

2014



Ribera del Duero

PONENCIAS DEL XIV CURSO DE VERANO. INNOVACIÓN VITIVINÍCOLA EN LA RIBERA DEL DUERO: SOSTENIBILIDAD IV



DIRECTORES:

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

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

DIRECTORA ACADÉMICA:

M.^a Luisa González San José
Universidad de Burgos

INNOVACIÓN VITIVINÍCOLA
EN LA RIBERA DEL DUERO:
SOSTENIBILIDAD IV

Primera edición: junio, 2015

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

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

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

I.S.B.N.: 978-84-606-8789-4
Depósito Legal: BU-123-2015

Impreso en España - Printed in Spain

ÍNDICE

VITICULTURA

GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS EN EL VIÑEDO

SANTIAGO CEPEDA CASTRO

Ingeniero Agrónomo

TÉCNICO DE LA ESTACIÓN DE AVISOS AGRÍCOLAS DE TORO. JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN 9

REGULADORES DE CRECIMIENTO PARA MEJORAR LA MADURACIÓN DE LA UVA Y FACILITAR LA VENDIMIA MECANIZADA

PEDRO MARTÍN PEÑA

Doctor Ingeniero Agrónomo

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL Y RECURSOS FORESTALES. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID 17

CONDUCCIÓN Y MANEJO DEL VIÑEDO: GESTIÓN PARA MEJORAR SU SOSTENIBILIDAD

JESÚS YUSTE BOMBÍN

Doctor Ingeniero Agrónomo

ESPECIALISTA EN VITICULTURA. I.T.A. DE CASTILLA Y LEÓN, VALLADOLID 25

ENOLOGÍA

NUEVAS TÉCNICAS ENOLÓGICAS EN LA ELABORACIÓN DE VINOS

JOSÉ HIDALGO TOGORES

Doctor Ingeniero Agrónomo y Enólogo

ASESOR TÉCNICO VITIVINÍCOLA 39

POLISACÁRIDOS: DETERMINACIÓN Y PROPIEDADES

BELÉN AYESTERÁN ITURBE

Doctora en Química

INSTITUTO DE LAS CIENCIAS DE LA VID Y DEL VINO (UNIVERSIDAD DE LA RIOJA, CSIC Y GOBIERNO DE LA RIOJA) 55

COLOR DE LOS VINOS: MECANISMOS DE COMPENSACIÓN EN DESEQUILIBRIO FENÓLICO

VÍCTOR PUENTE LÓPEZ

Licenciado en Ciencias Biológicas. Enólogo

DIRECTOR TÉCNICO LAFFORT ESPAÑA, S.A. 69

MARCADORES DE LONGEVIDAD Y DISMINUCIÓN DEL SULFUROSO EN VINOS

ANTONIO TOMÁS PALACIOS GARCÍA

Doctor en Ciencias Biológicas

LABORATORIOS EXCELL IBÉRICA 73

VARIOS

RECURSOS DEL PATRIMONIO RIBEREÑO. ENOTURISMO

M^a. JOSÉ ZAPARAÍN YÁÑEZ

Doctora en Historia del Arte

INVESTIGADORA EN HISTORIA DEL ARTE 87





VITICULTURA

GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS EN EL VIÑEDO

Santiago Cepeda Castro

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

1. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de la Producción Agraria el control de plagas y enfermedades se realiza mediante la utilización de productos fitosanitarios, que tienen influencia sobre la salud del consumidor y del trabajador, el medio ambiente, la agricultura y el comercio.

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

En el año 2002 el Consejo y el Parlamento Europeo aprobaron 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 del uso de plaguicidas y de los riesgos, sin menoscabo de la necesaria protección de los cultivos.

Todo este proceso finalizaba en 2009, con la aprobación de la Directiva 2009/128/CE, por la que se establece el marco de actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.

2. 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, el fomento del uso de la gestión integrada de plagas y el empleo de técnicas alternativas de control de plagas.

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 son:

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 él 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 aplica-



Figura 1. Aspectos a considerar en la aplicación de la Gestión Integrada de Plagas (GIP).

ción 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 aplicación exitosa de la Gestión Integrada de Plagas es imprescindible desarrollar las siguientes actividades:

- Seguimiento periódico del cultivo, que permita determinar su estado de desarrollo.
- Puesta en marcha de un protocolo de 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.
- Aplicación de métodos para la determinación del riesgo de aparición de enfermedades, para actuar en el momento más adecuado, si es imprescindible.
- Empleo de métodos preventivos eficaces y elección del método de control más adecuado, recurriendo a los productos químicos si no hay otra alternativa, y optando por los fitosanitarios más respetuosos.

- Registro de todas las intervenciones que se realizan en el cultivo.

3.2. Gestión Integrada de Plagas y Real Decreto 1311/2012

El 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, en su artículo 10 establece lo siguiente:

“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, cuando sea posible, a los métodos no químicos, de manera que los asesores y usuarios opten por 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”.

Se considera que cumplen estos requisitos los siguientes tipos de producción:

- La gestión de plagas realizada en la agricultura ecológica.
- La realizada en producción integrada.
- Aquella que se lleva a cabo en otros sistemas de producción certificada que hayan sido aprobados por un Comité dependiente del Ministerio de Agricultura.

- Aquella que realizan los agricultores pertenecientes a agrupaciones oficialmente reconocidas, que tienen por objeto el desarrollo de la gestión integrada de plagas (por ejemplo ATRIA o APRIA).

Si una explotación no está dentro de los casos citados anteriormente, deberá contratar un técnico habilitado en la gestión integrada de plagas, que le asesore en el desarrollo de los principios generales indicados. Tan sólo en el caso de explotaciones que son consideradas de baja utilización de fitosanitarios, podrán aplicar la gestión integrada de forma directa, sin disponer de técnico habilitado. Es el caso de explotaciones vitícolas con una superficie inferior a 5 hectáreas, que no necesitan disponer de un asesor, salvo que también se obtengan otras producciones que no sean consideradas de baja utilización de fitosanitarios.

Las explotaciones que no necesitan asesoramiento, deberán desarrollar la gestión de plagas tomando en consideración las recomendaciones recogidas en las "Guías de Gestión Integrada de Plagas" que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente publica.

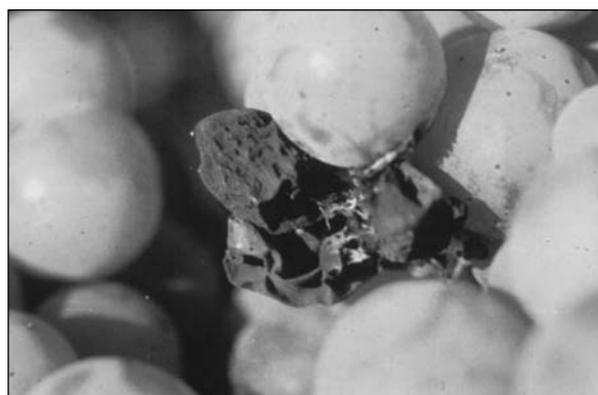


Figura 2. Daños de la segunda generación de polilla.



Figura 3. Podredumbre gris.

4. GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS EN VIÑEDO

En el año 2014 se ha publicado la "Guía de Gestión Integrada de Plagas en Uva de Transformación", que recoge las estrategias a desarrollar para la prevención y el control de los problemas fitosanitarios de este cultivo, atendiendo a los principios de la Gestión Integrada de Plagas, recogidos en el Real Decreto 1311/2012.

Como ejemplos de la aplicación de la Gestión Integrada en el Viñedo, a continuación se exponen las estrategias de prevención y control de algunas plagas y enfermedades que pueden presentarse en el viñedo de la Ribera del Duero: polilla del racimo, gusanos grises, acariosis, mildiu, oidio y excoriosis.

4.1. Gestión Integrada de la Polilla del Racimo

Habitualmente denominamos "Polilla del Racimo" a la especie *Lobesia botrana* Den. y Schiff.; que ocasiona pérdidas importantes en los viñedos españoles, fundamentalmente en calidad, ya que favorece el ataque del hongo *Botrytis cinerea* Pers. (causante de la Podredumbre Gris).

Seguimiento de la plaga y estimación del riesgo.

Para el seguimiento del ciclo biológico de la plaga se pueden utilizar trampas sexuales que permitan determinar los periodos de vuelo de adultos (inicio, máximo, y fin de vuelo de cada generación). Esta curva de vuelo nos determina cuando iniciar los controles de la puesta de huevos sobre los racimos para determinar el nivel de plaga en cada generación.



Figura 4. Trampa sexual cebada con feromonas.

Momento de intervención

La primera generación no se recomienda tratar excepto en casos excepcionales. Para la segunda generación sólo se debe intervenir a partir del 10% de racimos con puesta. Si hubiera una tercera generación se podría intervenir a partir de un 5% de racimos con puesta.

Medidas alternativas al control químico

Pueden utilizarse métodos biotécnicos (confusión sexual), siempre que las condiciones de la parcela lo permitan.

Medios químicos

El tratamiento contra la 2ª y 3ª generación deber hacerse en un momento diferente en función del producto fitosanitario que se utilice: inicio del vuelo, periodo de puesta de huevos, inicio de eclosión de estos, o máxima eclosión.

4.2. Gestión Integrada de los Gusanos Grises

Los gusanos grises son larvas de diferentes especies de lepidópteros, aunque la más frecuente en viñedo son las del género *Agrotis*. Los daños los ocasionan al morder la yemas de la planta antes de la brotación. Los daños pueden ser graves en plantaciones jóvenes en formación.

Seguimiento de la plaga y estimación del riesgo

Observación de los primeros daños en brotación (desde el desborre hasta el estado fenológico de racimos visibles). También puede hacerse un control del vuelo de adultos con trampas sexuales.

Medidas preventivas o culturales

Es aconsejable dejar malas hierbas en la hilera hasta el estado de racimos visibles.

Momento de intervención

Debe actuarse por rodales, en los primeros estados fenológicos cuando se observen daños.

Medidas alternativas al control químico

Deben respetarse la acción de los enemigos naturales.

Pueden utilizarse métodos biotécnicos (trampas sexuales), para conocer la presencia de adultos y el volumen de las poblaciones.



Figura 5. Daños en una yema por gusanos grises.

Medios químicos

Sólo al observar los primeros daños, pudiendo repetirse a los 10 o 15 días si continúa el ataque.

4.3. Gestión Integrada de Acariosis

Ocasionada por el ácaro eriófido *Calepitrimerus vitis* Nal. Los síntomas y daños son diferentes en función del estado vegetativo del viñedo y de los órganos atacados. Pero los más significativos se producen al inicio de la brotación, ocasionando un desarrollo muy lento, con hojas abarquilladas y con abultamientos, nervios muy patentes y entrenudos muy cortos.



Figura 6. Acariosis al inicio de la brotación.



Figura 7. Acariosis al inicio del envero.



Figura 8. Racimos dañados por el mildiu.

Seguimiento de la plaga y estimación del riesgo

En el inicio de la brotación deben observarse hojas al binocular, y antes del envero deben observarse punteaduras en las hojas.

Medidas preventivas o culturales

Es recomendable destruir los restos de poda de las parcelas afectadas, pues en ellas se mantienen los ácaros durante el invierno.

Momento de intervención

Si se han producido daños el año anterior, hay que estar especialmente atento en el inicio de la brotación. Durante la vegetación sólo se debe intervenir si se superan de 50 a 100 ácaros por hoja.

Medidas alternativas al control químico

Deben respetarse la acción de los enemigos naturales, en este caso son ácaros fitoseidos, para ello hay que utilizar medios de control químico contra otras plagas que sean respetuosos con ellos.

Medios químicos

Puede hacerse un tratamiento al desborre si hay una alta densidad de ácaros, sobre todo si las temperaturas son muy bajas y el crecimiento es lento. Para reducir la población invernante puede hacerse un tratamiento antes del envero, si se superan los umbrales indicados.

4.4. Gestión Integrada 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. Está ocasionada por el hongo *Plasmopara viticola* Berl. y de Toni.



Figura 9. Esporulación de mildiu en el envés de la hoja.

Seguimiento y estimación del riesgo para el cultivo

Detección de los primeros síntomas sobre hojas y racimos revisando varias cepas de cada parcela vitícola a partir de los 10-15 centímetros de brote. Usar estaciones meteorológicas y modelos de predicción de riesgos adaptados a cada zona, (figura 10).

Medidas preventivas o culturales

Poda en verde, desnietados y despuntes, así como deshojados realizados tras la floración y cuajado. Evitar excesos de abonado nitrogenado.

Momento de intervención

No hay un umbral definido. De forma general deben hacerse tratamientos preventivos al inicio de la floración, y cuando las condiciones meteorológicas sean favorables para el desarrollo de la enfermedad.

Medios químicos

Todos los tratamientos deben tener un carácter preventivo. Debe alternarse el uso de familias químicas distintas para evitar la aparición de resistencias.

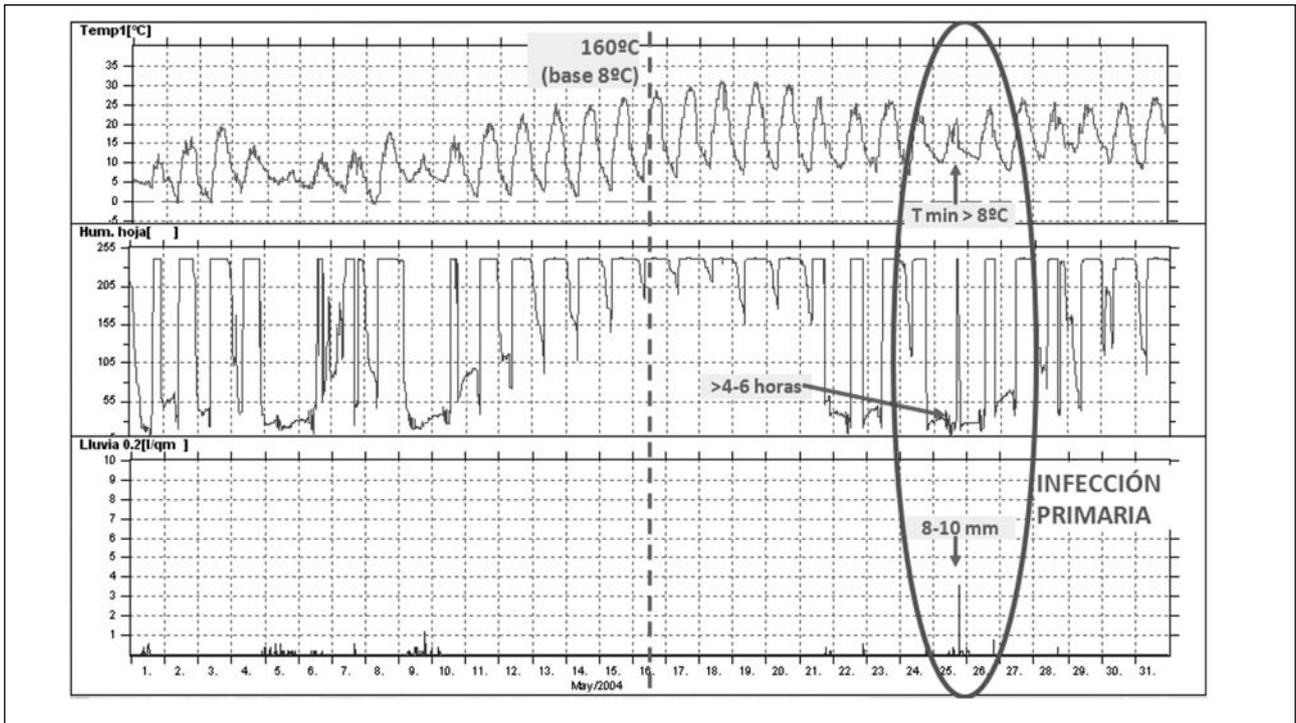


Figura 10. Aplicación de un modelo de predicción de riesgo de mildiu de la vid.

