, E. GRACIA-MORENO, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Chromatography A*, 1218 (2011) 842-848.
- [14]. V. FERREIRA, N. ORTÍN, A. ESCUDERO, R. LÓPEZ, J. CACHO, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (2002) 4048-4054.
- [15]. A. ESCUDERO, B. GOGORZA, M.A. MELÚS, N. ORTÍN, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (2004) 3516-3524.
- [16]. S. FRANK, N. WOLLMANN, P. SCHIEBERLE, T. HOFMANN, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (2011) 8866-8874.
- [17]. R. CORDONNIER, C.L. BAYONOVE, C.R. Acad. Sci. Paris (Serie D), 278 (1974) 3387-3390.
- [18]. P. RIBÉREAU-GAYON, J.N. BOIDRON, A. TERRIER, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23 (1975) 1042-1047.
- [19]. G. VERSINI, I. ORRIOLS, A. DALLASERRA, *Vitis*, 33 (1994) 165-170.
- [20]. M. VILANOVA, C. SIEIRO, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (2006) 694-697.
- [21]. S.P. ARRHENIUS, L.P. MCCLOSKEY, M. SYLVAN, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44 (1996) 1085-1090.
- [22]. S.J. LEE, A.C. NOBLE, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (2003) 8036-8044.
- [23]. E.S. PALOMO, M.S. PEREZ-COELLO, M.C. DIAZ-MAROTO, M.A.G. Vinas, M.D. Cabezudo, *Food Chemistry*, 95 (2006) 279-289.
- [24]. H. GUTH, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (1997) 3027-3032.
- [25]. J. PETKA, V. FERREIRA, M.A. GONZALEZ-VINAS, J. CACHO, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (2006) 909-915.
- [26]. M.J. IBARZ, V. FERREIRA, P. HERNANDEZ-ORTE, N. LOSCOS, J. CACHO, *Journal of Chromatography A*, 1116 (2006) 217-229.
- [27]. B. PINEAU, J.C. BARBE, C. VAN LEEUWEN, D. DUBOURDIEU, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (2007) 4103-4108.
- [28]. E. CAMPO, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (2008) 2477-2484.
- [29]. A. PONS, V. LAVIGNE, F. ERIC, P. DARRIET, D. DUBOURDIEU, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (2008) 5285-5290.
- [30]. F. SAN-JUAN, V. FERREIRA, J. CACHO, A. ESCUDERO, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (2012) 7916-7924.
- [31]. P. DARRIET, V. LAVIGNE, J. BOIDRON, D. DUBOURDIEU, *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 25 (1991) 167-174.
- [32]. P. DARRIET, T. TOMINAGA, E. DEMOLE, D. DUBOURDIEU, C.R. Acad. Sci. Paris (Serie D), 316 (1993) 1332-1335.
- [33]. P. DARRIET, T. TOMINAGA, V. LAVIGNE, J.N. BOIDRON, D. DUBOURDIEU, *Flavour and Fragrance Journal*, 10 (1995) 385-392.
- [34]. L. MATEO-VIVARACHO, J. ZAPATA, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (2010) 10184-10194.
- [35]. P. BOUCHILLOUX, P. DARRIET, R. HENRY, V. LAVIGNE-CRUEGE, D. DUBOURDIEU, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 (1998) 3095-3099.
- [36]. T. TOMINAGA, R. BALLENWECKGUYOT, C.P. DESGACHONS, D. DUBOURDIEU, *American Journal of Enology and Viticulture*, 51 (2000) 178-181.
- [37]. M. MURAT, T. TOMINAGA, D. DUBOURDIEU, J. Int. Sci. Vigne Vin, 35 (2001) 99-105.
- [38]. C.B. FRETZ, J.L. LUISIER, T. TOMINAGA, R. AMADO, *American Journal of Enology and Viticulture*, 56 (2005) 407-410.
- [39]. E. SARRAZIN, D. DUBOURDIEU, P. DARRIET, *Food Chemistry*, 103 (2007) 536-545.
- [40]. S. BAILLY, V. JERKOVIC, J. MARCHAND-BRYAERT, S. COLLIN, *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 54 (2006) 7227-7234.

- [41]. T. TOMINAGA, P. DARRIET, D. DUBOURDIEU, *Vitis*, 35 (1996) 207-210.
- [42]. R. LOPEZ, N. ORTIN, J.P. PEREZ-TRUJILLO, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (2003) 3419-3425.
- [43]. L. CULLERE, A. ESCUDERO, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (2004) 1653-1660.
- [44]. M.J. GOMEZ-MIGUEZ, J.F. CACHO, V. FERREIRA, I.M. VICARIO, F.J. HEREDIA, *Food Chemistry*, 100 (2007) 1464-1473.
- [45]. A.P. POLLNITZ, D.L. CAPONE, M.A. Sefton, in: 13th Australian Technical Wine Industry Conference, Adelaide (Australia), 2007.
- [46]. F. MATTIVI, L. CAPUTI, S. CARLIN, T. LANZA, M. MINOZZI, D. NANNI, L. VALENTI, U. VRHOVSEK, *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 25 (2011) 483-488.
- [47]. L. CAPUTI, S. CARLIN, I. GHIGLIENO, M. STEFANINI, L. VALENTI, U. VRHOVSEK, F. MATTIVI, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (2011) 5565-5571.
- [48]. FORNACHO.JC, B. LLOYD, J. SCI. *Food Agric.*, 16 (1965) 710-&.
- [49]. R.J. CLARKE, J. BAKKER, *Wine flavour chemistry*, Blackwell Publishing, Oxford, UK, 2004.
- [50]. B. MARTINEAU, T.E. ACREE, T. HENICKKLING, *Food Research International*, 28 (1995) 139-143.
- [51]. E.J. BARTOWSKY, I.L. FRANCIS, J.R. BELLON, P.A. HENSCHKE, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 8 (2002) 180-185.
- [52]. J.C. NIELSEN, M. RICHELIEU, *Applied and Environmental Microbiology*, 65 (1999) 740-745.
- [53]. J. ZAPATA, R. LOPEZ, P. HERRERO, V. FERREIRA, *Journal of Chromatography A*, 1266 (2012) 1-9.
- [54]. B. MARTINEAU, T. HENICKKLING, T. ACREE, *American Journal of Enology and Viticulture*, 46 (1995) 385-388.
- [55]. F.S.S. ROGERSON, H. CASTRO, N. FORTUNATO, Z. AZEVEDO, A. MACEDO, V.A.P. DE FREITAS, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (2001) 263-269.
- [56]. A. LONVAUD-FUNEL, ANTONIE VAN LEEUWENHOEK, *International Journal of General and Molecular Microbiology*, 76 (1999) 317-331.
- [57]. E.J. BARTOWSKY, P.A. HENSCHKE, *International Journal of Food Microbiology*, 96 (2004) 235-252.
- [58]. C.J. VAN WYK, O.P.H. AUGUSTYN, P. DE WET, W.A. JOUBERT, AM. J. ENOL. *Vitic.*, 30 (1979) 167-173.
- [59]. V. FERREIRA, R. LOPEZ, J.F. CACHO, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80 (2000) 1659-1667.
- [60]. J.N. BOIDRON, P. CHATONNET, M. PONS, *Connaissance de la vigne et du vin*, 22 (1988) 275-294.
- [61]. A.P. Pollnitz, K.H. Pardon, M.A. Sefton, *Australian Grapegrower & Winemaker*, 438 (2000) 47-50.
- [62]. M. MASUDA, E. OKAWA, K. NISHIMURA, H. YUNOME, *Agricultural and Biological Chemistry*, 48 (1984) 2707-2710.
- [63]. B. MARTIN, P. ETIEVANT, R.N. HENRY, The chemistry of sotolon: a key parameter for the study of a key component of Flor Sherry wines, in: Y. Bessière;, A.F. Thomas; (Eds.) *Flavour Science and Technology*, Wiley, Chichester (UK), 1990, pp. 53-56.
- [64]. B. MARTIN, P.X. ETIEVANT, J. QUERE, P. SCHLICH, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40 (1992) 475-478.
- [65]. J.A. MORENO, L. ZEA, L. MOYANO, M. MEDINA, *Food Control*, 16 (2005) 333-338.
- [66]. I. CUTZACH, P. CHATONNET, R. HENRY, M. PONS, D. DUBOURDIEU, *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 32 (1998) 211-221.
- [67]. I. CUTZACH, P. CHATONNET, D. DUBOURDIEU, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (1999) 2837-2846.
- [68]. A.C.S. FERREIRA, J.C. BARBE, A. BERTRAND, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (2003) 4356-4363.
- [69]. J.S. CAMARA, J.C. MARQUES, M.A. ALVES, A.C.S. FERREIRA, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (2004) 6765-6769.
- [70]. A. ESCUDERO, J. CACHO, V. FERREIRA, *European Food Research and Technology*, 211 (2000) 105-110.
- [71]. L. BLANCHARD, T. TOMINAGA, D. DUBOURDIEU, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (2001) 4833-4835.
- [72]. T. TOMINAGA, G. GUIMBERTAU, D. DUBOURDIEU, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (2003) 1016-1020.
- [73]. T. TOMINAGA, D. DUBOURDIEU, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (2006) 29-33.
- [74]. T. TOMINAGA, G. GUIMBERTAU, D. DUBOURDIEU, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (2003) 1373-1376.
- [75]. J. MARAIS, *Vitis*, 18 (1979) 254-260.
- [76]. S.K. PARK, R.B. BOULTON, E. BARTRA, A.C. NOBLE, *American Journal of Enology and Viticulture*, 45 (1994) 341-344.
- [77]. A.C.S. FERREIRA, P. RODRIGUES, T. HOGG, P.G. DE PINHO, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (2003) 727-732.

- [78]. M.A. SEGUREL, A.J. RAZUNGLES, C. RIOU, M. SALLES, R.L. BAUMES, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (2004) 7084-7093.
- [79]. A. ESCUDERO, E. CAMPO, L. FARIÑA, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (2007) 4501-4510.
- [80]. N. LOSCOS, M. SEGUREL, L. DAGAN, N. SOMMERER, T. MARLIN, R. BAUMES, *Analytica Chimica Acta*, 621 (2008) 24-29.
- [81]. M.A. SEGUREL, A.J. RAZUNGLES, C. RIOU, M.G.L. TRIGUEIRO, R.L. BAUMES, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (2005) 2637-2645.
- [82]. A. ESCUDERO, P. HERNANDEZ-ORTE, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (2000) 4268-4272.
- [83]. V. FERREIRA, M. TORRES, A. ESCUDERO, N. ORTÍN, J. CACHO, *Aroma composition and aromatic structure of red wines made with Merlot.*, in: P.S.T. Hofman (Ed.) *State of the art in Flavour Chemistry and Biology*, proceedings from the 7th Wartburg Symposium, Deutsche Forsch. Lebensm. Garching, 2005, pp. 292-299.
- [84]. V. FERREIRA, P. FERNANDEZ, C. PENA, A. ESCUDERO, J.F. CACHO, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67 (1995) 381-392.
- [85]. V. FERREIRA, I. JARAUTA, C. ORTEGA, J. CACHO, *Journal of Chromatography A*, 1025 (2004) 147-156.
- [86]. I. JARAUTA, in: *Analytical Chemistry*, University of Zaragoza, Zaragoza, 2004.
- [87]. N. LOSCOS, P. HERNANDEZ-ORTE, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (2007) 6674-6684.
- [88]. A. ESCUDERO, E. CAMPO, L. FARINA, J. CACHO, V. FERREIRA, *J Agric Food Chem*, 55 (2007) 4501-4510.
- [89]. L. CULLERE, V. FERREIRA, J. CACHO, *Food Chemistry*, 127 (2011) 1397-1403.
- [90]. L. CULLERÉ, in: *Laboratorio de Análisis del Aroma y Enología*, PhD Thesis, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2005.
- [91]. L. CULLERE, J. CACHO, V. FERREIRA, *J AGRIC FOOD CHEM*, 55 (2007) 876-881.
- [92]. E. CAMPO, V. FERREIRA, R. LOPEZ, A. ESCUDERO, J. CACHO, *Journal of Chromatography A*, 1122 (2006) 202-208.
- [93]. E. CAMPO, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Chromatography A*, 1137 (2006) 223-230.
- [94]. N. LOSCOS, P. HERNANDEZ-ORTE, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (2009) 2468-2480.
- [95]. V. FERREIRA, *Flavour and Fragrance Journal*, 27 (2012) 124-140.
- [96]. M. AZNAR, R. LOPEZ, J. CACHO, V. FERREIRA, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (2003) 2700-2707.
- [97]. A. ROMANO, M.C. PERELLO, A. LONVAUD-FUNEL, G. SICARD, G. DE REVEL, *Food Chemistry*, 114 (2009) 15-19.
- [98]. B. PINEAU, J.C. BARBE, C. VAN LEEUWEN, D. DUBOURDIEU, *J Agric Food Chem*, 57 (2009) 3702-3708.

BRETTANOMYCES: MITOS Y REALIDADES

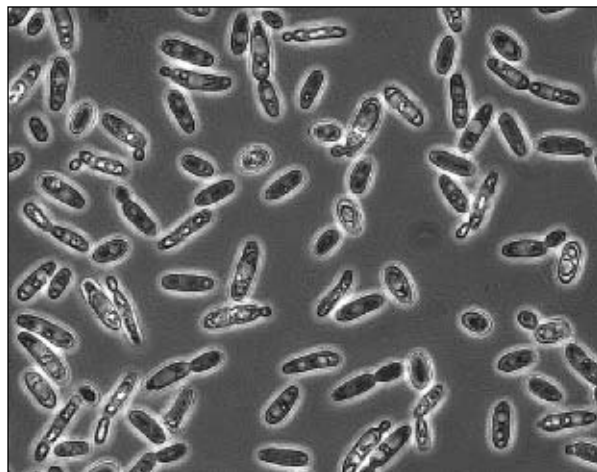
Antonio Tomás Palacios García

Doctor en Ciencias Biológicas. Laboratorios Excell Ibérica

1. INTRODUCCIÓN

Brettanomyces es una levadura conocida ya desde hace mucho tiempo, pero de forma extensa solo recientemente. Es un concepto que no puede dejar de estar sometido a las modas, polémicas, mitos, contradicciones y correcciones milagrosas que surgen como legiones salvadoras y que contribuyen a complicar enormemente un problema grave, pero tan complejo, que algunos prefieren no creer que existe. La abundancia de información sobre el tema de diversa índole y calidad afecta a su gestión y a la solución del problema *Brettanomyces*, centrado principalmente en los vinos tintos. Este artículo tiene por objetivo poner el punto sobre los elementos claves que pueden influir significativamente en el desarrollo de este microorganismo en los vinos e identificar las herramientas prácticas y eficaces para el control de su desarrollo.

Es una levadura descubierta inicialmente en la cerveza por Claussen (1905)¹ y en la fermentación de mostos (Kufferath, 1921)², y finalmente en vinos, por Custer (1940) y por Peynaud y Domercq (1956)³. Esta levadura, que pertenece a la familia de *Saccharomycetaceae* (tales como *Saccharomyces*) existe en vinos principalmente a través de la especie *bruxellensis* sp. Fue descrita originalmente como problemática debido a su capacidad de re-fermentación en vinos dulces y por la interferencia ocasionada durante la fermentación alcohólica de *Saccharomyces* sp. formando alta cantidad de ácido acético. De hecho, si este problema ya existe con *Brettanomyces*, la alteración mucho más común y potencialmente más problemática es muy diferente. En efecto, esta levadura es capaz de descarboxilar los ácidos cinámicos naturalmente presentes en uvas y en vino (ácido p-cumárico, ferúlico y cafeico) produciendo los vinil-fenoles, luego reducirlos en etil-fenoles (4-etil-fenol principalmente, 4-etil-guayacol, y secundariamente 4-etil catecol) que se acumulan en el vino. Estas moléculas volátiles son olorosas y muy estables, capaces de comunicar el carácter aromático llamado en vino "fenolado", muy característico de lo que final-



Brettanomyces al microscopio.

mente llamamos familiarmente el carácter "Brett". El contenido en precursores de etil-fenoles nunca es un factor limitante, todos los vinos contienen suficiente ácido p-cumárico (el ácido cinámico más abundante) para producir varios miligramos de 4-etil-fenol por litro. Después de varios años de controversia innecesaria y con una capacidad de producción variable en función de las cepas, se ha demostrado⁴ que sólo *Brettanomyces* es capaz de formar en vinos tintos grandes cantidades de etil-fenoles causando el carácter "Brett".

El carácter "fenolado" o "Brett" es relativamente común en vinos tintos y afecta gravemente a las variedades aromáticas más típicas. Es aquí donde principalmente, por no escribir únicamente, que *Brettanomyces* es un problema grave en la enología. En efecto, si dejamos a *Brettanomyces* que evolucione de forma natural en los vinos, ya sea de Burdeos, California, Sudáfrica, Merlot, Syrah o Tempranillo, al final todos tendrían el mismo aroma! Adiós a la tipología varietal y a la identidad geográfica. Dicho esto, en cuestión de vinos, lo más importante se centra en los estilos y gustos diferenciados que podemos encontrar en el mercado. Algunos productores y aficionados aprecian o buscan este tipo de sabor, no importa, ya se invocó hace tiempo a la "tipicidad" del famoso "terroir" o de la variedad de uva para expli-

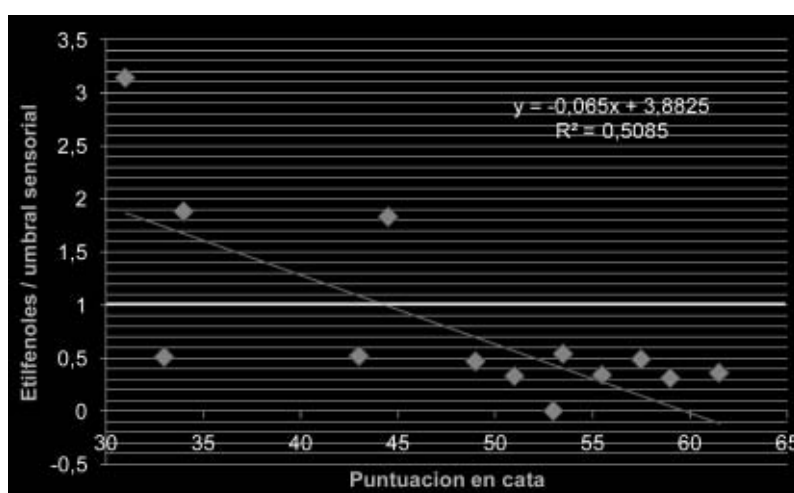


Figura 1. Representación de puntuación en cata hedónica frente a unidades olfativas de etil-fenoles de vinos Tempranillo 2008 con crianza en barrica (cata con la participación de 4 expertos catadores internacionales).

car el olor de "cuero" y "de orina del caballo" que exhalan estos vinos: pero esto es el pasado y es sólo el olor de *Brettanomyces*.

No existen estadísticas fiables sobre la frecuencia de carácter "Brett" en vinos. Sin embargo, sólo los vinos tintos, veremos por qué más adelante, se ven afectados por este problema. Un análisis realizado hace algún tiempo en un gran número de botellas⁵ en el mercado, ha mostrado que aproximadamente un tercio estaban afectadas por un defecto potencialmente detectable en la degustación (con una concentración de etil-fenol por encima del umbral de percepción en el vino tinto, que es más de 600 µg/l para la mezcla de 4-etil-fenol/4-etil-guaiacol (en una proporción de 8:1 observada en mayor frecuencia). Parece que la proporción es ahora más importante y que algunas regiones están más afectadas que otras, por lo tanto, parece necesario revisar los mitos y realidades en torno a este sujeto para aportar soluciones prácticas a aquellos que deseen verdaderamente dominar la contaminación en cuestión.

Como ejemplo práctico y real, en el gráfico de la figura 1 se muestra la representación de 13 vinos de la variedad Tempranillo 2008 con crianza en madera, catados a ciegas por 4 expertos en análisis sensorial de carácter internacional mediante evaluación hedónica. Se representan sus puntuaciones frente a las unidades olfativas calculadas según la concentración de etil-fenoles en relación a su umbral de percepción. Como se puede observar, parece que para obtener una alta valoración cualitativa del vino, si es necesario mantener una concentración baja de etil-

fenoles, sin embargo, su ausencia o baja concentración, no garantiza el éxito. Por esta última razón el coeficiente de correlación de la recta no es muy elevado.

2. ECOLOGÍA Y ORIGEN DE *BRETTANOMYCES* EN LOS VINOS

Este problema fundamental ha sido, desgraciadamente, tratado de forma polémica en los últimos años, provocando muchos malentendidos y confusiones entre los profesionales. En primer lugar, el microorganismo ha sido descrito como una "infección por levaduras", un término que sugiere que su presencia se produce solo en vinos anormales o excepcionales, lo que no es del todo razonable o cierto. De hecho, esta levadura está presente en todos los ambientes fermentativos o casi, vino incluido. Entonces, varios estudios se han esforzado para demostrar que las uvas vienen ya repletas de *Brettanomyces*, para sugerir que es la viña el origen principal de la fuente de "contaminación". Obviamente, *Brettanomyces* no ha llegado de Marte en una nave espacial o incluso en un meteorito. Sin embargo, todos los estudios ecológicos dejan claro que la frecuencia de detección de esta levadura en la uva es baja o muy baja (0-3 % de las levaduras presentes en uva) en la gran mayoría de los casos. Es sólo en configuraciones específicas, es decir (I) uva más o menos alterada con pérdida de la integridad de su película⁶, o (II) en el caso de las parcelas posicionadas a favor del viento de las fuentes de contaminación masiva (vertidos de bodegas elaboradoras o

envasadoras) que pueden llegar a tener poblaciones y por consiguiente existe la posibilidad de presentarse como un problema para la bodega posteriormente. Estas situaciones poco comunes deben ser identificadas de forma temprana para programar un sulfitado de la cosecha a un nivel mayor de lo normal (7-8 g/hl), y luego realizar una inoculación con un cultivo iniciador masivo conocido para poder controlar la vinificación industrial y evitar las contaminaciones.

Pero en otras situaciones, ¿cuál es la fuente de contaminación por *Brettanomyces*? Bueno, como todos los microorganismos responsables de la transformación de la uva en vino: pueden ser los equipos de bodega! Sin embargo, *Brettanomyces* está muy poco presente o ausente, debido a que la microbiota del proceso fermentativo, levaduras fermentativas y bacterias lácticas, normalmente se multiplican más rápidamente que ella. Sin embargo, las características de su metabolismo y la capacidad de adaptación a las condiciones difíciles, como en el caso de paradas o accidentes en la ralentización de la cinética fermentativa, donde rápidamente pueden colonizar el medio y luego producir diferentes alteraciones.

Comenzamos explicando el mayor desarrollo observado en ocasiones en barricas de roble nuevas⁸, en sospecha por algunos enólogos como una fuente de contaminación potencial de los vinos al fomentar el crecimiento de *Brettanomyces* desde un punto de vista técnico. De hecho, no es así! La explicación es muy diferente. En primer lugar, *Brettanomyces* no es parte de la microbiota normal de la madera. Además, las barricas se calientan en su fabricación entre 150 y 230 °C, lo que conduce a su esterilización si es que estuviesen contaminadas. La cantidad de azúcares asimilables por *Brettanomyces* liberados por la madera nueva es sólo una cantidad pequeña comparada con la que existe ya de forma natural en los vinos². Las barricas viejas siguen siendo una fuente mucho más importante de contaminación que las nuevas, ya que contienen potencialmente inóculo y además, pueden contener etil-fenoles en su masa porosa. Sin embargo, con la presencia potencial en el vino inicialmente contaminado (es decir, en casi todos los casos como se explicó anteriormente), y destacando que la cinética de desaparición de dióxido de azufre libre durante la crianza como único antiséptico activo, es más rápida en barricas nuevas que en las usadas (potencial oxidativo más ele-

vado, mayor evaporación), resultando entonces activo de forma limitada contra *Brettanomyces* (véase más adelante). Así, paradójicamente, se deduce que *Brettanomyces* en algunos casos pueden crecer más rápido en las barricas nuevas que en las viejas, incluso a pesar de presentar un inóculo inicial nulo o mucho más bajo. Entonces, el nivel de dióxido de azufre siempre se debe revisar con más frecuencia en las barricas nuevas, especialmente de forma temprana durante la crianza, para evitar sorpresas desagradables.

3. ¿CUÁLES SON LOS FACTORES Y PRÁCTICAS QUE INFLUYEN MÁS EN EL DESARROLLO DE BRETTANOMYCES EN EL VINO?

La maceración prefermentativa es una práctica que a veces se utiliza para la vinificación de vinos tintos con el objetivo de promover la extracción de color y de taninos, disminuyendo la velocidad de la fermentación y obteniendo una fermentación alcohólica más regular. Esta práctica se considera en algunas ocasiones un riesgo, pero esta afirmación no es exacta si la técnica se realiza correctamente. En primer lugar, como se mencionó anteriormente, *Brettanomyces* no forma parte o muy poco de la microbiota natural de la uva y menos aún, si el sulfitado se ha realizado correctamente para llevar a cabo esta práctica (> 5 g/hl). Entonces, a no ser que el mosto está infectado de forma temprana (en uvas alteradas o contaminadas por la bodega), la población de *Brettanomyces* no es detectable o se encuentra en minoría (de 5 a 10 % de la microbiota formada por levaduras) a los 5 días de maceración, que ya es mucho tiempo o al menos excesivo¹¹. Pero si ella se encuentra en esta población, entonces perdurará! La realización de maceración en frío inicial impone utilizar uva sana suficientemente sulfitada y enfriada a una temperatura adecuada (<10 °C). En estas condiciones no hay riesgo de contaminación. Además es aconsejable no manipular la uva por bombeo (para evitar la contaminación a través del material de bodega) y no pasar de 5 días como tiempo máximo, para así evitar cualquier riesgo de contaminación inesperada.

Cualquier accidente encontrado en el flujo de trabajo del proceso de fermentación representa una oportunidad para el desarrollo de *Brettanomyces*,

siendo el microorganismo contaminante oportunista por excelencia. Los casos de contaminación después de una fermentación no son infrecuentes, pero es especialmente importante en el caso de retrasos en el sulfitado después o antes de la fermentación maloláctica, y si ésta presenta una cinética languideciente, el riesgo es más alto. En estos casos, una inoculación temprana de bacterias lácticas es más que recomendable¹², desafortunadamente en la práctica, la eficacia de esta técnica se ve comprometida por las dificultades del medio frente a la óptima implantación de las bacterias inoculadas para hacer frente al problema. Otras alternativas técnicas son posibles, (ver más adelante).

Los factores ambientales influyen en el metabolismo y en el crecimiento de *Brettanomyces/Dekkera* sp¹³. En cuanto a la composición del vino, el contenido de etanol afecta negativamente en la capacidad de *Brettanomyces* para crecer, pero no se debe soñar, ya que vinos de hasta 15,5 % de etanol en volumen puede ser alterados por cepas adaptadas a este tipo de entorno. Un aumento del pH facilita enormemente la multiplicación de *Brettanomyces*. El pH de los vinos blancos y rosados, naturalmente más ácidos (pH < 3,5) normalmente los protege de cualquier desarrollo significativo de *Brettanomyces/Dekkera*. Por debajo de 15 °C, el crecimiento se desacelera bruscamente. El aumento de la temperatura favorece la multiplicación hasta 32 °C, lo que explica que la frecuencia de contaminación es más baja en invierno y aumenta bruscamente en verano. A continuación, se tiende a pensar que la disminución de la temperatura de las bodegas de crianza muy por debajo de 15 °C reducirá el riesgo de desarrollo de *Brettanomyces*. Sin embargo, debe recordarse que la pareja etanol/dióxido de azufre molecular en su correcto valor, es lo más eficaz en la limitación de las poblaciones al incrementar significativamente la duración de su fase de latencia¹². Sin embargo, el contenido de dióxido de azufre molecular depende, para un pH dado, de la cantidad de SO₂ libre y de la temperatura. Por lo tanto, en gran medida, reducir la temperatura de las bodegas alcanza un límite en su eficacia muy rápidamente. Además, la reducción de la temperatura puede tener otra desventaja (en el caso de acondicionamiento con aire seco artificial, el consumo de vino y la oxidación es mayor, la proporción madera/vino es más importante y la velocidad de evolución del vino además cambia). Por lo tanto, en la práctica, una temperatura comprendida entre 15 y 17 °C es la ideal. Más allá

de 20 °C, el riesgo de contaminación aumenta exponencialmente y la vigilancia debe aplicarse en consecuencia al riesgo asumido. A continuación, otros tipos de problemas pueden ocurrir.

El contenido del vino en azúcar residual es otro factor de sensibilidad positiva. El riesgo de contaminación aumenta exponencialmente con el contenido de azúcar residual *Brettanomyces* es una levadura capaz de utilizar muchos azúcares diferentes, entre ellos algunos diholósidos como la trealosa, que puede liberarse al final de la fermentación alcohólica a partir de *Saccharomyces* (sobre todo si la levadura está bajo condiciones de estrés), y durante la crianza sobre lías. Una cantidad residual de azúcares (glucosa, fructosa, galactosa, arabinosa, sacarosa, trealosa) inferior a 0,35 g/l puede ser suficiente para permitir el desarrollo de una población (1.000 células/ml) capaz de sintetizar un contenido de etil-fenoles igual a su umbral de percepción (450 µg/l). Sin embargo, esta cantidad de azúcar está disponible en una gran mayoría de vinos tintos después de la fermentación alcohólica y maloláctica⁸. Desde 1 g/l, el riesgo de contaminación aumenta peligrosamente. La calidad y la velocidad de la finalización de los procesos de fermentación y la limitación de los recursos energéticos disponibles, son los principales factores de control del riesgo de *Brettanomyces*. Entonces, debido a la mayor disponibilidad de determinados sustratos procedentes de las lías y su efecto protector frente al dióxido de azufre, la crianza sobre lías en vinos tintos sigue siendo una práctica que indirectamente puede promover el desarrollo de *Brettanomyces*, por lo que debe reservarse para situaciones saludables y siempre limitadas en el tiempo. Se recomienda entonces una retirada de las lías antes del verano. Además, el seguimiento debe ser lo más riguroso posible, sobre todo si el vino tiene factores de composición favorables (pH > 3,7 en particular).

El roble no es la causa más frecuente de la aparición del carácter "Brett" en vinos envejecidos en barricas. Sin embargo, es evidente que la estructura microporosa de la madera es un refugio ideal para los microorganismos en general. Las barricas usadas son una fuente obvia de contaminación; *Brettanomyces* no solo crece muy bien, como ya hemos citado en las barricas nuevas, sino también en los depósitos de material inerte. Por supuesto, es mucho más fácil limpiar y desinfectar los tanques con una superficie lisa que las barricas o las cubas de madera. Así que la investigación en las técnicas de control de higiene de

los recipientes de madera que sean capaces de reducir el riesgo de desarrollo de este microorganismo durante el envejecimiento de los vinos, es completamente necesario llevarla a cabo, (ver más adelante).

Brettanomyces también puede desarrollarse durante el envejecimiento en botellas más o menos al azar (o puede verse afectadas la totalidad de las botellas de un mismo lote). Este microorganismo también ha sido constantemente detectado a partir de vinos viejos embotellados, por lo que reflejan una notable capacidad para sobrevivir en el tiempo. En la mayoría de los casos, las poblaciones son extremadamente bajas antes del embotellado. Debido a su resistencia al dióxido de azufre, las concentraciones usadas en el embotellado no permiten destruir totalmente la levadura residual. Una vez que el contenido de anhídrido sulfuroso libre de la botella ha disminuido lo suficiente (por la oxidación natural), *Brettanomyces* puede volver a crecer y producir los suficientes fenoles volátiles para causar un daño organoléptico a pesar de partir de una población muy baja. Las condiciones de control y la eliminación de las poblaciones de forma preventiva, especialmente en estado quiescente de *Brettanomyces* (difícil de detectar), representa un reto importante para garantizar el desarrollo sano de los vinos embotellados, (ver más adelante).

4. CONTROL PREVENTIVO CONTRA BRETTANOMYCES

4.1. Control de *Brettanomyces*, lo primero es el viñedo

Esto puede sonar extraño después de lo escrito, pero el factor agronómico influye en gran medida en el riesgo de contaminaciones embarazosas. No porque la fuente de inoculación se encuentra en las uvas, sino debido a que la composición de la uva influye significativamente en la sensibilidad del vino en el desarrollo de *Brettanomyces*. De hecho, el desequilibrio en la nutrición mineral de la vid, incluyendo el exceso de potasio, conduce inevitablemente a un aumento del pH de los mostos y vinos. En algunos casos, si la acidez no se corrige a tiempo, será imposible utilizar el sulfuroso para inhibir el crecimiento de *Brettanomyces*. Por el contrario, la falta de fertilización con nitrógeno, por ejemplo, la excesiva competencia (mal control de malas hierbas) o el estrés hídrico excesivo (baja reserva en agua del suelo o

riego mal manejado), puede producir uvas difíciles de fermentar. Sin suplementos correctivos en bodega, las uvas experimentarán una fermentación lenta o encontraremos situaciones de fermentaciones incompletas, ideales para promover el desarrollo de *Brettanomyces* a corto o medio plazo. Por lo tanto, no puede haber expresión del "terroir" naturalmente en estos casos donde se favorece el desarrollo de este germen. Es responsabilidad del enólogo y el bodeguero en especial, corregir o prevenir estas situaciones para así evitar los fenómenos de desequilibrios negativos posteriormente en el vino.

4.2. Utilización de la sulfitación

El dióxido de azufre es el único antiséptico autorizado en el vino, pero *Brettanomyces/Dekkera* es relativamente resistente a este antiséptico. El contenido de dióxido de azufre molecular activo, el único que tiene propiedades antisépticas, depende principalmente del contenido de dióxido de azufre libre y del pH (0,2 unidades de pH equivale a + 50 % SO₂ activo); en segundo lugar, de la temperatura (1°C = 7 % de SO₂ activo) y del contenido en etanol del vino (1 % vol. = 5 % SO₂ activo). Una concentración de dióxido de azufre activo molecular de 0,5 mg/l es suficiente para inhibir la proliferación sin impedirla completamente. De 0,7 a 0,8 mg/l, el contenido se convierte en letal si la temperatura es suficientemente alta. Así, si un nivel de 25 mg/l es suficiente para controlar el desarrollo de *Brettanomyces* a pH 3,60, se necesitará al menos 35 mg/l a un pH de 3,75 y aproximadamente 60 mg/l a pH 3,90. Por tanto, es claro que el uso de sulfuroso está severamente limitado por la acidez real de vino, este parámetro representa un elemento clave de la "resistencia natural" del vino frente a la contaminación por este tipo de germen. El sulfitado del vino criado en barricas nuevas debe ser aún más cuidadoso, ya que la estabilidad de dióxido de azufre en estas condiciones es mucho más aleatorio. El tapón en posición lateral durante las crianzas prolongadas, la ausencia de relleño como pretexto de utilizar tapones de silicona más estancos, la reducción de la dosis de dióxido de azufre o la ausencia de trasiegos regulares para limitar el trabajo en la bodega, son todos factores que han causado una explosión de contaminaciones en bodega en los últimos años. Por último, siempre hay que considerar el sulfitado del vino como una herramienta de lucha preventiva y no como un tratamiento curativo.

4.3. Mechado de barricas

El mechado de las barricas después de su limpieza mediante combustión de azufre es una práctica a menudo abandonada a causa de su incomodidad, e incluso recientemente puesta en duda en términos legales. Sin embargo, la acción del dióxido de azufre gaseoso es particularmente interesante para la desinfección de la superficie y de los primeros escasos milímetros de las duelas de las barricas⁹. La práctica del mechado ha demostrado su eficacia en la prevención de la contaminación por *Brettanomyces* cuando otros medios de desinfección (especialmente el vapor) no están disponibles en bodega. Su sustitución por técnicas alternativas, tales como lavado con agua ozonizada, está en estudio para verificar si puede o no producir exactamente el mismo resultado debido a la acción, en parte superficial, del componente activo. Entre los tratamientos físicos alternativos, incluyendo los físicos, no hay una solución con la sencillez, la productividad, la eficiencia y el costo competitivo como el mechado básico, por tanto, se espera que esta práctica siga existiendo, incluso por un tiempo ilimitado si fuese posible.

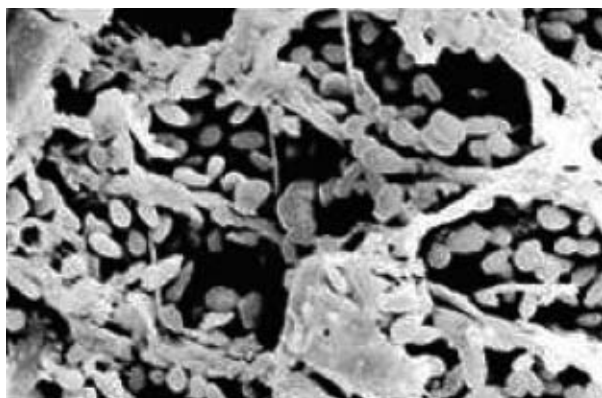


Figura 2. Fotografía al microscopio electrónico de células de *Brettanomyces* en poros de la madera. Cortesía de Dr. J.A. Scott, School of Chemical Engineering, University of Bath, Bath, UK. <http://www.liddil.com/photo/photo.html>.

4.4. La higiene y la desinfección de equipos de bodega

Los equipos de bodega y los depósitos vinarios representan el principal reservorio de *Brettanomyces* en el vino. Es a partir de estos reservorios que la contaminación, limitada a un lote de vino en el inicio, puede ser ampliada a discreción hacia todo el volumen a partir de los movimientos de los vinos y el uso de los equipos de bodega. La desinfección de los mis-

mos es crucial para el control de estos gérmenes, pero ninguna desinfección es efectiva salvo después de una limpieza suficiente. La situación es más complicada en la madera, que tiene un área de desarrollo mucho mayor que el acero inoxidable o la resina epoxi. Además, este material es delicado y los procedimientos de limpieza y desinfección no deben degradarla. Se dedicó al tema una publicación especial y se remite a los lectores a su consulta para obtener toda la información necesaria¹.