4.5. Gestión Integrada del Oídio

Enfermedad endémica producida por el hongo *Uncinula necator* Burr. Afecta a todos los órganos verdes de la planta, causando importantes daños en los racimos, provocando agrietamientos en las bayas y produciendo reducciones importantes de cantidad y calidad de la cosecha.

Seguimiento y estimación del riesgo para el cultivo

Detección de los primeros síntomas sobre hojas y racimos revisando las plantas de vid más sensibles dentro de una parcela.

Medidas preventivas o culturales

Realizar la poda en verde, eliminación de pámpanos, desnietado y deshojado, al objeto de facilitar la aireación de los racimos y la penetración de los tratamientos fitosanitarios.

Momento de intervención

No hay un umbral definido. Esta enfermedad debe ser tratada de forma preventiva por su carácter endémico.

Medios químicos

Mantener el viñedo protegido desde floración hasta inicio del envero.

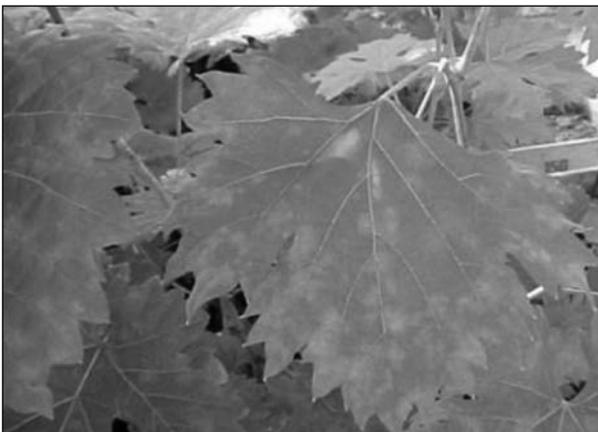


Figura 11. Síntomas del oídio en hoja.



Figura 12. Daños del oídio en racimo.

Alternar los productos fitosanitarios de diferentes familias químicas, para evitar la aparición de resistencias.

Realizar la aplicación de fitosanitarios de forma correcta, recorriendo todas las calles de la viña, para que el fungicida quede depositado sobre el racimo.

4.6. Gestión Integrada de la Excoriosis

Enfermedad ocasionada por el hongo *Phomopsis viticola* Sacc. Está presente en la mayoría de los viñedos españoles, aunque su incidencia es mayor en zonas donde son habituales las lluvias al inicio de la brotación del cultivo. Afecta a todos los órganos verdes de la planta, causando importantes daños cuando ataca a los brotes jóvenes, si el hongo se instala en las yemas, puesto que en la primavera siguiente estas no brotarían, con la consiguiente pérdida de cosecha.



Figura 13. Síntomas de excoriosis en un pámpano.



Figura 14. Pulgar afectado por excoriosis, con yemas sin brotación.

Seguimiento y estimación del riesgo para el cultivo

Observación de síntomas en cepas sensibles, tras la caída de la hoja, antes de la poda. Si se observan síntomas en varias cepas, marcarlas para actuar en el estado fenológico D (hojas incipientes) al año siguiente.

Medidas preventivas o culturales

En el momento de la poda eliminar, en la medida de lo posible, los sarmientos con síntomas, procediendo a destruir los restos de poda.

Momento de intervención

No hay un umbral definido. Actuar sobre los rodales afectados en el estado fenológico de hojas incipientes.

Medios químicos

Es necesario mantener protegido el estado fenológico D (hojas incipientes), para lo cual se realizarán dos tratamientos fitosanitarios, uno en estado de punta verde u hojas incipientes (estado fenológico C/D) y otro en el estado de hojas incipientes-hojas extendidas (estado D/E).

5. CONCLUSIÓN

La aplicación de la normativa en materia de uso sostenible de fitosanitarios, para la viticultura de Castilla y León puede suponer cambios importantes en la gestión fitosanitaria de las explotaciones. Pero este reto puede transformarse en un excelente factor diferenciador si consideramos la baja presión de plagas y enfermedades existente en nuestra región, 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.

6. 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, nº 147, pp. 76-90.

Cepeda, S. (2009): *Nueva normativa europea sobre comercialización y uso de fitosanitarios*. Tierras de Castilla y León, nº 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.

Martin, A.; et al. (2014): *Guía de Gestión Integrada de Plagas para el cultivo de Uva de Transformación*. Madrid. MAGRAMA.

Ortega, V.; Alonso, A. (2009): *Desarrollo de las plagas y enfermedades de la vid en la Ribera del Duero*. Vida Rural nº 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.

REGULADORES DE CRECIMIENTO PARA MEJORAR LA MADURACIÓN DE LA UVA Y FACILITAR LA VENDIMIA MECANIZADA

Pedro Martín Peña

Doctor Ingeniero Agrónomo. Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales. Universidad de Valladolid

1. INTRODUCCIÓN

Los procesos fisiológicos de las plantas son regulados por equilibrios hormonales específicos, cuya modificación mediante técnicas diversas tiene un gran interés en agricultura. Existen dos posibles vías de actuación: bien promover la síntesis endógena de las hormonas dentro de las plantas, o bien aplicar fitoreguladores de modo exógeno.

Se denominan reguladores del crecimiento o fitoreguladores a todas aquellas sustancias, sean naturales o no, que actúan en la planta de un modo análogo a como lo hacen las hormonas vegetales. A pesar de su elevada potencialidad, la aplicación de fitoreguladores en los cultivos, normalmente por vía foliar, presenta problemas importantes que restringen la generalización de su uso. Hay que tener presente que los procesos biológicos están regulados por equilibrios hormonales y no por hormonas concretas, por lo que los efectos de los fitoreguladores siempre van a ser variables en función de el equilibrio hormonal pre-existente en la planta en el momento de hacer el tratamiento (estado fenológico y fisiológico). La respuesta va a depender también de la naturaleza del producto aplicado, el modo de aplicación, las condiciones ambientales...

Por todo ello, es imprescindible realizar estudios de detalle en condiciones ecofisiológicas concretas, determinando los momentos y cantidades óptimas de aplicación, para cada aplicación específica. Estos estudios deben llevarse a cabo durante varios años, de modo que los resultados obtenidos sean repetibles, y se pueda evaluar correctamente el impacto de los fitoreguladores sobre las distintas componentes de la expresión vegetativa del cultivo y sobre su ciclo plurianual.

Aunque los fitoreguladores encuentran su campo de aplicación más amplio en la agricultura intensiva, se han desarrollado usos interesantes tanto en uva de mesa como de vinificación. Los fitoreguladores son especialmente útiles en el ámbito de la viticultura sostenible, dada la baja toxicidad de los productos para plantas y animales, junto al hecho de

que su empleo no presupone la sustitución de buenas prácticas agrícolas. Por otra parte, la aplicación de fitoreguladores puede contribuir significativamente a incrementar el valor de las cosechas, pues supone una gran oportunidad para mejorar la calidad de las mismas.

La legislación cada vez más restrictiva en el uso de agroquímicos también afecta a los fitoreguladores, que se consideran en la normativa en el mismo grupo que insecticidas, fungicidas y herbicidas. Los complejos sistemas de registro y el continuo proceso de revisión a nivel europeo a que se ven sometidos hace que no existan sustancias alternativas a las materias activas que se van suprimiendo del mercado. Los nuevos productos deben ser eficaces, baratos, de baja toxicidad, y no deben producir efectos secundarios indeseables en las plantas.

Para desarrollar nuevas utilidades, nuevos productos, técnicas de aplicación..., es necesario trabajar activamente en la investigación. Las líneas de trabajo se centran actualmente en aspectos como (Acosta, 2011):

- Descifrar los mecanismos de acción de las hormonas, incluyendo la epigenética.
- Desarrollar productos relacionados con los grupos de hormonas que se han identificado más recientemente, como los brasinoesteroides y las estrigolactonas.
- Estudiar la influencia de fitohormonas como jasmonatos o ácido salicílico sobre mecanismos vegetales de defensa frente a estrés bióticos y abióticos.
- Poner a punto modos de producción de sustancias activas por métodos poco agresivos con el medio ambiente (extractos naturales, síntesis microbiana...).

A continuación se comentan dos ejemplos concretos de investigación sobre reguladores de crecimiento en viticultura, llevados a cabo en los últimos años por el Grupo de Viticultura del Departamento de Pro-

ducción Vegetal y Recursos Forestales de la Universidad de Valladolid. El primero de ellos se centra en tratamientos para mejorar los índices de madurez de la uva. En el segundo se trabaja con productos para favorecer el desprendimiento de las bayas con objeto de facilitar la vendimia mecanizada.

2. UTILIZACIÓN DE FITORREGULADORES PARA ACELERAR LA MADURACIÓN DE LA UVA

La aplicación de liberadores de etileno como el etefón (ácido 2-cloroetil fosfónico) para incrementar y regularizar la coloración de los frutos ha sido una de las aplicaciones más exitosas de los reguladores de crecimiento en agricultura. El etefón es un producto que aplicado sobre las plantas, se escinde en etileno, cloruro y fosfato, en el interior de los tejidos vegetales. El etileno liberado incrementa la tasa respiratoria de las bayas, pero sin alterar la permeabilidad de las membranas celulares (Szyjewicz et al, 1984). En numerosos trabajos se ha observado que la aplicación de etefón sobre los racimos en el envero, es capaz de incrementar el contenido en polifenoles totales y antocianos del fruto en diferentes variedades de vid.

La respuesta de la uva a la exposición a etefón en distintos estados de desarrollo, depende de la concentración endógena de ácido abscísico (ABA), que debe permanecer por encima de un cierto umbral antes de la liberación del etileno para que las dos sustancias actúen sinérgicamente. Este umbral de ABA se alcanza en la Fase II del desarrollo de la baya.

El ABA regula procesos como la latencia de las yemas o la apertura y cierre estomático, y juega un papel muy importante en la maduración del fruto, con repercusiones claras en el metabolismo de los ácidos, o en la acumulación de materia colorante en variedades tintas. Aplicaciones exógenas de ABA proporcionan incrementos importantes de la concentración de materia colorante en el fruto, de modo similar a como lo hace el etefón. El ABA es una hormona natural que se comercializa actualmente a un coste razonable y que posee una toxicidad muy baja.

Cuando existe un exceso de vigor en el viñedo y/o las variedades cultivadas tienen una maduración muy ajustada a las disponibilidades de temperatura (climas fríos, variedades menos adaptadas), es intere-



Figura 1. Aspecto de las plantas en la parcela donde se ensayaron los tratamientos de ABA y etefon.

sante aplicar técnicas de cultivo que tiendan a adelantar el envero y a promover los procesos de síntesis y acumulación de sustancias en los frutos durante la maduración, y alcanzar así los óptimos de madurez más rápidamente. La aplicación de etefón y ABA podría contribuir a conseguir estos objetivos.

En su Tesis Doctoral, González (2012) llevó a cabo un ensayo de tres años de duración (2004-2006) en la Denominación de Origen "Rueda". El viñedo es muy vigoroso (figura 1), con retrasos de maduración evidentes frente a la media de la zona. En el ensayo se estudiaron, entre otros, tratamientos en pulverización de etefón (0 y 1500 ppm), y ABA (0 y 800 ppm), dirigidos a los racimos en envero, combinándose en un diseño de tipo factorial. En el trabajo se valoraron los efectos de los tratamientos sobre la calidad de la uva y el vino, así como su posible influencia en el vigor y la productividad de las plantas.

Los resultados mostraron que ni el vigor ni el rendimiento del viñedo se vieron afectados por los tratamientos experimentales. No se detectaron efectos de interacción entre tratamientos sobre ninguna de las variables estudiadas.

Las aplicaciones de etefón tendieron a disminuir la concentración de ácidos en el fruto, sin modificar los contenidos en sólidos solubles. Los mostos procedentes de las uvas tratadas registraron valores más altos en la relación azúcar/acidez y en el pH que los controles (tabla 1), así como modificaciones significativas en la composición específica de los ácidos. Los vinos procedentes de uvas tratadas mostraron una mayor calidad gustativa (figura 2), y tendieron a ser mejor valorados en la cata (tabla 2).

Año	Dosis (mg/l)	Sólidos Solubles Totales (°Brix)	Acidez Total (g. ácido Tartárico/l)	Ácido Tartárico (g/l)	Ácido Málico (g/l)	pH	Potasio (mg/l)	Absorbancia 420 nm
2004	0	12,83 a	7,39 a	5,45 a	2,35 a	3,60 a	1061 a	0,212 a
	1500	12,90 a	6,68 a	4,87 b	2,20 a	3,69 a	929 a	0,272 a
2005	0	11,85 a	7,56 a	4,30 a	2,45 a	3,71 a	1357 a	0,228 a
	1500	11,97 a	7,28 a	3,86 b	2,36 a	3,74 a	1362 a	0,256 a
2006	0	12,15 a	7,18 a	4,82 a	2,26 a	3,64 a	1127 a	0,232 a
	1500	12,29 a	6,77 a	4,43 b	2,11 b	3,80 b	1172 a	0,262 a

Tabla 1. Efectos del etefón sobre la composición del mosto en los tres años de estudio (González, 2012).

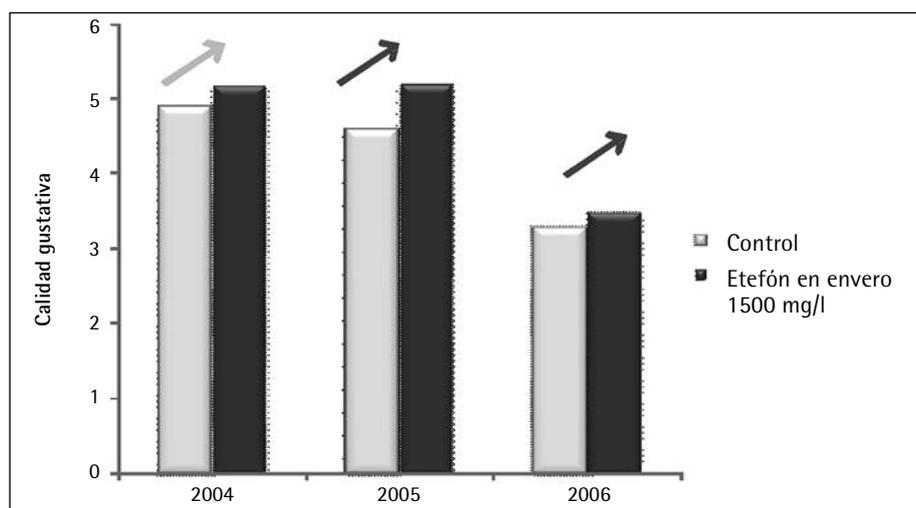


Figura 2. Influencia de los tratamientos del etefón en la calidad gustativa de los vinos (González, 2012).

Por su parte, los tratamientos de ABA (800 mg/l) mejoraron los índices de madurez tecnológica, si bien no modificaron la composición del vino, cuya calidad aromática disminuyó frente a los testigos (datos

no mostrados). La puntuación global en la cata de los vinos correspondientes a los tratamientos de ABA fue inferior a la media en dos de los tres años de estudio (tabla 2).

Tratamientos	2004	2005	2006
Control	100,0 a	100,0 a	100,0 a
Etefón en cuajado (800 mg/l)	102,6 a	100,7 a	101,1 a
Etefón en enero (1500 mg/l)	103,9 a	102,1 a	104,8 a
Ácido abscisico en enero (800 mg/l)	96,2 a	89,2 b	101,6 a
Etanol 10 días antes de vendimia (20% v/v)	94,7 a	88,7 b	99,3 a

Tabla 2. Puntuación global en el análisis sensorial de los vinos (González, 2012). Datos referidos a la media (100).

Los resultados obtenidos muestran que la aplicación de reguladores de crecimiento permite alcanzar mayores índices de madurez tecnológica de las uvas y son interesantes para modificar aspectos cualitativos específicos de los mostos y los vinos.

3. POTENCIAL USO DE AGENTES DE ABCISIÓN DEL FRUTO PARA FACILITAR LA VENDIMIA MECANIZADA

La mecanización de la vendimia permite reducir en gran medida los costes de producción en las explotaciones vitivinícolas, pero puede tener efectos adversos en la calidad de la uva y el vino. La acción de los sacudidores de la máquina vendimiadora sobre los racimos provoca rotura de bayas y liberación de mosto, lo que a su vez favorece procesos de oxidación y fermentaciones incontroladas en la cosecha antes de su entrada en bodega. Estos procesos pueden afectar negativamente a la estabilidad y a las características organolépticas del vino (Meyer, 1969; Allen et al., 2012).

La aplicación prevendimia de fitorreguladores que promueven la abscisión de la uva podría permitir a las vendimiadoras adoptar regímenes de trabajo menos enérgicos, contribuyendo así a mejorar la calidad de la vendimia. Sin embargo, el uso de estos agentes de abscisión en concentraciones excesivamente altas reduce drásticamente la fuerza de desprendimiento del fruto y produce una caída excesiva de bayas antes de la vendimia, lo que puede llevar a pérdidas de rendimiento significativas (Fidelibus et al., 2007).

La abscisión es la separación de un órgano vegetal (hojas o frutos), del resto de la planta, y supone la culminación de la fase de envejecimiento de ese órgano. La separación normalmente va precedida de la formación de una cicatriz de abscisión, que en el caso de los frutos se desarrolla en la zona próxima a la inserción del pedicelo.

El proceso de abscisión puede descomponerse en las siguientes fases:

- La degradación química de la lámina media entre las células de la zona de abscisión, y la degradación parcial de las paredes celulares en esa zona. La hidrólisis se produce gracias a la enzima celular,

cuya actividad puede ser potenciada por el etileno.

- La inducción de la división celular en la zona de desprendimiento, lo que hace que las nuevas células formadas tengan las paredes muy delgadas, facilitando su rotura.
- La proliferación celular desigual en la zona de abscisión. El aumento excesivo de las células de una capa frente al aumento casi nulo de las células de la capa contigua, produce una tensión mecánica que facilita la rotura de las uniones entre células.
- El colapso de una o más capas de células en la zona de abscisión.

Diversos estudios han demostrado que los tratamientos tanto con liberadores de etileno como el etefón, como con metil-jasmonato, previos a la vendimia, facilitan el desprendimiento del fruto en diferentes cultivares de vid, favoreciendo la cicatrización de los puntos de abscisión. Los efectos de estos reguladores del crecimiento son variables en función de la dosis y el momento de aplicación, la variedad y las condiciones ambientales (El-Zeftawi, 1982; Fidelibus et al., 2007). Por otra parte, pueden existir fenómenos de aditividad e interacción entre liberadores de etileno y jasmonatos que podrían ser explotados en eventuales tratamientos combinados para favorecer el proceso de abscisión del fruto.

Uzquiza et al. (2013) llevaron a cabo un ensayo de campo con objeto de evaluar el interés potencial del etefón y del metil jasmonato, por separado o en tratamientos conjuntos, para favorecer la abscisión del fruto y mejorar la vendimia mecanizada en viñedos cv. Sauvignon blanc. El viñedo, en plena producción, está localizado en Villaverde de Medina (Valladolid), se conduce en espaldera en un marco de 3,0 x 1,5 m, y cuenta con riego localizado. Las técnicas de cultivo aplicadas fueron las habituales en la zona. En un experimento factorial se estudiaron 4 tratamientos en pulverización diferentes, combinando etefón (0 y 1000 mg/l) y metil jasmonato (0 y 40 mmol/l, 1 mmol/l = 224 mg/kg), utilizando un diseño completamente aleatorizado con 5 repeticiones. Los tratamientos se aplicaron sobre los racimos cuando las bayas habían alcanzado un contenido en sólidos solubles de 22'4 °Brix, empleando un pulverizador manual. Antes de la aplicación se seleccionó al azar un racimo por repetición y se introdujo en



Figura 3. Dinamómetro de precisión para la medida de la fuerza de desprendimiento del fruto.

una bolsa de malla para recoger las bayas desprendidas prematuramente antes de la vendimia.

Cada dos días, desde la fecha de aplicación de los productos hasta la vendimia (diez días después), se recogieron dos racimos por tratamiento y repetición. Estos racimos se dividieron en tres partes: superior, media e inferior, tomando de cada una de ellas dos bayas con pedicelo para medir la fuerza de desprendimiento del fruto (FDF) mediante un dinamómetro de precisión (figura 3).

El día de vendimia se sacudió manualmente un racimo tomado al azar en cada tratamiento y repetición, y se anotó la proporción en peso de bayas que presentaban tejido cicatricial y cicatriz seca en el punto de inserción del pedicelo (figura 4). En esta misma fecha, se recogieron aleatoriamente 50 bayas en cada tratamiento experimental, para determinar el con-

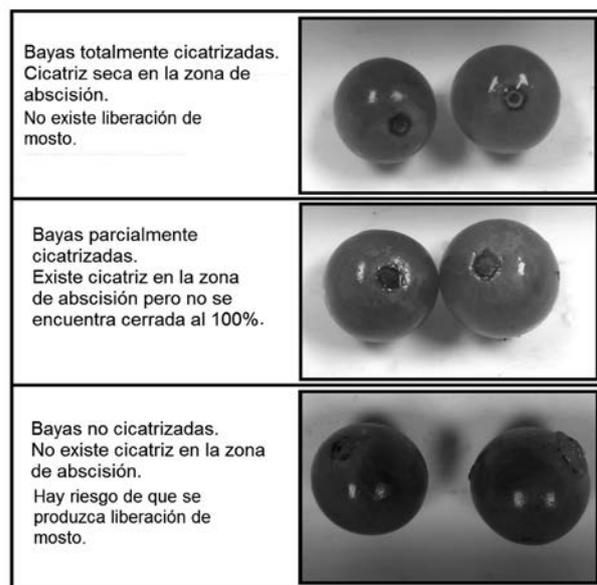


Figura 4. Presencia de cicatriz en la zona de abscisión.

tenido en sólidos solubles, la acidez total y el pH del mosto. También se midieron las absorbancias a 280, 320 y 420 nm, utilizando un espectrofotómetro.

El análisis factorial de la varianza de la FDF, medida 8 días después de los tratamientos, fue significativo para las aplicaciones de etefón y metil jasmonato, sin registrar interacciones significativas al 5% entre ambas. Cuando se compararon las medias correspondientes a cada tratamiento de agente de abscisión por separado (figura 5), se observó que el etefón reducía la FDF respecto a los controles el cuarto día desde su aplicación, mientras que el metil jasmonato no lo hizo hasta el octavo día. Estos resultados están en la misma línea que los obtenidos por otros autores en diferentes cultivares de uva de vinificación (El-Zettawi, 1982; Fidelibus et al., 2007).

En el momento de la vendimia, el efecto aditivo entre etefón y metil jasmonato hizo que la aplicación combinada de ambos reguladores de crecimiento registrase unos valores de FDF más del 60% inferiores que los controles sin tratar. Aunque se ha demostrado que el metil jasmonato incrementa la producción de etileno en los tejidos vegetales, el proceso de abscisión iniciado por el metil jasmonato podría ser debido, al menos en parte, a un efecto directo de la hormona (independiente del etileno), sobre el metabolismo de polisacáridos en la zona de abscisión y sobre la rotura mecánica de las paredes celulares.

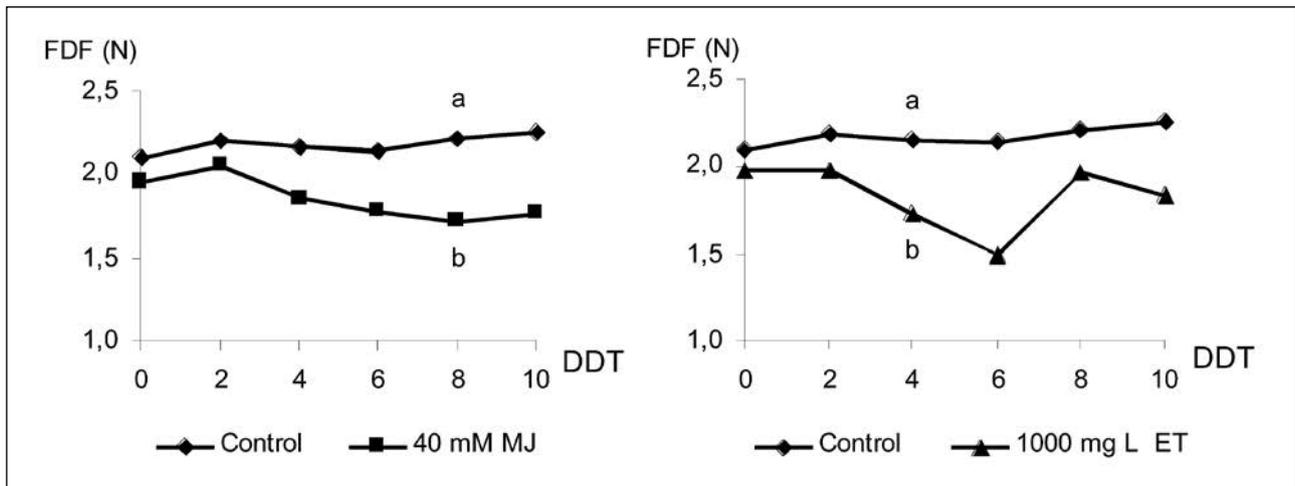


Figura 5. Evolución de la fuerza de desprendimiento del fruto (FDF) en el conjunto de plantas que recibieron aplicaciones de metil jasmonato (izquierda) y etefón (derecha), hasta 10 días después de los tratamientos (DDT). En un mismo día, los valores con diferente letra son significativamente distintos (Uzquiza et al., 2013).

El porcentaje en peso de bayas caídas prematuramente, recogidas desde la fecha de aplicación de los productos hasta la vendimia, fue mayor en el tratamiento combinado que en el tratamiento con etefón exclusivamente, sin que existieran diferencias significativas entre las otras dos pulverizaciones estudiadas. Los porcentajes medios de bayas caídas llegaron al 3,1% en las aplicaciones combinadas, pero no superaron el 1% en el resto de tratamientos experimentales.

El metil jasmonato tuvo una acción sobre la cicatrización que se vio favorecida por el etefón (figura 6) de forma que, en los tratamientos combinados, el porcentaje de bayas desprendidas que presentaban tejido cicatricial supuso el 72,6% del total, un 62,1% de ellas con cicatriz seca. Es este un efecto muy positivo de los agentes de abscisión ensayados, puesto que la ausencia de tejido cicatricial o la presencia de cicatriz húmeda, favorece la entrada de microorganismos patógenos en los granos de uva y facilita la liberación de mosto, promoviendo oxidaciones y procesos fermentativos previos a la llegada de la cosecha a la bodega. La presencia de una cicatriz seca, junto a la disminución de la FDF, pueden posibilitar una vendimia mecánica menos enérgica en viñedos tratados con etefón y metil jasmonato, minimizando también el daño mecánico en la vegetación, en los elementos del sistema de empalzamiento de las plantas, y en las propias bayas.

Los parámetros de composición del mosto se han visto poco afectados por los agentes de abscisión aplicados (tabla 3). En cualquier caso, es de destacar

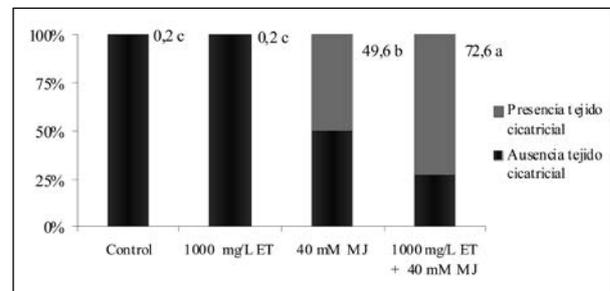


Figura 6. Proporción en peso de bayas que, en la fecha de vendimia, presentaban tejido cicatricial en la zona de abscisión, en cada uno de los tratamientos con etefón (ET) y metil jasmonato (MJ) ensayados (Uzquiza et al., 2013). Los valores con letra diferente son significativamente distintos.

que los mostos procedentes de tratamientos con etefón obtuvieron mayores valores de absorbancia a 280 nm (contenido en fenoles totales), y a 420 nm (relacionada con el nivel de oxidación del mosto) que los procedentes de los controles, siempre que no se aplicase simultáneamente metil jasmonato. Resultados en el mismo sentido se observaron en el cociente entre absorbancias a 420 y 320 nm, un buen indicador del grado de oxidación enzimática de polifenoles para mostos de la variedad Sauvignon blanc (Allen et al., 2012).

Fijando una dosis de metil jasmonato, los pares de medias con distinta letra son significativamente distintos

Del trabajo realizado se puede concluir que la aplicación combinada de etefón y metil jasmonato en racimos cv. Sauvignon blanc, diez días antes de la vendimia es potencialmente útil para mejorar la reco-

Tratamientos		pH	°Brix	Acidez total (gramos ácido tartárico/l)	Absorbancias		
MJ (Mm)	ET (mg/l)				A ₂₈₀	A ₄₂₀	A ₄₂₀ /A ₃₂₀
0	0	3,4 a	22,6 a	5,0 a	11,50 b	1,19 b	0,18 b
	1000	3,5 a	21,3 a	4,6 a	16,00 a	1,88 a	0,24 a
40	0	3,4 a	20,4 a	4,8 a	15,10 a	1,74 a	0,24 a
	1000	3,5 a	21,0 a	5,0 a	14,84 a	2,04 a	0,32 a

Tabla 3. Características fisicoquímicas del mosto de vendimia correspondientes a los tratamientos de etefón (ET) y metil jasmonato (MJ) aplicados (Uzquiza et al., 2013).

lección mecanizada. Los tratamientos han favorecido la formación de tejido cicatricial en la zona de abscisión y han reducido la fuerza de desprendimiento de las bayas frente a controles sin tratar, sin que ello provocase pérdidas de rendimiento importantes por caída prematura de frutos.

sent, M., Riquelme F. and Correa Hernando, E.C. (eds.). Proc. 7th. Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas. Madrid, p. 36.

4. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, M., 2011. Concepto de fitohormona y fitorregulador. Jornada Técnica: Los fitorreguladores en agricultura. Foro Biomur y Universidad de Murcia. 13 de mayo de 2011.

Allen, T., Herbst-Johnstone, M., Girault, M., Butler, P., Logan, G., Jouanneur, S., Nicolau, L., Kilmartin, P. A., 2012. Influence of grape-harvesting steps on varietal thiol aromas in Sauvignon blanc wines. *J. Agric. Food Chem.* 59 (19), 10641–10650.

El-Zeftawi, B.M., 1982. Effects of ethephon on clusters loosening and berry composition of four wine cultivars. *J. Hortic. Sci.* 57, 457-463.

Fidelibus, M. W., Cathline, K. A., Burns, J. K., 2007. Potential abscission agents for raisin, table and wine grapes. *HortScience* 42, 1626-1630.

González, R., 2012. Utilización de etefón, etanol y ácido absísico para controlar el desarrollo del viñedo y mejorar la calidad de la uva cv. Verdejo. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid.

Meyer, J., 1969. Effect of Fruit Cane Severance of Grapevines on Must and Wine Yield and Composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 20(2), 108-117.

Szyjewicz, E., Rosner, N., Kliewer, W.M., 1984. Ethephon (2-Chloroethylphosphonic Acid, Ethrel, CEPA) in Viticulture- A review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 35: 117-123.

Uzquiza L., González, R., González M.R., Martín P., 2013: Aplicaciones de etefón y metil jasmonato para facilitar el desprendimiento del fruto en vides cv. Sauvignon blanc. In: Ayuga F., Masaguer A., Mariscal I., Villarroel M., Ruiz-Alt-

CONDUCCIÓN Y MANEJO DEL VIÑEDO: GESTIÓN PARA MEJORAR SU SOSTENIBILIDAD

Jesús Yuste Bombín

Doctor Ingeniero Agrónomo. Especialista en Viticultura. I.T.A. de Castilla y León, Valladolid

1. INTRODUCCIÓN

El viñedo ha sufrido una transformación profunda en España en las últimas décadas, pasando de la conducción en vaso, mayoritariamente mediante sistemas de poda de tipo corto, en pulgares, y en algunos casos de tipo mixto combinando pulgares y varas, hacia formas de conducción en espaldera, persiguiendo un mayor grado de mecanización que se enfoca fundamentalmente a los aspectos de la poda y la recolección (Yuste, 2000), aunque también a otros aspectos relacionados con las operaciones en verde (despampanado, despunte, deshojado, aclareo). Esta transformación del viñedo lleva consigo la necesidad de adaptar su manejo a las nuevas formas de conducción apoyada, en función de los diversos factores de cultivo, como la variedad, el suelo, la mecanización, el rendimiento y la calidad de uva a producir, dentro de un ámbito de sostenibilidad del cultivo en el tiempo.

Una parte importante de las características asociadas al cultivo del viñedo de vinificación ha cambiado en los últimos años, entre las que cabe destacar la fertilidad de los terrenos de plantación, los criterios de abonado y de mantenimiento del suelo, las posibilidades de mecanización, y el uso del riego, a partir de su liberalización en 1996 (Hidalgo, 1999). Esta transformación que la viticultura española ha sufrido últimamente en diversos aspectos relacionados con las técnicas de cultivo está condicionada en parte, por la reducida disponibilidad actual o futura de mano de obra adecuada en épocas críticas del cultivo, como son fundamentalmente las de poda y vendimia. Los cambios en la propia conducción del viñedo conllevan la necesidad de adentrarse y profundizar en el ámbito de su manejo, a través de los diversos aspectos del mismo, de entre los que destaca la poda como un elemento básico del sistema de conducción, que debe ser orientado hacia la obtención de vinos de mayor calidad, pero contemplando siempre la simplificación de las operaciones y el aumento de la competitividad en el sector vitivinícola.

El sistema de conducción, en su sentido más amplio, comprende no sólo la forma de los elementos permanentes de la planta y el tipo de empalzamamiento, sino también el tipo de poda y el manejo de la vegetación. La poda es una herramienta que debe facilitar la confección del sistema de conducción, desde el inicio de la plantación, a través de la poda de formación, hasta el mantenimiento anual, a través de la poda en seco y de la poda en verde. La importancia de las operaciones de poda radica en las consecuencias determinantes que ésta tiene en el potencial productivo y cualitativo del viñedo a corto y a largo plazo.

La importancia de la uva en el proceso vitivinícola es algo indudable, ya que es la materia prima del mismo, hasta el punto de entender que la calidad del vino radica en la calidad de la uva, y que ésta permite la diferenciación de muchos vinos. Aunque el concepto de calidad encierra una alta carga de subjetividad, en general se puede hablar de forma abstracta de "calidad" del vino y de la uva. Este concepto de calidad de la uva incluye diversos aspectos, alguno de los cuales son más "generalizables", como el estado sanitario o el estado de madurez de la uva, mientras que otros son más peculiares, como el carácter varietal, la idoneidad para el tipo de vino a producir, o las cualidades organolépticas en sentido global derivadas del medio y del cultivo del viñedo.

Dado que el medio donde se desarrolla el viñedo y se produce la uva es distinto en cada situación, el objetivo para la producción de uva de alta calidad debe ser el manejo adecuado del viñedo que permita su equilibrio óptimo, pues dicho "equilibrio" se traduce en "calidad", la cual debe ser sostenible a lo largo del tiempo.

2. CONDUCCIÓN DEL VIÑEDO

El sistema de conducción está definido por todas las operaciones que contribuyen a definir la distribución de la superficie foliar y de los racimos del viñedo en el espacio (Huglin, 1986). Es el resultado de los dos siguientes grupos de operaciones:

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

El sistema de conducción determina aspectos fundamentales del viñedo, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Superficie foliar (cantidad, exposición y homogeneidad).
- Microclima de las hojas (intercepción de radiación...).
- Actividad fisiológica de la superficie foliar (transpiración, fotosíntesis).
- Microclima de los racimos (temperatura, luz, humedad).
- Características del desarrollo vegetativo.
- Características de la uva producida.
- Manejo del viñedo.

La poda debe orientarse para que la conducción de la superficie foliar del viñedo responda a los siguientes objetivos (Smart y Robinson, 1991):

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

El equilibrio entre vegetación y producción se encontrará adecuando la superficie foliar a las posibilidades del medio, las exigencias de la variedad y los objetivos de la producción, por ello, la poda debe servir para aliviar los problemas tradicionales que suelen existir para alcanzar una buena calidad de la uva,

y del vino, los cuales pueden resumirse en los siguientes aspectos:

- Rendimiento excesivo en relación al potencial del viñedo.
- Descontrol del vigor durante el período de maduración, estimulando el crecimiento vegetativo y comprometiendo la acumulación de azúcares en las bayas y en las partes permanentes de la planta.
- Falta de funcionalidad de las hojas durante la maduración, por senescencia precoz, estrés hídrico...
- Microclima inadecuado de los frutos: excesivamente sombreados o soleados.

3. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN Y PODA

La clasificación de los sistemas de conducción puede hacerse tomando como referencia cualquier característica que esté implícita en su definición, pero dada la importancia del empalzamamiento de apoyo y de soporte de la vegetación en el comportamiento global del cultivo, éste es un parámetro común de referencia (Baeza, 1994). En este sentido, el vaso y la espaldera, modos de conducción que pueden ser ya considerados tradicionales en la viticultura española, responden a conceptos diametralmente opuestos.

Existen multitud de sistemas de conducción del viñedo utilizados, en mayor o menor medida, en distintas partes del mundo. A continuación se enumeran los más frecuentes, clasificados según criterios básicos importantes (Yuste, 2001):

1. Sin empalzamamiento de vegetación ni de brazos:
 - 1.1. Sin ningún apoyo: Vaso bajo; Vaso medio.
 - 1.2. Con apoyo de tronco: Vaso alto; Cordón vertical.
2. Sin empalzamamiento de vegetación pero sí de brazos:
 - 2.1. Vegetación libre descendente desde cordón simple: Cortina simple.
 - 2.2. Vegetación libre descendente desde cordón doble : Cortina doble (GDC).
3. Con empalzamamiento de vegetación, en un plano:
 - 3.1. Plano vertical:

- 3.1.1. Simple ascendente: Espaldera vertical.
- 3.1.2. Simple descendente: Cortina dirigida.
- 3.1.3. Dividido (ascendente y descendente): Scott Henry; Smart-Henry; Smart-Dyson; TK2T.
- 3.2. Plano oblicuo: Pérgola.
- 3.3. Plano horizontal: Parral.
- 4. Con empalzamamiento de vegetación, pero con centro abierto y voluminoso:
 - 4.1. Vegetación descendente: Cortina en "Y"; Cortina de 2 alambres (California *sprawl*).
 - 4.2. Vegetación semidescendente: Espaldera en "T" o "Emparrado en T".
 - 4.3. Vegetación ascendente pero muy abierta: Espaldera abierta o "Emparrado".
- 5. Con empalzamamiento de vegetación, en dos planos:
 - 5.1. Vegetación vertical: Lira U; RT2T.
 - 5.2. Vegetación oblicua: Lira V.
 - 5.3. Vegetación descendente: Lira inversa.

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

Centrándose en la viticultura española actual, es evidente que los sistemas de conducción mayoritariamente más extendidos son el vaso y la espaldera. A estos dos sistemas habría que añadir una alternativa para la viticultura condicionada por la limitación del rendimiento, como es el Cordón vertical, que se incluye en el grupo de sistemas de conducción y poda sin empalzamamiento de vegetación ni de brazos.

4. PODA EN VASO

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

Ventajas e inconvenientes del vaso

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

5. PODA EN ESPALDERA

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

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

trellising, que es la estructura que soportará dicha formación y el aparato vegetativo de dicha cepa.

Desde este punto de vista, en un principio podríamos denominar "emparrado" a todos los sistemas de vegetación apoyada, que tienen algún tipo de soporte con empalzamamiento (*trellis*), reservando el nombre de "espaldera" para los sistemas de empalzamamiento vertical con una forma de conducción en que la vegetación es guiada en un plano vertical. Por lo tanto, todas las espalderas serían "empalizadas", pero muchos sistemas de empalzamamiento serían conocidos con el nombre de "emparrado", sin ser necesariamente un sistema de conducción en "espaldera", aunque exista una espaldera como soporte físico de empalzamamiento.

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

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

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

- Espaldera "abierta", que presenta una vegetación "voluminosa", que en muchos casos llega a ser ascendente y descendente, y que normalmente se produce por la utilización de soportes que separan ligeramente los alambres de vegetación o por que la altura de postes y alambres es reducida, provocando la apertura, e incluso caída, de la superficie foliar.

- espaldera "vertical" propiamente dicha (*VSP, vertical shoot positioning*), que mantiene la vegetación en un plano vertical ascendente.

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

Ventajas e inconvenientes de la espaldera

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

6. PODA EN CORDÓN VERTICAL

El cordón vertical es un modo de conducción en que las plantas presentan una formación, como su nombre indica, en cordón permanente de tipo vertical, que es conducido mediante un poste de apoyo pero sin empalzamamiento de la vegetación. Su estructura está conformada por un tronco alto sin brazos, sobre el cual se insertan escalonadamente los pulgares de poda a partir de cierta altura hasta el extremo superior (figura 1).

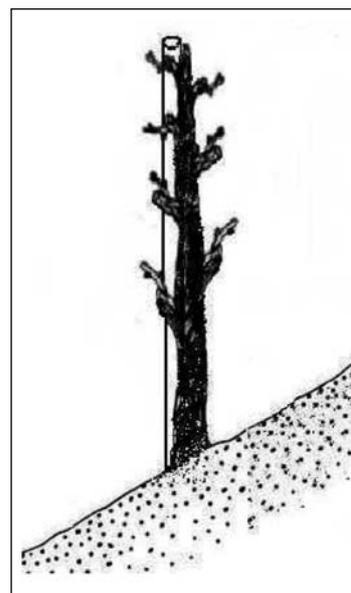


Figura 1. Estructura de Cordón vertical.

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

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

Un sistema de conducción sencillo, que no necesita la alta inversión de los sistemas apoyados, y puede mejorar algunos aspectos del comportamiento del vaso, es el "cordón vertical". Este modo de conducción ha sido utilizado en algunas regiones vitícolas del mundo, como en Italia, donde se conoce con el nombre de "*cordone verticale speronato*", y en California, donde es un tipo de "*spur-pruned staked vine*", ha sido utilizado para conducir la variedad tinta Zinfandel. El cordón vertical permite un mayor espacio, en altura, para la distribución de los racimos, y puede proporcionar, en principio, un mejor microclima de racimos y reducir el riesgo de podredumbre en la uva.

Ventajas e inconvenientes del cordón vertical

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

7. EQUILIBRIO VEGETATIVO

El conjunto de posibilidades de desarrollo de una variedad de vid en un medio vitícola determinado, que son capaces de hacerla vegetar y producir, se integra en un potencial de producción, denominado "potencial vegetativo", que da lugar a producción de fruto, madera y calidad de uva, en un "equilibrio vegetativo" fundamental e interesante para el proceso vitivinícola, según afirma Hidalgo (1999) muy atinadamente. Las tres vertientes parciales de producción están íntimamente relacionadas entre sí, por lo que cualquier actuación sobre una de ellas repercute sobre las otras, de tal manera que así se abre la posibilidad de intervención en diversos sentidos para modificar el "equilibrio vegetativo" del viñedo, por ejemplo favoreciendo o restringiendo el vigor de la cepa, o ayudando o reprimiendo el incremento de la producción de uva, dependiendo del objetivo general del cultivo del viñedo.

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

En una viticultura de calidad, a través de las distintas operaciones de cultivo, se tratará de alcanzar el equilibrio vegetativo de la cepa, orientando la transformación del potencial vegetativo del medio, dirigiendo su destino, de manera equilibrada, hacia la producción de elementos vegetativos, de uva, madera y calidad, en función del objetivo perseguido. La obtención de una calidad determinada de uva depende lógicamente de la interacción entre los distintos componentes de la expresión vegetativa. En este sentido, hay que tener en cuenta que para cada nivel de

expresión vegetativa hay cierto umbral de cosecha en el que se sitúa la máxima calidad alcanzable, fuera del cual la calidad decrece, tanto por escasez de dicha cosecha como por exceso de la misma. No hay que olvidar tampoco que el máximo nivel de calidad accesible se reduce paulatinamente a medida que aumenta el nivel de expresión vegetativa del viñedo.

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

De entre los factores de gestión con que se puede hacer frente a la búsqueda del equilibrio del viñedo en un medio determinado se pueden destacar los siguientes:

- Densidad de plantación.
- Poda.
- Riego.
- Operaciones en verde.

7.1 Densidad de plantación

La densidad de plantación, número de cepas por hectárea, es función de dos magnitudes: la separación entre líneas (que representa la anchura de la calle), y la distancia entre cepas dentro de la línea (distancia intercepas). La densidad de plantación y la disposición de la plantación, o sea el marco de plantación, son factores clave en la producción vitícola porque condicionan la calidad y la cantidad de las uvas cosechadas, así como la aptitud del viñedo para la mecanización y los costes de producción.