4.5. Coinoculación levaduras/bacterias lácticas

A pesar de todos los avances en el control de la fermentación maloláctica, siguen existiendo problemas en su inducción en algunos vinos. La presencia de alcohol y de otros compuestos tóxicos para las bacterias lácticas que son productos de la FA, el pH bajo y la competencia con levaduras, hacen del vino un medio hostil para los cultivos iniciadores. Desde el principio se consideró que la adición de bacterias lácticas antes de la finalización de la fermentación alcohólica representa un riesgo para que las bacterias degraden azúcares y provoquen el nombrado picado láctico. Algunos autores (Beelman y Kunkee, 1985; King y Beelman, 1986) han realizado estudios que demuestran que la coinoculación de las bacterias lácticas con levaduras no sólo no implica antagonismo entre ellas, sino que incluso las bacterias lácticas se aclimatan mejor. La ausencia de etanol y el contenido en nutrientes del mosto, consiguen que la población de bacterias lácticas se aclimate mejor al medio y la fermentación maloláctica se desarrolla mejor, impidiendo además el desarrollo de *Brettanomyces* entre ambas fermentaciones, por lo que empieza a ser una práctica cada vez más popular en bodega aunque solo sea por esta razón.

5. CONTROL CURATIVO FRENTE A *BRETTANOMYCES*

5.1. Tratamientos físicos térmicos

El tratamiento térmico de vino, también llamado flash pasteurización, es una técnica eficaz para la destrucción de todos los tipos de microorganismos. Las condiciones de procesamiento deben adaptarse a las características de resistencia de cada uno. Las características de destrucción térmica de *Brettanomyces* son conocidas y dependen de las condicio-

nes ambientales. El tiempo de reducción decimal (R.D.) es de 0,3 a 0,4 min. a 55 °C cualquiera que sea el estado fisiológico de las células, el factor Z, que reduce la temperatura de muerte (D.T.) por 10, es de 5 °C. Estos parámetros también se pueden aplicar a la desinfección térmica de barricas. Pero una vez tratado, hay que considerar que el vino puede contaminarse de nuevo con facilidad. Además, el calentamiento del vino durante unos segundos, seguido de su enfriamiento, debe hacerse perfectamente libre de aire para no causar una oxidación perjudicial. Este proceso es ventajoso para bloquear un fulgurante desarrollo en los vinos jóvenes, eventualmente dulces y difíciles de filtrar.

5.2. Tratamientos físicos separativos

La filtración es una técnica clásica llevada a cabo para eliminar microorganismos. La calidad del resultado depende de la porosidad de los medios filtrantes, que debe adaptarse a los microorganismos diana. En el caso de *Brettanomyces*, especialmente al final de la crianza del vino, las células son pequeñas y requieren un filtro con un poro de menos de 1 micra (idealmente menos de 0,65 micras) si queremos garantizar la eliminación total. Es ridículo pensar que la filtración puede afectar negativamente a la calidad del vino si está bien realizada y bien diseñada. Si la filtración a este nivel de porosidad afecta gravemente a la calidad, es que esta calidad está basada, por su tamaño, en los elementos muy poco estables. De hecho, la colmatación es perjudicial para la calidad, es decir, la filtración sobre presión en un medio de baja porosidad, puede eliminar elementos positivos para la calidad sensorial. Para evitar afectar la calidad del vino adversamente durante la filtración, a menudo es necesario proceder a etapas sucesivas de filtración (3 y 1 micras), a una pre-filtración, o a un pre tratamiento enzimático para evitar la obstrucción del medio y la esterilización del vino¹⁶. La medida única de la turbidez no informa sobre la filtrabilidad real del vino. La determinación del índice de colmatación¹⁷ puede ayudar a adaptar la estrategia para preparar el vino antes de su filtración. Por lo tanto, la filtración está especialmente recomendada antes del embotellado, cuando el vino tiene un perfil de riesgo determinado o cuando ha sido detectada la presencia de una población de *Brettanomyces* durante un control antes de su trasiego, (ver más adelante).

5.3. Otros tratamientos físicos

Se han propuesto y ensayado otros tratamientos físicos, como la esterilización UV (germicida UV-A), que no es adecuado para el tratamiento de vinos tintos debido a la fuerte absorción de la radiación ultravioleta por los polifenoles presentes. El tratamiento de alta presión (destrucción de células más allá de 200 MPa) es ciertamente eficaz, pero extremadamente costoso, sin proporcionar suficiente flujo (tratamiento discontinuo). El tratamiento por electroporación (perforación de las membranas celulares bajo el efecto de una diferencia de potencial aplicada en una celda en tratamiento continuo) también tiene cierta eficacia¹, pero de nuevo, la falta de equipamiento disponible y los altos costes de procesamiento, limitan significativamente el valor práctico de esta tecnología actualmente.

5.4. Utilización del Chitosano

El Chitosano es un polímero natural de N-acetilglucosamina, derivado de la quitina desacetilada química o enzimáticamente. La quitina se encuentra especialmente en los caparazones de los crustáceos, cefalópodos y en la pared de los hongos filamentosos. El tratamiento de la quitina produce el chitosano. Este polímero debe tener un cierto grado de desacetilación muy especial para ser eficaz vis-a-vis frente a *Brettanomyces/Dekkera*. El grado de desacetilación del chitosano también afecta a la solubilidad y la viscosidad de la suspensión. Actualmente, sólo el chitosano de origen fúngico, que puede estar acompañado por más o menos β -glucanos, se permite por parte de la OIV en vinificación. La principal fuente de chitosano en el mundo, a saber, es la fuente animal, mucho más abundante y menos cara, pero no está sujeto a una aprobación y por lo tanto, está prohibido. Es probable que el potencial alergénico de los crustáceos en contra de los hongos sea el motivo de su "no autorización". Sin embargo, el chitosano de los crustáceos/cefalópodos también se usa ampliamente en la industria de la alimentación y la farmacia sin restricciones, por tanto, es válido verificar las posibilidades para que el chitosano de origen animal sea permitido en su uso enológico, lo que puede abaratar su utilización. El modo exacto de acción del chitosano es desconocido. Su acción puede deberse a que este polímero catiónico se une a las paredes de *Brettanomyces/Dekkera* en receptores relativamente específicos (efecto físico), y causa

una alteración de la integridad de la membrana (efecto biológico); *Saccharomyces* sp. o *Oenococcus* sp. presentes al mismo tiempo, no se ven afectados, por lo que se puede considerar su utilización durante la vinificación en el caso de fermentaciones problemáticas o cuando se sufren retrasos en la finalización de la fermentación maloláctica. Durante la crianza, el chitosano en una dosis de 4 a 6 g/hl puede destruir poblaciones grandes de *Brettanomyces* en unos pocos días; las células destruidas entonces no pueden formar etil-fenoles. Sin embargo, dado el carácter insoluble del chitosano activo vis-a-vis frente a *Brettanomyces*, su eficacia suele ser más elevada y posee una mayor duración de la protección en grandes envases que en pequeños contenedores. Su sedimentación es más rápida en las barricas, por lo que puede requerirse una puesta regular en suspensión (agitación), para mantener su actividad. Su tendencia a causar una pequeña desacidificación de los vinos, hay que tenerla en cuenta.

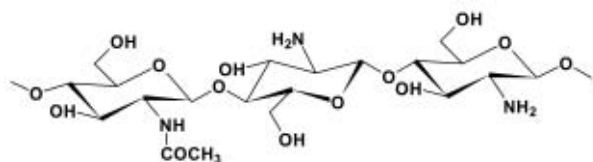


Figura 3. Esquema molecular del polímero de Chitosano.

5.5. Utilización de dimetil-dicarbonato (DMDC)

Aparte del dióxido de azufre, como el único anti-séptico químico utilizado en el vino, se encuentra el dicarbonato de dimetilo. Este producto (Velcorin™) se hidroliza rápidamente en el vino y por lo tanto, es pertinente en la "esterilización en frío" para la sustitución de la filtración o de los tratamientos térmicos antes de ser el vino embotellado. Uno de los productos de hidrólisis, el metanol, limita la dosis máxima utilizable, que no puede exceder para que su concentración no sobrepase la máxima permitida en los vinos tintos (300 mg/l). Este límite de utilización ha sido validado especialmente como alto. Se debe utilizar por lo menos 250 mg/l (lo que representa una liberación de más de 110 mg/l de metanol) para asegurar un buen rendimiento frente a *Brettanomyces/Dekkera*. También debemos recordar que, por ahora, el uso de DMDC se limita a los vinos que contienen más de 5 g/l de azúcar residual. Su uso está limitado al momento del embotellado, pero esta técnica da excelentes resultados a largo plazo y eli-

mina la necesidad de filtración esterilizante de vinos más difíciles de manejar.

5.6. Utilización de antibióticos

El uso de antibióticos está prohibido desde los orígenes de la reglamentación en la enología. La natamicina o pimáricina, es una toxina anti-hongos producida naturalmente por algunas bacterias del género *Streptomyces*, sin embargo, figura como un aditivo (E235) utilizado ampliamente en la industria alimentaria (lo que es cierto sólo para el tratamiento externo de algunos quesos y embutidos secos, ...). A pesar de su eficacia, su uso está totalmente prohibido en el vino. Ha existido una grave crisis ocurrida recientemente en América del Sur (especialmente en Argentina) por el uso incontrolado de este producto. El uso de toxinas killer producidas por levaduras pertenecientes más o menos a la microbiota natural del vino (*Kluyveromyces wickerhamii*, *Pichia anomala*) mostró cierta eficacia en los laboratorios que las experimentaron. Otros péptidos (derivados de la lactoferrina bovina) también mostraron una toxicidad vis-a-vis, pero con diferentes eficiencias dependiendo de la cepa. Estas soluciones representan vías interesantes para el control biológico en un futuro quizás próximo.

6. TRATAMIENTOS CORRECTIVOS PARA ELIMINACIÓN DE ETIL-FENOLES

- Clarificación del vino: práctica comúnmente usada en bodega para la limpieza del vino. Para ello se pueden utilizar productos adsorbentes de uso en enología: el PVPP a dosis de 60-480 mg/l y el carbón enológico de origen vegetal desodorante a dosis de 15-240 mg/l han sido utilizados para eliminar en parte el contenido en fenoles volátiles, si bien, las dosis a emplear para tener resultados significativos, son demasiado elevadas y los efectos colaterales a nivel organoléptico son importantes por su agresividad sobre el vino. También se han empleado polímeros de celulosa, como el acetato y propionato de celulosa, con reducciones del 30 %.
- En soluciones modelo el empleo de levaduras secas activas (LSA) como clarificantes han conseguido eliminar proporciones importantes de los fenoles volátiles, sin embargo, las dosis para conseguirlo

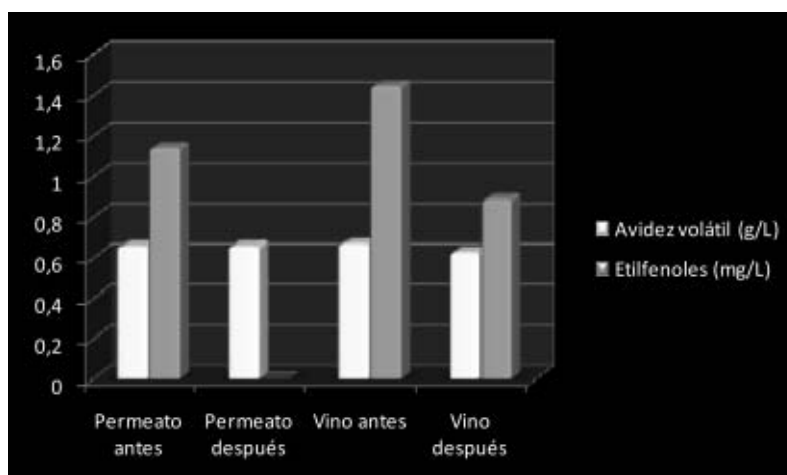


Figura 4. Concentraciones de etil-fenoles y valor de acidez volátil del vino y del permeato antes y después del tratamiento de nanofiltración tangencial y resinas.

son muy elevadas, lo que encarece la aplicación, además de tener también efectos colaterales sobre la calidad del vino. En esta línea, también se han ensayado cortezas de levaduras específicas con la idea de tener una mayor superficie absorbente, pero los resultados no son muy prometedores por el momento.

- La técnica que parece más eficaz en cuanto a la eliminación selectiva de etil-fenoles es la nanofiltración del vino, donde se puede obtener un permeato con un 35-40 % de los etil-fenoles totales del vino y posterior retención en resinas específicas para que estos sean eliminados por retención. A modo de ejemplo mostramos los resultados de una prueba industrial sobre un vino Tempranillo 2009 con crianza en barrica (figura 4). El contenido inicial del vino en etil-fenoles era de 1,4 mg/l, después del tratamiento bajo a 0,81 mg/l gracias a la retención total de dichos compuestos al pasar a través de la resina específica una vez obtenido el permeato con nanofiltración tangencial.

7. MEDIOS DE DIAGNÓSTICO Y CONTROL DEL DESARROLLO DE *DEKKERA*/*BRETTANOMYCES* EN EL VINOS

7.1. Observación microscópica

Es a veces evocada como técnica válida para "identificar" la presencia de *Brettanomyces*. Por lo tanto, es útil precisar que es totalmente irreal distinguir de forma precisa, y mucho menos identificar



finamente, qué tipo de levaduras existen en el vino, ya que no hay tipos morfológicos característicos que no puedan mudar su forma dependiendo de las condiciones físico-químicas del vino. Los que identifican *Brettanomyces* únicamente mediante observación al microscopio, son en su mayoría víctimas de alucinaciones.

7.2. Análisis de etil-fenoles

Permite diagnosticar con claridad la presencia actual o pasada de *Brettanomyces*/*Dekkera* en el vino. Su seguimiento periódico (mensual en verano), durante la crianza permite, del mismo modo que el seguimiento de la evolución de las bacterias acéticas por la determinación de la acidez volátil, seguir el desarrollo de las poblaciones de la levadura contaminante antes de que alcance un umbral crítico. Esta técnica se ha puesto en marcha para controlar el envejecimiento en barricas desde hace varios años (ej: Suivi Brett®), es una técnica simple (tomando una muestra representativa de varias barricas) y rápida (24 horas), lo que fácilmente permite reaccionar proactivamente en bodega (trasiegos, sul-

fitado, filtrado o ejecución de acciones más enérgicas) de acuerdo con la intensidad del desarrollo del problema identificado según el cambio de los niveles de fenoles volátiles en el vino. En esta etapa, el control microbiológico es de menos interés.



El control microbiológico durante el envejecimiento del vino es mucho más complicado (toma de muestras estériles), es una técnica lenta (5-8 días) y difícil de interpretar si procede de medios de cultivo (ver más adelante). En efecto, porque (I) existen variaciones de una cepa a otra en términos de ajuste de la cinética de crecimiento y (II), las diferencias en la capacidad de producción de etil-fenoles de una cepa a otra¹, no existiendo una relación clara entre la población viable y el contenido en fenoles volátiles. En consecuencia, durante la crianza no importa finalmente conocer la población de *Brettanomyces/Dekkera*, es mejor conocer la concentración y la evolución del contenido de etil-fenoles para poder predecir las consecuencias prácticas en términos de calidad del vino. Esta técnica debe ser generalizada en las bodegas que envejecen vino de alta calidad y tienen en cuenta en un número importante de barricas para evitar desarrollos indeseables.

7.3. Control y detección de poblaciones de microorganismos en medios de cultivo

El conocimiento de las poblaciones *Brettanomyces/Dekkera* es una práctica indispensable a realizar antes del embotellado para estimar el riesgo futuro de la desviación en la botella. Es incomprensible que los vinos pueden hoy en día ser acondicionados sin controles microbiológicos. La estimación de la población se puede lograr utilizando diferentes técnicas, pero todas las recogidas de muestras deben

realizarse en un vino previamente homogeneizado de cara a *Brettanomyces*, ya que no es un germen móvil y por lo tanto, tiende a depositarse en el fondo de los recipientes. Si lo que se desea es únicamente la detección, es mejor no mover el vino y realizar una toma aséptica directamente del fondo de la bodega o del depósito.

El primer método es la enumeración de poblaciones viables obtenidas después de cultivos en medios específicos. Esta metodología tiene tres limitaciones principales. La primera es la especificidad de los llamados medios de cultivo utilizados. Resulta que la gran mayoría de los laboratorios y medios de cultivo comercializados hoy en día, no son estrictamente los entornos más específicos para *Brettanomyces/Dekkera*. Ellos son (en el mejor de los casos) más específicos para levaduras "*No Saccharomyces*" (uso de cicloheximida como agente selectivo). El vino (especialmente en barricas) puede albergar hongos que crecen en estos medios de cultivo (*Pichia sp.*, *Hansenula sp.*, *Zygosaccharomyces*, *Hanseniaspora sp.*), pero hasta el momento no hay riesgo de producir un carácter "fenol" con estas especies de microorganismos. El uso de estos medios de crecimiento tiene una tendencia a sobreestimar la población de estas especies, a veces muy presentes en los vinos muestreados en barricas. Además, el recuento de células viables en el vino requiere de un período de cultivo de entre 5 y 8 días, tiempo suficiente para desarrollar una alteración si el vino está notablemente contaminado. Por último, la enumeración mediante medios de cultivo no tiene en cuenta "germenes viables no cultivables" (VNC), que se corresponden con las células que están en un estado de estrés fisiológico y son incapaces de multiplicarse en un corto plazo de tiempo, considerándolas conjuntamente con las células muertas, cuando en realidad son capaces de multiplicarse en el medio a largo plazo. Los VNC lamentablemente pueden representar a la mayoría (70-90 %) de los microorganismos presentes en los vinos cuando están listos para el embotellado (después de la clarificación, filtración y con los niveles de dióxido de azufre activo ajustados para reducir al mínimo la presencia microbiológica en



general). De ello, se deduce que cuando se utiliza la microbiología tradicional existe una subestimación continua del riesgo real. Si se utilizan, deberá al menos, usarse los medios más selectivos posibles (ej: Excell Brett medio selectivo®).

7.4. Recuento mediante técnicas de biología molecular específicos y rápidos

La técnica mediante PCR cuantitativa sirve para detectar y cuantificar los gérmenes pertenecientes al género *Dekkera/Brettanomyces*, (Reacción en Cadena de la Polimerasa) en tiempo real (RT-PCR) que permite medir con precisión y sensibilidad (10 células/ml) el número de células presentes según el número de copias de fracciones específicas amplificadas a partir del genoma de la levadura. La detección es simultánea a la amplificación, con resultados casi en tiempo real después de extraer y purificar el contenido de ADN de las células. Los resultados de laboratorio son obtenidos en el día, lo que es extremadamente útil de cara a la bodega. El análisis del contenido de ADN de las células íntegras teóricamente puede medir únicamente las células viables, ya estén en un estado quiescente o no. En la práctica, esta tecnología tiende a sobreestimar ligeramente la población real, ya que lleva de varios días a varias semanas entre la muerte y la pérdida de integridad de la célula y la desaparición total del ADN amplificable. Con la RT-PCR, por lo tanto, se mide el total de las células. Algunos cambios en el protocolo (EMA-RT-PCR) antes de la amplificación (intercalación de bromuro de etidio mono-ácido) permiten ahora identificar de forma específica las células rea-

les "viables". Esta técnica (Excell Gen Brett®) es particularmente útil en el control de calidad durante la preparación de vinos a embotellar para poder determinar la eficacia de una estabilización microbiológica y especificar, si es necesario, el medio de filtración óptimo. También controla la eficiencia del proceso en línea antes del final de la construcción de los vinos mediante mezcla y así poder hacerlo con verdadero conocimiento del riesgo a correr. Con otros tipos de sondas de ácidos nucleicos, esta misma técnica se puede utilizar para medir (en la misma muestra y al mismo tiempo), el total de levaduras, ya que algunas de ellas suponen otros posibles tipos de contaminación (por ejemplo, la levadura *Zygosaccharomyces bailli*), las principales bacterias lácticas contaminantes (*Lactobacillus sp.* y *Pediococcus sp.*) y las bacterias acéticas del vino (*Acetobacter sp.* y *Gluconobacter*).

7.5. Citometría de flujo

Es una técnica diseñada para el recuento de células de microorganismos independientemente de su tamaño y estructura (granulometría y densidad) y/o por marcaje con un anticuerpo específico acoplado a un fluorocromo (sin tinción en sentido estricto). El fluorocromo es excitado por un láser que emite fluorescencia medible. Esta técnica es atractiva por su sencillez y velocidad. No obstante, la técnica básica implica generalmente el empleo de una sonda propuesta que no es específica para *Brettanomyces/Dekkera*. Los promotores de esta tecnología distinguen este tipo de germen de otras levaduras por un criterio de tamaño, suponiendo que las células más

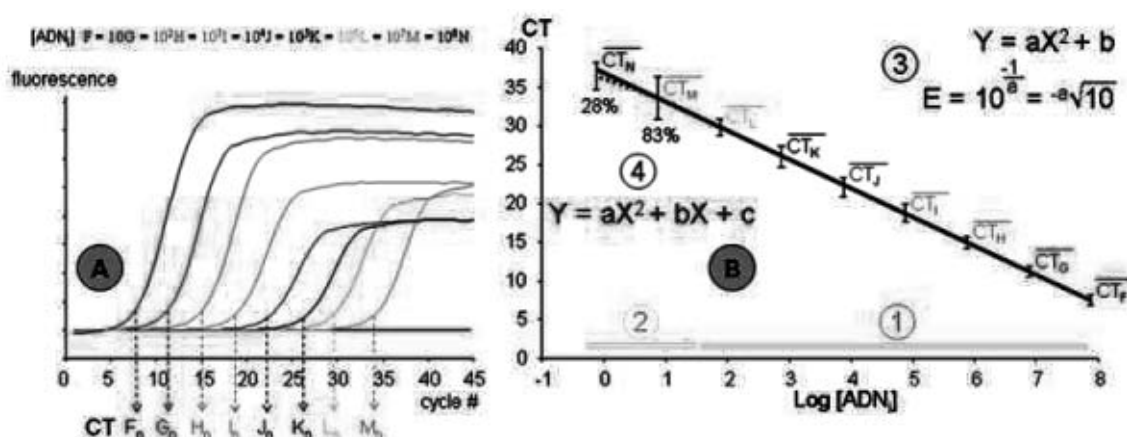
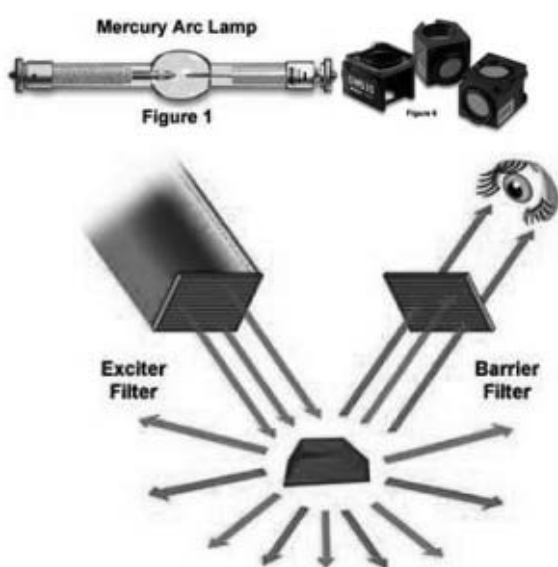


Figura 5. Curvas de ciclos de multiplicación del DNA específico en la identificación de *Brettanomyces* en un muestreo y recta de calibración de ciclos umbrales para su cuantificación.



pequeña (3 micras) corresponden a *Brettanomyces/Dekkera*. Se sabe que su forma estándar o tamaño no es muy fiable en las condiciones físico-químicas de los vinos. Los gérmenes VNC pueden tener un tamaño relativamente pequeño, pero también una afinidad por los anticuerpos-fluorocromos baja o por lo menos variable. De ello, se deduce que la tasa de detección en el vino por citometría de flujo de gérmenes sospechosos de ser *Brettanomyces* es bastante alta (> 200 células/ml) y la especificidad del método muy relativa.

7.6. Técnicas FISH

El desarrollo de los diferentes reactivos colorantes utilizados en fluorescencia de hibridación in situ con el ADN (FISH), o mejor, el acoplamiento de FISH-Ácido nucleico péptico (PNA-FISH) más sensible y más robusto, permite comprobar por epifluorescencia y citometría de flujo (CMF-FISH) de forma muy específica y sensible (100 células/ml) la presencia de contaminantes. En una próxima versión de esta técnica que se está estudiando, se puede distinguir válidamente células vivas de las muertas mediante el acoplamiento de la tinción de ANP-FISH con una coloración específica de las células vivientes con la tecnología Backlight™.

7.7. Alternativas de diagnóstico cualitativas

El test SNIF BRETT® consiste en un medio de cultivo líquido del vino para la detección de la presencia de *Brettanomyces* por el aroma de los etil-fenoles

después de varios días de incubación, la intensidad relativa de riesgo es inversamente proporcional al tiempo de aparición del olor, sin embargo, detectar el olor de fenoles volátiles está íntimamente relacionada con la sensibilidad de cada uno y algunas personas realmente no son muy sensibles a este aroma. Además, como ya hemos mencionado anteriormente, no existe una relación estrecha entre la producción de fenoles volátiles y la población de levaduras contaminantes. Por último, el tiempo de respuesta de la prueba es largo. En conclusión, sólo las pruebas positivas permiten llegar a una conclusión, pero entonces ya puede ser demasiado tarde. Un resultado negativo con éste método no concluye con certeza, pero su repetición periódica a corto plazo, puede proporcionar sin embargo algún tipo de vigilancia que es útil en bodega y puede hacer sonar la alarma para intervenir con otras técnicas más finas.

7.8. Técnicas inmunológicas

La detección de *Brettanomyces* mediante reacción inmunológica de anticuerpos acoplados a una reacción enzimática coloreada (ELISA) ha sido objeto de varias tentativas. La única fórmula comercial aparentemente todavía disponible (Z-Z-Brett™ para enología), utiliza una banda de fluoruro de polivinilideno impregnado con reactivos inmovilizados en la que se deposita un volumen de vino centrifugado a estudiar. La respuesta se traduce después de la reacción completa con un color más claro o más oscuro que puede estar relacionado cualitativamente con la presencia de *Brettanomyces*, lo que es una referencia. La prueba es fácil de implementar y lo suficientemente rápida. La sensibilidad se anuncia ambiciosa (10 o 100 células/ml) pero requiere una concentración significativa de la muestra por centrifugación para lograrlo, por lo que no es fácil conseguir una buena reproducibilidad. Además, los anticuerpos son policlonales y en realidad no específicos para *Brettanomyces/Dekkera*, reaccionan también frente a *Zygosaccharomyces sp*, *Pichia*, *Candida sp.*, ... que están presentes de nuevo en los vinos envejecidos en barricas, lo que hace reaccionar y alterar el resultado mediante la exageración de la respuesta. Esta prueba, por lo tanto, se asemeja más a un método de detección binario positivo/negativo de poblaciones de hecho muy altas (> 1000 células/ml).

8. CONCLUSIÓN

El problema *Brettanomyces/Dekkera* es cada vez más importante en todo el mundo y los elementos básicos que influyen en su desarrollo en los vinos son conocidos desde hace algún tiempo. Sin embargo, tal vez debido a un debate innecesario en los últimos tiempos, la proporción de vinos tintos alterados con un carácter "Brett" se pronuncia claramente en crecimiento. La gestión de *Brettanomyces* no necesita normalmente una respuesta o métodos de curación sistemáticos y excesivamente complejos. No hay duda, y ciertamente no es necesario tratar de prohibir totalmente en las bodegas a *Brettanomyces* como microbiota natural, pero sí parece conveniente aprender a manejarla en un nivel seguro en la elaboración de vino de principio a fin. Para ello, se deben seguir ciertos principios y reglas de sentido común que ahora están documentados científicamente, comenzando así en la viña, que es a menudo subestimada, mal entendida o, peor aún, ignorada y a continuación, llevar a cabo fermentaciones de buena calidad. En medio de todas las herramientas que se ofrecen a los productores y bodegueros para seguir, analizar y diagnosticar en los vinos la presencia de *Brettanomyces* en las diferentes etapas de su desarrollo, es esencial hacer una buena selección de todas ellas. Una buena profilaxis en la supervisión general y precisa de cada paso, es la clave para utilizar métodos más adecuados en el control completo de un microorganismo muy brillante como oportunista y que parece adecuarse perfectamente a las condiciones del vino. El mínimo error o relajarse, promueve que *Brettanomyces/Dekkera* siempre esté ahí para llenar un vacío que la naturaleza aborrece!

9. BIBLIOGRAFÍA

1. CLAUSEN N.H., 1905 Occurrence of *Brettanomyces* in American lager beer. *American Brewers Review*, 19, pp 511-512.
2. KUFFERATH H., VAN LAER M.H., 1921 Etude des levures du Lambic. Leur action chimique sur les milieux de culture. *Bulletin de la Société Chimique de Belgique*, 30, pp 270-276.
3. PEYNAUD E., DOMERCQ S., 1956 Sur les *Brettanomyces* isolés de raisins et de vins. *Arch Für Mikrobiol*, 24(8), pp 266-280.
4. CHATONNET P., VIALA C., DUBOURDIEU D., 1997 Influence of polyphenolic components of red wine on the microbial synthesis of volatile phenols. *Am J Enol Vitic*, 48 (4), pp 443-448.
5. CHATONNET P., DUBOURDIEU D., BOIDRON J.N., PONS M., 1992a The origin of ethylphenol in wines. *J Sci Food Agric*, 60, pp 165-178.
6. BARBIN P. 2006 Contrôle et éléments de maîtrise de la contamination par la levure *Brettanomyces* au cours du processus de vinification en rouge. Thèse INSTITUT National Polytechnique de Toulouse.
7. CHATONNET P., MASNEUF I., GUBBIOTTI M.C., DUBOURDIEU D., 1999 Prévention et détection des contaminations par *Brettanomyces* au cours de la vinification et de l'élevage des vins. *Rev Franç œnol*, 179, pp 20-24.
8. <http://www.decanter.com/news/158631.html>.
9. CHATONNET P., DUBOURDIEU D., BOIDRON J.N., 1995 The influence of *Brettanomyces/Dekkera* sp. yeasts and lactic acid bacteria on the ethylphenol content of red wines. *Am. J Enol Vitic*, 46, 463-468.
10. CHATONNET P., BOIDRON J.N., DUBOURDIEU D., 1993 Influence des conditions d'élevage et de sulfitage des vins rouges en barriques sur la teneur en acide acétique et en éthylphénols. *J Int Vigne Vin*, 17, pp 277-298.
11. RENOUF V., PERELLO M.C., STREHAIANO P. LONVAUD-FUNEL A., 2006 Global survey of the microbial ecosystem during alcoholic fermentation in winemaking. *J Int Sci Vigne Vin*, 40(2), pp 101-116.
12. RENOUF V., LONVAUD-FUNEL A., 2006 Le suivi microbiologique du vin. Partie 1 : De la parcelle au conditionnement : un outil pour une Œnologie raisonnée. *La Revue des Œnologues*, 118, pp 27-31.
13. CASTRO-MARTINEZ C. 2007 *Brettanomyces bruxellensis* : Etude Métabolique cinétique et modélisation. Influence des facteurs environnementaux. Thèse Institut Polytechnique de Toulouse N° 2487.
14. CHATONNET P. 2010 Nettoyage et désinfection appliquées aux contenants vinaires en bois destinés à la vinification et à l'élevage : partie 2/3 : Nécessités, principes et méthodes de désinfection du bois au contact du vin. *Revue des Œnologues*, N° 137, pp 38-43.
15. COUTO J.A., NEVES F., CAMPO F., HOGG T 2005 Thermal inactivation of the wine spoilage yeasts *Dekkera/Brettanomyces*. *Int. J. Food Microbiol.*, 10, 3, pp 337-344.
16. ROMAT H. 2007 Coefficient de colmatage Partie 1/2 Une nouvelle approche de la filtrabilité des vins. *Revue des Œnologues*, 123, pp 31-33.
17. ROMAT H. 2007 Proposition de critères de filtration en fonction du coefficient de colmatage. *Revue des Œnologues*, 124, pp 36-38.
18. ROMAT H. 2011 Notions de rhéologie en œnologie. Application à l'influence de la température sur la viscosité et ses conséquences sur quelques pratiques œnologiques et sur la filtrabilité du vin. *Revue des Œnologues*, 138, pp 15-17.
19. PUERTOLAS E., CONDON S., RASO J. ALVAREZ I. 2009 Pulsed electric field inactivation of wine spoilage yeasts and bacteria. *Int. J. Food Microbiol.*, 1301, pp 49-55.

20. GOMEZ L., ESCUDERO I., AGUILAR M., HAYWARD P., MENDOZA P., RAMIREZ M. 2004 Selective antimicrobial action of chitosan gain spoilage yeasts in mixed culture fermentations. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 31, pp 16-22.
21. COMINTINI F., INGENIIS J., PEPE L., MANNAZZU I., CIANI M. 2004 Pichia anomala and Kluyveromyces wickerhamii killer toxins as new tool against Dekkera/Brettanomyces spoilage yeasts. *FEMS Microbiol. Letters*, 238, pp 235-240.
22. ENRIQUE M. MARCOS F., MARTINEZ M. VALLES S., PLANZMES P. 2009 Inhibition of the wine spoilage microorganism Dekkera/Brettanomyces by bovine-lactoferrin derived peptides. *Int. J. Food Microbiol.*, 127, 3, pp 229-234.
23. BARBIN P. 2006 Contrôle et éléments de maîtrise de la contamination par la levure Brettanomyces au cours du processus de vinification en rouge. Thèse INSTITUT National Polytechnique de Toulouse.
24. CHATONNET P., FLEURY A. 2008 Nouvelles méthodes et nouvelles application du contrôle microbiologique en quasi temps réel par utilisation de la technologie Excell Gen®. *Revue des Œnologues*, 129, pp 23-27.
25. NOVGA HK, DROMTORP SM, NISSEN H, RUDI K. 2003 Ethidium monoazide for DNA based differentiation of viable and dead bacteria by 5-nuclease PCR, *Biotechniques*, 010, 812-813.
26. RUDI K, MOEN B., DROMTORP SM, HOLCK AL. 2005 Use of ethidium monoazide and PCR in combination for quantification of viable and dead cells in complex samples. *Applied and Environmental Microbiology*, 71, pp 1018-1024.
27. SERPAGGI V., REMIZE F., SEGUEIRO-LE-GRAND A. 2010 Specific identification and quantification of the spoilage microorganism Brettanomyces in wine by flow cytometry : A usefull tool for winemakers *Cytometry Part A*, 77A, pp 497-499.
28. O'NEIL M., LEBRUN S. 2007 Rapid, low-cost assay for detecting *Brettanomyces* and other spoilage yeasts in wine. United States Patent Application Publication, N° US 2007/0196877 A1.



VARIOS

ENVASES DE VINO: TRADICIONALES Y NUEVAS TENDENCIAS

José Hidalgo Togores

Doctor Ingeniero Agrónomo y Enólogo. Asesor Técnico Vitivinícola

1. INTRODUCCIÓN

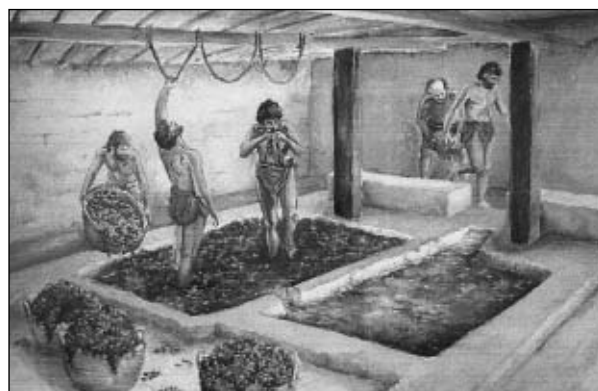
La historia de los depósitos de fermentación o almacenamiento de los vinos es tan antigua como el origen del vino en la vida de los hombres, pues surgen como necesidad de recoger los productos derivados de la vid. Mientras los hombres comían directamente las uvas frescas, o las dejaba pasificar para su conservación y posterior consumo como alimento sólido, no se le presentaron dificultades en su almacenamiento; sin embargo al transformarlas en vino apareció el problema de disponer de un recipiente de suficiente volumen capaz de contener y conservar este precioso líquido. Sin duda el otro líquido indispensable, el agua, lo bebían directamente de los ríos o masas de agua situados en las cercanías de sus asentamientos, o como mucho lo almacenaban en pequeños recipientes para su consumo diario.

Los hombres a lo largo de la historia construyeron recipientes de mayor o menor volumen para contener líquidos y entre ellos el vino, cada vez más perfectos y herméticos, a medida que su tecnología evolucionaba en el tiempo, y utilizando en un principio materiales que encontraba fácilmente en su entorno. Al extenderse el cultivo de la vid desde su probable cuna en Asia Menor, hasta casi todas las tierras ribereñas del mar Mediterráneo, en las del sur, a falta de otros materiales, se construyeron recipientes de barro secado o cocido, mientras que en las tierras del norte, más húmedas y fértiles, se utilizó la madera de sus bosques como material abundante y de fácil manipulación. Incluso en algunas zonas se emplearon recipientes contruidos en piedra, a veces de considerables dimensiones, donde debido a su forma de vaso sin posibilidad de hermetizarse por su parte superior, el vino se alteraba con gran rapidez y acabaron utilizándose exclusivamente para la fermentación de la vendimia. Los tradicionales "lagos" de piedra de la Rioja Alta y Alavesa, donde cada vez menos se elaboran vinos de "cosechero" por el ancestral método de la maceración carbónica, son vestigios de este tipo de recipientes.

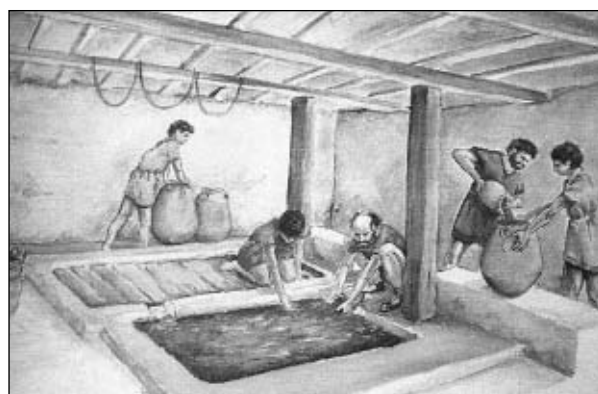
Los depósitos de barro más conocidos como tinajas, salvo por su mayor fragilidad y su menor posibilidad



Lagar rupestre en la Sonsierra (Rioja alavesa).



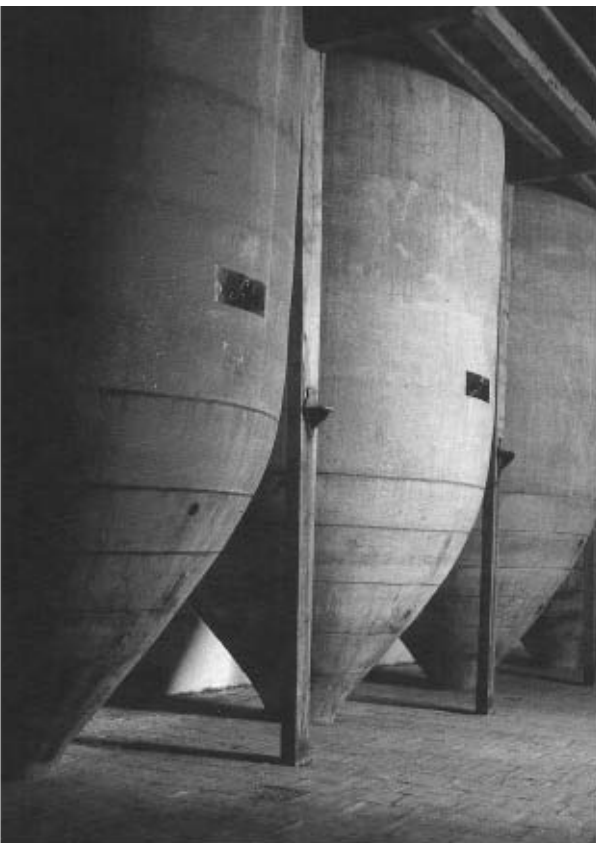
Pisando uva en el lagar. Alt de Benimaquía (E. Dies – F. Chiner).



Envasando vino en el lagar. Alt de Benimaquía (E. Dies – F. Chiner).



Bodega manchega con tinajas de barro cocido entre "empotros".



Tinajas de barro en una bodega manchega.

de alcanzar grandes volúmenes, siempre presentaron mayores ventajas frente a los contruídos en madera, ya que su hermeticidad e inercia fisicoquímica frente al vino contenido es superior. Estos recipientes casi

nunca presentaban una capacidad superior a los 100 a 200 hectolitros, debido a las limitaciones que presentaba su proceso de construcción, con unas típicas formas de pera invertida o cilíndrica con fondo cónico; estando dotados de una boca superior de gran diámetro difícil de hermetizar, y a veces con un pequeño orificio de salida en la parte inferior para el vaciado total. En nuestro país todavía existen algunas antiguas bodegas con tinajas, siendo muy típicas en la zona de Castilla-La Mancha, donde se disponen dentro de una estructura de madera llamada "empotros" que facilita el trabajo sobre las mismas.

Los envases de madera de gran capacidad conocidas como tinas construidas con diversos tipos de madera, destacando entre ellas el roble, presentan una forma troncocónica con la parte más ancha en la base, utilizando tablas o duelas dispuestas verticalmente según la generatriz de esta forma geométrica, y unidas entre sí por medio de una serie de zunchos metálicos situados en la parte exterior del depósito. Su capacidad no suele exceder de los 300 hectolitros, aunque existen tinas de madera enormes, como una de 600.000 litros que se encuentra en las Bodegas Torres de Vilafranca del Penedés, donde en abril de 1904 celebró en su interior una comida S.M. Alfonso XIII junto a 50 invitados, u otra en Bodegas y Viñedos Santa Ana de Mendoza (Argentina), con una capacidad de 300.000 litros, de procedencia francesa de roble de Nancy, adquirida en la Exposición Industrial de París en el año 1920.

Una variante de los recipientes de madera son los bocoyes, que tienen una forma de huso truncado o de tonel dispuesto en posición horizontal respecto del suelo, también con elevadas capacidades, y muy utilizados años atrás como recipiente de transporte, o contruídos "in situ" en lugares de difícil acceso como en sótanos o cuevas.



Tinas de madera en una antigua bodega de La Rioja.

Además de las tinas o bocoyes, existen una gran cantidad de recipientes de madera, ya de menor volumen, utilizados tradicionalmente como recipientes de transporte y muchos de ellos empleados hoy día para la crianza de los vinos: pipas, barricas, toneles, barriles, ...

Los recipientes de madera a lo largo de la historia fueron poco a poco sustituidos por otro tipo de envases de mejor hermeticidad y más fácil mantenimiento, llegando casi a desaparecer del paisaje interior de las bodegas, aunque en estos últimos años han vuelto a surgir con fuerza, debido a su excelente estética y también a algunas interesantes ventajas que ofrecen en la elaboración de vinos tintos.

En la evolución de los envases vinarios, después del barro cocido y de la madera, aparecieron los depósitos de hormigón armado hacia finales del siglo XIX y principio del XX, cuando se perfeccionó la tecnología de este material de construcción, tomando formas cilíndrica o prismática, a menudo con paredes comunes si se disponen adosados en forma de batería. Cuando están bien contruidos son unos recipientes totalmente herméticos, no existiendo una limitación de volumen, siendo hoy día todavía muy utilizados sobre todo para el almacenamiento de vinos, pues presentan unas interesantes propiedades por su inercia térmica.

Al mismo tiempo que los anteriores recipientes, aparecieron los tanques o depósitos de acero con paredes de reducido espesor, casi siempre de forma cilíndrica, también sin limitaciones de capacidad, y siempre revestidos en su interior para evitar el contacto directo del vino con el metal. La evolución lógica de estos envases ha sido la utilización del acero inoxidable en su construcción, tal y como los cono-

ceos hoy día, presentando un elevado número de ventajas como más adelante se describirán. La resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio ha sido otro tipo de material utilizado en la construcción de depósitos para mostos o vinos.

Otro asunto distinto es el desarrollo de los recipientes de transporte de vino de menor capacidad, que tienen su origen en el comercio de esta preciada bebida desde las zonas de producción hasta los puntos de consumo. El primer testimonio en este sentido se encuentra en el III milenio a.C. en Mesopotamia, donde no existían viñas, y el vino como producto de lujo se importaba de las "montañas", esto es, de la zona norte-noroeste: Siria y Armenia, donde sin duda se elaboraba vino desde hace mucho tiempo antes, y que además coincide con el área originaria de la vid.

El vino viajaba de esta zona de producción hacia el sur, en ánforas de barro cocido de aproximadamente 10 litros de capacidad, siendo transportado mediante caravanas o por vía fluvial. Una tablilla de arcilla del año 1750 a.C., cita a un negociante de Babilonia llamado Bêtanu, de la localidad de Sippur, que negocia con otro comerciante llamado Ahuni, pidiéndole "vino de calidad del norte", solicitando unos 200 litros por el precio de 19 siclos (80 gramos de plata), mercancía 250 veces más cara que el mismo volumen en grano de cereal.

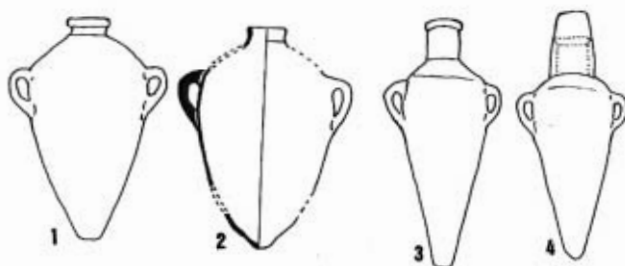
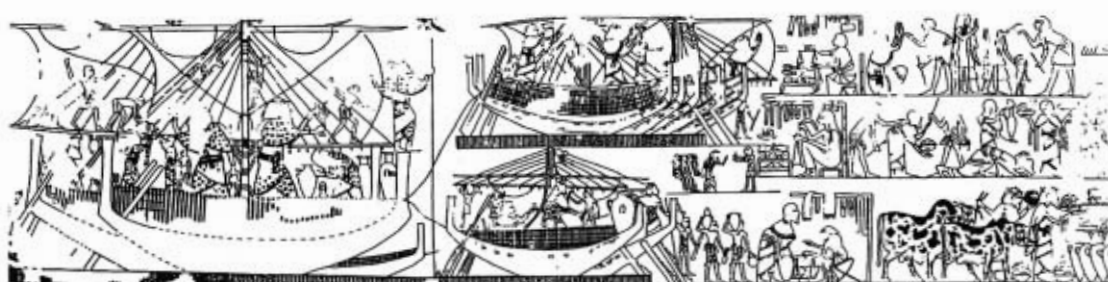
Más adelante, los mercaderes fenicios desde los puertos de Tiro y de Sidón, comercializaron el vino por toda la cuenca del Mediterráneo, evolucionando los recipientes vinarios hacia volúmenes más pequeños,



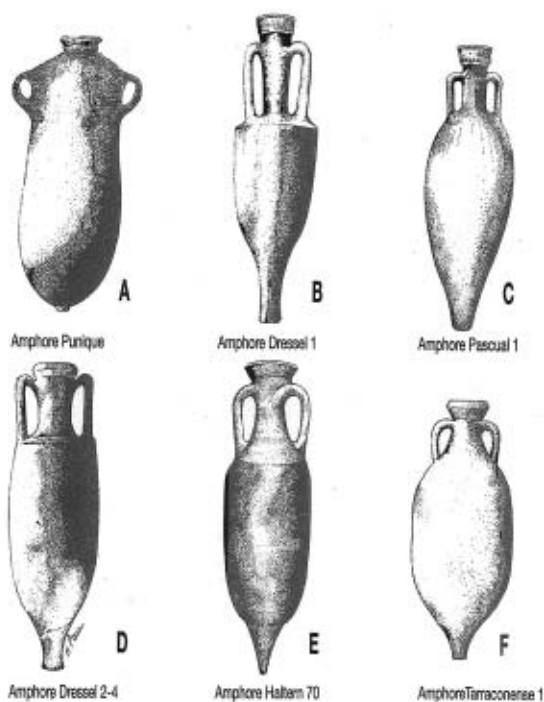
Batería de depósitos de hormigón en una bodega.



Recipientes de fermentación en una bodega de Armenia (4.100 a.C.)



Flota cananea en la tumba de Kenamon; 1-2 Anforas cananeas; 3-4 Anforas egipcias tipo cananeo.



Tipos de ánforas (H. Huetz de Lemp).

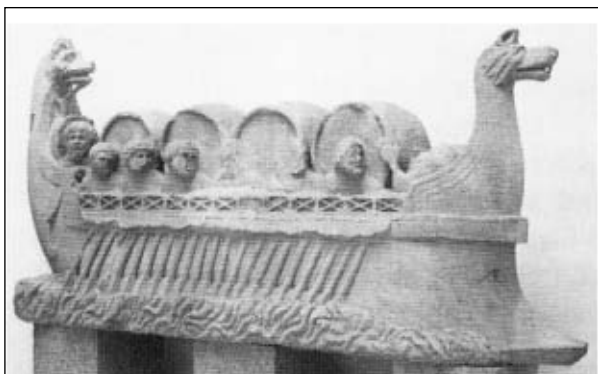
incluso inestables barcos de vela; todos ellos sometidos a los accidentados caminos o adversas condiciones de navegación.

La evolución de los envases de transporte en las tierras del sur del Mediterráneo, y por la lógica consecuencia del comercio, fueron desde la estática tinaja de barro, hacia la ligera y esbelta ánfora fenicia, griega e incluso romana. La fragilidad de estos recipientes se solucionó con la utilización de pellejos u odres para vino, fabricados con cueros curtidos e impermeabilizados con resinas o "pez", de gran ductibilidad y resistencia al transporte, pero también deformando las características del vino con olores y sabores extraños, propios del cuero y de su curtido e impermeabilizado.

Durante la era romana, desde su fundación en el 753 a.C. hasta su caída en el 476, los mejores vinos del Imperio viajaron hacia las casas de nobles y patricios romanos en ánforas de barro perfectamente selladas, conservando dentro de ellas, casi intactos, los excelentes vinos producidos en Grecia, y las costas mediterránea de la Galia e Hispania, realizándose generalmente el transporte por vía marítima.

Sin embargo, en los países del norte, los depósitos de gran volumen donde se elaboraban y almacenaban los vinos, estaban contruidos en madera como material que fácilmente se encontraba en el entorno, y que además podía ser trabajado con gran facilidad; también evolucionaron hacia recipientes de trans-

no mayores de 200 a 300 kg de peso, para que fueran manejables por una o dos personas ante la ausencia de medios mecánicos, y contruidos además con materiales resistentes a los frecuentes golpes y caídas que éstos sufrían en su manipulación, antes y durante el viaje a lomos de caballerías, carretas e



Barco del vino de Neumagen (Museo de Trier).

porte de pequeño volumen y contruidos de la misma madera. Apareciendo entonces un gran número de recipientes, como: barricas, barriles, pipas, toneles y otros similares, todos ellos con capacidades comprendidas entre los 200 a 500 litros. Posiblemente este tipo de envase se utilizaba en tiempo de los romanos, como recipiente de transporte terrestre en carretas, arrastradas por bueyes o caballerías y procedentes de las mismas comarcas vitícolas de la península itálica, o zonas productoras del centro y norte de la Galia, así como de la zona romana de la vecina Germania.

Después de la caída del Imperio Romano, y transcurrido muchos años hasta que de nuevo apareció el buen gusto por el vino, su transporte continuó realizándose en recipientes de madera, utilizando sobre todo la de roble, por ser un material abundante en la zona de producción de los vinos, muy poco permeable y además de gran dureza y resistencia. En nuestro país, además se utilizaron las maderas de cerezo y castaño autóctonos, y también el roble cada vez más escaso por las frecuentes talas de robledales con destino a la construcción naval, o bien importándola del Imperio procedente del continente americano, como lastre de los barcos que retornaban a la península y desembarcando principalmente en los puertos de Cádiz y Sevilla. Las tonelerías de Jerez se surtieron durante generaciones de este roble americano, que llegaba a los puertos próximos en cantidades notables como materia prima estratégica para la industria naval; contándose incluso la anécdota, de que en Jerez se llegaron a fabricar botas de madera de caoba importada de lejanos lugares.

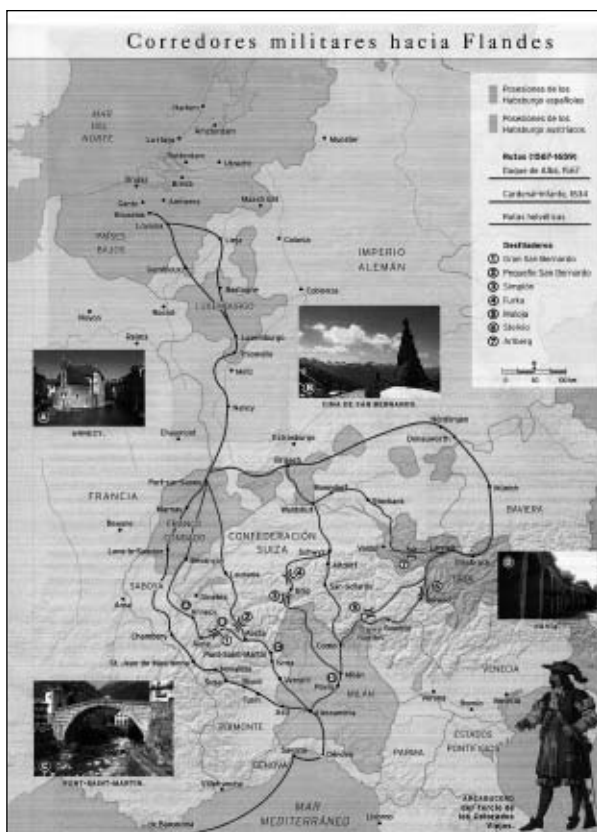
Los vinos del Ducado de la Borgoña, territorio independiente de Francia desde 1363 hasta 1477, comprendía además el vecino Franco Condado, y

separados de ellos los Países Bajos con las zonas de Flandes, Holanda, Bramante, Luxemburgo, Artois y Picardía; viajaban por tierra desde la zona productora de Borgoña, hasta los centros de consumo en los citados ricos países de la costa, siguiendo una parte del que posteriormente se llamará "camino español", una ruta militar para el movimiento de los Tercios o tropas entre Italia, Flandes y Alemania; e incluso llegando también hasta París cuando se incorpora este Ducado a la Corona francesa y se expulsa a los ingleses de la capital en la Guerra de los Cien Años. Los vinos se transportaban dentro de barricas de roble cortado del centro de Francia y procedente de las zonas de Allier, Nevers, Vosgos, ...

Por otra parte, los vinos de Burdeos viajaban también en barricas generalmente contruidas de roble de Limousin, hacia mercados como París y sobre todo a Inglaterra, como incipiente potencia comercial de primera magnitud, pues sin duda se aficionaron a este tipo de vino durante su larga estancia en suelo francés, en los departamentos de Gascuña, Guyena (hoy Burdeos), Poitou, Bretaña, Anjou, Maine, Normandía, y la Champaña, permaneciendo desde el año 1337 hasta el 1453, donde fueron expulsados por los



Territorios dependientes del Ducado de Borgoña (1363-1477).



Camino español (siglos XVI-XVII).

franceses en la citada guerra. Los vinos probablemente se embarcaban rumbo a Inglaterra desde los puertos de Burdeos y de La Rochelle.

El Reino de Francia, ante las necesidades de madera de roble que precisaba para la construcción naval, impulsó como arma estratégica, una política del cultivo del roble en su territorio, siendo ejecutada directamente por el Estado; mientras que en otros países como Inglaterra y España, una vez explotados los robledales locales, no los repusieron por comodidad, e importaban del continente americano bajo su dominio este valioso material. En la actualidad en España, no existen robledales cultivados, y si las mismas especies que los robles franceses o europeos, en individuos aislados de crecimiento espontáneo, y salpicados dentro de los bosques del norte. Sin embargo en Francia, impulsado sobre todo por el ministro Colbert, que en el año 1661 toma las riendas de la reforma general de los bosques y reglamenta su cultivo, existe en la actualidad una superficie superior a 2.500.000 hectáreas de robledales en plena producción, siendo gestionados directamente por el Estado, con un ciclo productivo de 150 a 200 años,



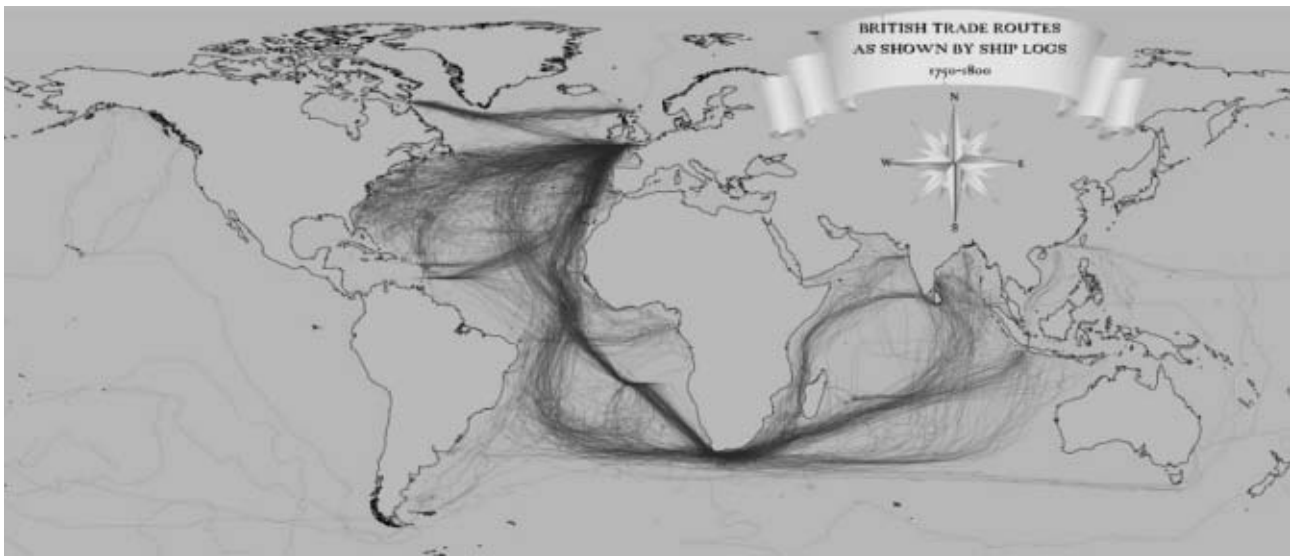
Robledales franceses.

y donde se explotan anualmente unos 3,5 millones de m³ de madera al año.

De la misma forma que los romanos marcaron en su momento la pauta comercial del vino, y por lo tanto también de su calidad, los ingleses en estos últimos siglos lo han venido haciendo hasta nuestros días. El Reino Unido no es país productor de vino, pero sin embargo siempre fue un gran consumidor de este producto, no reparando en su importación para satisfacer a sus consumidores, apoyándolo en su gran espíritu comercial y contando además con una excelente flota mercante.

El origen y la fama de los vinos de Canarias, Jerez, Málaga, Oporto, Madeira, y Burdeos, se debe sin duda alguna al comercio marítimo con el Reino Unido, con días o semanas de navegación hasta sus destinos, y donde los vinos eran transportados en envases de madera de 200 a 600 litros de capacidad, que los hacía evolucionar durante la travesía. Cuando los puertos de embarque distaban mucho, los vinos se encabezaban con alcohol vínico, para soportar mejor el viaje y reducir los efectos de las fuertes condiciones de oxidación; siendo además generalmente dulces, debido al particular gusto de los consumidores del país de destino, y dando origen a los míticos vinos licorosos y generosos de las zonas antes citadas.

La importancia de este comercio se cita de manera abundante, tomando como detalle los famosos vinos de Malvasía de las Canarias, en la actualidad casi inexistentes, pero antiguamente muy conocidos y



Rutas marítimas del Reino Unido en el siglo XVIII.

apreciados en el Reino Unido bajo el nombre de "Canary" o "Malmsey Canary Wine", siendo incluso citado en sus obras por Shakespeare. Llegando por aquel entonces a producir la isla de Tenerife, unas 30.000 pipas anuales de 480 litros cada una, y exportando solamente a este país unas 12.000 pipas al año. Tanta fue su fama que el pirata Francis Drake expolió la isla en el año 1585 y tomó como botín unas mil pipas de este vino. A partir del año 1680 se inicia el declive comercial de estos vinos, a favor de otros del mismo estilo y más cercanos, tales como Jerez, Oporto, Madeira, ...

Para este comercio se empleaban generalmente recipientes de madera de roble americano, construyéndose botas de "embarque" de 500 a 600 litros de capacidad, donde se enviaban los vinos a granel hasta el lugar de destino, y donde se envasaban en recipientes más pequeños para su posterior distribución. Los envases de transporte vacíos no retornaban a sus lugares de origen, si no que se remitían a las destilerías de whisky de Escocia, para el envejecimiento de este aguardiente. En la actualidad algunas marcas de whisky de alta calidad presumen en su información comercial de esta circunstancia.

Sin embargo, desde los puertos franceses hasta la costa sur del Reino Unido, la travesía era bastante más corta, y por lo tanto no era preciso añadir ningún aditivo o conservante a los vinos producidos en la región vitícola de Burdeos, pues debido a su poca distancia, éstos no llegaban a su destino excesivamente oxidados, y además la materia colo-

rante de las variedades tintas y el buen trabajo de los productores franceses, impedían o reducían esta circunstancia. Existe una antigua receta bordelésa de principios del siglo pasado, de cómo hacer el "travail à l'anglaise" sobre los vinos de exportación, que quizás hoy día nos sorprenda: "uno o dos años antes del embarque del vino se añade a una barrica de vino bordelés (225 litros), 30 litros de vino de Alicante, 2 litros de mosto blanco, y una botella de aguardiente". Antiguamente el estilo de los vinos de Burdeos era muy distinto al actual: claretes y de poco grado alcohólico, y posiblemente estos aditivos lo reforzaban para su estabilidad en el transporte y además lo acomodaban más al gusto del consumidor inglés.

Con el transcurso de los años, los consumidores se fueron acostumbrando a los vinos transportados en estas condiciones, permaneciendo el vino un período más o menos largo en oxidación dentro de recipientes de madera de roble, y posteriormente otro de mayor duración hasta su consumo dentro de botellas en ambiente reductor, siendo precisamente éste el origen del actual sistema de crianza mixta de los vinos, donde los aromas de la madera de roble no son más que un aspecto colateral del proceso de crianza.

2. TINAS DE MADERA

Las tinas de madera de forma troncocónica, raramente se apoyan directamente sobre el suelo, haciéndolo sobre unos apoyos de piedra, hormigón, obra de fábrica, e incluso sobre una estructura metálica. En



Tinas de madera nuevas para fermentación (Bodegas Roda. Rioja).

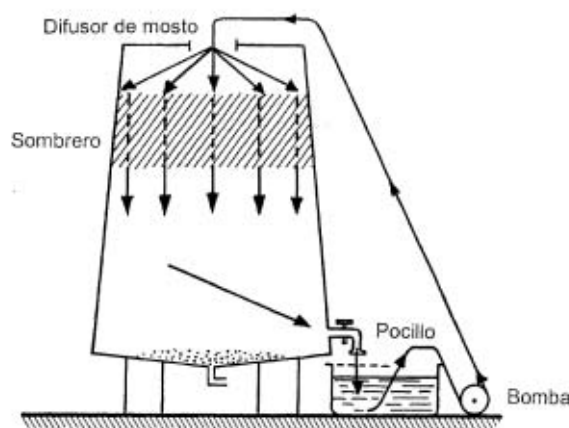
su parte superior llevan una boca centrada, actualmente con un cuello de acero inoxidable y tapa hermética del mismo material, mientras que en la inferior se dispone de una o dos válvulas de vaciado, y en muchas ocasiones de una boca lateral para las operaciones de mantenimiento en su interior. Además de la parte lateral del depósito, el fondo del mismo y el techo también se construyen con el mismo tipo de madera.

Con el paso del tiempo, este tipo de recipientes ocasionan problemas de fugas, por lo que precisan de unas importantes operaciones de mantenimiento, realizadas por mano de obra especializada en tonelería. La limpieza de los depósitos de madera es también un problema a tener en cuenta, pues al ser la madera un material poroso, contiene una buena cantidad de vino embebido, y además existen numerosos intersticios donde se acumulan restos de vino, que pueden ser focos de contaminaciones microbianas. Debido a la naturaleza de la madera, existe una limitación en el uso de productos de limpieza y desinfección, que agravan las señaladas deficiencias en su higiene. La rugosidad de la madera favorece la acumulación de los tartratos, siendo éstos difíciles

de eliminar y un factor añadido en contra de las operaciones de limpieza. Todos estos inconvenientes han influido en la desaparición progresiva en las bodegas de este tipo de recipientes, siendo sustituidos por otros contruidos con materiales de mejor mantenimiento y superior hermeticidad.

Sin embargo, en los últimos años vuelven a surgir en las bodegas las tinas de madera, contruidas con mayor perfección y con accesorios de acero inoxidable, que reducen algunas de las deficiencias antes señaladas, empleándose sobre todo para la fermentación alcohólica de las vendimias tintas, o para el almacenamiento de los vinos elaborados, debido a una serie de ventajas que se exponen a continuación:

- Excelente volumen y geometría del depósito para conseguir una maceración más activa entre los hollejos del sombrero y el mosto en fermentación.



Esquema de circuito de remontado a círculo abierto.

- Cuando las tinas son nuevas, la madera de roble puede ceder al vino taninos que mejoran la estabilidad del color de los vinos tintos, así como diversos compuestos aromáticos de gran calidad e interés. Lo mismo sucede con su porosidad, que permite la entrada de oxígeno, contribuyendo a polimerizar los taninos de la uva o de la madera, con los antocianos de la vendimia en fermentación. Estas propiedades se reducen progresivamente e incluso se anulan en pocas vendimias, debido a un agotamiento de la madera y a una colmatación de los poros de la misma.
- La madera tiene un bajo coeficiente de transmisión del calor, del orden de 1,5 a 2,0 calorías/°C·m²·hora para un espesor de 5 cm, que permite mantener mejor la temperatura en el interior del depósito, pudiendo ser un inconveniente en el caso de pre-

cisar una refrigeración de la vendimia, razón por la cual es conveniente que sean recipientes de pequeño tamaño, o una ventaja para mantener la temperatura al final de la fermentación alcohólica, que activa la extracción de compuestos del hollejo y también facilita el arranque de la fermentación maloláctica.

- La fermentación maloláctica se realiza con mayor facilidad, no solo por el efecto de mantenimiento de temperatura antes citado, sino también por contener la madera una buena población de bacterias lácticas acumuladas por las sucesivas campañas, y que sirven de inóculo para el desarrollo de este fenómeno.

El elevado precio de este tipo de recipientes, unido al progresivo agotamiento y colmatación de la madera situada en su interior, ha llevado al desarrollo de otras alternativas de mejor precio, aunque no siempre con las mismas prestaciones que ofrecían las tinas de madera.

Durante la fermentación de la vendimia o la crianza de los vinos en el interior de los envases de roble, el vino llega a penetrar una profundidad de 4 a 6 mm en la madera hasta un punto denominado "punto de saturación de fibras", que depende del tipo de roble utilizado en su fabricación. A lo largo de una sucesión de crianzas o fermentaciones no excesivamente elevadas, que pueden alcanzar unos 3 a 4 años, este espesor de madera puede quedar agotado y colmatado, perdiendo entonces sus prestaciones. Una posible solución a este problema podría ser el cepillado o "azuelado" interior de la tina de madera, eliminando este volumen de madera ocupado por el vino, con el propósito de "refrescarla", buscando poner en contacto madera nueva de roble con el vino o la vendimia. Sin embargo, esta operación supone algunos importantes inconvenientes que conviene señalar, donde destaca el progresivo adelgazamiento de las duelas que componen la tina, poniendo en riesgo la hermeticidad y resistencia de la misma cuando se realizan cepillados sucesivos. Así como también, poner en contacto el vino con una madera menos aromática y más tánica, pues se eliminan los 4-5 mm de madera que resultaron tostados durante el proceso de fabricación del recipiente. Este problema se podría resolver procediendo al tostado interior de la tina una vez azuelada, pero los resultados nunca son los mismos que cuando el envase se fabrica la primera vez, pues la aplicación de calor nunca es uniforme y poco controlado, y además siempre quedan restos de vino dentro de la madera que se quema, comunican-

do entonces al vino olores fenolados y almedrados, así como un sabor amargo muy desagradable.

La construcción de tinas con paredes de madera intercambiables, puede ser una interesante alternativa a los problemas que las tinas tronconcónicas tradicionales ofrecen. Estos recipientes suelen tener una forma prismática (piramidal o paralelepípedica), donde sobre una estructura o chasis de acero inoxidable, se fijan atornilladas las paredes planas formadas por tablas o duelas de madera de roble tostadas en su cara interior.



Tina de madera prismática.



Tina de madera piramidal.

Otra alternativa a las tinas de madera para la fermentación o crianza de vinos, puede ser la utilización de fragmentos de madera de roble tostados, situados en el interior de un depósito convencional, por ejemplo de acero inoxidable, donde destaca por sus mejores prestaciones, la utilización de duelas fijadas de manera ordenada en su interior.



Duelas de madera de roble tostado colocadas en el interior de un depósito.

Normalmente la cantidad de fragmentos de madera a utilizar se asocia a la de una bodega tradicional, donde en el caso de una bodega bordelesa de 225 litros, la superficie interna es del orden de 2 m^2 ó $0,0089 \text{ m}^2/\text{litro}$, que con una profundidad de impregnación de 5 mm supone unos 31 gramos madera/litro de vino y de $0,9 \text{ m}^2/\text{hectolitro}$. Así para duelas de dimensiones $960 \times 47 \times 7 \text{ mm}$, con una superficie de $0,105 \text{ m}^2$ y 200 gramos de masa, harían falta algo menos de 9 duelas/hectolitro,

que aportan 17 gramos madera/litro de vino. Con duelas de $960 \times 47 \times 15 \text{ mm}$, con una superficie de $0,120 \text{ m}^2$ y 400 gramos de masa, sería preciso utilizar algo menos de 8 duelas/hectolitro, que aportan 30 gramos madera/litro de vino semejante a una bodega bordelesa. En la práctica se utilizan unos ratios de duelas del orden del 30 a 50 % respecto de las barricas. La explicación de esta reducción en la superficie de madera en contacto con el vino se debe al diferente grado de porosidad según la dirección de la madera, pues en sentido longitudinal la permeabilidad a los líquidos es muy superior a la permeabilidad transversal, que es precisamente como se construyen las duelas de una bodega para evitar fugas de vino, y en el caso de utilizar duelas sumergidas en el vino, así como en mayor proporción los chips o fragmentos de madera, siempre presentan una importante proporción de madera longitudinal muchísimo más permeable. Por esta razón, aunque parezca un contrasen-

tido, las duelas finas permiten un intercambio más lento y permiten un segundo uso con otro vino, mientras que las duelas gruesas precisan de una extracción más rápida.

3. DEPÓSITOS DE HORMIGÓN. RESINA EPOXY

Los depósitos de hormigón pueden ser aéreos o subterráneos, construyéndose con forma cilíndrica permaneciendo aislados entre ellos, o por el contrario en paralelepípedos aislados o con paredes comunes cuando están adosados. El hormigón es un material muy resistente a los esfuerzos de compresión, pero poco a los de tracción, razón por la cual se hace imprescindible dotarlos de una armadura interior de acero calculada para que absorba estas acciones. El espesor de las paredes nunca debe ser inferior a los 10 cm, dejando siempre un recubrimiento o distancia entre la armadura y el exterior de más del doble del diámetro del redondo de acero, y nunca menos de 2 cm. En cuanto a su construcción, el depósito se debe hormigonar en una sola operación, evitando las juntas de hormigonado para evitar posibles fugas posteriores de vino, así como vibrar concienzudamente la masa en fresco, sobre todo en los paramentos verticales para impedir la formación de huecos o "coqueras".

En lugares húmedos como los depósitos subterráneos, es conveniente utilizar un aditivo antihumedad mezclado con el hormigón para impedir la entrada de agua. Interiormente se pueden impermeabilizar con un esfoscado rico en cemento, del orden de 300 a 400 kg por cada m^3 de arena, seguido de un bruñido hecho con la llana o paletín y una masa de 600 kg de cemento por m^3 de arena.



Bodega con depósitos aéreos de hormigón.

Los depósitos subterráneos solo llevan una boca en su parte superior, mientras que los construidos sobre el terreno, además de la boca superior que puede ser de acero inoxidable y hermética, debiendo llevar las correspondientes salidas dispuestas en la parte inferior del recipiente, una de fondo para el vaciado total del mismo, y otra lateral para las operaciones normales de la bodega. Siendo también conveniente disponer de una puerta de acceso lateral tipo "capilla" construida en acero fundido de apertura exterior, o de acero inoxidable de apertura interior o exterior según modelos.

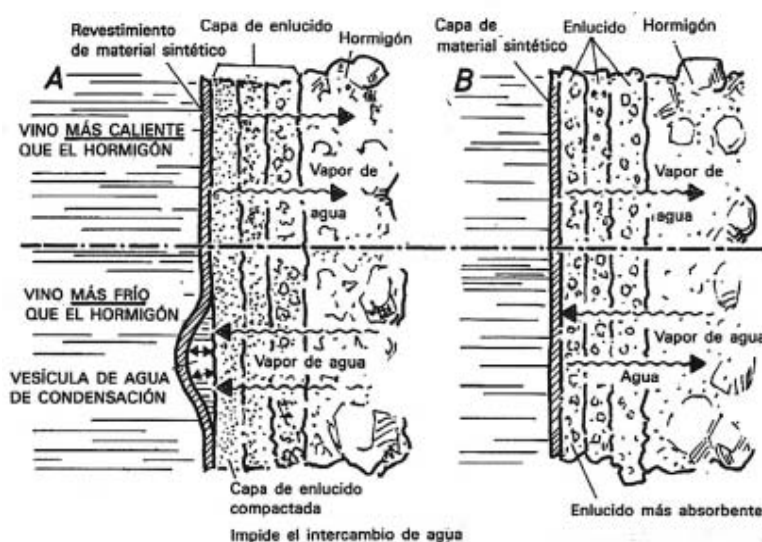
El hormigón puede ser atacado por la vendimia en fermentación o por el vino en conservación, especialmente por los ácidos que contiene el vino o por el anhídrido sulfuroso formando sulfitos y sulfatos de calcio solubles, que degradan las paredes del depósito e incluso pueden llegar a corroer las armaduras de acero. En la superficie en contacto con el vino se forma una película de tartratos, que lo aísla de la pared de hormigón, pudiendo crecer hasta formar una costra de gran espesor, que es una fuente de contaminación microbiana y un problema para la correcta limpieza del depósito. Las operaciones de destartarizado deben ser frecuentes, realizadas con la llama de un soplete y sin alterar la integridad de la pared, alcanzando este subproducto una importante cotización comercial para la industria farmacéutica.

Los depósitos recién construidos deben ser "franqueados" antes de introducir el vino o la vendimia, con una solución de 1 kg de ácido tartárico en 10 litros de agua, aplicando 3 ó 4 manos sobre la superficie del hormigón en contacto con el vino, y dejando unos días de secado entre ellas. La utilización de silicatos sódico o potásico en dos o tres manos de soluciones al 25 %, o de silicato de magnesio y flúor en tres a cinco capas a 20 °Bé, no son las barreras más adecuadas en los depósitos de hormigón para contener mostos o vinos.