Se pueden indicar marcos de plantación "habituales" que varían entre (2,40 m x 1,20 m) y (3,30 m x 1,60 m), que se han reducido últimamente hasta distancias entre filas de sólo 2,20 m y distancias entre cepas de sólo 0,80 m. Estos marcos de plantación sue-

len corresponder a densidades de plantación de entre 2.000 cepas/ha y 3.000 cepas/ha, que se han ampliado hasta valores cercanos a 5.000 cepas/ha. Hay que tener en cuenta que la elección técnica del marco de plantación tiene mucha importancia porque sus consecuencias son prácticamente irreversibles en la vida del viñedo. Hay que considerar el problema de que no existe un método objetivo que sirva para decidir qué densidad es la más adecuada, ya que generalmente no existen ensayos previos "in situ", y los resultados de los ensayos existentes son difíciles de extrapolar a una zona en concreto. Una posible solución para afrontar la elección sobre la densidad de plantación será aprovechar los resultados de ensayos realizados en regiones cercanas o que tengan ciertas similitudes.

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

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

7.2. Poda

La poda de la vid incluye los cortes y supresiones que se ejecutan en los sarmientos, los brazos y excepcionalmente en el tronco, así como en las partes her-

báceas (pámpanos, hojas, racimos...), que se llevan a cabo algunos o todos los años. El concepto clásico sería la eliminación total o parcial de algunos órganos de la vid, mientras que el concepto actual consideraría las intervenciones directas en el viñedo para controlar el crecimiento y manejar la vegetación.

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

Mientras que el sistema de formación sería la parte estratégica, el sistema de poda sería la parte táctica para conseguir un determinado tipo de sistema de conducción. De ahí que la poda sea una herramienta decisiva para definir la espaldera. Siendo la espaldera un sistema de conducción con altas posibilidades de desarrollo en nuestras condiciones de cultivo, se deben contemplar las múltiples posibilidades de poda que admite, dependiendo de la variedad, de los recursos del medio, de la disponibilidad de mano de obra, y del grado de mecanización, enmarcadas en los tipos: corta, larga y mixta.

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

- Poda larga: Sylvoz, que consiste en dejar varas sobre un cordón permanente; Varas en cabeza, que consiste en dejar múltiples varas en la parte superior del tronco.
- Poda corta: Royat, que consiste en dejar pulgares sobre un cordón permanente, simple o doble (figura 2).
- Poda mixta: Guyot, que es una poda en cabeza que combina un pulgar y una vara, y puede ser simple o múltiple; Cazenave, que consiste en dejar un pulgar y una vara en cada posición de un cordón permanente; Yuste, que consiste en dejar pulgares y varas cortas (estas en número reducido), sobre un cordón permanente, sobre cuyas posiciones se desplazan anualmente las varas (figura 3).

De entre los tipos de poda descritos, algunos serían muy exigentes en recursos del medio por la elevada carga que llevan implícitos, como el Sylvoz o el Caze-

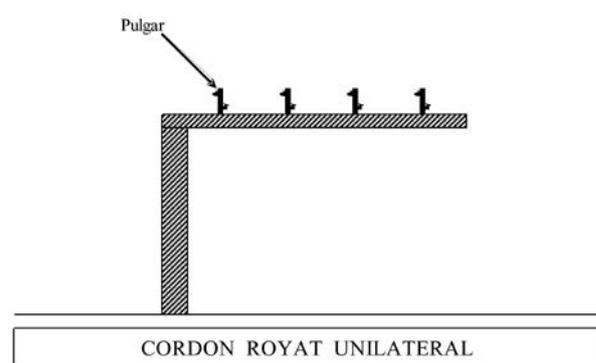
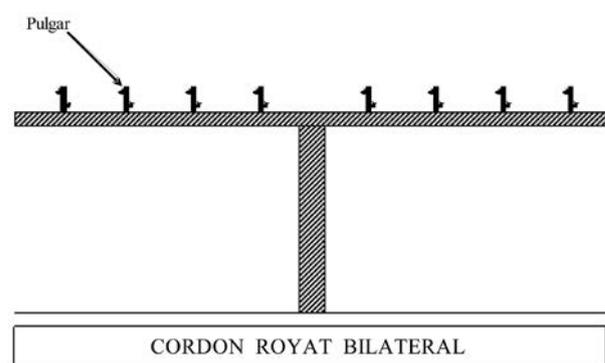


Figura 2. Poda en cordón Royat.

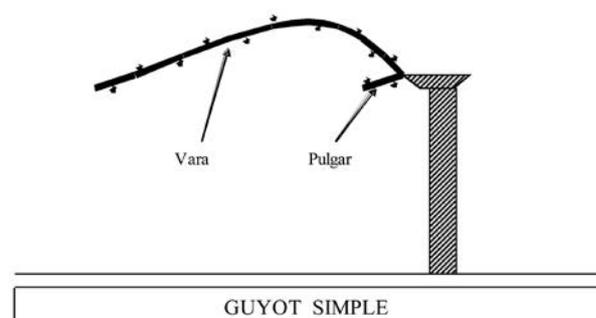
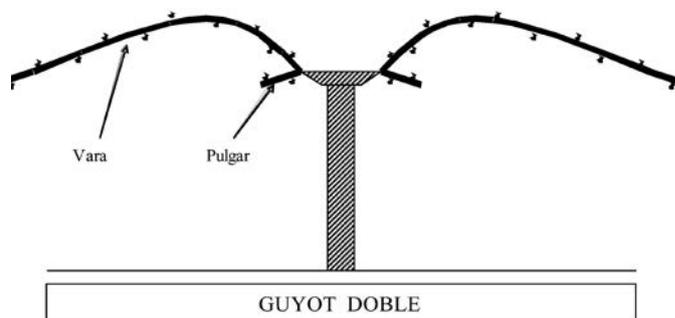


Figura 3. Poda en Guyot.

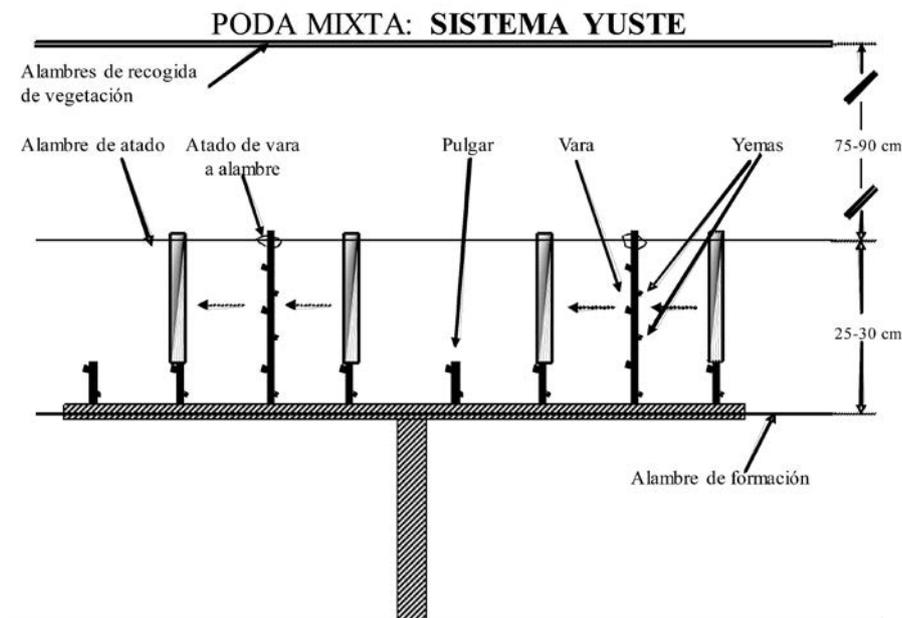


Figura 4. Sistema Yuste de poda mixta.

nave, por lo que las alternativas más viables serían las de Royat, Guyot o Yuste (figura 4).

En las zonas con Denominación de Origen está prácticamente generalizada la limitación de los rendimientos unitarios, con el fin de preservar el mantenimiento de la calidad de la uva frente a posibles aumentos desmesurados de producción que podrían deteriorar la calidad final del vino. En este sentido, hay que considerar la adaptación del potencial de rendimiento unitario de la cepa a través de la poda, primeramente en seco, y posteriormente en verde. La poda debe permitir el equilibrio progresivo del viñedo a lo largo de los años para producir uva de calidad, manteniendo producciones moderadas, o bajas cuando la edad del viñedo es elevada.

7.3. Riego

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

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

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

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

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

- Mayor intensidad del crecimiento vegetativo (raíces, tallos, hojas).
- Aumento de la actividad fotosintética.
- Mayor fertilidad.
- Mayor acumulación de reservas.
- Adelanto en la formación de la cepa y, por lo tanto, en su entrada en producción.
- Aumento del peso de cosecha.

- Consecución de producciones más regulares.
- Aumento de la cantidad global de azúcares por hectárea.
- Evitación de que se produzca una parada en la acumulación de azúcares.
- Posibilidades de bajada de la concentración de azúcares (interesante en algunas zonas).

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

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

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

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

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

- Potencial hídrico foliar (cámara de Scholander).
- Resistencia a la difusión estómatomica (porómetro).

- Dendrometría de tronco o tallo.
- Curva de crecimiento del pámpano.
- Curva de crecimiento de la baya.

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

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

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

7.4. Operaciones en verde

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

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

7.4.1. Despampanado

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

Los objetivos del despampanado son: regular la carga; estimular el desarrollo de los pámpanos que permanecen; eliminar pámpanos en situaciones no deseables; facilitar la aireación y la penetración de la luz, y facilitar la mecanización y los tratamientos.

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

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

7.4.2. Posicionamiento de la vegetación

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

Los objetivos del posicionamiento de la vegetación son: mejorar la distribución vegetativa y productiva de la plantación; evitar roturas, por el viento o el paso de la maquinaria; mejorar la efectividad de los tratamientos; evitar la realización de despuntes continuos o muy severos; mejorar la distribución de los brotes, facilitando también la poda en seco; favorecer la iluminación de las zonas bajas para mejorar las condiciones de maduración; facilitar las operaciones de cultivo: tratamientos, vendimia...; facilitar el acceso de la maquinaria al despejar las calles.

La **época en que se puede realizar** es antes de que los pámpanos hayan caído. Si la intervención se realiza muy pronto tendremos que intervenir nuevamente más avanzado el crecimiento, y si la intervención se realiza muy tarde, los pámpanos han tomado ya una forma y disposición y la intervención puede provocar roturas de algunos de ellos.

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

7.4.3. Despunte

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

Los objetivos del despunte pueden ser: ajustar la superficie foliar a los racimos; inducir el crecimiento de los anticipados; procurar armonía y homogeneidad en la vegetación; modificar las condiciones microclimáticas de las cepas; disminuir el corrimiento y mejorar el cuajado; mantener erguido o semierguido el porte de los pámpanos y/o sarmientos en sistemas con vegetación libre; aumentar el tamaño del fruto; inducir el agostamiento; permitir el control del vigor de las cepas; permitir el paso de tractores y aperos; evitar roturas provocadas por el viento; facilitar tratamientos anticriptogámicos e incluso operaciones como la vendimia.

La **época de práctica del despunte** puede resultar crítica, así, si se práctica en época temprana en pámpanos en crecimiento activo se produce una parada temporal del crecimiento, suprimiendo la dominancia apical e induciendo el desarrollo de anticipados; mientras que si se practica en una época tardía, cuando el crecimiento está ralentizado, no provoca anticipados o al menos los provoca en menor intensidad, pudiendo además mejorar el agostamiento de los pámpanos.

7.4.4. Desnietado

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

Los objetivos que se persiguen con el desnietado son: eliminar la competencia vegetativa y/o productiva; facilitar la aireación y la insolación; y facilitar la mecanización, los tratamientos y la vendimia.

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

7.4.5. Deshojado

Consiste en la eliminación de hojas generalmente proximales del pámpano.

Los objetivos del deshojado son: mejorar el microclima de los racimos y evitar problemas de podredumbres; mejorar la eficacia de los tratamientos fitosanitarios; adelantar la maduración por el soleamiento de los frutos; facilitar las operaciones de cultivo, como la vendimia.

Las consideraciones a tener en cuenta cuando se realiza el deshojado son: el deshojado de la zona de

racimos, si se produce tres semanas antes de vendimia, no produce malos efectos ya que las hojas basales presentan una actividad fotosintética que es prescindible; en vendimia manual, el deshojado antes de la recolección aumenta el rendimiento de los vendimiadores de un 20 a un 40%; el deshojado puede incrementar la concentración de los azúcares como consecuencia de la pérdida de agua producida por el incremento de transpiración de la baya; el deshojado puede ocasionar disminución de la acidez, en particular del ácido málico, favorecida por un microclima más luminoso de los racimos; el color de las bayas puede tener respuestas variadas, incluso opuestas, al deshojado, según condiciones ambientales, variedades...

El deshojado se practica en general en la zona de racimos, en las cuatro primeras hojas, y según exigencias se realiza desde después del cuajado, cuando las bayas están en tamaño de guisante, hasta el comienzo de la maduración. Se practica unilateral o bilateralmente, dependiendo del riesgo de podredumbre, la sensibilidad a la exposición directa de los racimos al sol... El deshojado más eficaz es el manual, pero resulta costoso y laborioso, mientras que a máquina se obtienen resultados aceptables, dependiendo del tipo de máquina y de la conducción del viñedo.

7.4.6. Control de cosecha: aclareo de racimos

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

Los objetivos del aclareo de racimos son: adaptar el número de racimos a la masa foliar y al vigor de la cepa; regular la carga; estimular la maduración de los racimos que permanecen; facilitar la aireación y la penetración de la luz; puede hacerse una supresión parcial de parte del racimo, normalmente de su extremidad, con el fin de reducir su compacidad y homogeneizar el grosor y el reparto de las bayas.

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

La intensidad de aplicación del aclareo no se puede generalizar ya que en cada situación es necesario determinar el nivel de aclareo en función del potencial productivo del viñedo y del rendimiento que se pretende obtener. Es evidente que para determinar el nivel de aclareo es necesario estimar previamente el rendimiento del viñedo de la campaña en curso, y establecer el rendimiento que se pretende obtener en la fecha de vendimia tras la aplicación de dicho aclareo. Para estimar con precisión la producción de un viñedo es necesario determinar cada uno de los componentes del rendimiento, algunos de los cuales pueden ser medidos fácilmente, como el número de racimos, mientras que otros requieren medidas y muestreos más laboriosos, como el número de flores. El peso de la baya, por su parte, no puede ser conocido hasta la fecha de vendimia por lo que únicamente puede ser estimado a partir del historial del viñedo.

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

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

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

8. BIBLIOGRAFÍA

Baeza, P. 1994. Caracterización fisiológica y agronómica de diferentes sistemas de conducción del viñedo (*Vitis vinifera* L.) en regadío. Tesis doctoral. U.P. Madrid. 209 pp.

Freeman, B.M.; E. Tassie; M.D. Rebbechi. 1992. Training and trellising, p. 42-65. En: B.G. Coombe and P.R. Dry (eds.). Viticulture. Volume 2, Practices. Adelaide, Australia.