Otra alternativa para evitar el contacto directo del hormigón con el vino, consiste en colocar un revestimiento que los separe, debiendo éste presentar las siguientes propiedades: inocuidad, baja o nula inercia química, impermeable, resistente, fácil aplicación, costo razonable, y pequeña adherencia a los tartratos.

Los revestimientos más utilizados en los depósitos enológicos son los siguientes:

- Placas de vidrio o cerámica vitrificada (azulejos) colocadas en forma de alicatado, de dimensiones desde 150 hasta 300 mm de lado, habiéndose dejado de utilizar desde hace años por penetrar el vino por las juntas difíciles de sellar, siendo en consecuencia un importante foco de contaminaciones microbianas.
- Capas de parafina frágiles y poco resistentes al calor, o pinturas plásticas sintéticas de pequeña adherencia, e incluso de tipo bituminoso con cesión de sabores extraños. La proyección de gránula de plástico proyectado en caliente, se adhiere a la superficie rugosa del hormigón y forma una barrera impermeable al vino.
- Láminas adhesivas de acero inoxidable de menos de 1 mm de espesor, de grandes propiedades aislantes, pero no definitivas por el difícil sellado de las juntas, que permiten la entrada de vino entre la lámina metálica y la pared de hormigón.
- Revestimiento de resina epoxídica que cumple con todas las propiedades exigibles a un revestimiento, siendo la mejor solución que se puede aplicar a un depósito de hormigón, transformándolo en un recipiente de excelentes prestaciones enológicas. La mezcla con la masa de hormigón de un aditivo epoxídico constituye una moderna y eficaz solución para garantizar la integridad de las paredes del depósito en contacto con el mosto o con el vino.



Influencia del enlucido sobre la adherencia y la duración del revestimiento de resina.

La resina epoxy se prepara con dos componentes, uno es la resina y el otro es el endurecedor, que al cabo de un tiempo de mezclados se solidifican formando una película cuando se aplica sobre una superficie. En el caso de aplicaciones en el interior de los depósitos de hormigón, es importante que su superficie presente las siguientes condiciones:

- Superficie resistente y firme.
- Ausencia de grasas u otros materiales.
- Superficie seca, con menos del 5 % de humedad.
- Fraguado total del cemento: mínimo de 28 días.
- Superficie ligeramente rugosa y porosa, preparada mejor por chorreo de arena de 1 a 2 mm.

Una vez preparada la superficie a tratar, en primer lugar se aplica una imprimación con una resina epoxy fluida que penetra por los poros y mejora la adherencia de las posteriores capas de resina. Se aplica una capa no superior a las 100 micras, con un consumo de producto de 0,2 kg/m². Una vez bien seca la capa de imprimación, se aplican una o dos capas de resina epoxy, con un consumo de 0,5 a 1,5 kg/m² y logrando un espesor entre 300 a 600 micras. El secado se logra al cabo de 12 a 24 horas a una temperatura de 20 °C, alcanzando su máxima resistencia al cabo de 7 días. En depósitos deteriorados es muy importante reparar bien los paramentos antes de la aplicación de la resina, con el saneado o picado de las superficies y aplicación de un mortero epoxídico, o bien un enmasillado del mismo material. Por último, en depósitos subterráneos o con problemas de humedad, es conveniente colocar en el fondo y entre las capas de resina, otra de un tejido de fibra de vidrio que queda embebida dentro de la resina, debiendo asegurar una buena ventilación forzada durante las fases de secado de la resina.

Las características mecánicas de la resina epoxy son las siguientes:

- Carga de rotura a flexo-tracción:	170 a 180 kg/cm ²
- Carga de rotura a tracción:	460 a 525 kg/cm ²
- Resistencia al impacto:	1.200 a 1.300 kg/cm ²
- Resistencia a compresión sin compactar:	550 a 580 kg/cm ²
- Resistencia a compresión compactado a los 7 días:	850 a 950 kg/cm ²
- Ensayo de desgaste:	Ligeros rasguños después de 50.000 ciclos

Para el revestimiento interior de depósitos de acero, la superficie debe ser chorreada con arena, corindón o granalla metálica, hasta alcanzar un grado S.A. 2,5 a 3,0 según la norma sueca SIS.

Generalmente el color de la resina aplicada en el interior de los depósitos tiene un color rojo-marrón parecido al del vino tinto, sin embargo para los pavimentos la gama de colores es muy numerosa, e incluso coloreando también la arena silícea del mortero, consiguiéndose efectos muy estéticos.



Interior de un depósito de hormigón armado revestido con resina epoxy.

Los depósitos de hormigón todavía tienen en enología una gran utilización, siendo imprescindibles cuando se desea disponer de un recipiente subterráneo, utilizándose muy poco para realizar la fermentación alcohólica, pues evacuan mal el calor por la naturaleza de sus paredes, con un coeficiente de transmisión de calor de 1,4 a 1,6 calorías/°C·m²·hora en 20 cm de espesor, aunque actualmente sirven para este cometido dotándolos de camisas o serpentines interiores de refrigeración acoplados a un equipo de frío, y siendo ideales para el almacenamiento de los vinos o para mantener la temperatura en la fermentación maloláctica.

En la actualidad vuelven a construirse bodegas con depósitos de hormigón, buscando sustituir los depó-

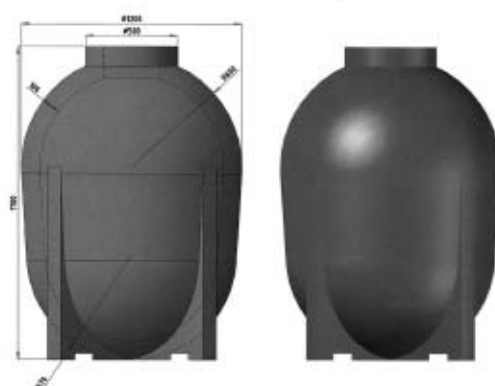


Batería de depósitos de hormigón troncocónicos
26 %, de 30 a 100 hl (Nomblot).



Depósito de hormigón en forma de huevo 6-16-30 hl
(Nomblot).

sitos de acero inoxidable, por otros de carácter más "biológico", especialmente los construidos con formas redondeadas evitando los ángulos o aristas en su interior, utilizando formas cilíndricas, troncocónicas e incluso ovoidales. En ninguno de estos casos se utiliza la resina epoxy como revestimiento interior, si no más bien se emplea el hormigón visto, que se protege de la acción agresiva del vino median-

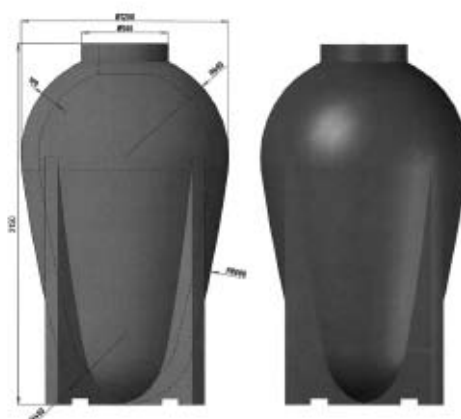


MODELO	HL	Accesorios	Diámetro (m)	Altura (m)	Peso (T)
ROMA B	8	Tapa, vena	1,20	1,10	1,5
	2,00		47,20	80,87	3307



Modelo de depósito dolia tipo romano (Nomblot).

CUVE DOLIA MODÈLE POMPEI CF
DOLIA TANK POMPEI MODEL



MODELO	HL	Accesorios	Diámetro (m)	Altura (m)	Peso (T)
POMPEI CF	8	Tapa, vena	1,20	1,10	1,5
	2,00		47,20	80,87	3307



Modelo de depósito dolia tipo Pompeya (Nomblot).



Depósito de madera de roble "ovum" 20 hl (Taransaud).

te un pasivado o franqueado con tartratos e incluso también con aditivos especiales mezclados con la masa de hormigón durante su construcción.

Uno de los depósitos más utilizados en los vinos biológicos son los Nomblot, que tienen forma de huevo, tratándose de un recipiente en forma de bóveda, donde todas las fuerzas periféricas se concentran hacia dentro, siendo una prolongación de la viña en el eje de la tierra-sol.

Desde el punto de vista biológico e incluso biodinámico, los depósitos deben estar contruidos con una materia viva como es la madera y mejor si ésta es vieja o usada durante muchas campañas. Los depósitos contruidos con materiales naturales son biodinámicamente más adecuados que otros fabricados por la mano del hombre, siendo la madera, el barro cocido y el hormigón sin revestir, preferibles a los de acero o de poliéster. Las tradicionales tinajas de madera o las tinajas de barro cocido son unos excelentes recipientes para elaborar y contener estos vinos.

4. DEPÓSITOS DE ACERO. ACERO INOXIDABLE

Los tanques de acero se empezaron a utilizar en enología no hace muchos años, primero con paredes de planchas de acero al carbono revestido exterior, y sobre todo interiormente en la zona en contacto con el vino, para evitar su corrosión y cesión a éste de notables cantidades de hierro, mediante la aplicación de un revestimiento adecuado, donde destacan la resina epoxy o el esmalte vitrificado de mayor fragilidad. Estos depósitos son fáciles de construir, transportar e incluso colocar, presentando un excelente coeficiente de transmisión de calor del orden de 5 a 10 calorías/°C·m²·hora en un espesor de 3 mm, que facilita la evacuación del calor en las vendimias o mostos en fermentación, y con unas elevadas condiciones de limpieza e higiene en sus paredes interiores.

El vitrificado o esmaltado se realiza en varias capas, aplicando primero una capa adhesiva de esmalte de fondo con adición de óxidos de cobalto, hierro o níquel para mejorar la adherencia a la superficie del acero, y luego dos a tres capas del esmalte de cobertura llegando en ocasiones hasta 10 a 12 mm de espesor, siendo vitrificadas a una temperatura de fusión de 960 a 1.000 °C.



Depósitos de acero al carbono sobre patas revestidos interiormente con esmalte vitrificado.



Depósitos de acero al carbono autovaciantes sobre patas revestidos interiormente con esmalte vitrificado.

Las obligadas operaciones de mantenimiento del revestimiento, hicieron evolucionar hacia el empleo del acero inoxidable de mayor coste, pero de mejores prestaciones que el anterior; siendo hoy día el material por excelencia utilizado en la totalidad de la industria alimentaria.

Acero inoxidable

Conocido desde principios del siglo XX, su utilización en alimentación data de la década de los años cuarenta, en enología es posterior, hacia las décadas de los setenta y ochenta, debido al éxito en las industrias láctea y cervecera. Las prestaciones de este material se resumen en los siguientes aspectos:

- Fácil limpieza y esterilización.
- Nula cesión de componentes y ausencia de sabores extraños.
- Material resistente, duradero y sin mantenimiento.
- Depósitos transportables y polivalentes.
- Excelente relación calidad-precio.

Los aceros inoxidables son aleaciones de hierro con otros metales, que le confieren una elevada resistencia a la corrosión, pudiendo ser de tipo magnético aleados con el cromo (serie 400), dentro de los cuales se encuentran los aceros martensíticos y los ferríticos, o bien de tipo no magnético aleados con el cromo y níquel (serie 300), entre los que se incluyen los austeníticos, siendo estos últimos los utilizados en la fabricación de depósitos. Los aceros inoxidables se definen según distintas normas internacionales, empleándose sobre todo en nuestro país la AISI norteamericana, en dos tipos de acero inoxidable para calderería: AISI 304 y AISI 316. La equivalencia de estos materiales con otras normas se detalla a continuación:

Norma	Tipos de acero inoxidable	
AISI (USA)	304	316
AFNOR (Francia)	Z6CN 18/10	Z3CND 18/12
DIN (Alemania)	X5CrNi 18/10	X5CrNiMo 18/10
UNE (España)	X6CrNi 18/10	X6CrNiMo 17/12/03
SIS (Suecia)	23-32	23-47
BSI (R. Unido)	302 S 15	316 S 31

Las propiedades físicas del acero inoxidable, a temperatura ambiente y en estado de temple austenítico, se resumen en las siguientes:

Módulo de elasticidad:	20.300 kg/mm ²
Resistividad eléctrica:	75 cm
Peso específico:	7,9 gramos/cm ³
Calor específico:	0,12 kcal/kg.°C
Conductividad térmica:	0,035 cal/cm ² .s.°C

por oxidación. Las levaduras también pueden producir este fenómeno, debido a su capacidad reductora, produciéndose especialmente en los cordones de soldadura cuando éstos no están pulidos y se acumula una importante cantidad de microorganismos.

- Corrosión química por puntos, debida a la acción de elementos como el fluor, cloro, bromo, yodo, ...
- Corrosión intercrystalina, en los aceros austeníticos que contienen pequeñas cantidades de ferrita más rica en cromo y menos en níquel; pueden producirse corrosiones por ausencia de estos metales.

El empleo de aleaciones adecuadas para cada caso, impiden una posible corrosión del acero inoxidable, pudiendo ser reparada la superficie afectada mediante un lijado previo de la misma, y luego reponiendo la capa pasiva por una aplicación de ácido nítrico al 20 % en caliente a una temperatura de 80 °C. Las chispas de soldadura y los roces con otros metales son origen de posibles corrosiones, por lo que es conveniente proteger el acero inoxidable en la fase de su manipulación en los talleres, con una lámina adhesiva de plástico, que luego pueda ser retirada con facilidad.

La terminación de la superficie tiene también una gran importancia, siendo las superficies lisas menos degradables que las rugosas, presentando una menor adherencia de los tartratos o de la suciedad, y siendo además más fáciles de limpiar. Los acabados de las superficies del acero inoxidable pueden ser las siguientes:

- V. "Superficie pulida alto brillo". No se utiliza en depósitos por su elevado precio.
- IV. "Superficie pulida". Se emplea en algunos depósitos. Existen distintos tipos de acabado en función del tamaño del grano de pulimento: 180 a 320.
- IIId. "Superficie recocida brillante con gas protector". Se utiliza en depósitos alimentarios.
- IIId. "Superficie laminada en frío, tratada por calor y relaminado". Se utiliza en depósitos alimentarios.
- IIId. "Superficie laminada en frío, tratada por calor y decapado". Excesivamente rugosa para depósitos alimentarios.

- IIIa. "Superficie laminada en caliente, tratada por calor y decapado". Excesivamente rugosa para depósitos alimentarios.

Los depósitos de acero inoxidable se construyen de forma cilíndrica, a base de una sucesión de virolas unidas por soldadura y de una anchura cada una de ellas estandarizada con la de las bobinas del fabricante. En estas condiciones, las paredes de los depósitos trabajan a tracción, donde este material es especialmente resistente, impidiendo la deformación del mismo y permitiendo además el empleo de espesores muy reducidos, que abaratan mucho la construcción de los mismos. Las virolas de mayor espesor se sitúan en la parte baja del depósito, donde los valores de la presión son más elevados, pudiendo reducirse a medida que se colocan más hacia arriba, utilizándose generalmente chapas de 1,5 a 3,0 mm de espesor, aunque nunca deberían instalarse con menos de 2,0 mm.

Para la construcción del fondo y del techo de los depósitos, el espesor de las chapas de acero inoxidable debe ser superior a los 2,0 mm, debido a que estos elementos deben soportar esfuerzos de flexión y de compresión menos adecuados para espesores delgados. A medida que el depósito es de mayor volumen, la cantidad del acero inoxidable utilizado por unidad de capacidad es cada vez más reducida, pudiendo estimarse los siguientes consumos:

4 a 5 kg/hl:	depósitos pequeños	(50 a 200 hl)
3 a 4 kg/hl:	depósitos medianos	(300 a 700 hl)
2 a 3 kg/hl:	depósitos grandes	(1.000 a 2.000 hl)

Los depósitos de acero inoxidable pueden construirse sobre patas, siendo de mayor costo pero móviles, o bien construirse sobre bancada de menor precio; los primeros tienen una limitación de volumen de hasta 500 a 700 hl, utilizándose sobre todo cuando se precisa elevar el depósito más de lo normal, por ejemplo en el caso de autovaciantes de tintos, mientras que los segundos no presentan una limitación de volumen, pudiéndose alcanzar capacidades millonarias.

La unión de chapas o virolas se realiza por medio de soldadura, siendo éste un aspecto de gran importancia para evitar la aparición de tensiones e incluso poros en los cordones. El mejor sistema de soldadura se hace por laminado, bajo una atmósfera inerte de argón o mezcla de helio y argón, y con un electrodo de tungsteno no consumible, por un pro-



Depósitos de acero inoxidable sobre bancada de hormigón.



Depósitos de acero inoxidable autovaciantes sobre patas.

cedimiento conocido como TIG. Después de la soldadura el cordón debe ser limpiado y a continuación pasivado para evitar posibles corrosiones. Para eliminar la oxidación producida en los procesos de soldadura se utiliza una mezcla de ácido nítrico al 10-25 % y ácido fluorhídrico al 1-8 %, a una temperatura de 25 a 60 °C y durante 5-50 minutos, debiendo enjuagarse luego con agua abundante.

Los **accesorios** son una parte importante de los depósitos, debiendo adecuarse a su utilización, siendo definidos por el enólogo de la bodega, aunque de manera orientativa se relacionan según las siguientes categorías:

Depósitos de almacenamiento:

- Tapa superior de 400 mm de diámetro, con cuello de al menos 300 mm.
- Puerta frontal ovalada de apertura interior, con un tamaño de 340 x 460 mm en depósitos de menos de 1.000 hl de capacidad, o de 400 x 500 mm en volúmenes superiores.
- Dos salidas, una de fondo para el vaciado total y otra lateral situada en la parte baja del cilindro, con un diámetro interior de 50 mm para depósitos menores de 8.000 hl y hasta 80 a 100 mm en volúmenes superiores. Válvulas de mariposa con rosca alimentaria normalizada (DIN NW), con tapón de seguridad exterior.
- Grifo tomamuestras y tubo de nivel lateral con cierre opcional.
- Válvula de doble efecto de seguridad para la salida y entrada de aire en el depósito, situada en el cuello o la tapa superior del mismo.
- Opcionalmente pueden instalarse un codo decantador colocado en la salida lateral, una bola de limpieza o similar en la parte superior del depósito, y un termómetro analógico lateral.

Depósitos de fermentación de mostos blancos y rosados:

Además de los accesorios anteriormente señalados en los depósitos de almacenamiento, los de fermentación de mostos blancos y rosados deberán estar dotados de los siguientes elementos:

- Camisa de refrigeración situada en la parte cilíndrica del depósito, colocada en la zona superior del mismo y por debajo del nivel del mosto en fermentación, ocupando una superficie del orden del 20 - 30 % del cilindro, calculada en función de las necesidades de refrigeración. En depósitos de gran capacidad, la camisa puede estar dividida en dos o más secciones para mejorar la eficacia de refrigeración. Las camisas deben estar punteadas con soldadura sobre el depósito, para evitar su deformación y mejorar la distribución del agua fría en su interior, llevando una entrada y otra salida de agua con su correspondiente electroválvula para automatización.
- Vaina o tubuladura en un lateral del depósito, colocada inmediatamente por debajo de la camisa de refrigeración, para alojar una sonda de temperatura tipo PT 100.

Depósitos de fermentación de vendimias tintas:

Los depósitos para la fermentación de las vendimias tintas, además de contar con los accesorios señalados anteriormente, deberán instalar otros dispositivos específicos para el manejo de los hollejos y pepitas encubados junto al mosto. Según sea la forma de hacer el vaciado de los hollejos fermentados, se distinguen dos tipos de depósitos: los de descube manual y los de descube automatizado también llamados "autovaciantes".

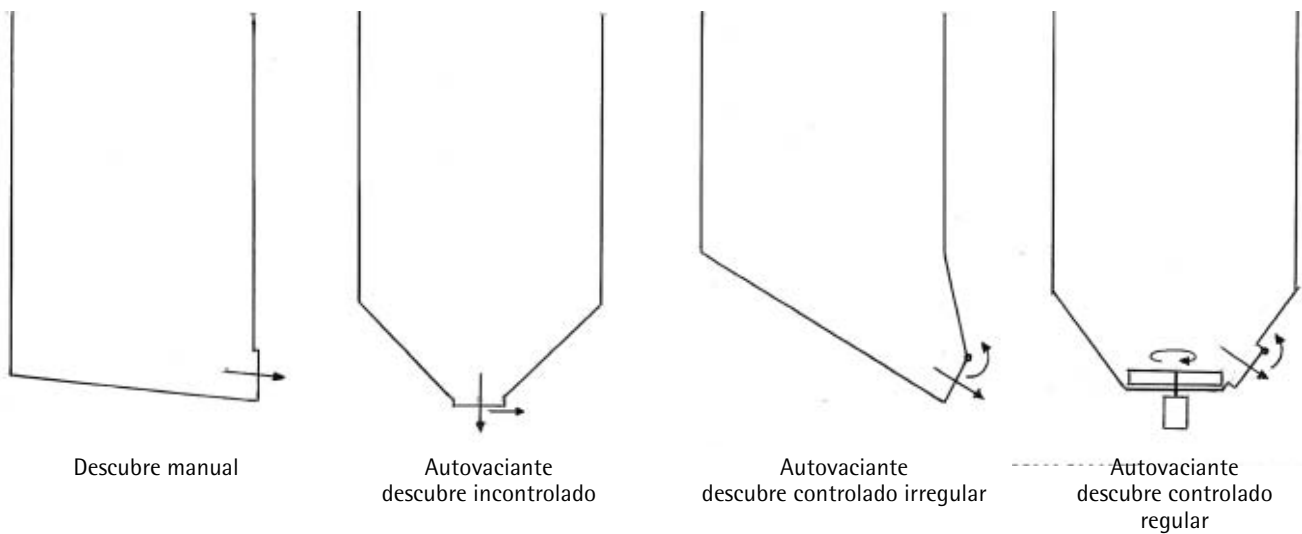
- Tapa superior de 500 mm, con cuello de al menos 300 mm.
- Tubo de remontado fijo, colocado vertical en la parte lateral del depósito, unido en la parte superior del depósito a un dispositivo de aspersión o distribución del mosto remontado sobre el sombrero de hollejos.
- Rejilla en la salida lateral del depósito, para facilitar el drenado del vino fermentado en el descube.
- Para el control térmico de la fermentación alcohólica se dispondrá de la correspondiente camisa de refrigeración, similar a la anteriormente descrita en los depósitos de fermentación de mostos blancos y rosados, pero colocada más baja teniendo en cuenta el espacio que se deja vacío en los depósitos de elaboración de vendimias tintas y el espesor ocupado por el sombrero, debiendo ésta comprender parte o la totalidad del mosto en fermentación

situado por debajo de los hollejos. En algunas ocasiones, como en elaboraciones de vinos tintos de guarda, donde la temperatura de fermentación puede ser más elevada (28 a 30 °C), el control de temperatura se hace por medio de una ducha de agua por el exterior del depósito, instalándose un anillo perforado distribuidor de agua en la parte superior del depósito con su correspondiente electroválvula y un canal circular de recogida del agua ubicado en la parte inferior. Completan la instalación una vaina lateral para contener una sonda de temperatura tipo PT 100 y un termómetro analógico de control también en el lateral.

- En los depósitos de descube manual, una puerta frontal de apertura exterior, generalmente rectangular y de al menos 400 x 600 mm. Fondo inclinado para facilitar la extracción de los orujos.
- En los depósitos de descube automatizado, los accesorios pueden ser muy diversos debido a que existen una gran cantidad de modelos, destacando entre ellos tres tipos:
 - Depósitos autovaciantes de descube incontrolado, donde una vez abierta la puerta de descube, el orujo sale de golpe y sin posibilidad de controlarlo. Estos recipientes suelen tener un fondo cónico centrado respecto al cilindro y una puerta horizontal situada en su parte inferior.
 - Depósitos autovaciantes de descube controlado irregular, donde la puerta de descube puede ser abierta o cerrada a voluntad para permitir la salida del orujo, aunque ésta no se puede controlar con exactitud. Estos recipientes suelen tener un fondo cónico excéntrico respecto al cilindro, y una puerta situada en la parte final del cono, con control de apertura por medio de un husillo o por un pistón hidráulico.



Depósitos autovaciantes de acero inoxidable con descube controlado irregular.



Depósitos autovaciantes de acero inoxidable con descube controlado regular.



Depósitos troncocónicos de acero inoxidable con descube manual.

- Depósitos autovaciantes de descube controlado regular, donde una vez abierta la puerta de descube, el orujo sale de manera regular y continua gracias a un dispositivo de extracción colocado en el interior del depósito. Estos recipientes suelen tener un fondo troncocónico centrado respecto al cilindro, con una puerta de descube lateral situada en la pared del cono, y unas paletas extractoras colocadas en la parte inferior y movidas por un motor eléctrico o hidráulico situado en el exterior del depósito.

En cuanto a la forma y volumen ideales para mejorar la maceración de las vendimias tintas, se aconsejan volúmenes no muy elevados de hasta 300 hl de capacidad, donde el manejo del sombrero es más efectivo, con una geometría ideal donde la altura debe ser igual al diámetro ($H = \emptyset$), para aumentar la superficie de maceración en lo posible entre el sombrero y el

mosto en fermentación. Recientemente se han construido depósitos troncocónicos de acero inoxidable, a imitación de las tinas de madera de fermentación, con las dimensiones y geometría antes citadas, que permiten una mejor ruptura del sombrero en las operaciones de remontado o de bazuqueo.

Depósitos isotérmicos:

- Puerta frontal ovalada de apertura interior, con un tamaño de 340 x 460 mm.
- Portillón isotérmico exterior con cierre hermético.
- Dos salidas, una de fondo para el vaciado total y otra lateral con codo decantador situada en la parte baja del cilindro, con un diámetro adecuado a su volumen y válvula de mariposa con rosca alimentaria y tapón exterior de seguridad.
- Grifo tomamuestras y tubo de nivel lateral con cierre opcional.

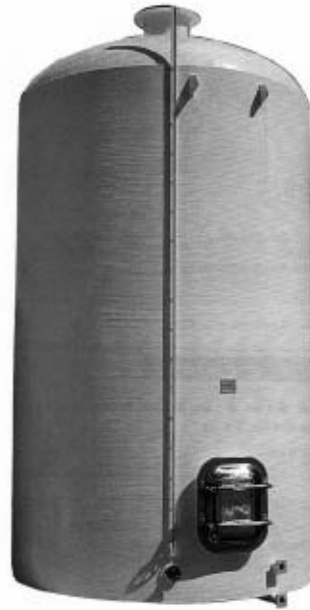


Depósitos isotérmicos de acero inoxidable.

- Termómetro analógico lateral.
- Válvula de doble efecto de seguridad para la entrada y salida de aire en el depósito, situada en la parte superior del depósito.
- Aislamiento suficiente para garantizar una pérdida máxima en una semana de 1,5 °C, con vino a una temperatura de -5 °C y una temperatura exterior de 20 °C. El aislamiento no deberá llevar juntas, y poseerá las correspondientes barreras antivapor e hidrófuga, además de una lámina exterior de aluminio o acero inoxidable decorativa de pequeño espesor.
- Opcionalmente pueden instalarse una tapa superior de 400 mm de diámetro, con cuello de al menos 300 mm, así como una bola de limpieza o similar colocada en la parte superior del depósito.

5. DEPÓSITOS DE RESINA DE POLIÉSTER REFORZADOS CON FIBRA DE VIDRIO (PFV)

Estos depósitos comenzaron a utilizarse en la industria enológica a partir del año 1950, estando contruidos de una resina de poliéster no saturada, que se combina con el estireno u otros monómeros como disolventes, endureciéndose por la acción de catalizadores (peróxidos orgánicos), formando una sustancia dura y vidriosa polimerizada en una estructura tridimensional, donde el estireno actúa de reticulante. Para aumentar su resistencia y mejorar



Depósito de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PFV).

su solidificación se utiliza fibra de vidrio silíceo no alcalino, que se dispone en varias capas dentro de la resina de poliéster. El contenido de fibra de vidrio no debe ser menor del 60 % en la parte cilíndrica del depósito, ni tampoco inferior al 40 % en la base, donde el depósito ofrece una menor resistencia.

Las ventajas de este tipo de recipientes se resumen en los siguientes aspectos:

- Recipientes extremadamente ligeros y siendo por lo tanto fácilmente transportables.
- Excelente resistencia a la corrosión, especialmente en ambientes de elevada humedad; así como en líquidos muy cargados de anhídrido sulfuroso. Muy resistentes a las temperaturas, desde -40 °C hasta los +115 °C.
- Material de larga duración, con una vida comprobada de más de 60 años desde su invención.
- Bajo costo respecto de otros depósitos.
- Fácil construcción de depósitos isoterms, mediante una capa de espuma de poliuretano confinada entre otras dos de resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio.

Los inconvenientes que presentan estos depósitos se detallan como sigue:

- No resisten una sobrepresión por encima de la propia del líquido que contiene, ni tampoco las depresiones provocadas por el vacío. La fragilidad de estos depósitos obliga a disponer de un buen asen-

tamiento, especialmente en depósitos horizontales de elevada capacidad.

- Son translúcidos por lo que dejan pasar la luz a través de sus paredes, siendo conveniente pintarlos exteriormente para oscurecer su interior.
- Son bastante impermeables a la entrada del aire, aunque con el tiempo los vinos almacenados pueden sufrir una cierta oxidación, recomendándose utilizarlos para almacenamientos cortos.
- La resina de poliéster no es excesivamente resistente frente a los ácidos fuertes y tampoco a las concentraciones de alcohol elevadas, aunque en el vino se comportan correctamente.
- El estireno que participa en el proceso de fabricación del depósito, cuando la polimerización es incompleta, puede pasar al vino comunicándole un característico sabor a plástico, pudiendo ser detectado en la cata a partir de tan solo 0,2 mg/litro, estableciéndose un límite de 0,1 mg/litro. Para evitar la cesión de este compuesto al vino, la resina de poliéster debe ser sometida a un tratamiento de postpolimerización a 100 °C de temperatura durante 3-4 horas.

Los accesorios de estos depósitos son muy similares a los de los depósitos de acero antes descritos y utilizándose en su construcción también acero inoxidable.

La cesión de estireno puede ser medida sobre una superficie del material en una solución de agua y alcohol al 13 %, con un 3 % de ácido acético, analizando el líquido resultante después de un cierto tiempo por cromatografía de gases. La cantidad de estireno cedido al vino se rige por la siguiente ecuación de difusión:

$$Q = 2 \cdot C \cdot \frac{D \cdot T}{\pi}$$

Q: cantidad de estireno que pasa al vino en $\pi \mu\text{g}/\text{cm}^2$ de superficie de contacto.

C: concentración de estireno libre en el estratificado en $\mu\text{g}/\text{cm}^3$.

D: coeficiente de difusión en $\text{cm}^2/\text{día}$.

T: tiempo de días.

6. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD O AFORO DE LOS RECIPIENTES ENOLÓGICOS

Aunque parezca un concepto elemental, conocer exactamente la capacidad de los diferentes recipientes de uso enológico, es un dato de gran importancia para la gestión de la bodega, no solo en lo referente a las tareas administrativas, sino también a las de carácter técnico, donde es importante conocer las capacidades, para determinar las dosis de aditivos o tratamientos, cálculo de rendimientos, ...

Las maneras de calcular la capacidad de un recipiente pueden ser varias, una consiste en llenarlo con un determinado líquido como puede ser el agua, y éste a su vez se puede medir con otros recipientes de volumen conocido y contrastado, o bien utilizar un contador de líquidos instalado sobre una tubería de transporte, no siendo este último un método muy exacto por el margen de error que presentan este tipo de aparatos, cuestión que se agrava cuando varían las condiciones de caudal y presión en su ejecución. Otra forma de aforar un recipiente consiste en medir sus dimensiones interiores y calcular mediante las correspondientes fórmulas su volumen.

A continuación se detallan las fórmulas para el cálculo de los volúmenes (V), así como de las superficies (S) de los recipientes, expresando las dimensiones en metros (m), y por lo tanto los volúmenes en metros cúbicos (m^3) y las superficies en metros cuadrados (m^2).

- Paralelepípedos:

$$V = a \cdot b \cdot c \quad \begin{array}{l} a: \text{anchura.} \\ b: \text{longitud.} \\ c: \text{altura.} \end{array}$$

$$S = 2 \cdot (a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c)$$

- Cilindros:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h \quad \begin{array}{l} r: \text{radio de la base.} \\ h: \text{altura del cilindro.} \end{array}$$

$$S = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot (h + r)$$

- Conos:

$$V = 1/3 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h \quad \begin{array}{l} r: \text{radio de la base.} \\ h: \text{altura del cono.} \end{array}$$

$$S^* = \pi \cdot r \cdot \sqrt{r^2 + h^2}$$

- Troncos de cono:

$$V = 1/3 \cdot \pi \cdot h \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2)$$

$$S^* = \pi \cdot (R + r) \cdot \sqrt{R^2 - R \cdot r + r^2} + h^2$$

R: radio de la base mayor.

r: radio de la base menor.

h: altura del tronco de cono.

- Esferas:

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$

$$S = 4 \cdot \pi \cdot r^2$$

r: radio de la esfera.

- Casquetes esféricos:

$$V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h^2 \cdot (3 \cdot r - h)$$

$$S^* = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

r: radio de la esfera.

a: radio de la base del casquete.

h: altura del casquete.

S : área de la superficie total.

S*: área de la superficie curva.

La mayor parte de los depósitos enológicos están formados por los cuerpos antes señalados, bien como formas simples, o por el contrario por combinación de varios de ellos; así por ejemplo un depósito auto-vaciante está formado por un cuerpo cilíndrico, un techo cónico de poca altura, y un fondo también cónico de mayor altura. En otras ocasiones los recipientes vinarios tienen una forma especial, donde no es posible determinar su capacidad por fórmulas matemáticas convencionales, debiéndose acudir a otras empíricas como las que se describen a continuación:

- Barricas, toneles, botas, bocoyes, ...:

$$V = 0,635 \cdot A^3$$

$$V = 0,8 \cdot L \cdot D \cdot d$$

$$V = 0,268 \cdot L \cdot (D^2 + D \cdot d + d^2)$$

$$V = 0,3927 \cdot L \cdot (D^2 + d^2) \quad V = 0,3927 \cdot L \cdot (D^2 + d^2)$$

$$V = 0,694 \cdot D^2 \cdot L$$

$$V = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot L \cdot (d + (D-d) \cdot 0,56)^2$$

$$V = 0,087 \cdot L \cdot (2 \cdot D + d)^2$$

$$V = 0,15 \cdot L \cdot (d + 1,27 \cdot D)$$

$$V = 0,012 \cdot L \cdot (5 \cdot D + 3 \cdot d)^2$$

D: diámetro mayor de la panza.

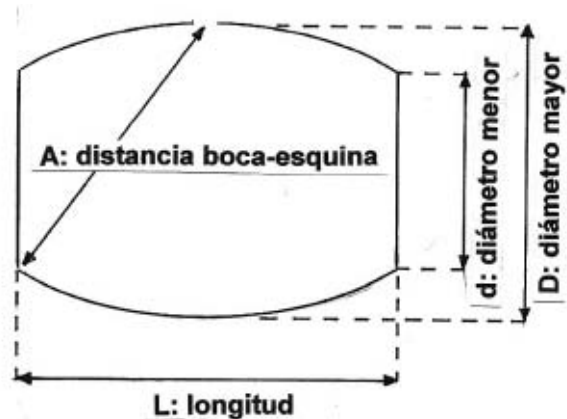
d: diámetro menor de los fondos.

L: altura de fondo a fondo.

A: distancia de la boca hasta la esquina inferior derecha o izquierda de los fondos.

$$V = \pi \cdot (8 \cdot D^2 + 4 \cdot D \cdot d + 3 \cdot d^2) \cdot L / 60$$

(Fórmula de Lapparent y Jasserson para botas jerezanas).



- Tinajas:

$$V = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$$

r: radio mayor de la tinaja.

h: altura de la tinaja.

Los volúmenes de los recipientes deben ser medidos y por lo tanto expresados a una determinada temperatura, pues con el calor tanto el continente como el contenido se dilatan, aunque el líquido lo hace en mayor cuantía, y por el contrario con el frío se produce una contracción.

Por último, en la industria enológica se utilizan determinadas unidades de medida de la capacidad, relacionando seguidamente algunas de ellas:

Sistema métrico:

$$1 \text{ kilolitro (kl)} = 1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ litros}$$

$$1 \text{ hectolitro (hl)} = 100 \text{ litros}$$

$$1 \text{ decalitro (dl)} = 10 \text{ litros}$$

$$1 \text{ litro (l)} = 1 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ decilitro (dl)} = 0,1 \text{ litros}$$

$$1 \text{ centilitro (cl)} = 0,01 \text{ litros}$$

$$1 \text{ mililitro (ml)} = 1 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ litros}$$

Antiguas medidas españolas:

$$1 \text{ arroba (@)} = 16 \text{ jarros} = 32 \text{ cuartillos}$$

$$= 28 \text{ copas} = 16,133 \text{ litros}$$

$$1 \text{ azumbre} = 4 \text{ cuartillos} = 2,016 \text{ litros}$$

$$1 \text{ barrilón} = 32 \text{ porrones} = 30,350 \text{ litros}$$

$$1 \text{ cántara} = 8 \text{ azumbres} = 4 \text{ cuartillas}$$

$$= 16,133 \text{ litros}$$

1 carga	= 4 barrilones = 2 bots = 8 mallals = 128 porrones = 512 patricones = 123,84 litros
1 copa	= 0,126 litros
1 cuartera	= 6 barcillas = 36 almudes = 70,34 litros
1 cuartillo	= 4 copas = 0,504 litros
1 miedro	= 12 cántaras = 193, 596 litros
1 moyo	= 4 cañados = 181,48 litros
1 patricón	= 0,237 litros
1 pinta	= 0,735 litros
1 pipa	= 4 cargas = 485,6 litros
1 porrón	= 4 patricones = 0,237 litros

LA SOSTENIBILIDAD DEL TAPÓN DE CORCHO: DEL CAMPO A LA BODEGA

Manuel A. Martínez Cañas

Doctor en Ciencias Químicas. Lic. en Enología. Centro de Inv. Científicas y Tecnológicas de Extremadura. Gobierno de Extremadura

1. INTRODUCCIÓN

Desde su aparición sobre la Tierra, el ser humano ha alterado drásticamente su entorno, representando siempre un factor determinante en la transformación del planeta. A pesar de esto, no todas las culturas han incidido de igual manera en el medio. Algunas han elaborado un tipo de sociedad que les ha permitido mantenerse en equilibrio con él, mientras que otras han desarrollado culturas basadas en una relación desequilibrada, es decir, sociedades insostenibles. Desde esta perspectiva, podemos decir que la Cultura Occidental contemporánea es claramente insostenible. Su relación con el entorno se fundamenta en la idea de la instrumentalización de la Naturaleza como una inagotable fuente de recursos.