Hidalgo, L. 1999. Tratado de Viticultura. 1172 pp. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

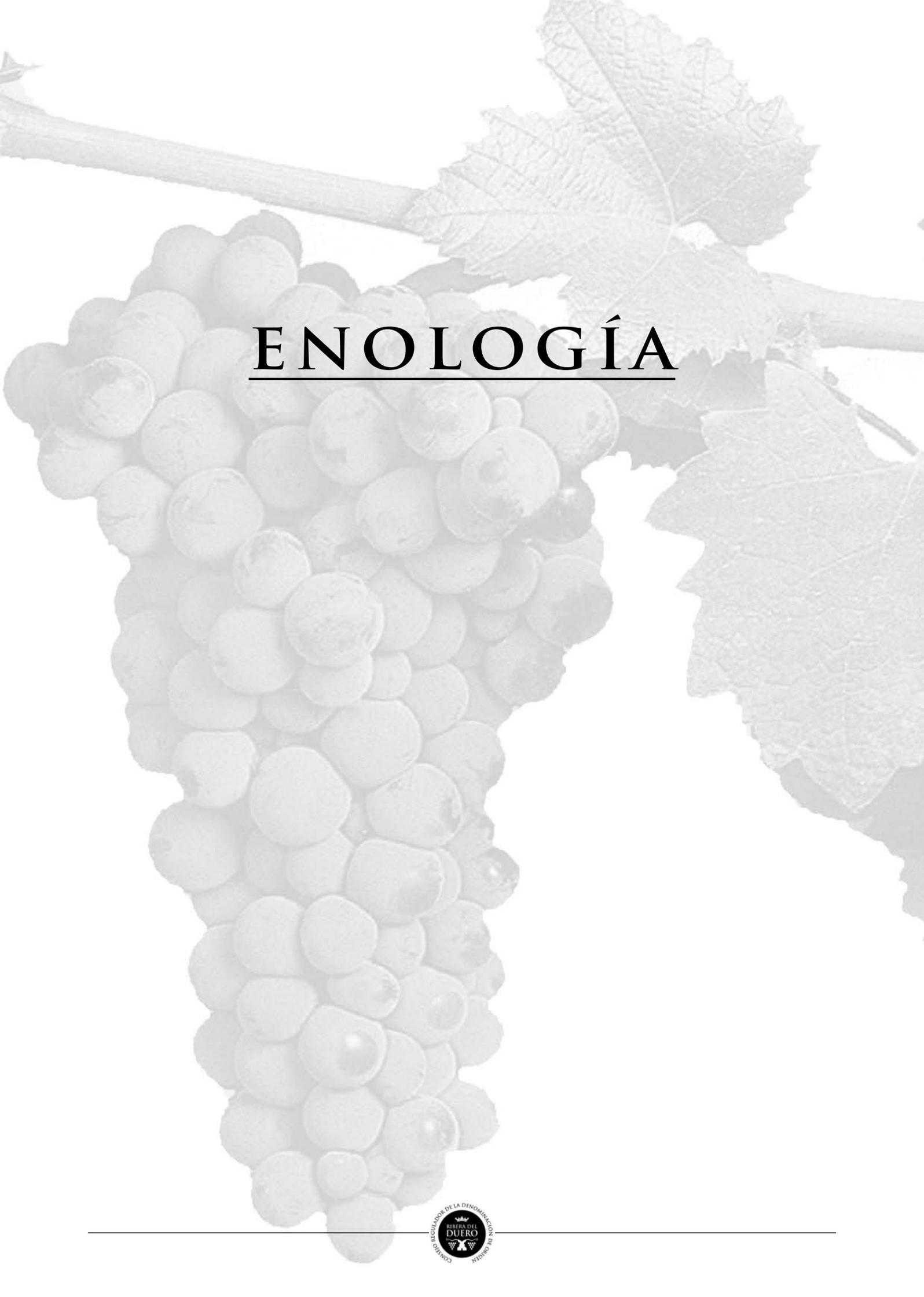
Huglin, P. 1986. Biologie et écologie de la vigne. 372 pp. Ed. Payot Lausanne. Technique et Documentation. Paris.

Lissarrague, J.R. 1986. Estudio de los efectos del riego en la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral en la vid. Tesis Doctoral. U.P. Madrid. 395 pp.

Smart, R.E.; M. Robinson. 1991. Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management. 88 pp. Ed. Ministry of Agriculture and Fisheries. New Zealand.

Yuste, J. 2000. Un nuevo sistema de poda mixta en cordón para variedades de fertilidad y producción limitadas: sistema Yuste. Viticultura Enología Profesional, n° 70: 25-37.

Yuste, J. 2001. Sistema de conducción: técnica de cultivo en viticultura. Vida Rural, n° 121: 26-32.



ENOLOGÍA

NUEVAS TÉCNICAS ENOLÓGICAS EN LA ELABORACIÓN DE VINOS

José Hidalgo Togoires

Doctor Ingeniero Agrónomo y Enólogo. Asesor Técnico Vitivinícola

1. INTRODUCCIÓN

Las técnicas enológicas aplicables en bodega deben estar aprobadas en el Reglamento (CE) Nº 606/2009 de la Comisión y Reglamento de Ejecución (UE) nº 1251/2013 de la Comisión: categorías de productos vitícolas, prácticas enológicas y restricciones aplicables.

Dentro de las diferentes Prácticas y Tratamientos Enológicos Autorizados que podemos encontrar en el Anexo IA del citado Reglamento, las técnicas que en este artículo se van a desarrollar son las que pueden resultar más novedosas, como pueden ser las siguientes:

1. Aireación u oxigenación a partir de oxígeno gaseoso.
6. Empleo, para facilitar el desarrollo de las levaduras, de una o varias de las sustancias completadas, en su caso, con un soporte de celulosa microcristalina: fosfato de diamonio o sulfato de amonio (<1 gramo/litro), bisulfito de amonio (<0,2 gramos/litro), diclorhidrato de tiamina (<0,6 mg/litro), y autolisados de levadura.
10. Clarificación mediante una o varias de las siguientes sustancias de uso enológico: gelatina alimentaria, cola de pescado, caseína y caseinato potásico, albúmina de huevo, bentonita, dióxido de silicio en forma de gel o solución coloidal, caolín, tanino, enzimas pectolíticas, preparados enzimáticos de betaglucanasa y **materias proteicas de origen vegetal procedentes de trigo, de los guisantes y de las patatas.**

35. Adición de manoproteínas de levadura para la estabilización proteica y tartárica de los vinos.
36. Tratamiento por electrodiálisis para la estabilización tartárica del vino.
37. Empleo de ureasa para disminuir el índice de urea de los vinos.
38. Utilización de trozos de madera de roble en la elaboración y la crianza de vinos, inclusive en la fermentación de uvas frescas y mostos de uva.
40. Desalcoholización parcial de los vinos.
41. Adición de copolímeros de polivinilimidazol-polivinilpirrolidona (PVI/PVP) con el fin de reducir los contenidos de cobre, hierro y metales pesados (<500 mg/litro).
42. Adición de carboximetil celulosa (gomas de celulosa), para la estabilización tartárica (<100 mg/litro).
43. Tratamiento con intercambiadores de cationes para la estabilización tartárica del vino.
44. Uso de levaduras inactivadas.

2. CLARIFICANTES PROTEICOS VEGETALES

En el etiquetado de los vinos se deben indicar los aditivos alimentarios alérgenos: sulfuroso y clarificantes: huevo y lácteos.



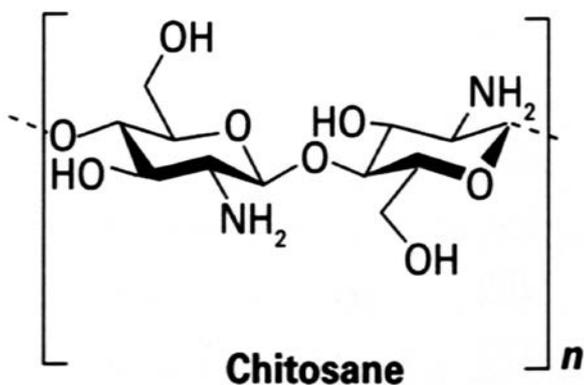
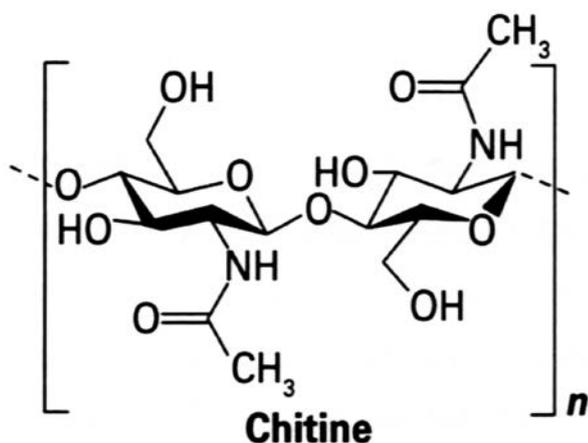
Pero ha quedado aprobado el empleo de Proteínas vegetales: **trigo** (glúten), **guisante** (40 gramos/hl), y **patata** (20 gramos/hl). Con la posible asociación con bentonita (20–60 gramos/hl), PVPP (30–80 gramos/hl) y cola de pescado. Suspensión en agua (10 volúmenes). Hinchado >1 hora.

También se puede emplear el **Quitosano**: derivado de la quitina (hongos).

- Propiedades antimicrobianas (*Brettanomyces*).
- Polielectrolito con propiedades clarificantes: clarificación de vinos y flotación de mostos.

Polisacárido muy cargado al valor de pH del mosto o vino. Desacetilación de la quitina, libera grupos aminados, que bajo el citado nivel de pH, se cargan bajo la forma de amonio, con una cantidad de carga eléctrica superior en 3 a 10 veces respecto de la gelatina.

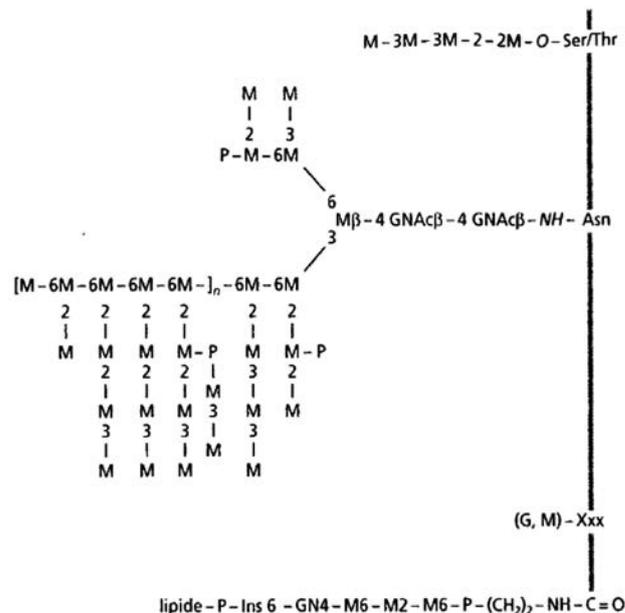
Dosis: 5 a 10 gramos/hectolitro.



3. MANOPROTEÍNAS PARA LA ESTABILIZACIÓN TARTÁRICA Y PROTEICA DE LOS VINOS

Manoproteínas: composición y propiedades

Estructura de una manoproteína parietal de las levaduras (Klis).

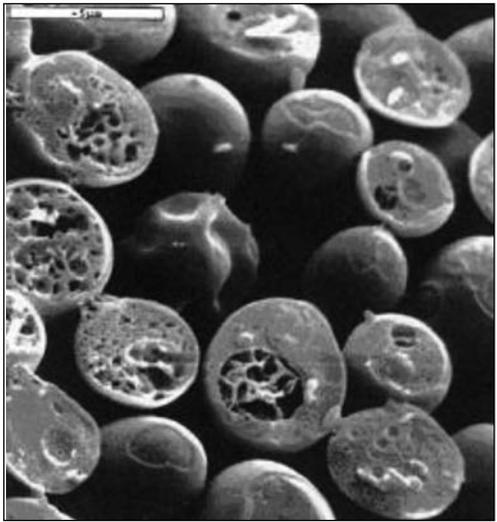
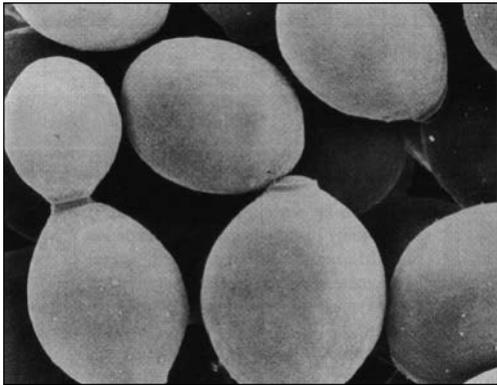


- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| M: manosa | Thr: treonina |
| G: glucosa | Asn: asparagina |
| GN: glucosamina | P: fosfato |
| GNAc: N-acetilglucosamina | xxx: enlace desconocido |
| Ins: inositol | |
| Ser: serina | |

Manoproteínas: 25–50% pared celular externa.

100 a 150 mg/litro máximo vinos.

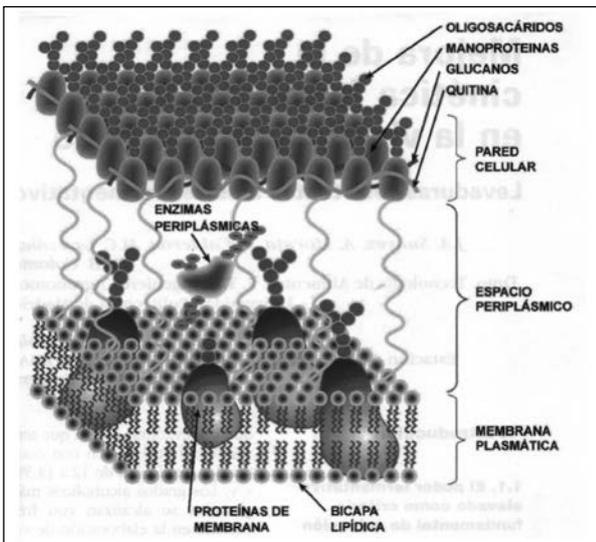
- Manoproteínas mayoritarias (80%): Fermentación alcohólica y autólisis de las levaduras.
- Manosa (90%) y proteínas (10%).
- Peso molecular: 100.000–2.000.000 Dalton. (Mejora sensorial de los vinos y estabilidad proteica-color).
- Manoproteínas minoritarias (20%): Autólisis de levaduras.
- Glucosa (25%), manosa (25%) y proteínas (50%).
- Peso molecular: 20.000 a 90.000 Dalton. (Mejora sensorial y estabilidad proteica-color y tartárica de los vinos).



Levaduras gemando.