El concepto mismo de desarrollo sostenible es un concepto en continua evolución que ha nacido hace tiempo, incluso antes de que las instituciones internacionales y los gobiernos intentaran darle una definición limitada.

En lo que al tapón de corcho respecta, éste procede de un ecosistema único en el mundo, la dehesa, que sirve de soporte para un innumerable conjunto de especies, tanto animales como vegetales. El hombre ha aprovechado a su antojo este ecosistema, si bien, por beneficio propio, lo ha ido cuidando con el paso del tiempo, y controlando las actividades que sobre él realiza. De este modo, la simbiosis hombre-dehesa, bajo una gestión adecuada, está fuertemente ligada a su aprovechamiento sostenible.

Desde que se extrae el corcho del alcornoque, hasta que se bebe el vino de una botella, existen innumerables factores –unos puntuales y otros permanentes– que hacen que una pequeña pieza de corcho, de no más de 4 gramos, tenga a su espalda una importancia tal que hacen, entre otros factores (otros aprovechamientos), que el sistema “dehesa” sea, por sí, sostenible.

Prueba de esta última aseveración son los últimos estudios sobre el ciclo de vida del corcho. Desde el

campo hasta la bodega, y su posterior reutilización, el tapón de corcho es uno de los protagonistas del secuestro de gases de efecto invernadero, pues por cada tonelada de productos de corcho que se producen, se fijan casi 15 toneladas de dióxido de carbono.

2. EL ORIGEN DEL CORCHO: LA DEHESA

La Real Academia Española de la Lengua, en su diccionario de la lengua española¹ define el término *dehesa*, en su primera acepción, como:

Dehesa. (Del lat. *defensa*, defendida, acotada).

1. f. Tierra generalmente acotada y por lo común destinada a pastos.

No obstante, dicha definición se queda corta en tanto en cuanto limita su definición a un solo aprovechamiento como el pasto.

Otra definición del término *dehesa*, que se ajusta más a la realidad, podría ser la siguiente:

Dehesa es un bosque claro de encinas, alcornoques u otras especies, con estrato inferior de pastizales o matorrales, donde la actividad del ser humano ha sido intensa, y generalmente están destinados al mantenimiento del ganado, a la actividad cinegética y al aprovechamiento de otros productos forestales (leñas, corcho, setas, ...). Es un ejemplo típico de sistema agrosilvopastoral.

Se trata de un ecosistema derivado de la actividad humana a partir del bosque de encinas, alcornoques, ... Es la consecuencia de conquistar al bosque terrenos para destinarlos a pastizales. Pasa por una fase inicial en la que se aclara el bosque denso para pasar a una segunda fase de control de la vegetación leñosa y la estabilización de los pastizales.

En esta segunda definición ya se hace mención a las principales especies arbóreas que pueblan la



Figura 1. Pie aislado de Encina (*Quercus ilex*).



Figura 2. Bellota de encina.

dehesa, la encina y el alcornoque, y se nombran algunas de las actividades, además de la producción de pastos, que son propias del aprovechamiento de la dehesa.

Centrándonos en las especies arbóreas de la dehesa, podemos decir que la encina es mayoritaria, a pesar de que el alcornoque tiene una importancia fundamental por el aprovechamiento corchero que tiene.

La encina (*Quercus ilex*) (figura 1) es un árbol de la familia de las fagáceas. Es un árbol perennifolio nativo de la región mediterránea de talla mediana, aunque puede aparecer en forma arbustiva, condicionado por las características pluviométricas o por el terreno en el que se encuentre.

El fruto de la encina (figura 2) es la *bellota*. Son unos frutos de color marrón oscuro cuando maduran (antes, lógicamente verdes), brillantes y con una cúpula característica formada por brácteas muy apre-

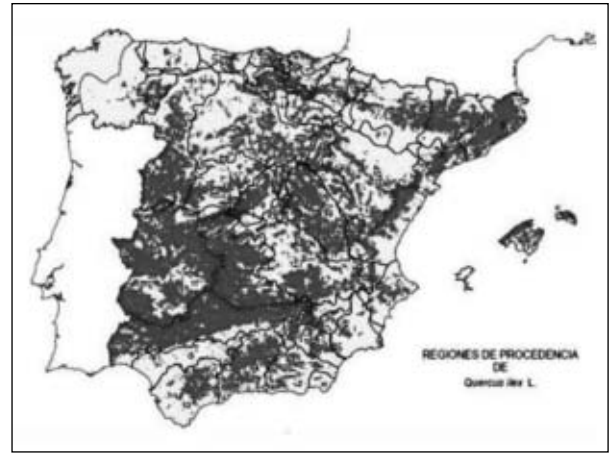


Figura 3. Distribución de la Encina en España.

tadas y densas, que los recubren aproximadamente en un tercio de su tamaño.

Respecto a la distribución de la encina, según el último Inventario Forestal de España², la superficie ocupada por esta especie en nuestro país alcanza una superficie de unos tres millones de hectáreas, distribuidas según la figura 3.

Respecto a Extremadura, cuenta con una superficie de más de 1.200.000 hectáreas, lo que supone más del 40 % de la superficie total ocupada por esta especie.

La otra especie arbórea protagonista de la dehesa es el alcornoque (*Quercus suber*). El alcornoque (figura 4), al igual que la encina, también pertenece a la familia de las fagáceas, y también es de hoja perenne. Tiene porte medio, y es nativo de Europa y norte de África, aunque está muy extendido por otras partes del mundo por el hombre, por la explotación de su corteza, de la que se obtiene el corcho.

El fruto del alcornoque³ (figura 5) se conoce también por *bellota*. Son unos frutos de forma y tamaño variables, incluso dentro del mismo árbol, generalmente alargadas, con punta vellosa. El color es marrón oscuro cuando maduran (antes, lógicamente verdes). El endocarpo es lampiño o glabrescente, y la cúpula es cónico-acampanada, con escamas laxas, de color grisáceo, alargadas, encontrándose éstas separadas de la estructura de la cúpula, de forma aleatoria (al contrario que las de la encina, que se encuentran más apretadas y de forma más organizada). Por regla general, la cúpula alcanza la mitad, aproximadamente, del tamaño de la bellota.

A nivel mundial, el alcornoque, como se ha dicho anteriormente, se encuentra en el norte de África y en Europa, concretamente, en Marruecos, Túnez y



Figura 4. Conjunto de alcornoques sometidos recientemente a la saca del corcho.



Figura 5. Bellota de alcornoque.

Argelia, y Portugal, España, Italia y Francia. La superficie total de esta especie ronda los 2,12 millones de hectáreas, siendo Portugal el país con mayor superficie de alcornoque, seguido de España. Entre ambos países suman el 61 % de la superficie mundial.

En España, el alcornoque ocupa unas 750.000 hectáreas⁵, principalmente localizadas en Cataluña, (donde se encuentra en forma de monte alcornocal), y en Extremadura, Cádiz, norte de las provincias de Huelva y Sevilla, y Salamanca y Toledo, principalmente, en forma adhesada. Respecto a Extremadura, la superficie ocupada por alcornoques ronda las 400.000 hectáreas, aunque en ellas se incluyen zonas donde la presencia es en forma de pies dispersos, rodalillos y líneas.

Quercus suber

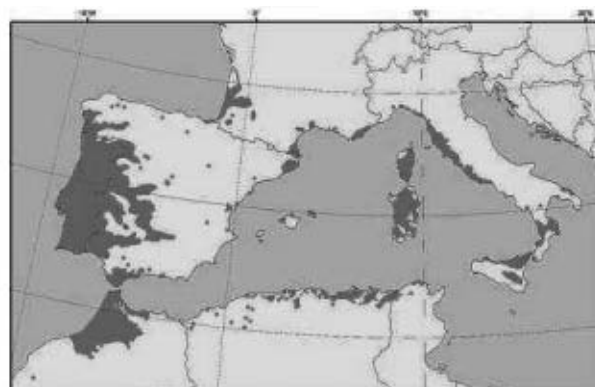


Figura 6. Distribución geográfica del alcornoque.

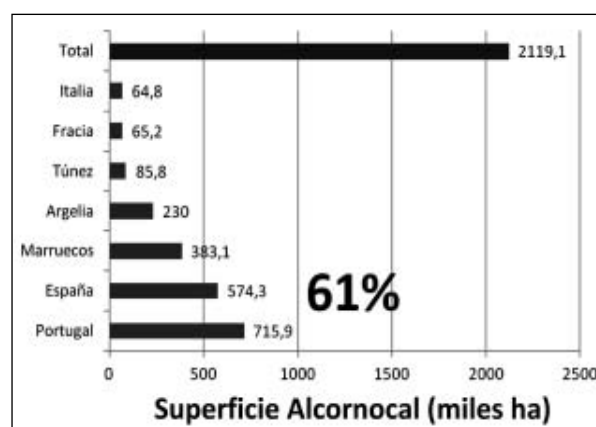


Gráfico 1. Distribución geográfica del alcornoque⁴.



Figura 7. Distribución geográfica nacional del alcornoque.



Figura 8. Dehesa extremeña en la que conviven encinas y alcornoques.

En lo que a producción de corcho se refiere, pareja a las tendencias en cuanto a superficie, son Portugal y España los mayores productores de corcho en campo. Del total producido a nivel mundial, más de 200.000 toneladas/año de corcho, estos dos países suman el 81 % del total, tal y como se recoge en la siguiente gráfica:

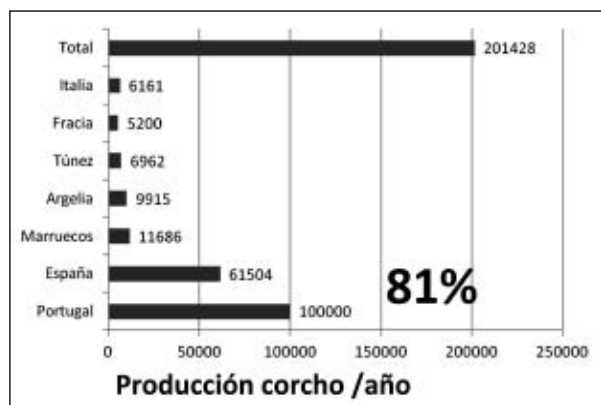


Gráfico 2. Producción mundial de corcho⁶.

Dentro de nuestro país, Extremadura produjo en 2013 unas 23.000 toneladas, lo que supone un 11,5 % de la producción mundial de corcho.

3. SOSTENIBILIDAD DEL SECTOR CORCHERO

3.1. Aspectos generales

El término "sostenibilidad" se encuentra íntimamente ligado con otro término: la "ecología industrial".

Se define "ecología industrial" como el conjunto de principios adaptados a la ecología para el análisis de sistemas industriales, incluyendo los impactos sobre la sociedad y el medio ambiente.

Sobre la base de la premisa anterior, podemos establecer un símil, en el que se plantee la hipótesis de que un sistema industrial se puede parecer a un

sistema natural. Así, nos encontramos con sistemas "lineales" y sistemas "circulares". En los primeros, se encuentra una relación lineal entre el aporte de recursos y energía a un sistema que genera, además del producto deseado, una serie de residuos. El caso de los sistemas circulares se da cuando el aporte de recursos y energía sobre un sistema genera, como en el caso de los sistemas lineales, tanto residuos como productos. La diferencia entre ambos estriba en que, en el segundo caso, los residuos generados en el proceso de producción pueden ser incorporados al mismo para seguir generando productos. El caso ideal sería aquél en el que la generación neta de residuos de una unidad de producción fuese nulo.

Al hablar de sostenibilidad de un producto estamos hablando de sistemas circulares, de forma que el sistema, o ecosistema en el que nos encontramos no se agotaría debido a la entrada de recursos en el mismo, ya que los residuos generados servirían para retroalimentar dicho sistema.

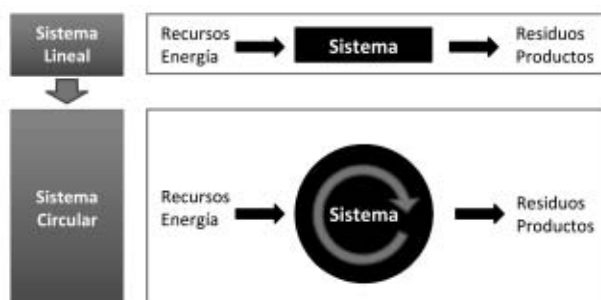


Gráfico 3. Sistemas de producción lineales y circulares.

En cualquier caso, tanto en procesos industriales como en la propia naturaleza, la realidad no es tan sencilla, y cualquier proceso productivo tiene numerosos "inputs" o entradas (recursos y energía), así como innumerables "outputs" o salidas (productos y residuos).

Si nos referimos a la definición del término "sostenibilidad", podemos definirla como "la capacidad de permanecer. Cualidad por la que un elemento, sistema o proceso, se mantiene activo en el transcurso del tiempo, sin ayuda exterior ni merma de los recursos existentes". Si por el contrario, hablamos de "desarrollo sostenible", podría pensarse que es un término reciente, de nueva creación: nada más lejos de la realidad. Desarrollo sostenible es un término acuñado, en 1713, por Hanns Carl von Carlowitz, jefe de la guardia forestal del electorado de Sajonia, Alemania. Difundió el conocido "Ejemplo del bosque" para explicar el concepto sostenibilidad: "Si talamos

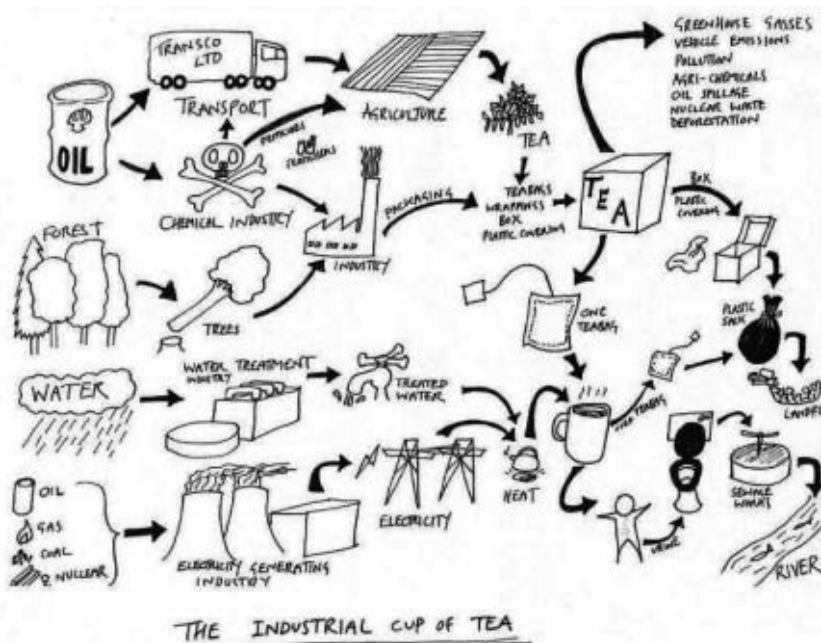


Figura 9. Producción industrial del té. La realidad no es tan sencilla como parece.



Hanns Carl von Carlowitz, jefe de la guardia forestal del electorado de Sajonia, Alemania (1645-1714)



Sylvicultura Oeconomica, oder haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht (1713)

Figura 10. Retrato de Hanns Carl von Carlowitz, primer autor que definió el término "desarrollo sostenible". Imagen de la obra donde define el término.

un poco de madera de un bosque, él solo se regenera y sigue produciendo más madera todos los años, pero si cortamos todos los árboles del bosque desaparece y nunca más volverá a producir madera".

Esta definición fue recuperada, en 1987, por Gro Harlem Brundtland, primer ministra de Noruega, para el informe socio-económico de la ONU: "Nuestro Futuro Común / Our Common Future". Este informe se redactó como respuesta a las crisis energéticas del petróleo de los años 70.

El objetivo del desarrollo sostenible es definir proyectos viables y reconciliar los aspectos económico, social y ambiental de las actividades humanas; "tres pilares" que deben tenerse en cuenta por parte de las comunidades, tanto empresas como personas. Así, podemos definir:

Sostenibilidad económica: se da cuando la actividad que se mueve hacia la sostenibilidad ambiental y social, es financieramente posible y rentable.

Sostenibilidad social: basada en el mantenimiento de la cohesión social y de su habilidad para trabajar en conseguir objetivos comunes.

Sostenibilidad ambiental: compatibilidad entre la actividad considerada y la preservación de la biodiversidad y de los ecosistemas, evitando la degradación de las funciones fuente y sumidero.

Haciendo una extrapolación a la Dehesa, puede considerarse que la gestión de la dehesa contempla un desarrollo que es, en sí, sostenible, pues se hace una gestión sostenible de este ecosistema. Además, esta gestión cumple al cien por cien con los requisitos para que se de los tres tipos de sostenibilidad mencionados anteriormente.

3.2. Sostenibilidad de la Dehesa

En este sentido, la gestión que se hace de la Dehesa se hace con vistas a su máximo aprovechamiento con el menor impacto posible sobre la integridad de la misma. Estos aprovechamientos pasan por el aprovechamiento ganadero (cría de ganado vacuno, ovino, caprino y porcino, entre otros), extracción del corcho, leña, carbón vegetal, micología, aprovechamiento cinegético, turismo rural, ...

Si bien todas las actividades enumeradas anteriormente son respetuosas con el ecosistema que nos ocupa, el impacto que sobre la dehesa tienen es variable, y la alteración que producen es distinto, siempre con la premisa de que se procura que estemos en un sistema circular, mencionado anteriormente, de forma que no se produzca el agotamiento de los recursos y de que los residuos generados retroalimenten el propio sistema. De este modo, nos

encontramos con que la actividad que mayor alteración produce en la Dehesa son las obras públicas (edificaciones para turismo rural, caminos de acceso a fincas, ...), mientras que el más liviano es el ecoturismo, entendiendo como tal a aquella clase de turismo en el que el visitante sólo visita a la dehesa, interactuando con ella sin influir en su entorno (observación de aves, ciclismo, ...).



Gráfico 4. Alteración que se produce por el aprovechamiento de la dehesa.

Está claro que todos estos aprovechamientos generan unas rentas, motor de la economía de aquellas zonas geográficas donde la dehesa se hace presente. En Extremadura, con más del 30 % de su superficie ocupada por dehesas, las rentas generadas son importantes, en torno a unos 461 millones €/año, si bien unas son más importantes que otras. Así, la actividad que mayor renta proporciona es la cría de ganado, con un 55 % del total, seguido de la agricultura, con un 27 % y del aprovechamiento corchero, con un 10 % sobre el total.

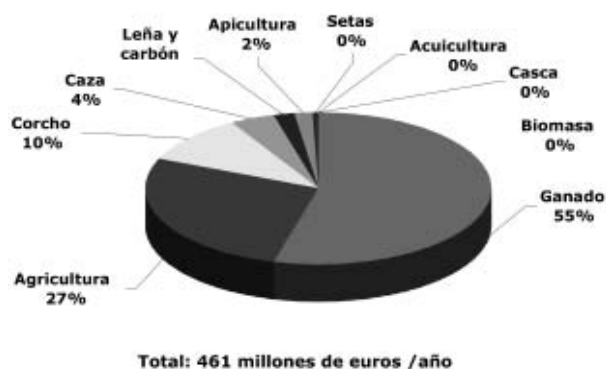


Gráfico 5. Rentas de la dehesa.

Sector Corchero

En Extremadura, como se ha dicho anteriormente, se producen unas 23.000 toneladas/año de corcho en campo, aunque esta cifra puede llegar a variar hasta un 20 % de forma interanual. Esta cantidad de corcho producido en campo se traduce en unos 47,5 millones de euros/año de renta para el monte, además de la generación de 205.000 jornales/año y unos 1.300 puestos de trabajo directos.

Profundizando en el sector corchero, se hace necesario "desgranar" lo que la producción en campo de este producto supone respecto a las manufacturas que, principalmente, se hacen a partir de esta materia prima. Y se dice principalmente, porque casi el 80 % de la producción mundial de corcho se destina a la fabricación del tapón de corcho y otras manufacturas utilizadas para el tapamiento de botellas, si bien hay otros usos que cada día están más en auge, tales como su uso en aeronáutica, moda, construcción, ...

En el siguiente esquema se representa la distribución de los distintos productos y residuos que se generan a partir de una unidad de producción de 100 kg de corcho:

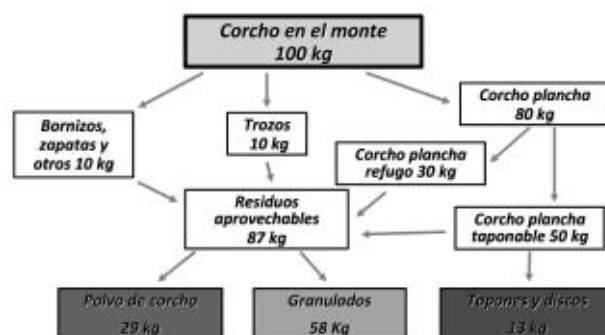


Gráfico 6. Distribución de los productos obtenidos de una partida de corcho obtenido de la saca del alcornoque.

Así, de 100 kg de corcho producido en el campo, se obtienen 13 kg de tapones de corcho y discos, fabricados de corcho natural; 58 kg de granulados, que se utilizan principalmente para la fabricación de tapones de corcho aglomerado; y 29 kg de polvo de corcho, que no tiene uso para la fabricación del tapón y se considera como un residuo. No obstante, este residuo, en numerosas ocasiones, se convierte en una "entrada" en un sistema lineal, transformándolo en sistema circular. Este hecho tiene lugar cuan-

do se usa este polvo de corcho para producir energía, que será aprovechada en la propia industria: esta generación de energía se produce cuando el polvo de corcho se quema en una caldera para producir calor, el cual es aprovechado por la propia industria.

Aprovechamiento cinegético

Las dehesas de Extremadura son el hábitat para un numeroso número de especies cinegéticas. En este sentido, esta Comunidad Autónoma es destino preferencial dentro del ámbito Ibérico para el ejercicio de la caza, en sus dos modalidades: caza mayor y caza menor.

Especies como el jabalí, el venado, el muflón, o el zorzal, el conejo o la paloma torcaz, entre otras, se crían en condiciones idóneas debido a la gran cantidad de alimento que encuentran en las dehesas. Así, en función de las condiciones climáticas y sanitarias, se capturan al año 9.500 piezas de jabalí; 3.500 piezas de venado; 437.000 piezas de zorzal; 182.000 piezas de conejo; 158.000 piezas de paloma torcaz, o 119.000 piezas de perdiz, entre otras tantas de tórtola o liebre. En su conjunto, la actividad cinegética suponen

unos ingresos anuales de unos 18,9 millones de euros/año.

Aprovechamiento de leña y carbón

La leña y el carbón son otros aprovechamientos muy importantes de la dehesa. Así, se producen más de 730.000 metros cúbicos de leña cada año, y casi 11.000 toneladas de carbón, lo que suponen casi 10 millones de euros/año entre los dos.

Otros aprovechamientos

Existen otros aprovechamientos, que si bien son menos importantes que los anteriores y que la ganadería y la agricultura, aportan "su granito de arena" a la economía regional. Tal es el caso de la apicultura, cuya producción anual asciende a 5.500 toneladas de miel, con unas rentas de más de 8 millones de euros; la biomasa procedente de masas de matorral, utilizada como biocombustibles para cogeneración o para comportado, con unas producciones medias de 1.000 kg/ha de jara o 2.500 kg/ha de jarabrez, que equivalen a una producción de 1 MW/35.000 ha de matorral.



Figura 11. Imágenes del proceso de extracción, acarreo, transporte y almacenamiento del corcho en campo.

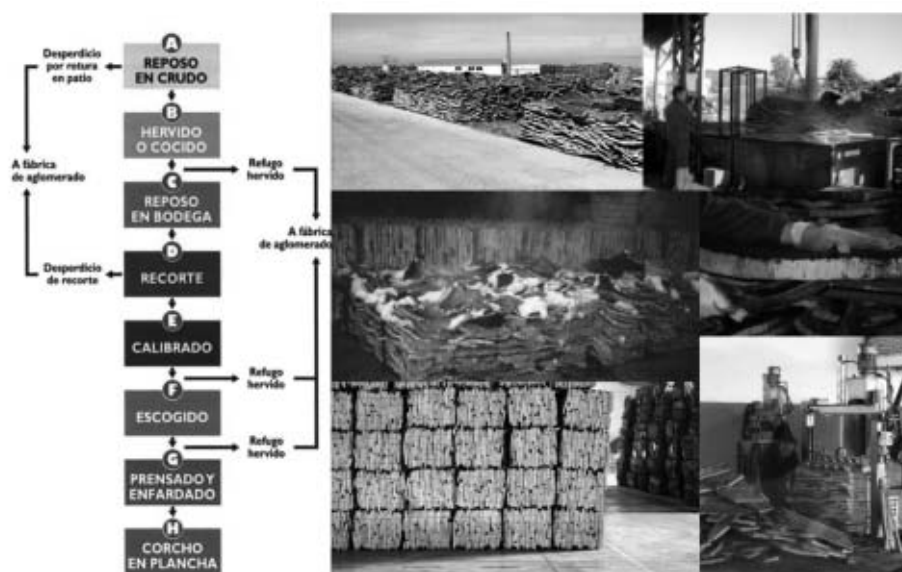


Figura 12. Esquema e imágenes de la transformación del corcho procedente del campo, para obtener corcho preparado para la fabricación del tapón.

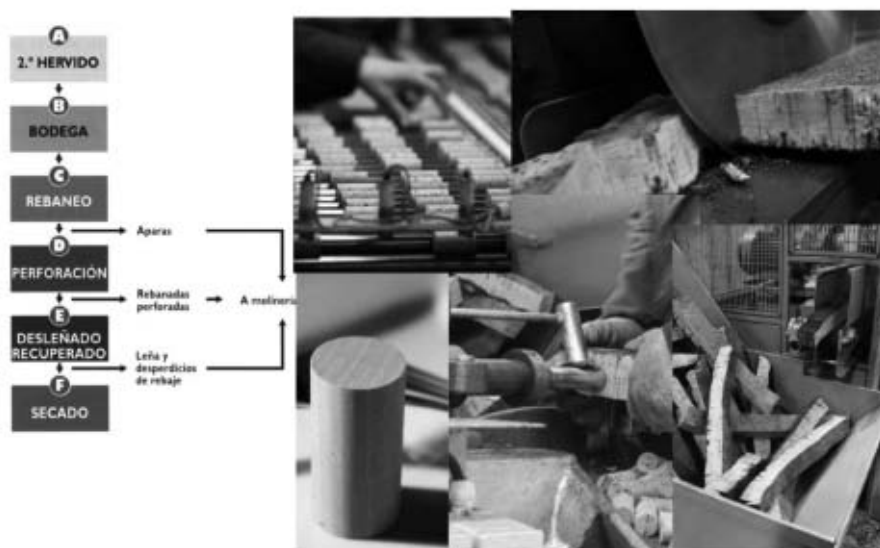


Figura 13. Esquema e imágenes de la fabricación de tapones naturales de corcho.

También tiene cabida la micología entre los aprovechamientos de la dehesa, con una producción media de unas 680 toneladas/año, equivalentes a unos 2 millones €/año, o la acuicultura, cuya práctica genera unos 250.000 €/año por la venta de las 23 toneladas de tencas que se crían anualmente en las charcas diseminadas por las dehesas.

3.3. Fabricación del tapón de corcho

La fabricación del tapón de corcho se inicia con la saca de este material del alcornoque. Como se hacía antiguamente, hoy día el corcho se sigue extrayendo del

alcornoque de forma manual, con la ayuda del hacha corchera y con herramientas hechas de madera para ayudarse a separar la corteza del tronco del alcornoque. A pesar de que el campo se mecanizó hace mucho tiempo, se da la circunstancia que, en ocasiones, incluso se hace uso de caballerías para poder "acarrear" el corcho dentro de una determinada finca, debido a lo agreste del terreno, en ocasiones, impidiendo la entrada de maquinaria para la recogida.

Las siguientes etapas, una vez que el corcho ha llegado a la fábrica, son la preparación, que consiste en el hervido de corcho para lavarlo y conse-

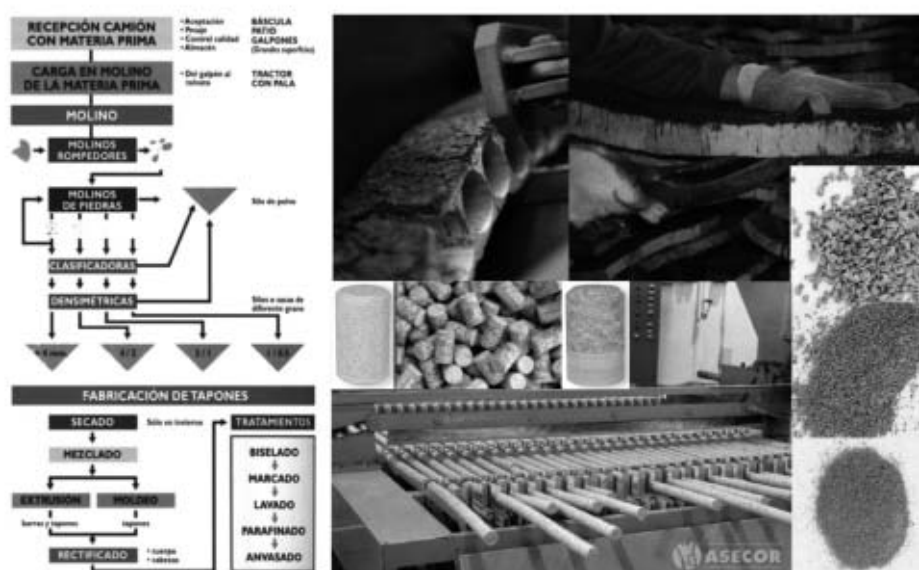


Figura 14. Esquema e imágenes de la fabricación de granulados y tapones aglomerados.

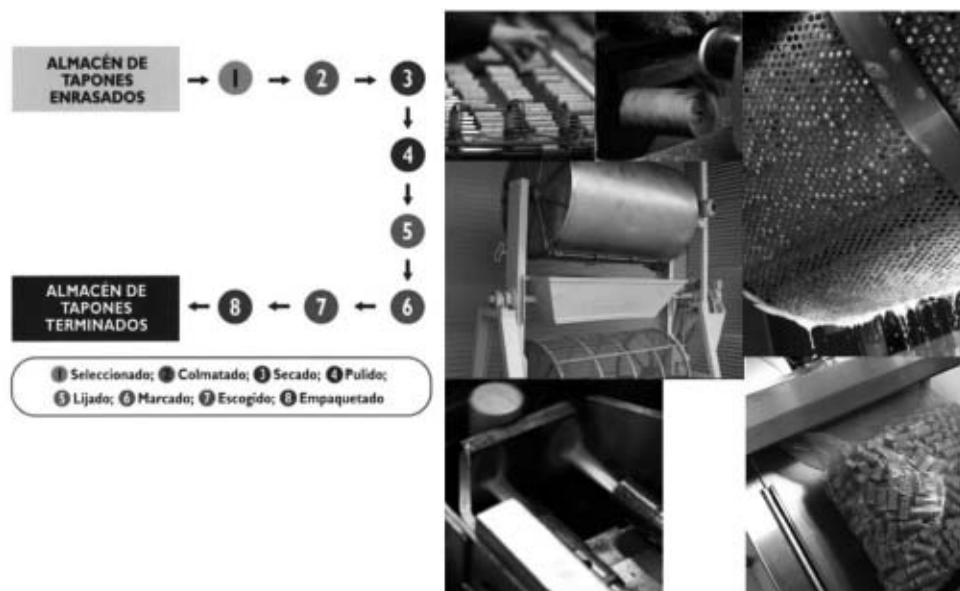


Figura 15. Esquema e imágenes de la terminación de tapones naturales y aglomerados de corcho.

guir que se mejoren las propiedades mecánicas del material, y la fabricación en sí del tapón de corcho y de los discos de corcho, partiendo de este corcho preparado. Con los restos que se generan de este proceso se producen los granulados, materia prima para la fabricación de tapones aglomerados, principalmente. Por último, una vez fabricados los distintos tipos de tapones, se procede a la terminación de los mismos, que consigue una mejora de las propiedades finales del producto, quedando listo el tapón de corcho para ser expedido a las distintas bodegas donde harán su función como tapamiento.

Una vez expedidos los tapones a las bodegas, puestos en las botellas, llevados a los supermercados y consumidos por la población, obtenemos un residuo, formado por la cápsula que protege al tapón en la botella, la propia botella, con su etiquetado, y el tapón de corcho. Pero, ¿puede considerarse residuo a todos estos productos? La respuesta es tajante: No. De sobra es conocido el reciclado del vidrio, o del plástico de la cápsula, pero nada se sabe del reciclado del tapón. En este sentido, volviendo al símil de la transformación del sistema lineal de producción a uno circular, el tapón de corcho sí es apto de reutilizarse. Prueba de ello son las campañas promovidas

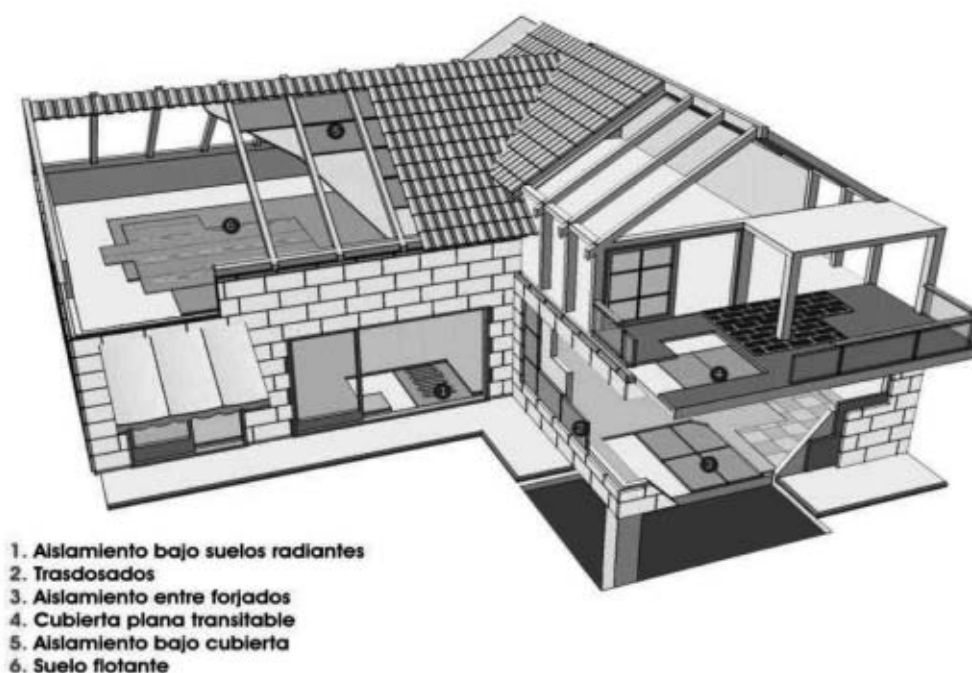


Figura 16. Esquema de una vivienda donde es susceptible el uso de corcho aglomerado como aislante.

por diferentes agentes para este reciclado, tales como la promovida por RETECORK, la promovida por IPROCOR-CETEX-RETECORK, o la campaña Recicork.

Un ejemplo de reciclaje de corcho es la fabricación de granulado negro expandido a partir de corcho utilizado. Este tipo de manufactura se obtiene por calentamiento en autoclave de conjuntos de granulados de corcho, con vapor de agua sobrecalentado, que provoca la aglomeración, sin aditivos, de las partículas de corcho, para formar diferentes paneles de corcho que pueden ser utilizados posteriormente en construcción, por ejemplo, en el aislamiento bajo suelos radiantes, trasdosados, aislamiento entre forjados, en cubiertas planas transitables, en aislamiento bajo cubiertas, o en suelos flotantes.

Recientemente, la Escuela Politécnica de Cáceres, centro perteneciente a la Universidad de Extremadura, ha realizado un estudio del uso de corcho expandido como aglomerante, comparándolo con otro aislamiento utilizado en la construcción, la lana mineral. Los resultados obtenidos muestran que el corcho mejora el aislamiento que proporciona la lana mineral, y cumple con la declaración ambiental de producto, por lo que se plantea como una alternativa natural a un material sintético para este fin en la edificación.

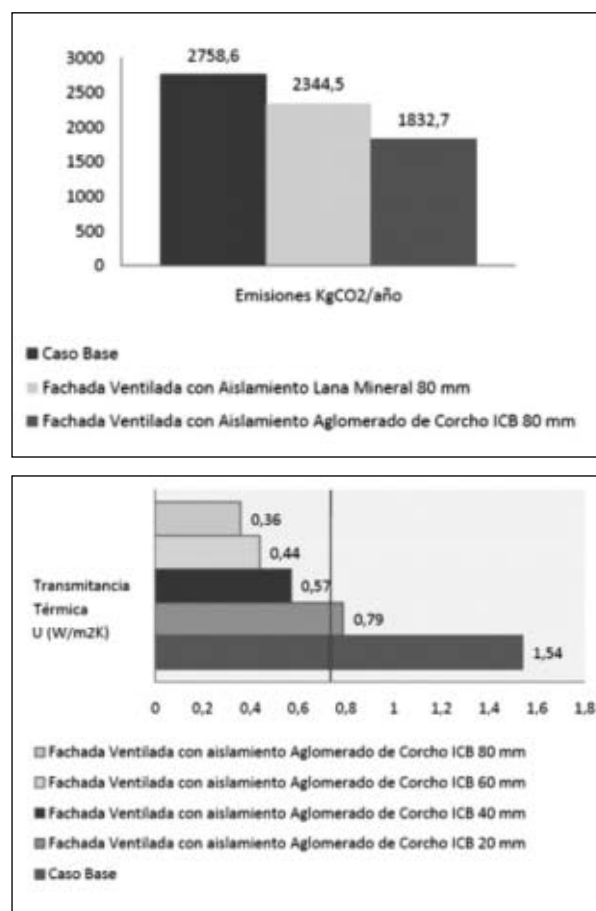


Gráfico 7. Emisiones de dióxido de carbono y efecto aislante del uso de corcho como aislante térmico en edificaciones.

Prueba de las bondades del corcho, tanto en edificación como en otras aplicaciones, es la incorporación de este material a edificios singulares, o en artículos de marcas de automoción o ropa deportiva de elevado prestigio.



Figura 17. Altar mayor de la Sagrada Familia de Barcelona, donde se ha utilizado corcho como aislante en la solería.



Figura 18. Inclusión del corcho como material en calzado deportivo y en automoción.

4. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL TAPÓN DE CORCHO

El "Análisis del Ciclo de Vida" (ACV) de un producto, o "análisis de la cuna a la tumba", como también se conoce, consiste en una herramienta de diseño que investiga y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia (extracción, producción, distribución, uso y desecho).



Gráfico 8. Análisis del ciclo de vida de un producto.

Respecto al ACV del tapón de corcho, contempla todas las etapas en su proceso de producción, como no podía ser de otro modo, incluyendo la preparación de la finca para el descorche, el transporte, la preparación, la fabricación en sí, y la distribución, entre otros parámetros.

Este asunto, el del ACV del tapón de corcho, se tuvo en cuenta en el desarrollo de un proyecto de investigación durante el periodo 2008-2011. Dicho proyecto de Investigación, cuyo acrónimo era DEMÉTER (*Desarrollo de Estrategias y Métodos vitícolas y Enológicos frente al cambio climático. Aplicación de nuevas Tecnologías que mejoren la Eficiencia de los procesos Resultantes*), fue llevado a cabo por el Consorcio Estratégico Nacional de Investigación Técnica (CENIT), formado por 26 empresas (bodegas, distribuidoras de material auxiliar para bodegas, empresas corcheras, empresas fabricantes de instrumental de análisis para laboratorios enológicos y empresas toneleras), y 22 centros públicos y privados de investigación.

El proyecto se dividía en 7 actividades, entre las que se encontraba una relacionada con el medio ambiente, que a su vez se dividía en dos paquetes de trabajo, uno de los cuales consistía en la cuantificación del Análisis del Ciclo de Vida del Tapón de Corcho.

El ACV del tapón de corcho se planteó para tres aspectos fundamentales: el primero, relacionado con la parte forestal, y que es común a los otros dos; el segundo, relacionado con el ACV del tapón natural; y el tercer, que evaluaba el ACV del tapón espumoso (tapón para cava).

4.1. ACV Forestal

Para evaluar el ACV de la parte forestal, en lo que al corcho respecta, se tuvieron en cuenta todos los aspectos y circunstancias que engloban al proceso de extracción del corcho. Para ello, se planteó un esquema general de la vida media de un alcornoque, y así poder evaluar todos los "inputs" y "outputs" que forman parte de cada etapa.

Los factores que aplican o afectan a cada etapa del proceso de extracción quedan reflejados en las siguientes gráficas (9 y 10).

De esta forma, se tienen en cuenta todos los factores que afectan a la extracción del corcho, desde la etapa de plantación del alcornoque hasta la etapa de gestión y mantenimiento de la masa forestal.

Los resultados obtenidos de este análisis se muestran en la tabla 1, donde se recogen los valores de *inputs* o aportes al sistema, así como los *outputs* o salidas del mismo.

De las tres fases contempladas en este ACV, la gestión forestal y mantenimiento, el rayado del árbol (etapa previa al descorche en el que se marcan las trayectorias de extracción en la plancha de corcho aún colocada en el árbol; este rayado servirá para que posteriormente sólo haya que despegar la corteza), y la extracción, se obtuvieron datos que mostraban que la última etapa, la extracción, era la que suponían entre el 66 % y el 76 % de los impactos, es decir, de las aportaciones al sistema.

Mediante un determinado algoritmo, se pudieron obtener resultados relacionados con el balance del dióxido de carbono de la parte forestal, de forma que se concluyó que por cada tonelada de corcho extraído se habían fijado previamente 18 toneladas de dióxido de carbono⁷.

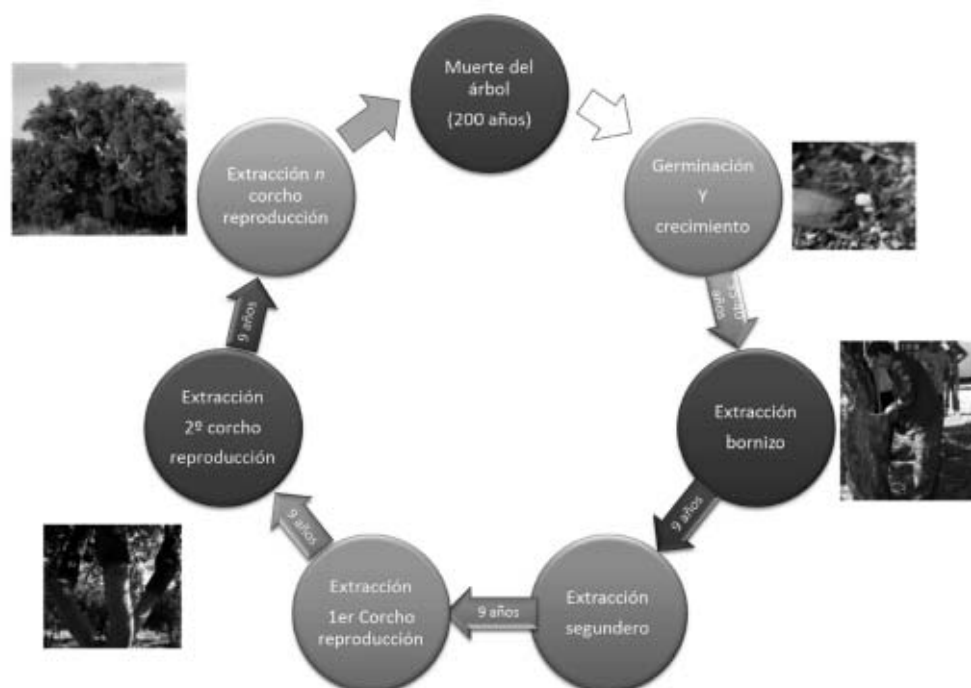


Gráfico 9. Esquema de la vida de un alcornoque.

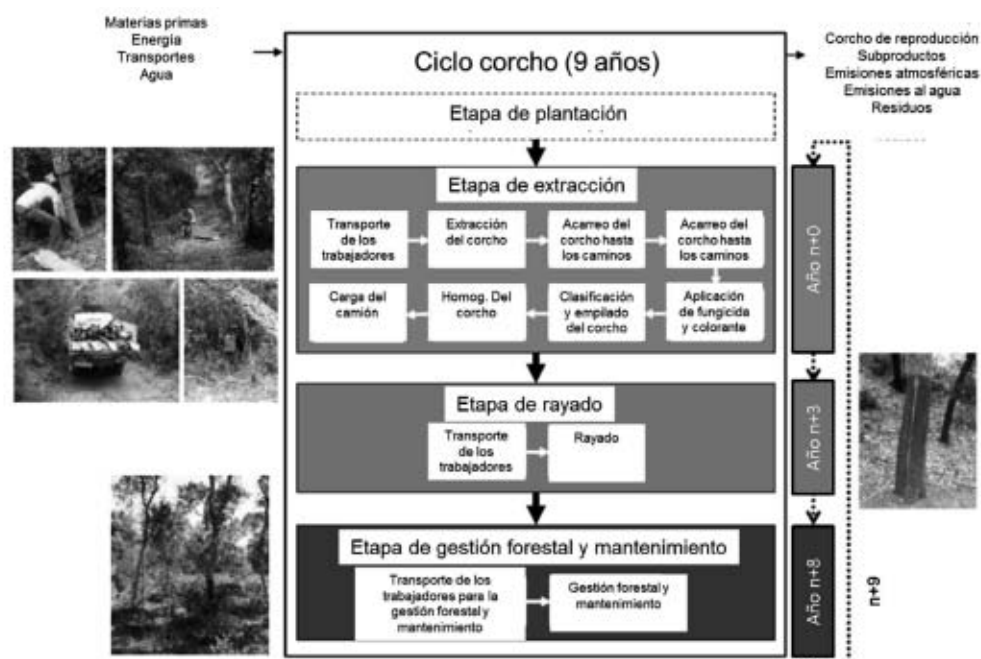


Gráfico 10. Factores a tener en cuenta en el ACV forestal del alcornoque.

INPUTS		
Materiales	Valores medios	Variabilidad
Fungicida (methyl-thiophanate 45%) (L)	0,1	95-112
Colorante (Tekron) (L)	0,1	95-112
Agua (L)	119,8	95-112
Transportes		
Todoterreno (trabajadores a la extracción) (Km)	53,2	50-226
Todoterreno (corcho al punto de acopio) (Km)	53,2	50-226
Todoterreno (trabajadores al rayado) (Km)	16,6	0-120
Todoterreno (trabajadores para gestión forestal y mantenimiento) (Km)	28,4	35-141
Furgoneta (materiales auxiliares)	100	-
Maquinaria		
Tractor forestal (Km)	0,8	29-191
OUTPUTS		
Productos		
Corcho (T)- UF	1	
Corcho de reproducción (T)	0,86	
Subproductos (T)	0,14	

Tabla 1. Valores de inputs y de outputs del sistema.

Balance de dióxido de carbono del sector corchero

$$\text{Bal. CO}_2 = \text{CO}_2 \text{ fijado} - \text{CO}_2 \text{ emitido extracción} - \text{CO}_2 \text{ contenido en los prod}$$

$$\text{Balance CO}_2 = 2.9 \text{ T CO}_2 \text{ /ha/año (1)} - 0.19 \text{ T CO}_2 - 0.77 \text{ T CO}_2 \text{ (2)}$$

Teniendo en cuenta que se producen 150 Kg/ha/año



18 T CO₂ fijadas / T corcho extraído

Gráfico 10. Factores a tener en cuenta en el ACV forestal del alcornoque.

4.2. ACV Tapón Natural

El tapón de corcho fabricado de una pieza de corcho natural, destinado al tapamiento de vinos tranquilos es el protagonista del sector corchero. España produce unos 3.000 millones de tapones (20-25 % producción mundial), destinado, principalmente al mercado europeo, que produce el 60 % del vino embotellado en el mundo. Francia, Italia y España son los mayores productores.

El objetivo de este apartado era doble: por un lado, cuantificar y evaluar los impactos ambientales asociados a la producción del tapón de corcho; por otro lado, determinar qué etapas productivas eran las que más contribuían a estos impactos.

De esta forma, se fijaron una serie de límites, entre los que se encontraban la exclusión de la evaluación de las aguas residuales (por no disponer de datos analíticos de las mismas), o de las entradas inferiores al 2 % por desconocer la composición exacta de las mismas.

Los datos obtenidos mostraron que había grandes diferencias entre empresas, tanto en lo relacionado a los rendimientos del proceso (número de tapones obtenidos de cada unidad de fabricación de corcho preparado), como en lo relacionado a los resultados obtenidos.

Como término medio, se obtuvo que para un tapón de corcho, con una masa estimada de 3,7 gramos, se emitían 13,6 gramos de CO₂. No obstante, previamente se habían fijado 247,7 gramos de este gas (calculado en el ACV forestal), lo que significa que en la *fabricación*

de cada tapón de corcho natural se tiene una fijación neta de 234,1 gramos de dióxido de carbono.

4.3. ACV Tapón Espumoso

Al igual que con el tapón natural, se procedió a la evaluación del ACV del tapón espumoso. Este tipo de tapón consta de dos discos de corcho natural pegados en las cabezas de un cuerpo aglomerado.

Del mismo modo que para el tapón natural, el objetivo de este apartado era doble: por un lado, cuantificar y evaluar los impactos ambientales asociados a la producción del tapón de corcho; por otro lado, determinar qué etapas productivas eran las que más contribuían a estos impactos.

Se tuvieron en cuenta los mismos límites que para el ACV del tapón natural, y los resultados obtenidos muestran que un tapón de este tipo, de unos 9 gramos, produce en su fabricación unos 55 gramos de dióxido de carbono, mientras que la fijación es de más de 67 gramos, con lo que el resultado neto es que *cada tapón para espumosos fabricado implica una fijación de 12 gramos de dióxido de carbono.*

4.4. Integración del sector

Si unimos todos los procesos que forman parte de la industria corchera, tendremos que el tapón de corcho puede contribuir a reducir la huella de carbono de la botella de vino en un 18-40 %, teniendo en cuenta que durante todo el proceso se emiten entre 0,6 y 1,3 Kg de CO₂.

En la siguiente gráfica puede observarse el hecho de que, a pesar de que el proceso de producción del tapón emite dióxido de carbono, existe previamente una etapa de fijación por parte del alcornoque que hace que dicho proceso sea, de forma global, fijador de CO₂.

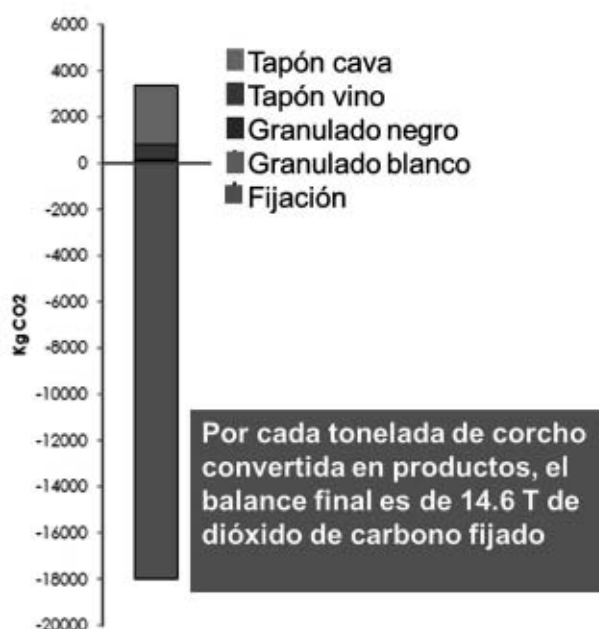


Gráfico 12. Balance neto de fijación de CO₂ en diferentes tipos de tapones.

5. CONCLUSIONES

La dehesa es un ecosistema único en el mundo, cuya explotación se hace sostenible mediante una gestión adecuada, proporcionando al ser humano una variedad de recursos que la hacen, al mismo tiempo, una fuente de riqueza que sirve de soporte a un gran conjunto de poblaciones rurales.

El tapón de corcho es uno de los productos de la dehesa, que procede del alcornoque. Una vez que ha sido utilizado en el vino, puede tener un amplio recorrido a través de su reciclado.

Mediante el Análisis del Ciclo de Vida del sector corchero, se comprueba que un solo tapón de corcho es capaz de secuestrar 234 gramos de un gas de efecto invernadero como el dióxido de carbono.

Respecto a la globalidad del sector corchero, por cada tonelada de corcho procesado se produce el secuestro de 14,6 toneladas de dióxido de carbono.

Por último, decir que el tapón de corcho de una botella reduce la huella de carbono relativa a la elaboración del vino contenido en esa botella entre un 18 % y un 40 %.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA DE LA LENGUA. Diccionario de la Lengua Española. 22ª edición (2001).
2. TERCER INVENTARIO FORESTAL NACIONAL (IFN3). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España.
3. CEBALLOS Y FERNÁNDEZ DE CÓRDOBA, L.; RUIZ DE LA TORRE, J.L. *Árboles y Arbustos de la España Peninsular*. Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid, 1979.
4. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (2010): *Anuario FAO de Productos Forestales 2010*.
5. SANTIAGO, R.; ELENA, M. *La Subericultura en España*. VI Feira do Montado. Portel, 2005.
6. ANUARIO APCOR 2011. Asociación Portuguesa de Empresas Corcheras.
7. PEREIRA, J.S.; BURGALHO, M.N.; CALDEIRA, M. DE C. *From de Cork Oak to Cork: A sustainable system*. APCOR. Santa María de Lamas (Portugal), 2008.

LA CADENA DE VALOR: DE LA UVA AL CONSUMIDOR

Javier Escobar de la Torre

Enólogo. Consultor

El objetivo de este curso es cómo el aseguramiento de la sostenibilidad nos lleva a innovar o, por el contrario, cómo hacer un sector sostenible a través de la innovación. Ambas cosas no se contradicen sino que se complementan. Por lo tanto, esta ponencia se debe orientar a cómo, a través del uso de la Cadena de Valor como herramienta de gestión, se ayuda a mantener el sector vitivinícola vivo y acorde a las condiciones cambiantes del entorno.

1. INTRODUCCIÓN ¿QUÉ ES SOSTENIBILIDAD?

Según la Real Academia Española de la Lengua: "sostenibilidad es: *Cualidad de sostenible*."

Lo que aclara pocas dudas.

Si buscamos "sostenible, aparecen:

1. *adj. Que se puede sostener. Opinión, situación sostenible.*
2. *adj. Especialmente en ecología y economía, que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente. Desarrollo, economía sostenible.*

tar los recursos o causar grave daño al medio ambiente. Desarrollo, economía sostenible.

Lo que ya parece un poco más claro, aunque sea una definición provisional.

En definitiva sostenibilidad implica:

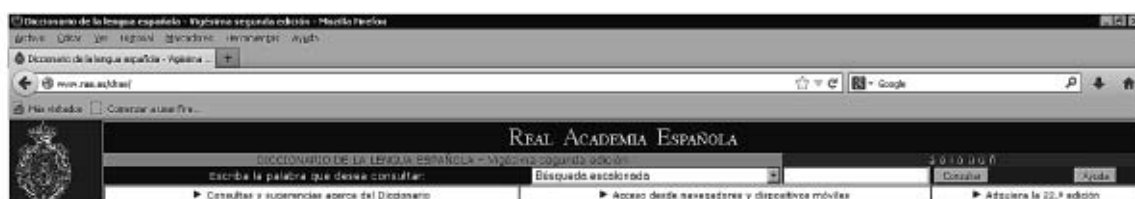
- Actividad económica. (Rentabilidad).
- Explotación racional de los recursos naturales. (Estrategias a largo plazo).
- Respeto al medio ambiente. (Sensibilidad ecológica).

Son tres factores que pueden estar equilibrados, que pueden entrar en conflicto -cuya resolución es clave para mantener cualquier actividad económica- o, mucho más inteligente, que generen sinergias.

Para la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) la definición de vitivinicultura sostenible está formulada como sigue:

"Enfoque global de los sistemas de producción y transformación de las uvas, asociando a la vez la continuidad económica de las estructuras y de los





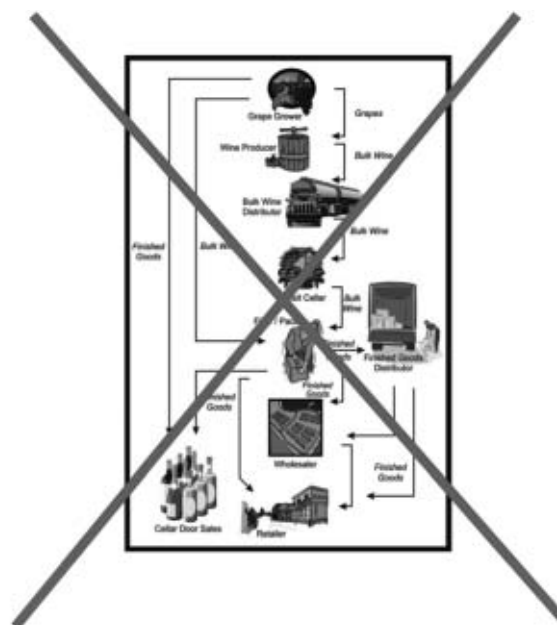
territorios, la obtención de productos de calidad, la consideración de las exigencias de una viticultura de precisión, de los riesgos vinculados al medioambiente, a la seguridad de los productos y la salud de los consumidores, y la valoración de los aspectos patrimoniales, históricos, culturales, ecológicos y paisajísticos."

Es una definición larga, pero precisa y preciosa, ya que amplía el ámbito de la misma relacionado la vitivinicultura con la sostenibilidad de los territorios –si hay una actividad asociada a éstos es la viticultura–, con la calidad de los productos obtenidos, con la seguridad alimentaria, y con el patrimonio histórico y cultural heredado y que se ha de transmitir a las generaciones que vienen detrás.

2. CADENA DE VALOR

Continuamente estamos leyendo o escuchando alusiones a la "Cadena de Valor" del vino o del sector vitivinícola. Generalmente se aplica, de manera poco ortodoxa, para designar una serie de procesos económicos –una cadena vertical de actividades– desde el inicio de la producción al consumo.

Lo de la figura (derecha) NO ES una Cadena de Valor, es una Cadena de Suministro o "Supply Chain" aplicada al sector del vino. Que puede tener su interés, pero no integra todas las actividades implicadas en el mismo.



Fue Michael Porter, quien en su obra "The Competitive Advantage" publicada en 1985, introdujo el concepto de "Análisis de la Cadena de Valor". Porter sugirió que las actividades, dentro de una Organización, añaden valor a los servicios y productos que genera, y todas estas actividades se desarrollarán de una manera óptima si la Organización adquiere una "ventaja competitiva". Pero esta herramienta se ha desarrollado y extendido a una Cadena o Sistema de Valor, concepto más amplio que incluye las cadenas de valor de proveedores y clientes. La Cadena de Valor es algo mucho más profundo, es una

herramienta para el estudio y el desarrollo estratégico de un departamento, negocio, sector, subsector, ...

Aunque los consumidores técnicamente no pueden ser miembros de la Cadena de Valor, los distribuidores, que están más cerca de los consumidores finales, son esenciales para el éxito de la misma por el gran nivel de conocimiento que tiene sobre ellos.

La antigua visión empresarial consistía únicamente en centrarse sólo en empresas que compiten entre sí, vendiendo los mismos productos a los mismos compradores; es decir, una competencia horizontal. Ahora se completa con una visión de competencia vertical, comienza a interesar la Cadena de Valor de tus proveedores y clientes.

El modelo tradicional basa su competitividad en la tecnología y uso de los propios recursos; el éxito, por tanto, se mide por los resultados de los más eficientes. El nuevo modelo se fundamenta en la colaboración estratégica de empresas independientes con el propósito de satisfacer objetivos de mercado en el largo plazo y lograr beneficios mutuos para todos los "eslabones" de la cadena. Esto permite tomar decisiones en conjunto, compartiendo riesgos y beneficios. También posibilita una "*inteligencia cooperativa*": estructura de costes, marketing e información organizacional se comparten con el fin de ganar competitividad.

Qué Sí es una Cadena de Valor

Como se ha dicho, Porter definió la Cadena de Valor como un instrumento para el análisis interno de la empresa. Desglosando la actividad de la empresa en actividades que generan valor, se busca identificar aquellas que contribuyen a ello de manera diferencial y, por tanto, son fuentes de ventajas competitivas. Esa ventaja puede estar en una actividad, en varias, en la interrelación entre ellas o en la colaboración con otra empresa que opere dentro del mismo Sistema de Valor (que más adelante se define).

Actividades primarias-Actividades de Soporte=Margen



Con la Cadena de Valor se representan el conjunto de actividades que se ejecutan en las organizaciones divididas en "Actividades principales", o primarias, y "Actividades de soporte" que tomadas por sí solas ya representan un paso más sobre la Cadena de Suministro ya comentada.

Actividades principales, relacionadas con la creación física del producto, su venta, distribución y post venta, son:

- **Logística interna**, recepción de materias primas, devoluciones y gestión hasta llegar a producción. Ejemplos, el sistema "*Just In Time*", gestión de stocks de material auxiliar, stocks de seguridad que permitan controlar la calidad sin parar la producción.
- **Producción**, desde la fabricación al embalaje, control de calidad, ...
- **Marketing y comercial**, ventas, publicidad, fuerza de ventas, selección y gestión de canales, fijación de precios, ...
- **Servicio postventa**, procesos de apoyo para mantener y mejorar el valor del producto vendido. Recomendaciones de guarda de vinos, tiempo óptimo de consumo, dar formación a fuerza de venta de distribuidores.

Las de soporte o apoyo son las que proporcionan los factores de producción e infraestructura a las principales:

- **Compras** o aprovisionamiento de materias primas, auxiliares, maquinaria, inversiones, ...
- **Desarrollo tecnológico e I+D+i**, no centrado sólo en producción, sino en todas las actividades de la empresa.
- **Recursos humanos**, selección, contratación, planes de carrera, formación, retribución, ...
- **Otras infraestructuras**, como dirección, finanzas, legislación, gestión de calidad, ..., y no son menos importantes.

En definitiva la Cadena de Valor de una empresa es un sistema de actividades que se conectan mediante enlaces o eslabones horizontales. Si la forma de realizar una actividad afecta al coste, o la generación de valor de otra, son interdependientes. Se aplica también a los departamentos y su integración vertical en la bodega o en la empresa.

Si es a todo el sector deberíamos hablar de un Sistema de Valor. Las cadenas enlazan mediante eslabones verticales y de ellos se pueden deducir ventajas competitivas.



Valor anterior

Valor de la empresa

Valor posterior

Si se va alargando la cadena incluyendo, proveedores, de proveedores, ..., se llegaría a una auténtica tela de araña que sería un auténtico *"Ecosistema empresarial"*.

En relaciones tradicionales el objetivo es maximizar las ganancias de manera individual, comprar lo más barato posible y vender lo más caro que se pueda. Punto. Sin embargo, los miembros de un Sistema de Valor, piensan que se debe llegar a una situación de ganar-ganar (*"win-win"*), por lo cual todos ellos se benefician y son todos parte del proceso tomando decisiones y compartiendo información. Los Sistemas de Valor se construyen con cooperación en el negocio, no con rivalidades.

Es una base para reflexionar y encontrar fallos, puntos débiles y fuertes, y así poder mejorar en eficacia y eficiencia. Hay que recordar que Porter decía que la *"ventaja competitiva"* no reside en una actividad, sino en el conjunto de ellas, y no olvidarse de las de soporte; una buena gestión de compra de uva o vino, por ejemplo, es fundamental en nuestra Cadena de Valor. No es tan fácil, todos somos proveedores y clientes, tanto dentro de la empresa como fuera.

Unos casos para comenzar:

"Mini caso Producción vs. Enología"

El director de Producción –responsable de embotellado, almacenamiento y logística– dice al de Enología –responsable del vino hasta su embotellado– que él era el cliente y el de Enología su proveedor –buscando una posición de ventaja, no de colaboración, primer error.

Este replica que era al revés, que el de Producción era su *"subcontratado"* para el servicio de embotellado ¿Quién llevaba razón? No hay respuesta, lo que se deduce es que no tenían clara la Cadena de Valor, ni los jefes tampoco, o no se la habían explicado.

Los eslabones horizontales habían saltado.

"Caso Súper López"

El mundo de la fabricación de automóviles ha sido un modelo a seguir por toda empresa productiva,

bodegas grandes incluidas. Desde Mr. Ford había tenido pocos cambios:

- El primero fue externalizar parte de su producción, de manera que la cadena de montaje –que era el *"core"* del fabricante– y dónde focalizaba sus esfuerzos y mejoras, por tanto tenían una serie de suministradores cuyas necesidades, más o menos, se amoldaban a ella. Estos estaban orientados a la reducción de costes para no ser excluidos por precio.

Resultado: todas sus ineficiencias se trasladaban a la compañía automovilística y esta las asumía centrándose únicamente en su Cadena de Valor interna.

Apareció un español, López de Arriortúa, y en lugar de centrarse en cambiar la cadena de montaje, se fue al elemento anterior del Sistema de Valor, los suministradores:

- La relación con ellos no la basó en términos de competencia y desgaste, sino en un modelo de aprovechamiento de sinergias y la orientación de éstas a favorecer, y mantener en el tiempo, su ventaja competitiva.
- No externalizaba solamente para bajar costes, sino para encajar a los proveedores –que también trabajan para la competencia– de manera más eficiente que ésta, permitiendo generar valor.

Resultado: los proveedores fabricaban asesorados por su compañía lo que evitaba costes basados en las ineficiencias de éstos, al ser un servicio más "a medida".

"Caso Mercadona"

- Abandono del concepto de marca *"blanca"*.
- Alto posicionamiento de la marca propia.
- Búsqueda de los mejores proveedores y asociarlos a la marca propia.
- Integración de los mismos denominándoles *interproveedores*.
- Apuesta por mantener con ellos una relación a largo plazo.

- Negocio basado en una alta rotación de activos con márgenes ajustados.
- Estrictos en el mantenimiento de los requisitos de calidad del grupo.

Resultados: en 2011 sus interproveedores han invertido 500 millones de euros en plena recesión. Disponen de una tupida red de fábricas, prácticamente exclusiva, con una inversión mínima.

El sector vitivinícola puede actuar de manera similar. Aunque con matices, la relación de una bodega con los proveedores se basa en dos pilares: precio y reclamaciones, y generalmente los interlocutores son distintos (Departamento de Compras y Departamento Técnico), y orientados a objetivos distintos: uno habla de dinero y otro de calidad. ¿Se puede o se debe cambiar la relación con los proveedores? Se está obligado a ello.

“Caso de los proveedores de productos enológicos”

Desde hace varios años los proveedores de productos enológicos, en el asesoramiento directo y la formación a las bodegas con el fin de facilitar el uso de nuevas técnicas, como Oenodev con la introducción de la microoxigenación como práctica general en las bodegas, o el I+D+i para el desarrollo de nuevos productos, como Lallemant y Murviedro.



Un mundo de soluciones naturales para añadir valor a tus vinos

INFORMACIÓN PRODUCTOS CIENCIA Y TÉCNICA SAQ ASOCIADOS

VELLUTO BMV58 YSEC®

Velluto BMV58 YSEC®, ha sido seleccionada y patentada por Bodegas Murviedro y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Perteneciente a la especie *Saccharomyces bayanus* (var. *uvicoris*), se caracteriza por una elevada producción de glicerol y de aromas estruturados y balsámicos. Durante los años del proyecto de selección y las experiencias posteriores en bodegas de diferentes zonas vitivinícolas del mundo, se ha contrastado su interés para la producción de vinos con aromas diferenciados y sensación de suavidad y textura en boca.

Pablo Ossorio, Director Técnico de Bodegas Murviedro dice: "La levadura Velluto BMV58 ha conseguido satisfacer el objetivo que nos habíamos marcado en su selección, obtener vinos con sensaciones dulces pero sin tener azúcar residual, vinos sedosos, aterciopelados y elegantes en el paso de boca."

Qué NO es una Cadena de Valor

Una Cadena de Valor no es integración vertical; la integración vertical ocurre cuando una sola firma posee varias etapas en la cadena de negocio. Una bodega que tiene su propio viñedo y vende al consumidor final en su tienda, o en Internet, tiene parte de su producción integrada verticalmente; obvia-

mente el material auxiliar, por ejemplo, depende de terceros. En una empresa verticalmente integrada, los productos se mueven entre las etapas de producción, de transformación y distribución como resultado de decisiones de funcionamiento tomadas dentro de una sola firma.

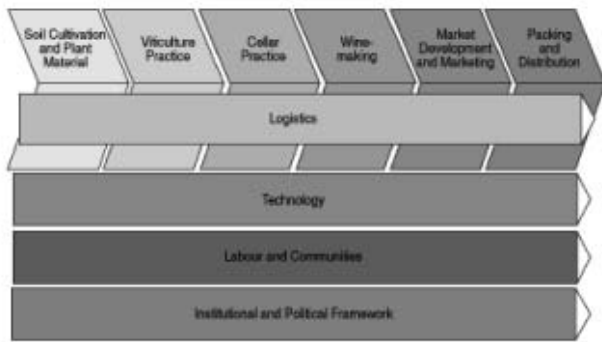
Una Cadena de Valor no es una cooperativa. Una cooperativa es una alianza horizontal, generalmente a través de un nivel de la cadena productiva. En el sector vitivinícola es un grupo de productores que colabora para lograr un objetivo: obtener más beneficios con elaboración y venta de vinos que con la venta individual de las uvas. Una cooperativa quizás sea responsable de más de una función de la cadena productiva –compra de insumos como abonos o fitosanitarios, por ejemplo– pero esto no la hace una Cadena de Valor. Como en el caso de una empresa verticalmente integrada, no hay razón para que una cooperativa no pueda formar parte de una red vertical más extensa del Sistema de Valor, pero los dos conceptos son diferentes.

Una Cadena de Valor no es una serie de transacciones comerciales tradicionales. Una transacción comercial a través del mercado implica múltiples compradores y vendedores y ocurre dentro de un cierto período de tiempo.

- No hay una relación de compromiso a largo plazo entre compradores y vendedores individuales.
- El precio es el determinante principal de la venta.
- Ausencia de relaciones comerciales a largo plazo entre el vendedor y el comprador.
- Falta de retroalimentación y comunicación a lo largo de la cadena productiva.

Esto muestra que las relaciones en estos mercados son muy diferentes a las relaciones en una Cadena de Valor. Sería el caso de los grandes mercados de graneles donde el vino es una "commodity", valorado en función de su contenido alcohólico, u operaciones de "marca blanca o propia" con la gran distribución realizadas al mejor postor.

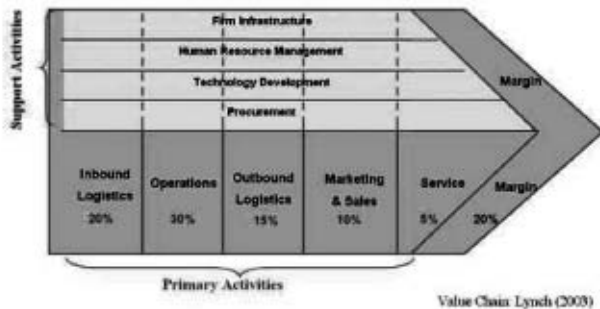
Cuándo se habla de algo tan ambicioso como la "Cadena de Valor del sector vitivinícola" se debe tener en cuenta que su magnitud desborda, y cada organización, empresa, organismo, investigador u otro agente del sector, deberían manejar con más propiedad y precisión los conceptos. Sólo hay que ir "estirando" el sencillo diagrama que vemos a continuación y aplicarlo a diferentes tipos de vino, de bodega, canal de distribución, y la madeja es enorme.



Cadena de Valor: casos prácticos

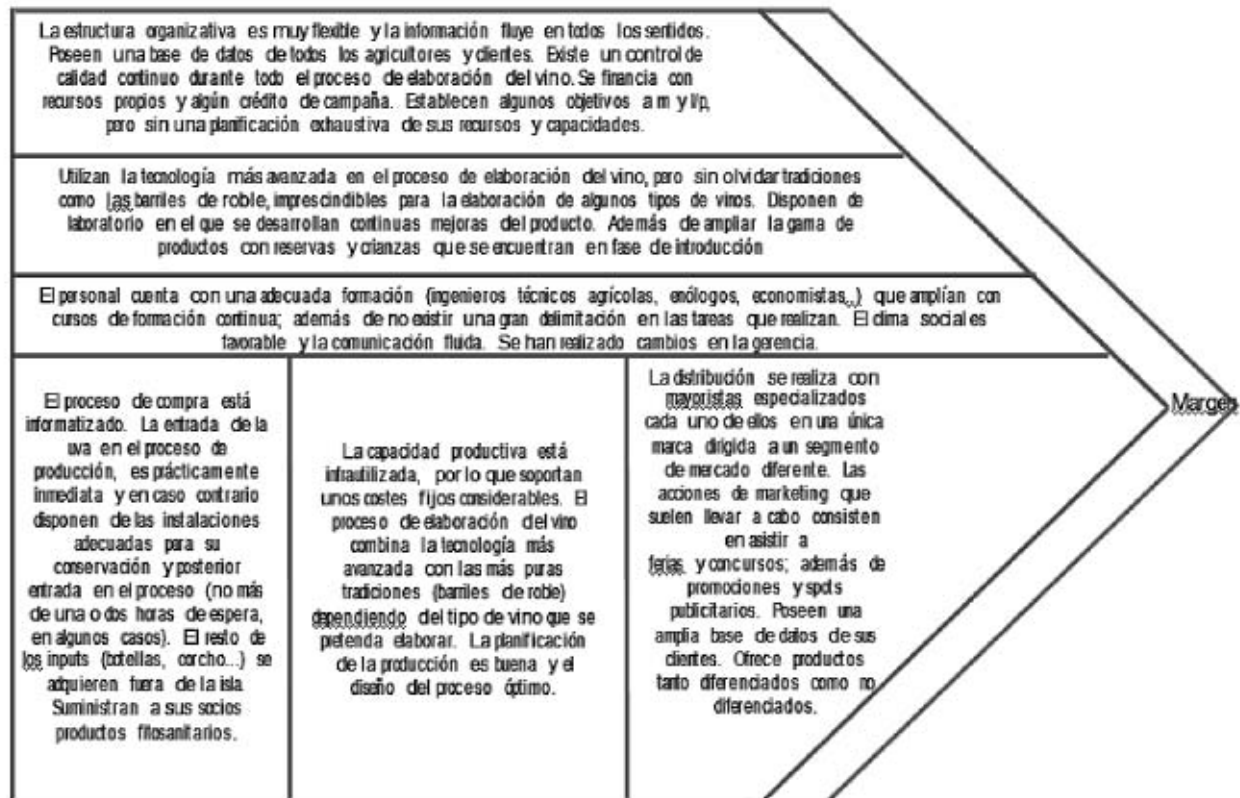
Cálculo de márgenes

Se puede comenzar con algo tan simple como esto, calcular los márgenes del negocio. Lo que no es poco.