Pared celular externa

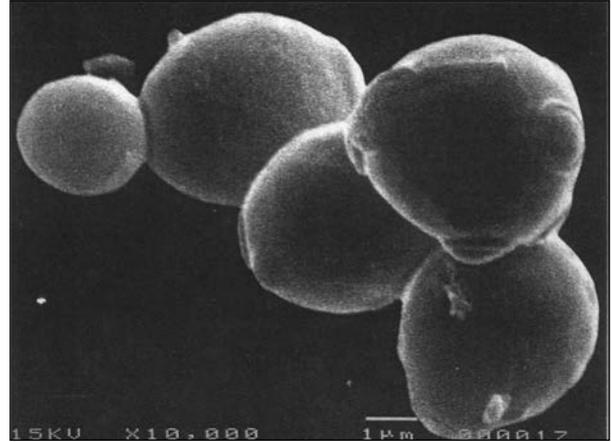
Glucanos (60%): β -1,3 glucano fibroso-quitina.
 β -1,3 glucano amorfo-manoproteínas.
 β -1,6 glucano.



Estructura de la pared celular de las levaduras.

Manoproteínas (20%–50%): manosa (90%) - péptidos (10%).

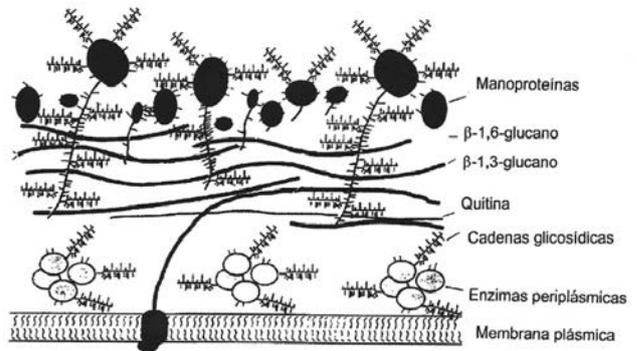
Quitina (1%–2%).



Fotografía de *Saccharomyces cerevisiae* (R. Degere).

Glucanos y quitina: rigidez y forma.

Manoproteínas: elasticidad y porosidad.

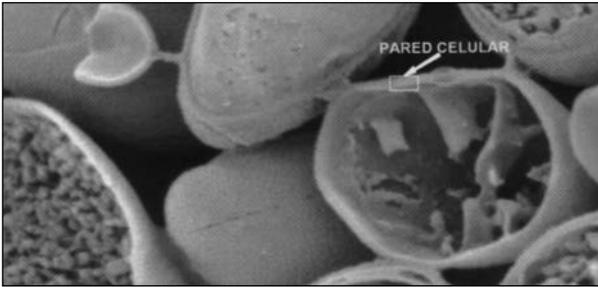


Estructura de la pared celular de las levaduras (A. Fuster).

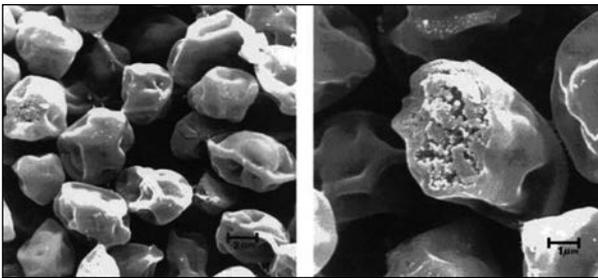
Factores de la autólisis

- pH.
- Temperatura.
- Agitación de lías: "bâttonage".
- Activadores de la autólisis:
 - Levaduras inactivas ricas en glucanasas.
 - Enzimas β -glucanasas.
 - Bacterias lácticas: fermentación maloláctica.

Autólisis de las levaduras



Detalle de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* en autólisis. (J.A. Suarez-Lepe).



4. UREASA PARA REDUCIR EL NIVEL DE UREA EN LOS VINOS

Biotin urea carboxilasa: (EC 3-5-1-5, nº CAS: 9002-1-3-5). Obtenida a partir de un *Lactobacillus fermentum*, como tratamiento preventivo autorizado a la formación del carbamato de etilo o uretano ($\text{NH}_2\text{-COO-C}_2\text{H}_5$), a partir de la urea en los vinos cuyo precursor puede ser el aminoácido ornitina metabolizado por las bacterias lácticas.

	Carbamato de etilo (microgramos/litro)
Vinos secos	<30 (15 en Canadá)
Vinos dulces	<100
Vinos encabezados	<150 (60 en Canadá)
Brandy y aguardientes	<400 (150 en Canadá)

Urea \rightarrow Amoníaco (NH_3) + Dióxido de carbono (CO_2).

Dosis: 75 mg/litro (<375 unidades de ureasa/litro). Medio ácido.

Tratamiento: vinos con urea >1 mg/litro. Tiempo: 4 semanas.

Eliminación de actividad residual con bentonita y filtración (<1 μm).

Controlar fertilización nitrogenada del viñedo reduciéndola.

5. COPOLÍMEROS DE POLIVINILIMIDAZOL Y POLIVINIL - PIRROLIDONA (PVI / PVP) PARA REDUCIR LOS METALES EN LOS VINOS: COBRE, HIERRO Y METALES PESADOS

Dosis máxima: 500 mg/litro.

Tratamiento: 2 días. Eliminación mediante filtración. Responsabilidad de un enólogo o técnico cualificado.

Eliminación del exceso de hierro y cobre en los vinos (quebras férricas y cúpricas).

Elaboración de vinos con carácter tiolado: eliminación de cobre en el mosto.

Diwine (Oenofrance): glutatión + PVI / PVP (30 a 50 gramos/hl).

6. CARBOXIMETILCELULOSA (GOMAS DE CELULOSA) PARA LA ESTABILIZACIÓN TARTÁRICA DE LOS VINOS

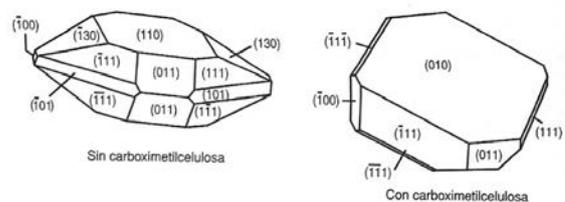
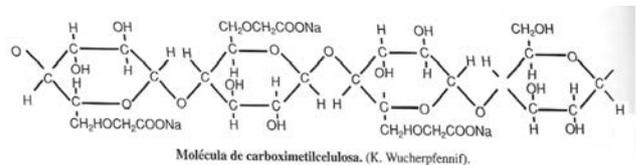
Dosis: <100 mg/litro (40 a 100 mg/litro)

Celulosa esterificada por grupos carboximetilos sobre los carbonos 6 y 2. Polielectrolito de pK próximo a 4, presentando en el vino a pH de 3 a 4, cargas negativas sobre los grupos carboxílicos: adsorción de los gérmenes de tartratos. Inhibición de su crecimiento, pudiendo además acomplejar los cationes calcio y potasio.

Vinos blancos.

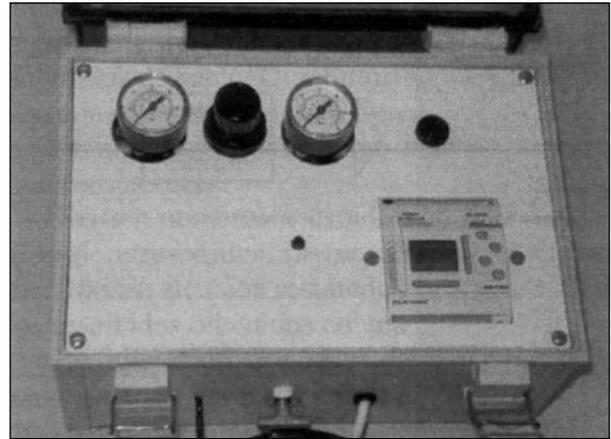
Posible enturbiamiento a dosis elevadas.

Precipitación de proteínas.

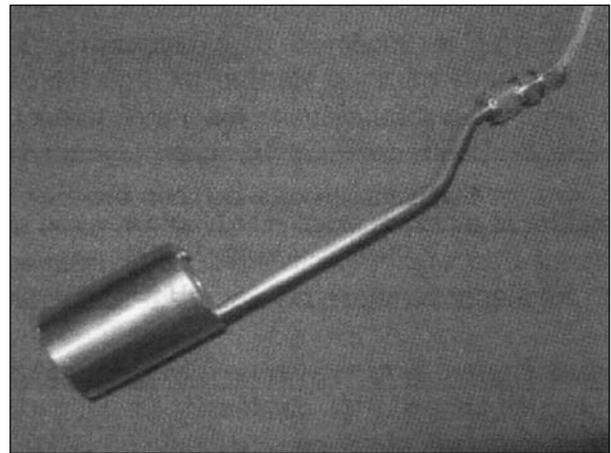


7. MICROXIGENACIÓN Y FRAGMENTOS DE MADERA DE ROBLE

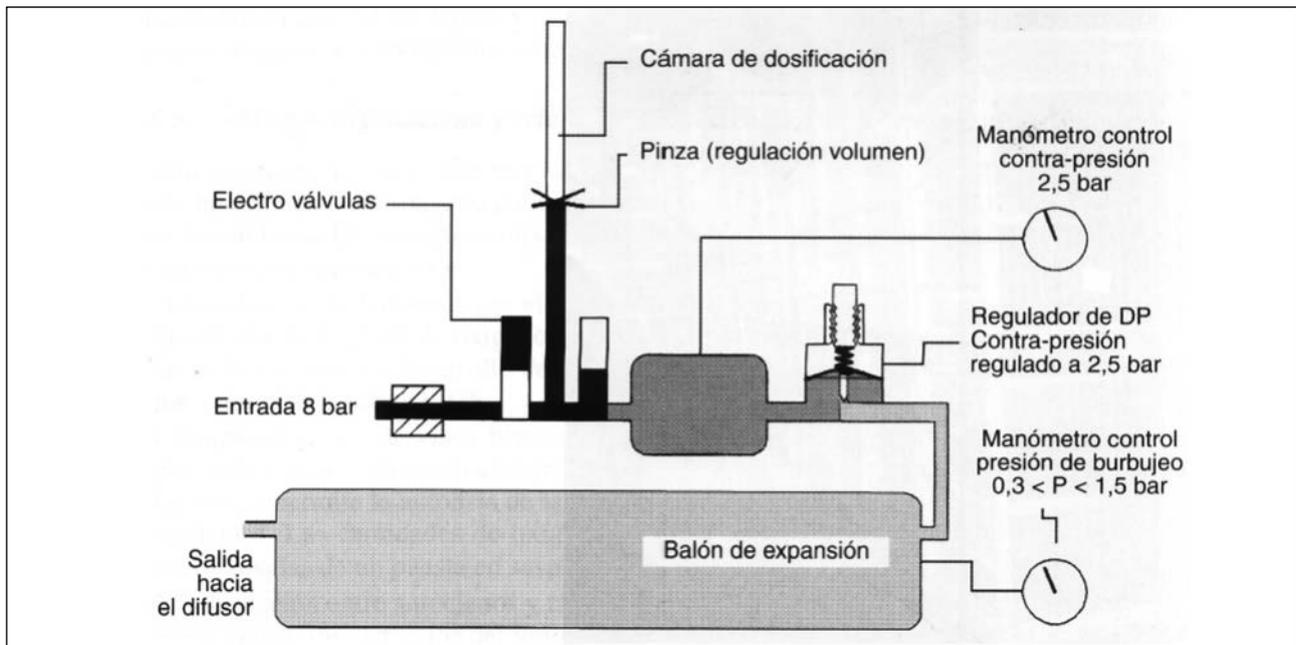
- Activación de la fermentación alcohólica: 4-10 ml O₂/litro y 2-3 días.
- Hiperoxidación controlada de mostos blancos.
- Crianza sobre lías de vinos blancos y tintos: 1-3 ml O₂/litro y día.
- Crianza de vinos tintos en depósito: 2-4 ml O₂/litro y mes. Con suspensión periódica de las lías.
- Condensación antocianos-taninos antes de la fermentación maloláctica:
 - Nivel bajo de SO₂.
 - Turbidez: <100 NTU.
 - Dosis: 10-25 ml O₂/litro y mes (<0,03 mg/litro y hora).
 - Adecuada estructura antocianos-taninos:
 - Antocianos > Taninos → riesgo de oxidación
 - Antocianos < Taninos → astringencia y amarilleado
 - Posición del difusor: fondo > 20 cm y superficie >2,5 m
 - Difusores cerámicos (0,5 μm) o acero poroso (5,0 μm).
 - Difusores cilíndricos (depósitos) o planos (barri-cas).
 - Temperatura óptima: 14-15 °C.



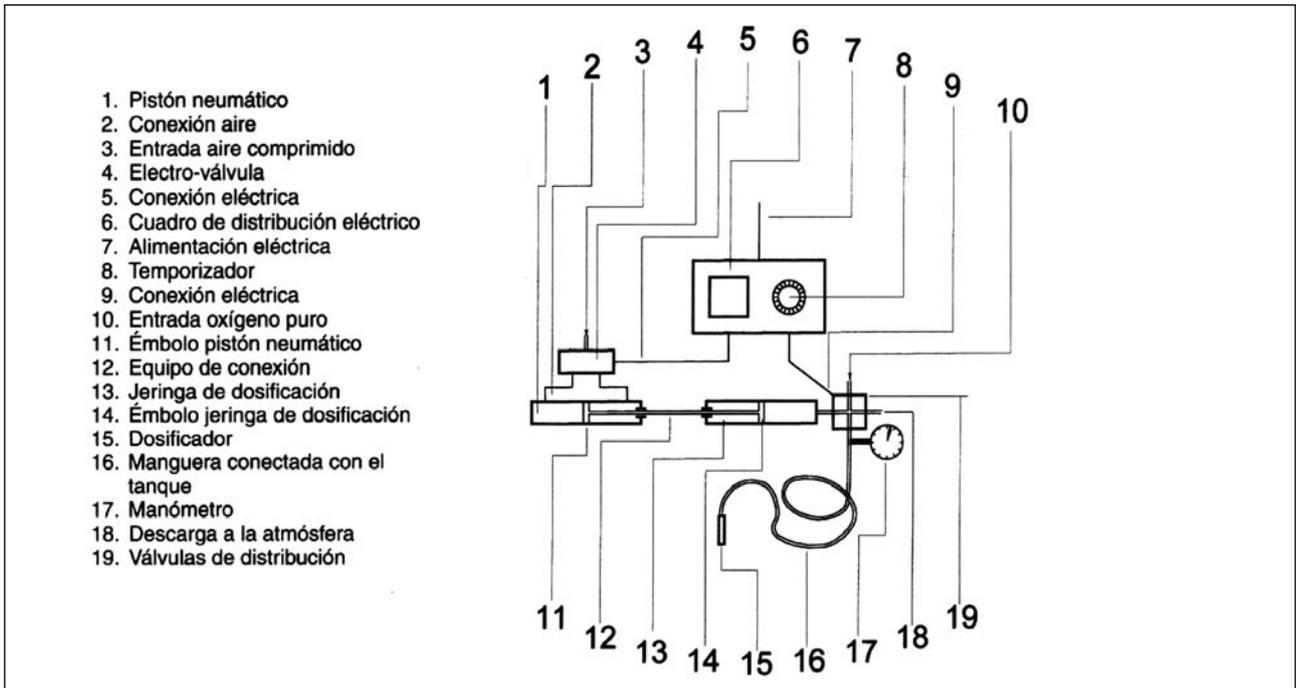
Dosificador.