S.A.T.

- Hay que destacar su carácter social al haberse constituido como S.A.T, por lo que sus esfuerzos se dirigen a prestar servicio a sus socios y ofrecer un producto cuya relación calidad-precio sea buena, ofertado tanto vino embotellado como a granel. Lo que en estrategia se define como Misión.
- Se detectan deficiencias en el proceso de planificación a corto, medio y largo plazo de sus recursos y capacidades.
- Excesiva atención al proceso productivo como único componente generador de la calidad, olvidando que la calidad se consigue involucrando e integrando a toda la empresa.



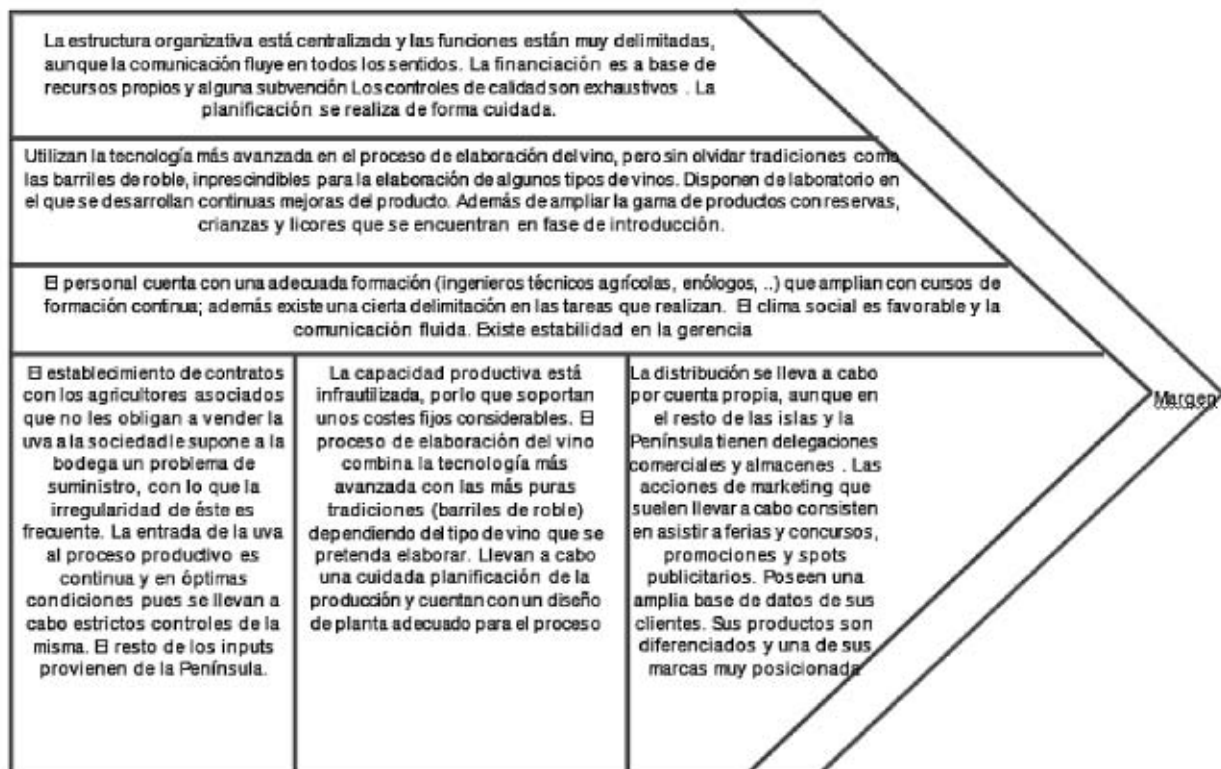
- La investigación va encaminada a la ampliación de la gama de los productos hacia reservas y crianzas.
- Los recursos humanos poseen la cualificación y experiencia necesaria, aunque no existe una delimitación exhaustiva de las tareas que realizan. Se han producido también cambios en el cargo de gerente.
- Infrautilización de la capacidad productiva, lo que conduce a una ineficiencia en costes, aunque disponen de una tecnología de producción puntera.
- Existencia de unas relaciones estables con proveedores y distribuidores que facilitan un proceso eficiente en las órdenes de pedidos y entregas, garantizado a través de contratos anuales en los que se establece el precio, la exclusividad, ...
- La distribución de sus productos se lleva a cabo por mayoristas especializados y de forma masiva.
- Escasa aplicación y coordinación de las variables del Marketing con el resto de las áreas funcionales, lo que impide mejorar el posicionamiento de sus productos y el incremento de su cuota de mercado.

S.A.

- El objetivo de esta bodega es dar salida comercial a la uva de los agricultores y producir un vino de calidad, el cual se oferta siempre embotellado.

Destaca el carácter capitalista de este tipo de organización al haberse constituido como S.A.

- La planificación de su proceso productivo se lleva a cabo de forma metódica, dada la dificultad que entraña un proceso de elaboración tan complejo, estacional e inestable como el del vino.
- La investigación va encaminada, a incidir en la calidad de los productos existentes, y a la ampliación de la gama de los mismos hacia reservas, crianzas y licores.
- Los recursos humanos poseen la cualificación y experiencia necesaria, y se detecta una cierta delimitación en las tareas que realizan. No se han producido cambios en el cargo de gerente.
- Se han detectado problemas en el suministro de la uva que están intentando solucionar con el arrendamiento de la tierra para el cultivo de este input por la propia bodega.
- La capacidad productiva está infrautilizada, por lo tanto los costes fijos que soportan son elevados, aunque cuenta con una de las tecnologías más punteras del sector.
- La integración vertical llevada a cabo por esta empresa es total por la necesidad de subsanar las deficiencias en el suministro y distribución de sus productos.



- La cobertura geográfica empieza a ser internacional, dado que "tímidamente" comienza a abrirse mercado hacia América y Europa, aunque con grandes problemas derivados de su capacidad productiva y de la insularidad.
- La distribución de sus productos se hace por cuenta propia y de forma selectiva, prescindiendo de las grandes superficies.
- Los esfuerzos en marketing no se aprecian altos, ni coordinados con el resto de las áreas funcionales.

"Caso Robert Mondavi, diferenciación en crianza y educación del consumidor"

A través del estudio de la Cadena de Valor detectaron la influencia del envejecimiento en barrica y se centraron en la colaboración con suministradores del más alto nivel para obtener una ventaja competitiva y mayor margen, frente a vinos envejecidos en barricas "commodity" que aportaban menos valor, ya que no diferenciaban sus vinos.

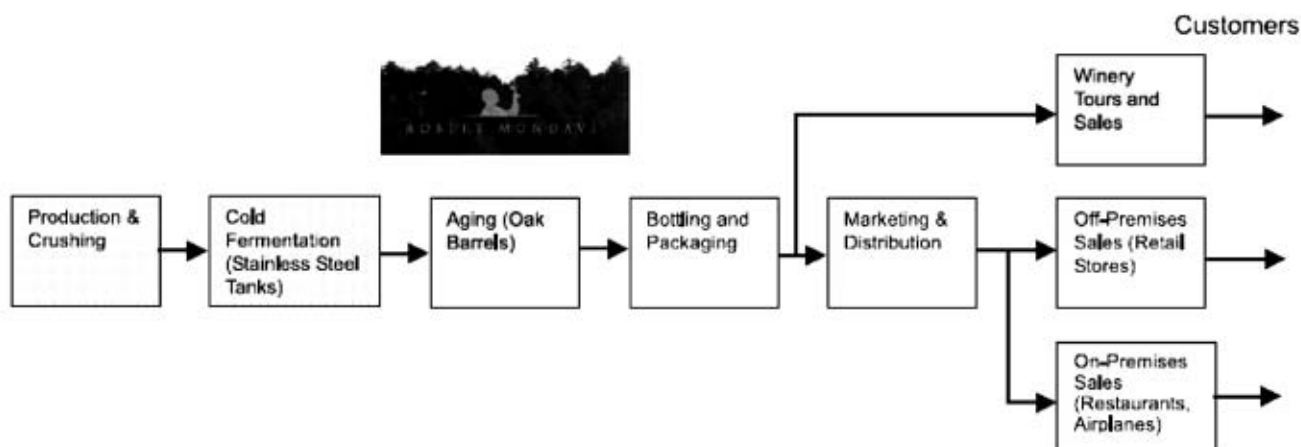
Esto se unió a una estrategia de marketing basada en la educación del consumidor mediante las visitas a bodega. Esta estrategia de apoyo al conocimiento del mundo del vino pura mercadotécnica, les ha llevado vender a 7 \$ frente a los 3 \$ de la competencia.

Con el fin de mejorar la percepción por parte del consumidor, unieron el análisis del Ciclo de Vida del Producto (que cuantifica el impacto ambiental en una Cadena de Suministro) al de la Cadena de Valor, dando lugar a la Cadena de Valor Sostenible.

El Análisis del Ciclo de Vida se centra en los recursos usados (agua y energía principalmente), y los impactos ambientales emitidos en cada etapa de la Cadena de Valor. Esto permite medir esos impactos, identificar oportunidades de mejora en el uso de recursos, y reducir impactos ambientales centrándose en las partes del Ciclo de Vida dónde las mejoras sean más relevantes.

La toma de datos comenzó por los viticultores de Riverland, pasando por la Yalumba Wine Company, empresas de packaging, empresas de reciclado de subproductos hasta llegar a Tesco en Reino Unido. Después se procedió a un análisis de los datos recogidos:

- Percepción de Oxford Landing por el consumidor: El concepto de "sostenibilidad y vino" sólo era relacionado con el reciclaje de la botella.
- Jerarquización de atributos aplicados a las operaciones físicas V (añade valor), N (necesario pero no añade valor), y W (despilfarro). A esto se añade



"Caso Oxford Landing, aplicación al cálculo de la huella de carbono: Cadena de Valor Sostenible"

Tras años de incrementos de las exportaciones australianas, este país había adquirido una notable reputación como innovador en viticultura, enología y marketing. En 2008-2009 una gran cosecha y una subida del dólar australiano hicieron a la industria enfrentarse a una caída de ventas.

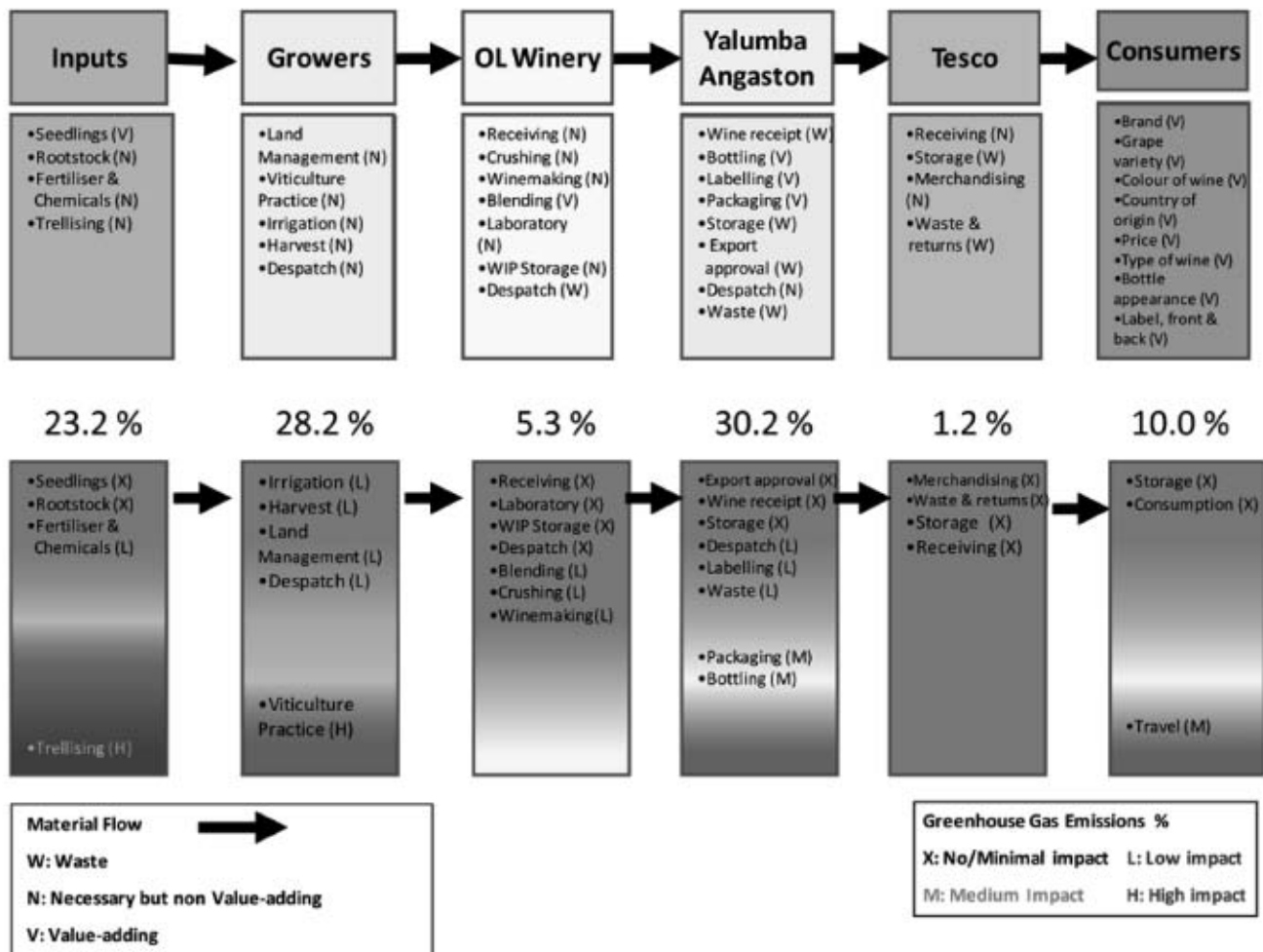
la superposición en la Cadena de Suministro de la contribución a la emisión de gases. También categorizada en X (nula o mínima), L (bajo impacto del 1 % al 6 %), M (medio del 6 % al 10 %) y H (alto más del 10 %).

- El análisis de los factores más importantes indica que las oportunidades de añadir valor al Oxford Landing son limitadas. En la parte final de la cade-

na (tienda y consumidor), las emisiones son bajas, son sustancialmente más altas "aguas arriba" (emparrado y prácticas vitícolas), y en bodega (especialmente en el embotellado); y particularmente en el envase, que juntos suman más del mitad de las emisiones.

De este estudio han salido una serie de acciones y flujos de información entre todos los sectores implicados orientados a reposicionar el vino australiano en Reino Unido.

De todo lo escrito se puede concluir con una serie de cambios de tendencias y estrategias en la Cadena de



Si se combinan la categorización de la percepción de los consumidores con las emisiones de gases, se extraen resultados para quienes deben tomar decisiones y a priorizar el I+D.

Por ejemplo, la conducción de la espaldera es el mayor aportador de CO₂ de la Cadena y podría ser un objetivo prioritario para reducir la huella de carbono. Sin embargo la plantación de una viña es un proceso costoso, para muchos años y cambiar el sistema de conducción no parece viable -y además los consumidores no le dan valor medioambiental-. Por lo que harían falta otros incentivos al viticultor.

Valor del sector vitivinícola, propiciados por las sinergias producidas por la idea de Sostenibilidad:

Agricultura biológica como tendencia

Declaraciones del director de Comunicación de Freixenet:

"En esta línea, nosotros utilizamos una serie de técnicas para mantener la viña en perfectas condiciones sin usar productos artificiales. También hemos apostado por la generación de biomasa a partir de los sarmientos que se podan, que ahora se usan para crear material de combustión, en vez de quemarlos, con lo que evitamos emi-

sión de carbono a la atmósfera y se ahorran combustibles fósiles. También se ha controlado al máximo la depuración de aguas residuales de las bodegas para evitar totalmente la contaminación de la red fluvial, y hemos racionalizado el consumo de agua en todo el proceso, entre otras acciones."

Reducción del peso de las botellas

Reseña de prensa de Codorníu:

"El resultado de esta iniciativa ha sido la certificación concedida por de la entidad británica Carbon Trust: es el primer vino espumoso del mundo en conseguir el reconocimiento. El proyecto ha servido para identificar las fases del proceso en las que es posible reducir las emisiones de CO₂ que generan, mientras que ha confirmado que la opción de reducir el peso de las botellas de 900 a 800 g era acertada."

Nuevos envases

Bag in Box

"Otra importante novedad son los envases de plástico, que están empezando a ser algo común



en Estados Unidos. De hecho, una bodega californiana ha presentado su 'Indulge Wine' Sauvignon y Pinot Noir de la cosecha 2009 en formato pouch (bolsa de plástico con dispensador). Este packaging no es solo más ligero, barato y sostenible que el vidrio, sino que puede volverse a cerrar y permite conservar la bebida en óptimas condiciones durante 30 días."

oficinas
comerciales.es

ICEX

Agenda
Contacto
Mapa web

Noruega

Red de Oficinas Económicas y Comerciales de España en el Exterior

- Conózcenos
- Información del país
- Servicios personalizados
- Relaciones bilaterales
- Exportar a Noruega
- Invertir en Noruega
- Información sectorial
- Actividades de promoción
- Noticias**
- Enlaces de interés

[Inicio](#) » [Noticias](#)

Noticias

21.02.07

El "bag in box" triunfa en Noruega

La venta de vino en Noruega, como en el resto de países nórdicos, se ha visto revolucionada por un formato, el "bag in box". Este envase, que consiste en una caja exterior de cartón con un pequeño grifo incorporado, mientras que el vino está contenido en el interior en una bolsa, se adapta perfectamente al mercado noruego. En el 2006 las ventas de vino envasado en cartón supusieron un 52,9% del total de las ventas de vino.

<< [Volver](#)

Sacado del web del ICEX, es de 2006.

larioja.com LOMEJORDELVINODERIOJA.COM
Vino
Visita nuestro canal especial
lomejordevinoderioja.com

Iniciar sesión con Registrarse

Portada La Rioja Deportes Economía Más Actualidad Gente y TV Ocio Participa Blogs Servicios Hemeroteca

Region Logroño y comarcas Calahorra Alfaro Vino

Estás en: larioja.com > Noticias La Rioja > Noticias Región > Regalía de Ollauri, la primera bodega en emplear la geotermia para producir vino

Consulta nuestra web: www.ginecologico-riojano.com CLÍNICA ALXEN

REGIÓN

Regalía de Ollauri, la primera bodega en emplear la geotermia para producir vino

Presentado un proyecto pionero en el mundo en el uso de energía procedente del subsuelo para eliminar emisiones contaminantes y reducir costes

www.larioja.com del 11/11/2009

Energías alternativas

Ya se están planteando la geotermia y la energía termosolar para reducir la huella de carbono y el recibo de la electricidad.

Logística

El negocio del vino a granel, para los vinos más populares está incrementándose ¿Se generalizará para los vinos a los que la botella no aporta nada?

Marketing Verde

Declaraciones del Director de Marketing Internacional de Bodegas Torres:

"La empresa dispone de un sistema de gestión medioambiental regulado por la norma ISO 14001,

y ha diseñado una política medioambiental que protocoliza un continuado esfuerzo por disminuir su impacto en el entorno. Asegura Jordi que "todas las acciones que llevamos a cabo, incluyendo su actividad principal, siguen la línea del respeto y la protección del medio ambiente para garantizar su futuro". En este sentido, el marketing verde "es una necesidad, ya que el compromiso con el medio ambiente debe ser común tanto para las empresas como para los clientes y consumidores. Cada vez más, estamos desarrollando campañas de marketing para comunicar nuestro compromiso con el medio ambiente y todas las acciones que realiza la empresa" en esta pata de la responsabilidad social corporativa (RSC)".

Nuestra Misión

La familia Torres

Nuestra historia: líneas de tiempo

Fincas, Bodegas y Vinotecas

Protegiendo nuestra Tierra

Tradición ecológica

Nuestro entorno

Fundación Miguel Torres

Premios

Noticias Torres

Centro multimedia

Eventos Torres

Tradición ecológica



Los valores tradicionales de nuestra familia a lo largo de los últimos 30 años se han orientado a una viticultura exenta de insecticidas y herbicidas (viticultura integrada) y en donde la aplicación de modernas técnicas biológicas ha dado excelentes resultados. En California, en las 40 Ha de viñedos de la familia se utilizan los métodos propios de la agricultura ecológica.

En Chile 400 ha. son ecológicas o en proceso de certificación.

Y en España, 1/3 de nuestras 2000 Ha de viñedo lo son también de viticultura ecológica.

Además desde 1992 hemos colaborado en la protección del "águila perdicera" en Cataluña y del "cóndor" en Chile. También hemos contribuido a la prevención de incendios en los bosques del Penedès y a la replantación del bosque después de los incendios; y, por descontado, nuestras Bodegas de Cataluña, de la Ribera del Duero y de La Rioja depuran convenientemente todas las aguas antes de su vertido a la red general. En La Rioja y en Catalunya, se cuenta con instalaciones para la recuperación del agua de lluvia.

3. CONCLUSIONES:

- Es obligación de todo gestor conocer el Sistema Valor de su negocio y dominar la Cadena de Valor de su empresa.
- Aprovechar todas las oportunidades que puedan surgir de la colaboración con clientes y proveedores –que no son enemigos–.
- La buena gestión de las relaciones viticultores-bodegas son críticas.
- La colaboración con proveedores estratégicos: toneleros, corcheros, agencias de comunicación y marketing debe ser estrecha.
- Adecuar la organización a sus necesidades reales –sin lujos ni excesos–, y estar continuamente pensando en cómo mejorarla.
- En buena parte de los casos, el uso inteligente de la herramienta permite una reducción de costes “vendible” mediante marketing verde.
- Hay que estar atentos a las nuevas oportunidades que ofrece la internacionalización y a las distintas sensibilidades ecológicas.
- No estar cerrado y cegado por que las cosas “siempre han sido así”.

ENOTURISMO. LA VITICULTURA COMO PRODUCTO TURÍSTICO EXPERIENCIAL

Rafael Peña Casado

Diplomado en Desarrollo Comunitario, Dipl. en Museología, Máster en Gestión Cultural, Máster en Dirección Comercial y Marketing. Director Técnico GESULT

1. INTRODUCCIÓN

Muchas regiones españolas y de otros países, con una vinculación al mundo del vino, capitalizan desde hace años su oferta enogastronómica, conjugada con el patrimonio histórico-artístico y medioambiental, como un atractivo cultural para el turismo, pues en ésta se reflejan, viven y confluyen la historia, la tradición y la evolución de esas regiones y sus gentes.

Hace más de una década, en la segunda edición de la Semana Internacional del Vino y la Viña, celebrada en Aranda de Duero en noviembre del año 2001, se planteaba como tema principal una cuestión hoy totalmente contestada. El Enoturismo ¿Una moda pasajera? fue la disquisición entorno a la cual giraban las opiniones de los expertos participantes. El interés que ya en esos años mostraba el incipiente turismo del vino, era patente en la proliferación de espacios y actividades que se relacionaban con la cultura vitivinícola. Un aumento considerable desde la oferta, de enotecas, rutas, ferias, espacios interpretativos, museos y bodegas que abrían sus puertas a una demanda, entonces por determinar en su cantidad, grado de interés y de participación respecto a un producto turístico, entonces carente de datos fiables sobre su demanda real que lo respaldara, pero que se vislumbraba con una gran potencialidad, hacía imprescindible una revisión de la realidad existente y la alineación estratégica de los esfuerzos de los sectores implicados en su desarrollo: productores, agentes turísticos, administraciones públicas y medios de comunicación.

Superadas las iniciales dudas sobre la perdurabilidad del enoturismo como producto, hoy en día, es sobradamente constatable que el turismo del vino ha dejado de ser una promesa y se ha convertido en una realidad. En un proceso en el que el trabajo empírico ha tenido mas valor que la capitalización de los datos que aporta la investigación y la planificación cartesiana, de forma paulatina se han ido sintonizado todos los elementos que participan del entorno de esta modalidad enmarcada dentro del turismo cul-

tural y en la que se conjugan aspectos tan diversos y aparentemente distantes entre si, como pueden ser la puesta en valor del patrimonio enológico, la planificación territorial o la tematización de los servicios de restauración y alojamiento, por poner un ejemplo. Así las tendencias de la actividad enoturística, a nivel mundial, revelan que cada día son más las personas que muestran su interés en conocer, desde la vivencia personalizada, un determinado territorio vitivinícola, incluyendo el conocimiento de la vid, la viña, la producción, la gastronomía y el folclore en sus más diversas dimensiones.

Bajo este entendimiento, la cultura vitivinícola de un territorio se puede comprender y recrear mediante experiencias de un marcado carácter local, aderezadas con otros elementos globales e innovadores que hagan mas enriquecedora y peculiar la estancia, y el aprendizaje inherente al descubrimiento de los valores característicos de la cultura pasada, presente y futura de ese territorio. La generación de experiencias, dentro de la actividad turística, servirá para la diferenciación de ese territorio y sus productos culturales, como es el viñedo y el vino, y es por este motivo por lo que los responsables del diseño y comercialización del producto turístico han de planear el espacio del viaje, las infraestructuras y los servicios como una oportunidad para la representación y la interpretación de este patrimonio vitivinícola, donde se sucedan experiencias memorables que entretengan participativamente al visitante a la par que le ofrecen un conocimiento preciso y adecuado a sus características.

2. LAS OPORTUNIDADES DEL ENOTURISMO

Son muchos los objetivos económicos y sociales que el enoturismo puede llegar a desarrollar cuando, desde la concepción, planificación y gestión de esta oferta turística, existe un planteamiento estratégico dispuesto para generar sinergias entre los diferentes recursos existentes en el territorio, favorecer la participación de los agentes sociales y eco-

nómicos, y servir para el rescate, conservación y puesta en valor del patrimonio cultural y natural.

Desde las primeras conceptualizaciones recogidas en el Vademecum del Enoturismo Europeo¹, se ha entendido que debido la dimensión territorial y el alcance multisectorial que un producto con las características que el enoturismo lleva asociado, es necesario integrar los esfuerzos de las administraciones públicas y el sector privado, considerando en todo momento las necesidades y expectativas de los visitantes, cada vez mas atraídos por disfrutar de viajes y escapadas llenos de experiencias.

La participación de la industria vitivinícola, las empresas de servicios turísticos, los agentes comercializadores, y las entidades locales, ha de entenderse de manera proactiva y coordinada, de tal forma que, con sus diferentes aportaciones, la oferta turística del territorio se vea enriquecida con esta temática de referencia, y aparezca ante el mercado de forma diferenciada e integrada, compitiendo en originalidad y calidad, generando una imagen de marca del destino equiparable, también en estos aspectos, a la calidad y originalidad de sus vinos y su patrimonio.

Considerando el enoturismo como "un comportamiento del consumidor, una estrategia para desarrollar el área geográfica y el mercado del vino de dicha zona, y una oportunidad de promoción de las bodegas para vender sus productos directamente a los consumidores"², un desarrollo óptimo de las experiencias en el destino vitivinícola supondrá, indudablemente, el logro de los beneficios que a medio y largo plazo el enoturismo supone en distintos niveles y para los diferentes participantes.

3. BENEFICIOS PARA EL TERRITORIO

En términos generales, se puede decir que el desarrollo del enoturismo beneficia al territorio en el que se ubica favoreciendo un desarrollo turístico sostenible. En materia económica, según diversos estudios realizados, por cada euro gastado en la bodega, el enoturista medio gasta entre cinco y ocho euros en el territorio. Respecto a los aspectos socioculturales, es notorio como el enoturismo fortalece los elementos identitarios de las personas que se vinculan con estos destinos, al igual que lo ha hecho en muchos casos el posicionamiento de las denominaciones de origen, o el prestigio en el mercado de una determinada bodega elaboradora.

Para el territorio, los beneficios, entendidos a su vez como objetivo a cumplir, representan:

- Una significación positiva del espacio territorial y de las poblaciones que comprende, mediante la vinculación del destino turístico con los valores que la "marca" representa y ofrece en su promoción y puesta en servicio.
- La atracción de inversiones, como consecuencia del mayor atractivo e interés que se despierta en la potencial demanda y en los visitantes reales, coincidiendo con el mercado objetivo de inversores locales o foráneos que verán en el posicionamiento del destino una oportunidad.
- Una mayor circulación y redistribución de las rentas generadas por el desarrollo de la actividad.
- Un posicionamiento diferenciado como destino turístico con una vocación específica.
- La creación de una imagen asociada en la mente de los visitantes reales y también en los potenciales, a los cuales se dirigen los esfuerzos de promoción.

Beneficios para la población local

La actividad del enoturismo, beneficia a la población local al favorecer la creación directa e indirecta de empleo, aumentando así las expectativas y oportunidades laborales de los residentes, y por consiguiente se convierte en una alternativa frente a la despoblación. Es fundamental considerar entre los beneficios, el refuerzo que supone para la valoración de la identidad local la cultura que se comparte con el visitante y la relación de intercambio que se establece entre ambos.

Las oportunidades para la población local son:

- El aumento del valor de los signos de identidad cultural.
- Una fuente de empleo, que ha de convertirse en un recurso contra la despoblación.
- Un aumento de las rentas proveniente de su participación en la comercialización de productos y servicios.
- Una mayor diversificación de la actividad económica.
- El aumento de la comunicación con elementos externos a su ámbito y la consecuente transferencia de conocimientos y experiencias.

Beneficios para los turistas y visitantes

Los turistas y visitantes, principales destinatarios del desarrollo de la actividad enoturística, pueden encontrar diferentes beneficios participando de la oferta de productos enoturísticos en un destino vitivinícola. Muchos más de los que inicialmente se asociaban al disfrute de esta modalidad del turismo cultural. No se trata solo de poder conocer una determinada bodega, sus procesos de elaboración, su distinguida arquitectura, o apreciar los procesos históricos y socioculturales motivados por la producción vitivinícola de la región y su cultura en un centro de interpretación, ni siquiera el beneficio se limita a participar en una cata o una degustación aprendiendo las características de una determinada bodega y sus marcas. El enoturista viaja motivado por el vino, pero no es su única motivación. También quiere realizar otras actividades que supongan la obtención de satisfacciones relativas a expectativas de ocio, aprendizaje o socialización más diversas. Actividades que no pueden limitarse solamente a los temas relacionados con el vino o la gastronomía local.

Las conclusiones extraídas de un informe publicado recientemente por la Asociación Española de Ciudades del Vino (ACEVIN), desarrollado a través del Observatorio Turístico de las Rutas del Vino de España, y en la que se estudia sistemáticamente la demanda del turismo enológico, da por sentado, y como única explicación de las preferencias de los turistas del vino, que los dos factores claves a la hora de elegir sus destinos son las visitas a bodegas (48 %) y la gastronomía (44,9 %), seguidos de la cultura y patrimonio vitivinícola de la zona, con un 31,8 %. Resalta también que una de las actividades que más consumen son las relacionadas con la gastronomía del destino, queriendo encontrar esos lugares únicos en los que consumir productos autóctonos, locales, de elaboración artesanal y a ser posible ecológicos.

Bajo la escasa luz, que para fines operativos suelen arrojar este tipo de estudios, podemos pensar que el enoturismo, desde su concepción de productos y servicios, aún no ha desarrollado todas sus posibilidades creativas, todas las simbiosis temáticas posibles, ni todas los campos de innovación respecto a la creación de experiencias de valor que se acerquen a nuevas necesidades y expectativas, quizás aún por descubrir en los visitantes y que habitualmente no se mencionan en los estudios.



Independientemente de esta apreciación, entre estos beneficios más significativos que puede encontrar un turista del vino encontramos los siguientes:

- La adquisición de conocimientos específicos sobre el territorio, su patrimonio y su cultura, incluyendo también los productos y marcas de las bodegas productoras.
- Un aumento de la confianza en esos productos y marcas proveniente del mayor conocimiento obtenido en la visita.
- Vivencias y experiencias diseñadas y realizadas específicamente para sus características en cuanto a sus necesidades y preferencias.
- La adquisición de productos en condiciones ventajosas frente a la oferta de comercialización, de productos originarios del destino, que encuentra en su lugar de origen.
- Los valores añadidos a la visita a un territorio que ha integrado elementos diversos de calidad y originales para su disfrute.
- Encontrar una mayor oferta de servicios, actividades, programas y recursos puestos en valor y a su disposición.
- La posibilidad de generar una cierta influencia sobre la producción de los productos enogastronómicos.

Beneficios para las bodegas productoras

Para las bodegas productoras, el "negocio" del enoturismo, supone una gran variedad de oportunidades, que pueden ser aprovechadas, en mayor o menor medida, dependiendo del desarrollo que se haga de la actividad, y de cómo ésta sea integrada con la planificación y ejecución estratégica de la creación de producto, promoción y comercialización, es decir al marketing de la empresa.

Desde la perspectiva del marketing integrado, las oportunidades y beneficios posibles de implicarse en el desarrollo de la actividad enoturística, para una bodega productora pueden ser los siguientes:

- Una forma de aumentar el conocimiento de un producto en el visitante, en un espacio y con unas actividades que resalten los valores y los aspectos diferenciadores que la marca ofrece, influyendo positivamente en la percepción de los consumidores.
- Un aumento de los márgenes por las ventas que se producen directamente en la bodega, ya que esta comercialización directa no se ve gravada con los costes que suponen la promoción y los canales de distribución y venta tradicionales. Esta venta en el lugar de producción es sumamente aprovechable para pequeños bodegueros que no pueden garantizar un volumen constante de producción, y por lo tanto sus acuerdos en distribución son menos rentables o en ocasiones inviables.
- Una acción de Marketing Inteligente de Producto, ya que la actividad enoturística aporta a los productores un conocimiento inmediato de la opinión de los consumidores sobre el producto, con sus aspectos inherentes como las formas de producción, su calidad o la filosofía que se aplica a cada parte de la cadena de valor.
- Una acción de Marketing Inteligente de los Consumidores mediante la gestión personalizada de una base de datos de los visitantes, que permite dar y recibir información directa de forma segmentada.
- Una experiencia educativa dirigida a los visitantes, que comprenden de forma vivencial la cultura de la producción vinícola y los valores de la marca. Este conocimiento ayudará a generar confianza y servirá para aumentar su consumo.
- Un refuerzo de las estrategias de comunicación, tanto en contenidos, como para acciones de

promoción, así como para el desarrollo de las tácticas de las Relaciones Públicas.

Las bodegas productoras, pueden encontrar todos estos beneficios en la creación de un área de negocio, integrándolo a su actividad principal, pero siempre sin dejar de considerar todos aquellos aspectos que requieren inversión, además de, lógicamente, la económica, que se reflejará de forma mas evidente en las instalaciones o en la comunicación. También se hace necesario invertir esfuerzos creativos en la producción específica de los productos, servicios y actividades enoturísticas, en una adecuada capacitación y formación continua de los recursos humanos. Invertir en diseños de propuestas que posibiliten compatibilizar el proceso de producción vitivinícola con el proceso de producción de estos servicios y actividades turísticas. Otra inversión necesaria es la de su participación de forma proactiva y generosa en estructuras organizativas de la promoción del conjunto de destino enoturístico, como pueden ser las Rutas del Vino, y en el caso de no existir este tipo de cluster turístico, en una relación adecuada con los agentes comercializadores y los agentes receptivos.

Resumiendo, podemos concretar que la puesta en valor y desarrollo del producto enoturístico, conlleva la implantación de un proceso continuo e integrado en la gestión del propio destino turístico, que debe buscar la satisfacción de expectativas de turistas y visitantes, la promoción de la economía local, especialmente la viticultura, la conservación del entorno y el desarrollo de la calidad de vida de la población local.

4. LA CREACIÓN DE EXPERIENCIAS EN UN DESTINO ENOTURÍSTICO

El potencial temático que la cultura asociada al viñedo y al vino ofrece a un territorio, de producción vitivinícola, es sumamente rico y cuenta, por tanto, con la fuerza suficiente para dar cabida a una gran cantidad de servicios, actividades, patrimonio tangible e intangible, para crear experiencias de atractivo turístico. El propio desarrollo de los destinos enoturísticos experimentado durante los últimos años, ha generado una gran abundancia de productos y servicios, en muchos casos con un bajo nivel de diferenciación, en los que un paquete turístico o una actividad son semejantes a otros de la misma zona o



de otras regiones, dificultando, en la mente de los potenciales visitantes, la elección mas allá de las motivaciones racionales. Se han creado productos turísticos de carácter gremial, como paquetes verticales que integran productos y servicios complementarios, o se han realizado otras actividades, no específicamente enológicas, dentro de instalaciones y espacios propios de la actividad vitivinícola. Se ofertan así rutas enogastronómicas, con alojamiento incluido, catas, degustaciones, conciertos o exposiciones en bodegas, participación en procesos de elaboración o labores relacionadas con el cultivo de la vid. En muchas ocasiones encontramos una oferta de bodegas donde poder desarrollar celebraciones tales como bodas o banquetes, eventos promocionales, reuniones corporativas y otras acciones propias de los eventos de incentivos, diversificando la actividad propia de estos espacios y poniendo en valor su patrimonio.

Ante esta abundancia de productos y servicios semejantes, el reto, para todos aquellos sectores implicados en la creación de la oferta enoturística, está en saber como distinguirse en un futuro cada vez más competitivo, y una solución para ello puede ser buscar la diferenciación a través de la generación de experiencias que involucren aspectos creativos e innovadores. Las experiencias tienen la capacidad de poder generar emociones a un nivel muy superior al que puede lograr un producto tangible o un servicio. Las experiencias aunque son intangibles e inmateriales se les puede dar un gran valor personal y colectivo, ya que son memorables, únicas y diferentes en cada ocasión, y esto es un factor fundamental a considerar para dar el paso a la siguiente etapa de desarrollo, de la oferta enoturística de un territorio.



Por otra parte, ante la diferenciación por precio que un destino puede hacer de su oferta enoturística, siendo este uno de los factores determinantes del viaje, y considerando que en ese aspecto las pequeñas empresas turísticas locales no pueden competir con las ofertas de empresas mayoristas y las grandes cadenas de viaje, la opción que hace posible el acceso al mercado es la diferenciación, mediante todo aquello que puede hacer del viaje algo memorable, creando circuitos y actividades que brinden la posibilidad de vivir el mundo del vino, de vivir nuestra cultura, de actuar, participar, de descubrir, de superar su propia expectativa, y no ser solo un observador. Crear experiencias con elementos auténticos, propios de la región, en compañía de personas que viven diariamente esos procesos o esas actividades, conocedores de la información de valor vivencial que trasciende a lo anecdótico.

Efectivamente, vivimos en la era de la experimentación de emociones y conocimientos, donde los consumidores de viajes buscamos experiencias auténticas, enmarcadas en un contexto temático atractivo. Vivencias que dentro de la seguridad y control necesarios, dejen espacio a la libertad, la espontaneidad y la expresión personal, para vivir situaciones únicas que nos lleven a experimentar emociones inolvidables. Pero, ¿Cómo podemos hacerlo? ¿Cuáles son los elementos a considerar y cómo deben ser comunicados a los potenciales viajeros? Para encontrar las respuestas a estas cuestiones, de forma efectiva, hemos de poner el enfoque en las características, necesidades, y expectativas de los destinatarios de nuestras actuaciones: los enoturistas. Ellos son el elemento clave del negocio turístico y todos aquellos aspectos que los definen, y que por tanto hemos de

conocer, serán los que determinen principalmente la creación de la oferta de productos tematizados con un marcado valor experiencial. Por ello nuestro objetivo principal, a la hora de definir estos productos, será lograr que los viajeros se sientan mejor con ellos mismos cuando estén con nosotros, tanto cuando se acerquen a nuestra oferta global de territorio, como a las propuestas particulares de una determinada bodega, hotel o agencia de viajes local. Se trata de crear valor a nuestros servicios y actividades, y para ello, una de las premisas que debemos comprender, es que el viajero ya no elige el producto o servicio solo por la ecuación coste-beneficio, si no por la vivencia que ofrece antes, durante, y después de su consumo; valorando de forma preponderante las emociones, recuerdos y asociaciones que de su disfrute y de la comunicación que se genera puedan surgir.

Desde el diseño y la comunicación de nuestra oferta de productos y servicios, podemos generar una atmosfera especial, que apoye la expectativa y el deseo de nuestras propuestas, así como durante los momentos de su disfrute. Esto ha de generar por consecuencia un grato y profundo recuerdo de lo vivido, de esa atmosfera, de las sensaciones, de los contenidos y de las reflexiones personales que nos ha provocado. Lo que pretendemos con las experiencias, en definitiva, es lograr que las personas, durante el viaje y durante el desarrollo de nuestras actividades se sientan felices; se sientan contentas y agradecidas, y sobre todo, sorprendidas.

Buscamos en el logro de estas pretensiones que los viajeros deseen revivir la experiencia, bien sea físicamente, bien en la comunicación que puedan hacer a otras personas o en la remembranza personal de esa experiencia. En este sentido, es importante considerar el aumento del uso de las nuevas tecnologías de la comunicación digital que la mayoría de personas hacemos. Instagram, Facebook o Twitter son algunas de las herramientas mas frecuentes de comunicación que nosotros y nuestros clientes usamos para compartir algún tipo de información antes, durante y posteriormente al viaje. De forma generalizada, las usamos para revivir, compartir y recomendar los momentos más especiales y sorprendentes de un viaje y sus ingredientes: personas, lugares, instalaciones, objetos, apreciaciones sensoriales, entre otros. No solo compartimos los elementos físicos apreciables, también las sensaciones emociones y

conocimientos que encontramos en cada una de las partes de la cadena de valor del producto turístico con las que tenemos contacto: información, compra, planificación, viaje, realización de la actividad, atención de necesidades o solución de quejas, ... Hemos de recordar, por lo tanto, que el mercado al cual dirigimos nuestra oferta esta conformado por personas, que como nosotros mismos, en muchas ocasiones, las decisiones sobre el consumo de actividades de ocio, las tomamos bajo motivaciones emocionales y las justificamos racionalmente durante y después de su disfrute. Por ello hemos de tener en cuenta el proceso en el cual las personas sienten, actúan y racionalizan, ya que será el principal elemento de valoración de la calidad de la experiencia, y por lo tanto de su repetición o recomendación positiva en su entorno más inmediato, ya que no compramos por las características racionales de la actividad, si no por las satisfacciones que nos proporcionan en el plano emocional. Es bajo estas consideraciones que lograremos distinguarnos, y por lo tanto que nos prefieran, iniciando así un proceso de fidelización en el que las personas pasen de ser clientes a ser seguidores de nuestras propuestas futuras; seguidores que esperan nuestras novedades, y que actúan como prescriptores de las ya consumidas al compartir su experiencia con las personas que aprecian.

El objetivo, a niveles de comercialización de las experiencias enoturísticas, no es solo lograr un gran número de clientes reales, si no mediante la repetición y la recomendación obtener un mayor volumen de mercado, es decir, aumentar la cantidad de actividad que genera nuestro mercado real. Para ello podemos seguir las siguientes pautas que guíen la concepción y desarrollo de las experiencias enoturísticas:

Conozcamos a nuestros clientes

- En un enfoque de producto experiencial dirigido al cliente, previamente a su concepción, debemos tener en consideración no solo sus características identificativas como la edad, el género, el lugar de procedencia o su nivel cultural o económico. Es necesario sumar a estas características otras informaciones que nos describan sus gustos, sus preferencias, sus motivaciones para el viaje, sus intereses al realizar una determinada actividad, o las consideraciones de lo que puede resultarles memorable tomando en cuenta sus experiencias anteriores y su grado de conocimiento sobre el mundo del vino.

Con esta información no solo podremos definir y especificar una experiencia adecuada a sus características, también podremos articular todo el plan de comunicación; los contenidos y mensajes que hagan más atractiva la oferta en su presentación al mercado.

Busquemos la diferenciación

- Generar experiencias diferenciadas y altamente memorables es dar a nuestros clientes actuales razones válidas para volver una y otra vez y convertirlos en seguidores, prescriptores y prosumers³; una forma de atraer a personas que reconozcan en nuestra oferta esos valores emocionales que nos diferencian y que tal vez, no han encontrado en las propuestas de otros competidores. Es importante para ello no competir solo en precio, evitando así convertirnos en un "genérico" dentro de la oferta enoturística. No podemos permitirnos pasar desapercibidos, y la mejor forma para lograrlo es siendo originales, auténticos y por consecuencia diferentes.

Centrémonos en los sentidos

- Como consumidores, las personas, estamos buscando continuamente nuevos estímulos. Puede ser más productos, con más ofertas, con elementos innovadores, o con nuevos servicios complementarios, pero eso es parte de la competencia sin diferenciación, donde los aspectos racionales son preponderantes en la decisión de compra de la actividad o servicio turístico. Eso no nos distinguirá ni lograremos con ello fidelizar a nuestros clientes. Podemos encontrar elementos que trasciendan a la razón y generen vínculos más fuertes con las personas a las cuales dedicamos nuestro esfuerzo. Esos elementos están en el mundo de los sentidos. Los cinco sentidos son nuestros aliados a la hora de despertar sensaciones y crear emociones positivas, lo que nos permitirá lograr el propósito de crear experiencias memorables que permanezca, por mucho tiempo en la mente de los viajeros del vino, y sean evocadoras de los valores de nuestra empresa o destino enoturístico. Los sentidos tendrán el poder de ganar la batalla entre los aspectos racionales y los emocionales, propiciando un nivel de satisfacción de las experiencias mucho más intenso y perdurable que cualquier otra actividad, donde general-



mente solo jugamos con aspectos de conocimiento ofrecidos mediante información racional.

Formemos al personal en contacto

- Los estudios sobre la satisfacción de clientes en los servicios turísticos arrojan datos claros y definitivos de los motivos por los que perdemos clientes y volumen de mercado. Estos datos nos sirven para determinar algunas prioridades a la hora de planificar los esfuerzos y poder lograr los objetivos. Así se ha percibido que aproximadamente un 10 % de los clientes que se pierden es debido a la falta de adecuación del precio respecto del servicio prestado. Un 20 % se pierde por la calidad objetiva de los elementos tangibles como instalaciones, mobiliario o equipamientos de los lugares donde se desarrolla el servicio. El dato más relevante es que prácticamente el 70 % de las pérdidas de clientes esta motivada por la percepción de deficiencias en la calidad del servicio. Siendo ésta un aspecto subjetivo, debemos entender que todo participa de la percepción de la experiencia, y por tanto de la percepción que tendrán de ella las personas participantes. A la calidad hemos de sumar la calidez y la preparación del personal que está en contacto con los turistas, y no es aconsejable escatimar recursos que hagan posible una formación adecuada del elemento fundamental de un servicio mediante conocimientos específicos, habilidades sociales, inteligencia emocional y asertividad. Debemos aprovechar, al mismo tiempo, la información tan valiosa sobre los clientes que estas personas capitalizan durante el desempeño de sus funciones, convirtiéndoles en nuestra principal fuente de información.

Aprendamos de la experiencia

- El conocimiento que podemos adquirir sobre como transcurren las experiencias que proponemos y los efectos en los destinatarios, ha de servirnos para una mejora continuada en el diseño y realización de éstas. Hemos de considerar nuestros aciertos y nuestros errores para rediseñar las ya existentes o para proponer otras diferentes. Los aspectos que hemos de revisar, de manera continua, son los relativos a la creación de un entorno adecuado que facilite el desarrollo de las experiencias; la dedicación que invertimos a la planificación, que no deje demasiado espacio a la improvisación por no contemplar todos los aspectos que se deben afrontar; todo lo referente a la estructura de funciones en la organización para que la maquinaria operativa sea eficaz; la definición de las prioridades manteniendo de forma clara una visión de donde queremos llegar con nuestras propuestas, que sirva para guiar los emprendimientos presentes y futuros.

A modo de conclusión quiero referir lo que desde la perspectiva de la creación de productos debe de ofrecer un destino enoturístico atractivo, no solo por sus recursos, sino también por la forma de ponerlos en valor y a disposición de las personas interesadas en invertir su tiempo de ocio y su dinero, en la oferta que se les propone:

Es importante lograr que estas personas, que llamamos clientes, lleguen a "vivir el vino" y participar de un sinfín de elementos propios de su cultura y del entorno donde se ha desarrollado, no solamente visitar bodegas y museos temáticos.

Podemos hacer una interpretación del patrimonio vitivinícola de forma lo más creativa posible, sin perder por ello, en ningún momento, el rigor de la información que queremos transmitir.

Se hace oportuno, para diferenciarnos y fidelizar a los visitantes, generar experiencias únicas, de alto valor emocional, que generen recuerdos perdurables en las mentes de aquellos que participan en ellas. Experiencias integradas, originales con la participación de elementos tradicionales y contemporáneos y con el mayor número y los mejores recursos de la zona, guiadas por personal preparado y debidamente formado, que nos de la retroalimentación necesaria para un proceso de mejora continuada, considerando en todo momento que las experiencias que nos hacen felices son las preferidas, son las que ganan.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. **VADEMECUM DEL ENOTURISMO EUROPEO**, Proyecto VINTUR promovido por la Red Europea de Ciudades del Vino, RECEVIN.
2. **DEFINICIÓN DE ENOTURISMO** de Getz y Brown (2006).
3. **ACRÓNIMO** formado por la fusión original de las palabras en inglés *producer* (productor) y *consumer* (consumidor) que se utiliza para definir esta doble función de los clientes que participan indirectamente en la producción de un servicio.

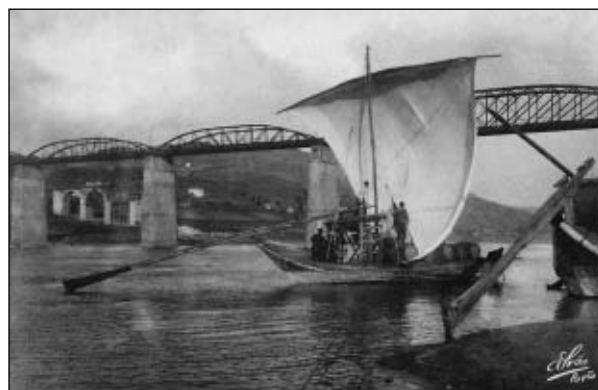
DOC DOURO, VIÑAS Y VINOS

José Carlos Álvarez Ramos

Ingeniero Agrónomo – Enólogo. Director Técnico y Ejecutivo. Bodegas Convento de las Claras

1. INTRODUCCIÓN

Douro es una región vinícola portuguesa centrada en el río Duero, en la región de Douro y Alto Tras os Montes. Se refiere, a veces, como el Alto Douro, ya que se encuentra a cierta distancia aguas arriba de Porto, al abrigo de las cordilleras de la influencia costera. La región tiene la clasificación más alta de vinos de Portugal como Denominación de Origen Controlada. Si bien la región está asociada principalmente a la producción de vino de Oporto, el Duero produce tanto vino de mesa como de vino fortificado.



2. HISTORIA

Hay evidencia arqueológica de vitivinicultura en la región, que data de finales del Imperio Romano de Occidente, en los siglos tercero y cuarto d.C., aunque las semillas de uva también se han encontrado en otros sitios arqueológicos más antiguos. En la Edad Media, a partir de la segunda mitad del siglo XII, los monjes cistercienses tenían una influencia importante en la vinificación en la región, a través de sus tres monasterios, Salzedas, San Joao de Tarouca y San Pedro das Guías.

En el siglo XVII, los viñedos de la región se incrementaron, y la primera mención conocida de "Vino de Oporto" data de 1675.

El Tratado de Methuen entre Portugal e Inglaterra en 1703, y el posterior establecimiento de numerosas cavas británicas en Porto significó que el vino de Oporto se convirtió en el producto principal de la región. En el marco de la regulación de la producción y el comercio de esta valiosa mercancía, el Marqués de Pombal redacta una carta el 10 de septiembre de 1756 definiendo la región de producción de vino de Oporto. Por lo tanto, se convirtió en primera región vitivinícola del mundo en tener una demarcación formal.

El Douro no se salvó de las enfermedades de la vid del siglo XIX. El oídio golpeó en 1852 y la filoxera en 1863.

Los vinos tintos del Douro comenzaron en la década de 1970, pero no fue hasta la década de 1990, cuando un gran número de vinos hicieron su aparición. Un factor que contribuyó fue la entrada de Portugal en la Comunidad Económica Europea en 1986.



La región vinícola del Douro fue declarada Patrimonio de la Humanidad en 2001.

3. GEOGRAFÍA Y CLIMA

La región vinícola del Douro se encuentra en todo el valle del río Duero y en los valles inferiores de sus afluentes (Varosa, Corgo, Tavora, Torto y Pinhao). La región está al abrigo de los vientos del Atlántico gracias a las montañas, y tiene un clima continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos.

El valle del Douro abarca 243.000 hectáreas de las cuales aproximadamente una quinta parte está plantada de vid. Prácticamente la mitad de la cosecha de uva se destina a producir Oportos y el resto a producir vinos tranquilos, mayoritariamente tintos, aunque la normativa permite también la elaboración de tintos y rosados, espumosos, vinos licorosos e incluso aguardientes de vino.

Por lo general se subdivide en tres subregiones, desde el oeste hacia el este:



- **Baixo Corgo**, Es la sub-región con el clima más suave y más precipitaciones. Cuenta con 14.000 hectáreas de viñedo. A pesar de que es la sub-región que se plantó primero, en general, se considera que puede dar vinos de menor calidad que las otras dos sub-regiones.
- **Cima Corgo**, es la sub-región más grande, con 19.000 hectáreas de viñedo, en torno a la aldea de Pinhao, y donde se encuentran la mayoría de las Quintas más famosas.
- **Douro Superior**, es la sub-región más caliente y más seca, se extiende hasta la frontera española. Cuenta con 8.700 hectáreas de viñedo y es la fuente de muchos vinos de muy buena calidad. Como es la menos accesible de las tres sub-regiones, es la de más reciente plantación, y todavía está en expansión.

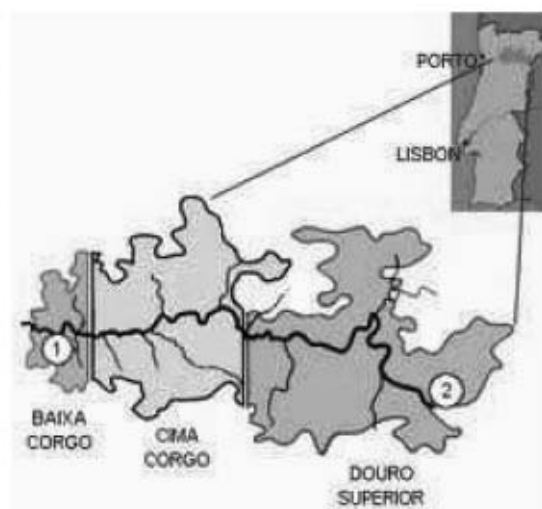
La particularidad del Douro se debe a su ubicación; en esta región ejercen gran influencia las sierras de Marão y de Montemuro, sirviéndoles como barrera contra los vientos húmedos del oeste. El clima es continental y se caracteriza por inviernos muy fríos y veranos muy calurosos y secos.

La precipitación, distribuida asimétricamente, varía con regularidad a lo largo del año, con valores mayores en diciembre y enero (en algunos lugares en marzo), y con valores menores en julio y agosto. Durante los meses lluviosos, la precipitación presenta valores entre los 50,6 mm (Barca d'Alva – Douro Superior) y 204,3 mm (Fontes – Baixo Corgo); en los meses menos lluviosos, los valores de precipitación oscilan entre 6,9 mm (Murça – Cima Corgo) y 38 (Barca d'Alva), pudiendo decir que la cantidad de precipitación disminuye desde Barqueiros hasta la frontera española.

5. LOS SUELOS

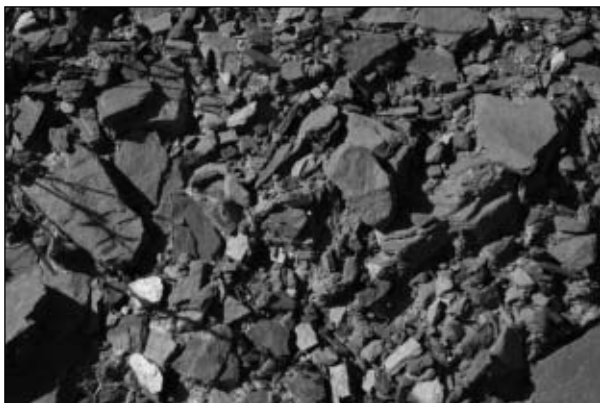
En lo que respecta al material originario de los suelos, la mayor parte de la Región Determinada, en particular a lo largo del valle del Douro y sus afluentes, pertenece a la formación geológica del complejo pizarra - grauváquico ante - ordovicio, con algunas inclusiones de una formación geológica granítica envolvente. Los suelos son casi en su totalidad derivados de pizarra, y se dividen en dos grupos fundamentales:

(I) – Suelos donde la influencia de la acción del hombre es muy patente, durante las labores de roturación y abancalado que anteceden a la plantación de la viña, concretamente mediante las movilizaciones profundas





con desagregación forzada de la roca y la consecuente profundización del perfil y modificaciones en la morfología original, acompañada de la incorporación de fertilizantes. Constituyen la gran mayoría del área ocupada por viña y concretamente, según la simbología de la FAO/UNESCO (1988), por Antrosuelos áricos. En estos suelos, el perfil está constituido por un horizonte Ap (Antrópico) de espesor variable según la profundidad de desfonde (1,00 a 1,30 m) y la ubicación del bancal, normalmente bastante pedregoso, seguido de la roca (R); habitualmente el horizonte Ap se subdivide en dos capas, la primera de 25 cm, resultante del cultivo anual de la viña y



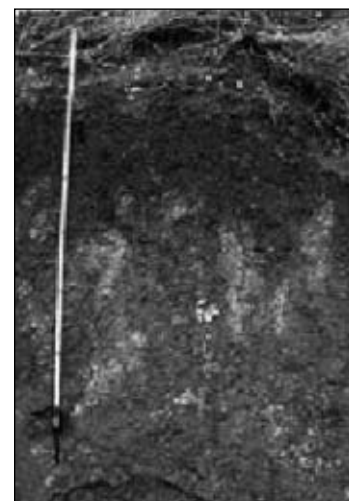
la segunda desde ahí hasta la roca; se reparten por dos subunidades principales –dísticos y eutéricos– conforme la reacción ácida o próxima de la neutralidad.

(II) Otro constituido por unidades –suelo donde la acción del hombre ha sido más suave–, donde el suelo ha conservado su perfil original, con modificaciones únicamente en la capa superficial. En este grupo y siguiendo también la simbología antes mencionada, se distinguen tres unidades principales:

a) Leptisoles– unidad– suelo dominante en el área no ocupada con viña estando constituida por suelos que se caracterizan principalmente por la presencia de roca dura a menos de 30 cm de profundidad; generalmente de perfil ACR, o en menor extensión ABwCR, repartidos por tres subunidades –líticos (los más delgados); dísticos (ácidos); úmbricos (ácidos y ricos en materia orgánica, en las partes más altas); y en menor escala, eutricos (poco ácidos, con alguna presencia en el Douro Superior).



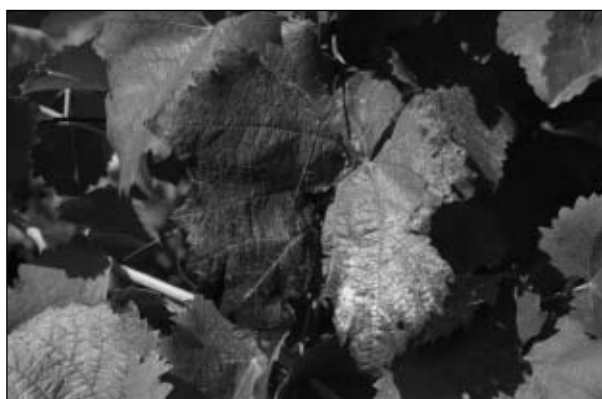
b) Cambisoles – Suelos de espesor superior a 30 cm y por lo normal constituidos por una secuencia de horizontes ABwCR, con la presencia de horizonte cámbico (Bw); se reparten en dos subunidades dominantes – dísticos y eutricos (como hemos referido para los Leptisoles).



c) Fluvisoles – Son suelos derivados de depósitos aluviales recientes, ubicados en superficies de acumulación de sedimentos. Ocupan un área restringida,



encontrándose la mancha más grande en el Valle de Vilariça; se subdividen igualmente en dísticos y eutricos, de acuerdo con su reacción, a semejanza del citado anteriormente.

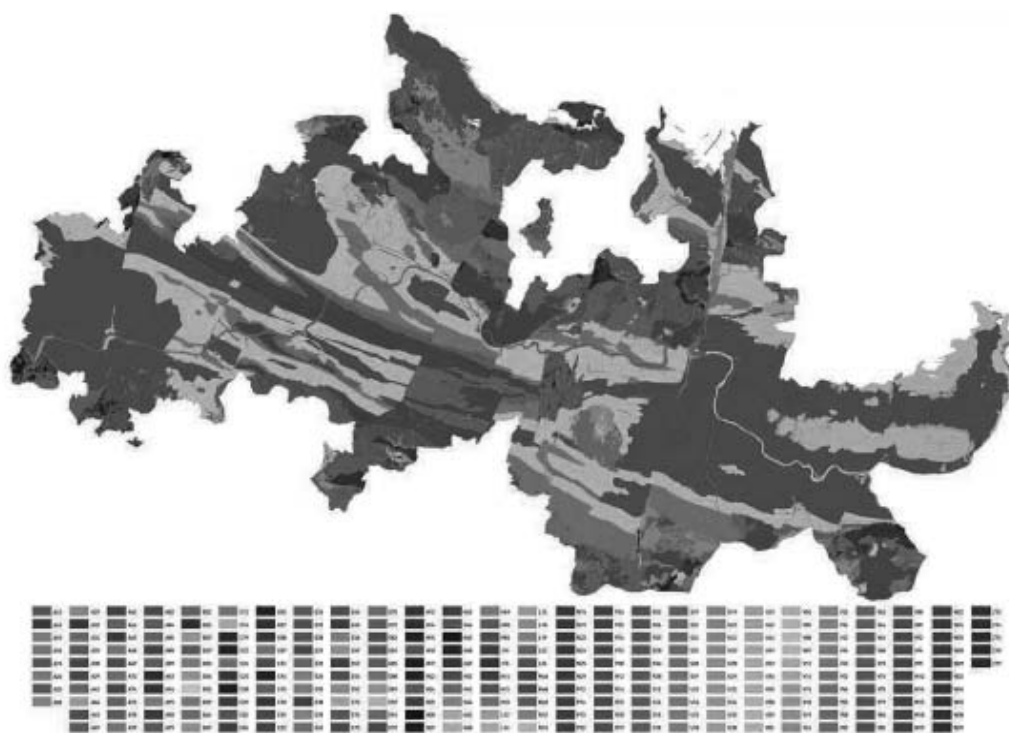


En lo que respecta a características físico-químicas de los suelos, dominan la texturas franco – arenosa fina y franco – limosa, con elevada cantidad de elementos toscos en los Astrosuelos, tanto en la superficie como en el perfil, lo que confiere protección contra la erosión hídrica, buena permeabilidad a las raíces y al agua, y elevada absorción de energía radiante con consecuencias positivas en la maduración y en la disminución de la amplitud térmica diurna.



Son de bajo contenido en materia orgánica; pH, entre 5,6 y 6,5; en ambos casos con bajos valores de calcio y magnesio.

Valores generalmente muy bajos a bajos en fósforos extraíble (<50 mg/kg) y medios a altos de potasio extraíble (50 a 100 mg/kg).



Uvas Blancas		Uvas Tintas	
Mín. 60 %	Máx. 40 %	Mín 60 %	Máx. 40 %
Esgana Cão	Arinto	Bastardo	Cornifesto
Folgasão	Boal	Mourisco Tinto	Donzelinho
Gouveio ou Verdelho	Cercial	Tinta Amarela	Malvasia
Malvasia Fina	Côdega	Tinta Barroca	Periquita
Rabigato	Malvasia Corada	Tinta Francisca	Rufete
Viosinho	Moscatel Galego	Tinta Roriz	Tinta Barca
	Donzelinho Branco	Tinto Cão	
	Samarrinho	Touriga Francesa	
		Touriga Nacional	

6. VARIEDADES

La gran variedad de tipos de uva en el Douro, adaptables a diferentes situaciones de clima, demuestra las óptimas condiciones para el cultivo de la viña existentes en la región. Los tipos de uva, en su mayoría autóctonos, están injertados en diversos portainjertos, escogidos según su afinidad para los tipos de uva y características del suelo.

El encepe de la región, al igual que el de todas las regiones determinadas, está reglamentado por decreto ley, siendo en éste citados los tipos de uva autorizados y recomendado y el respectivo porcentaje.

Actualmente, en las nuevas plantaciones se ha optado por un número más reducido de tipos de uva, elegidas por sus características particulares. Entre los tipos de uva se destacan la Tinta Amarela, Tinta Barroca, Tinta Roriz, Touriga Francesa, Touriga Nacional y Tinto Cão; los tipos de uva blanca predominantes son la Malvasia Fina, Viosinho, Donzelinho, Gouveio y Ferran pierce.

Con respecto a la productividad, la región no se caracteriza por tener viñas muy productivas. Hay que mencionar que el rendimiento máximo permitido es de 55 hectolitros/hectárea (aproximadamente 7.500 Kg/hectárea). La productividad media es de unos 30 hectolitros/hectárea (4.100 Kg/hectárea).

7. PORTAINJERTOS

El portainjerto más usado tras la invasión de la filoxera fue el Rupestris du Lot. Posteriormente fueron introducidos híbridos de Berlandieri con Riparia (420-A, SOS) e híbridos de Berlandieri con Rupestris, tales como el R 99, el 1.103 y también el 196-17. Los primeros son utilizados en los terrenos más hondos y frescos, y los segundos en laderas cálidas y secas.



Tinta Cão



Touriga franca



Touriga Nacional



Tinta Roriz

8. CLASIFICACIÓN DE LOS VINOS DE OPORTO

Los Oportos se caracterizan por su gran intensidad aromática, la presencia del alcohol, su dulzura y la tanicidad en algunas de sus categorías.

El Oporto tinto se hace a partir de uvas Tinta Roriz, Tinta Barroca, Touriga y Tinta Cão. El Oporto blanco se obtiene de las uvas Malvasía Dourada, Malvasía Fina, Gouveio y Rabigato.

Estilos

Según el Instituto dos Vinhos do Douro e do Porto (IVDP), estos se pueden clasificar en dos categorías principales, según el tipo de envejecimiento:

- Vinos que han sido madurados en botellas selladas, sin contacto con el aire y que experimentan lo que se conoce como maduración reductiva.
- Vinos que han sido madurados en barricas de roble, cuya permeabilidad permite cierto contacto con el oxígeno, experimentando una maduración oxidativa.

Además, el IVDP nombra otra forma de clasificar el Oporto en dos categorías: los normales (ruby, tawny y blancos estándares), y los de categorías especiales.

Ruby

Se producen de las variedades de uvas tintas. En los ruby lo que se pretende es mantener su color tinto, más o menos intenso, y el aroma frutal de los vinos jóvenes. Se incluyen en este tipo, por orden creciente de calidad, las categorías Ruby, Reserva, Late Bottled Vintage (LBV), y Vintage. Los vinos de las mejores categorías, principalmente el Vintage, y en menor grado el LBV, pueden ser guardados, ya que envejecen bien en botella.

Late Bottled Vintage (LBV)

Es un Oporto Ruby de un solo año, seleccionado por su elevada calidad y embotellado tras un período de envejecimiento de entre cuatro a seis años. La mayoría está listo para su consumo en el momento de la compra, pero algunos continúan su envejecimiento en botella (compruebe la etiqueta). El Oporto LBV presenta colores rojos rubí intenso, posee cuerpo y es rico en la boca; tiene la particularidad de estilo y personalidad de un vino de una sola añada.

Vintage

Considerado por muchos, como la joya de la corona de los vinos de Oporto, es el único que madura en botella. Producido con uvas de una única añada y embotellado dos o tres años después de la vendimia, evoluciona gradualmente de 10 a 50 años en botella. El encanto del Porto Vintage reside en el hecho de ser atractivo en prácticamente todas las fases de su vida en botella. En los primeros cinco años mantiene la intensidad rubí de los colores originales, aromas exuberantes a frutos rojos y silvestres y el sabor del chocolate negro, todo ello equilibrado por fuertes taninos, que combinan a la perfección con postres ricos en chocolate. Tras diez años –además de crear un sedimento medio– desarrolla tonos rojo granate y alcanza una exquisita plenitud de aromas y sabores a frutas maduras. A medida que el vino se aproxima a su madurez, el color evoluciona hacia tonos ámbar, su fruta adquiere mayor sutileza y complejidad, y su sedimento se vuelve más pesado.

Single Quinta Vintage

Estos vinos son de alta calidad, distinguiéndose por ser de una sola añada y originarios de una única viña, lo que les proporciona un carácter sin igual.

Tawny

Son envejecidos en barricas de roble, exponiéndolos a la oxidación gradual y evaporación. Como resultado de ello van evolucionando poco a poco a un color marrón dorado. La exposición al oxígeno le imparte sabores característicos al vino, que luego se mezclan para que coincida con el estilo de la casa que lo fabrica.

Cuando un Oporto se describe como tawny sin indicación de edad, indica una mezcla base de vinos envejecidos en barricas durante por lo menos dos años.

Con indicación de edad

Por encima de los anteriores se indican las edades que representan una mezcla de varias añadas, con los años nominales “de madera” mencionados en la etiqueta. Las categorías oficiales son 10, 20, 30 y más de 40 años.

Colheita

Son tawnies de una sola añada a los que se les permite indicar el año en la etiqueta, en lugar de la indi-

cación de edad; no deben confundirse con los *vintage* ya que los Colheita son envejecidos en toneles por un periodo mínimo de siete años, dando lugar a vinos con amplitudes de color que van del tinto dorado al dorado, dependiendo de su envejecimiento. Igualmente los aromas y sabores evolucionan a lo largo del tiempo originando diversos estilos de Tawnies.

Blancos

El vino de Oporto blanco se presenta en varios estilos, relacionados con los periodos de envejecimiento más o menos prolongados y diferentes grados de dulzor, que resultan del modo de elaboración. A los vinos tradicionales, se juntaron los vinos de aroma floral y complejo con un volumen alcohólico mínimo de 16,5 % (vino de Oporto Branco Leve Seco) capaces de responder a la demanda de vinos menos ricos en alcohol.

Rosados

Vino de color rosado obtenido por maceración poco intensa de uvas tintas y en la que no se promueven fenómenos de oxidación durante su conservación. Son vinos para ser consumidos jóvenes, con buena exuberancia aromática con notas de cereza, frambuesa y fresa. En la boca son suaves y agradables. Deben apreciarse frescos o con hielo, pudiendo servirse también en diversos cócteles.

Por su contenido de azúcar

Además de las clasificaciones anteriores, los Oportos pueden ser: muy dulce, dulce, semi seco, o extra seco. La dulzura del vino constituye una opción del fabricante, condicionada por el momento de interrupción de la fermentación.



9. BIBLIOGRAFÍA

AZEVEDO, José Correia de – Património Artístico da Região Duriense, 1972.

BIANCHI-DE-AGUIAR, Fernando; RODRIGUEZ, Joan Andrés Blanco – Rutas de los viños del Duero/Rotas dos Vinhos do Douro. Zamora: Fundación Rei Afonso Henriques, 2001.

BIANCHI-DE-AGUIAR, Fernando (coord.) – Candidatura do Alto Douro Vinhateiro a Património Mundial. Porto: Fundação Rei Afonso Henriques, 2000.

BEAUDOUVIN, François – Les bateaux du Douro: étude des origines. Porto : Museu de Etnografia e História/ Junta Distrital do Porto.

CABRAL, António – Antologia dos Poemas Durienses. Chaves : Tartaruga, 1999.

CERQUEIRA, Maria da Luz; FERREIRA, Natália Favrelle; OLIVEIRA, Rui Jorge; BARROS, Susana Pacheco – Douro: rotas medievais. Itinerários Turístico-Culturais do Douro, 2000.

COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO NORTE (CCDRN) – Alto Douro Vinhateiro: Património Mundial. Porto, 2006.

CUNHA, Mário Raul – Barco Rabelo. 35º Congresso Mundial das Confrarias Báquicas, 1998.

FAUVRELLE, Natália – Quintas do Douro: as arquiteturas do vinho do Porto. GEHVID/Câmara Municipal de São João da Pesqueira. Cadernos da revista Douro. Estudos & documentos, nº 8, 2001.

FILGUEIRAS, Octávio Lixa – Barco Rabelo: um retrato de família. Porto: A. A. Calém & Filhos, 1989.

FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN – Guia de Portugal: Trás-os-Montes e Alto Douro: I - Vila Real, Chaves e Barroso. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Vol. V, 1987.

FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN – Guia de Portugal: Trás-os-Montes e Alto Douro: II – Lamego, Bragança e Miranda. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Vol. V, 1988.

FUNDAÇÃO CASA DE MATEUS – A casa de Mateus: Roteiro. Vila Real: Fundação Casa de Mateus, 2005.

GONÇALVES, Manuel José da Veiga e Silva Gonçalves (dir.) – Estudos Transmontanos. Vila Real: Biblioteca Pública e Arquivo Distrital de Vila Real, nº 1 (1983) e nº 2 (1984).

GRUPO DE ESTUDOS DE HISTÓRIA DA VITICULTURA DURIENSE E DO VINHO DO PORTO (GEHVID) – Cister no Vale do Douro. Porto: Edições Afrontamento, 1999.

GRUPO DE ESTUDOS DE HISTÓRIA DA VITICULTURA DURIENSE E DO VINHO DO PORTO (GEHVID) – Douro: Estudos e Documentos. Porto: GEHVID/FLUP, ano 2, nº 3 e 4, 1997.

GRUPO DE ESTUDOS DE HISTÓRIA DA VITICULTURA DURIENSE E DO VINHO DO PORTO (GEHVID) – Douro: Estudos e Documentos. Porto: GEHVID/FLUP, ano 10, nº 19, 2005.

GUICHARD, François; PEREIRA, Gaspar Martins.

GUIMARAENS, David; PEIXOTO, Fernando; ALMEIDA, Alberto Ribeiro de; LOPES, Teresa da Silva; SANDEMAN, George; CARVALHO, Manuel – O vinho do Porto. Porto: Instituto do Vinho do Porto, 2003.

INSTITUTO DOS VINHOS DO DOURO E DO PORTO, I.P. (coord.) – Receitas para vinhos do Douro e Porto. Porto: Instituto dos Vinhos do Douro e do Porto, 2007.

MARCOS, Rui de Figueiredo. As Companhias Pombalinas: Contributo para a História das Sociedades por Acções em Portugal. Coimbra: 1997.

RIBEIRO, Agostinho – Por terras do Douro Sul: alguns aspectos da sua riqueza patrimonial. Millenium. Viseu: Instituto Superior Politécnico de Viseu, nº 22, Abril de 2001.

RIBEIRO, Agostinho (coord.) – Museu de Lamego: Roteiro. 1ª ed. Lisboa: Instituto Português de Museus, 1998. LACERDA, Silvestre – A arte da Tanoaria. Porto: Centro Regional de Artes Tradicionais (CRAT), 1997. LIDDEL, Alex; PRICE, Janet – Douro: As Quintas do vinho do Porto. 2ª ed. Lisboa: Quetzal Editores, 1995.

SELLERS, Charles. Oporto, old and new : being a historical record of the port wine trade, and a tribute to british commercial enterprize in the north of Portugal. Londres: Herbert E. Harper, 1899. 314 p. Página visitada em 14 de setembro de 2012.



El Corazón del Duero



Consejo Regulador de la Denominación de Origen Ribera del Duero

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