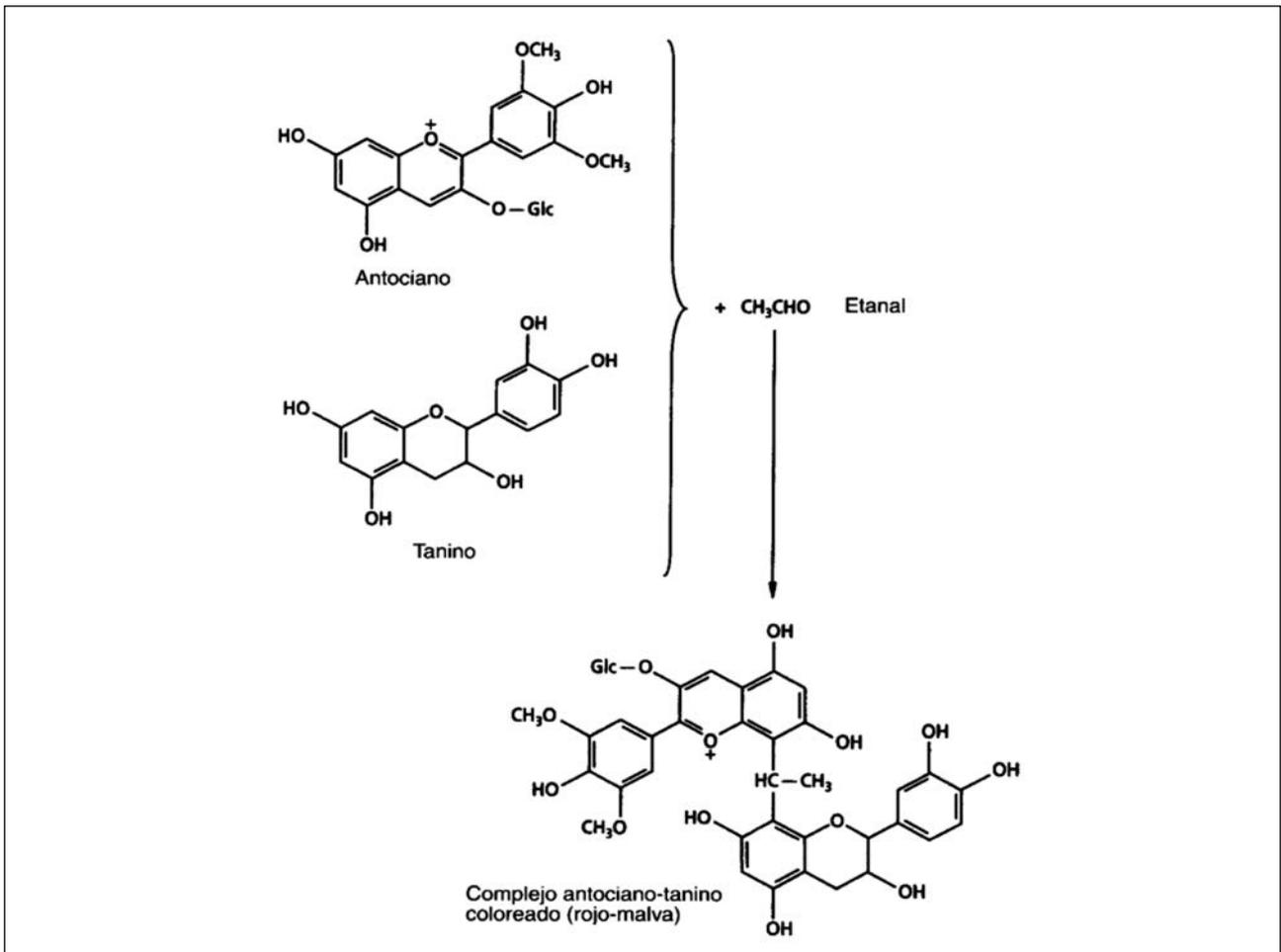
Detalle del difusor.



Esquema de un equipo de micro-oxigenación.



Esquema de un equipo de micro-oxigenación.



Polimerización antocianos-taninos con puente etilado.

- Equivalencias de 2,26 ml de oxígeno según variaciones de presión y temperatura constante a 20 °C:

Presión (bar)	mg de oxígeno
0,0	3,00
0,1	3,30
0,6	4,60
1,0	6,00

- Equivalencias de 2,26 ml de oxígeno según variaciones de temperatura y presión atmosférica constante:

Temperatura (°C)	mg de oxígeno
0	3,23
10	3,11
20	3,00
30	2,90

- Dosis de oxígeno (mg/litro y mes):

	Tendencia a la Reducción			
	Notable	Elevada	Mediana	Escasa
> 70 IPT				
Final fermentación alcohólica	60	40	22	15
Final fermentación maloláctica	30	18	9	6
Después del invierno	12	6	4	3
Salida de bodega	3	3	2	2
60 - 70 IPT				
Final fermentación alcohólica	38	20	15	7
Final fermentación maloláctica	18	9	5	3
Después del invierno	5	3	2	2
Salida de bodega	2	2	1	1
< 60 IPT				
Final fermentación alcohólica	15	8	3	2
Final fermentación maloláctica	6	4	2	1
Después del invierno	3	2	1	1
Salida de bodega	2	1	1	1

pH	Reducción de dosis
3,6	20%
3,7	40%
3,8	70%
4,0	No micro-oxigenar

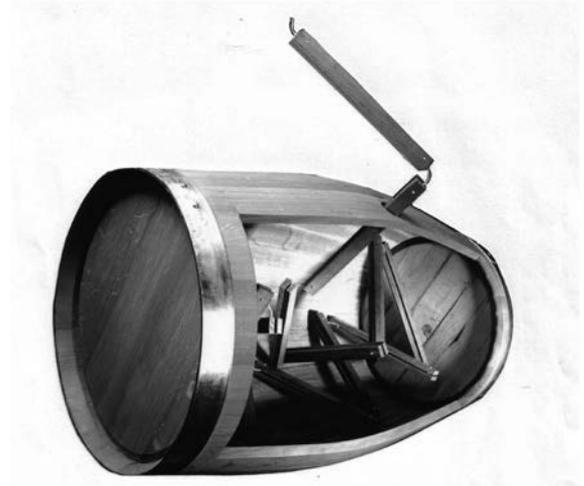
Vinos con estructura tánica insuficiente:

Elagitaninos (20 a 40 mg/litro y mes → 300 a 400 mg/litro y año).

Elagitaninos (capacidad oxidante) → Etanal → Polimerización antocianos-taninos con puente etilado.

FRAGMENTOS DE MADERA DE ROBLE

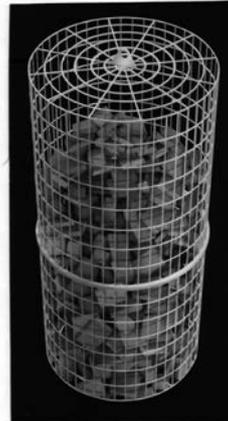
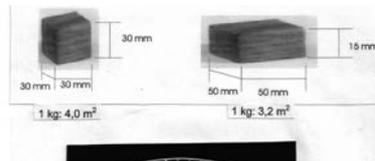
- Fragmentos o "chips" de madera tostados.
- Madera de roble tostado en polvo.
- Tablillas tostadas de 2 x 2 cm.
- Duelas de roble tostado para depósitos.
- Duelas para el interior de barricas usadas.



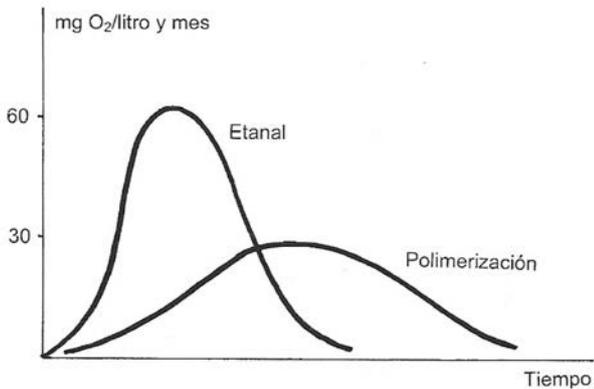
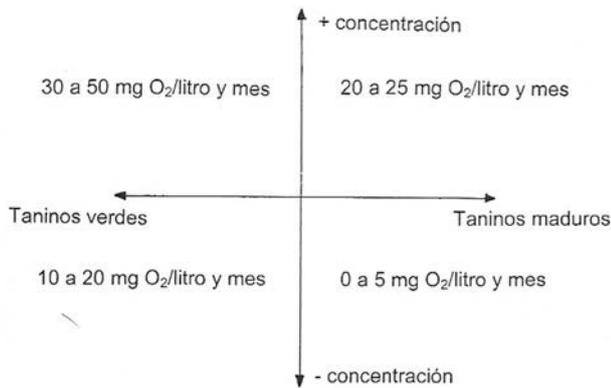
Duelas tostadas para el interior de barricas usadas.



Fragmentos o "chips" de madera tostados.



Cesta de 10 kg/50 hl con dados de madera tostados.



Duelas tostadas dentro de un depósito.

	Superficie de contacto (cm ² /gramo)	Dosis para superficie equivalente de barrica (gramos/litro)
Virutas pequeñas	15 a 20	4 a 5
Virutas grandes	12 a 16	5 a 7
Bloques pequeños	8 a 12	8 a 12
Bloques grandes	4 a 6	20 a 24

1 barrica → 41 gramos madera/litro → 8 duelas/hl (960 x 47 x 15 mm) (0,9 m²/hl)

Polvo de roble: 100 a 400 gramos/hl en fermentación alcohólica.

- Autorización en Europa: Reglamento nº 1507/2006.
- Elaboración y crianza de vinos, incluida fermentación alcohólica de los mostos.
- Procedencia: *Quercus*.
- Naturales o tostado ligero, medio o fuerte, sin sufrir combustión, ni carbonización.

Sin tratamientos enzimáticos, químicos o físicos salvo tostado. Sin adición de aromas.

- Temperatura tostado: 200 a 220 °C.
- Temperatura >380 °C: benzo- α -pireno.
- Dimensiones de partículas: > 95% mayores de 2 mm.

- Dosis:

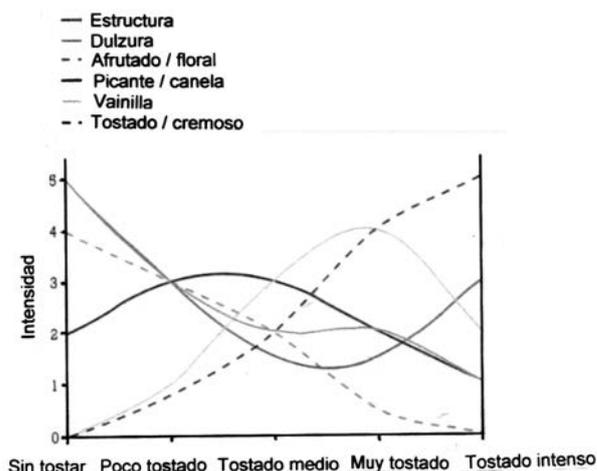
- Fermentación de tintos: 1-10 gramos/litro.
- Fermentación maloláctica: 2-15 gramos/litro.
- Contacto prolongado: 1-3 gramos/litro.

- Características sensoriales:

- Aumento de taninos amargos: cumarinas.
- Aumento de taninos oxidantes: elagitaninos.
- Aumento de furanos: furfural (almendra amarga).
- Aumento de fenoles volátiles: eugenol (clavo).



- Disminución de aldehídos fenólicos: vainillina. (coco).

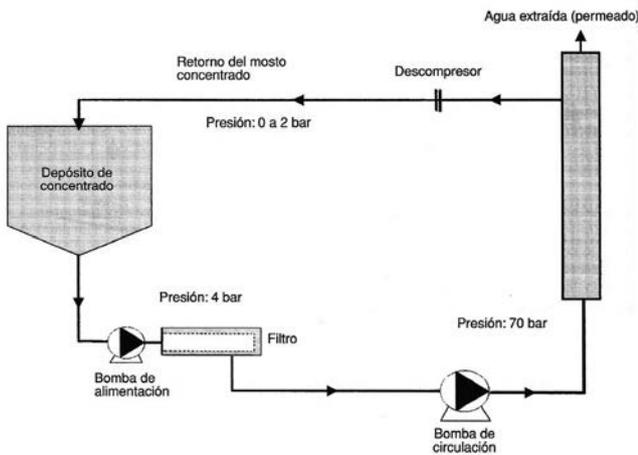


Efecto de la adición de "chips" en el tiempo.

8. DESALCOHOLIZACIÓN PARCIAL DE VINOS

Vino parcialmente desalcoholizado mediante eliminación de una parte de alcohol (etanol) de vino gracias a técnicas físicas separativas.

- Los vinos tratados no presentarán defectos organolépticos y serán aptos para el consumo humano directo.
- No se podrán desalcoholizar vinos que previamente se haya aumentado su grado alcohólico natural.
- La disminución de grado alcohólico volumétrico adquirido no podrá ser superior al 2% vol.
- Práctica realizada por un enólogo o técnico cualificado.

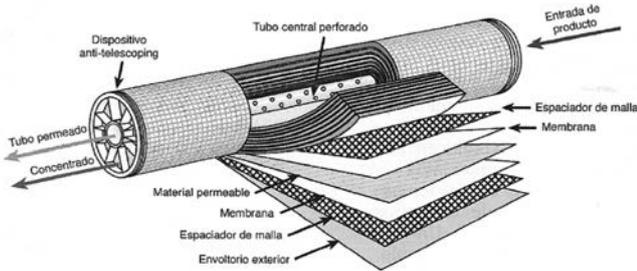


Esquema de un concentrador de ósmosis inversa.

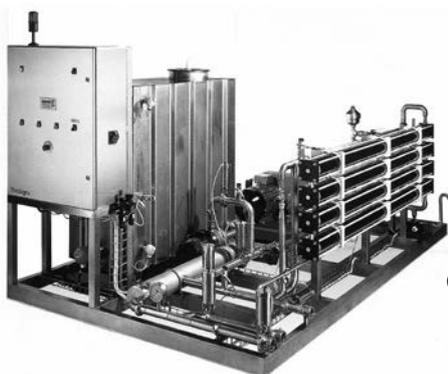
8.1. Membranas de ósmosis inversa

Se extrae agua y alcohol, y luego se restituye el agua extraída.

- Vino previamente filtrado y refrigerado a 8 a 0 °C.
- Membranas semipermeables de acetato de celulosa con poros de 10 a 100 MWCO (peso atómico/peso iónico). Limpieza periódica membranas: 4 a 5 horas con agua caliente y fría, y cada 20 horas con sosa en caliente.
- Presiones de trabajo: 60 a 120 bar. Potencia: 0,10 a 0,15 kW/litro y hora.
- Rendimiento permeado: 0,5 a 10 litros/hora y m².
- Temperatura (°C) x Presión (bar) < 1.200 (unidades Wagner).



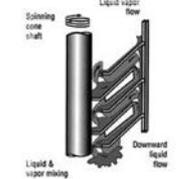
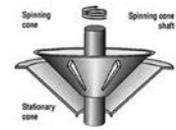
Configuración de un cartucho para ósmosis inversa.



Concentrador de ósmosis inversa (Indago).

8.2. Columnas de conos rotatorios (spins coins columns):

Destilación a vacío y a baja temperatura, con adición de los compuestos más volátiles extraídos (aromas).



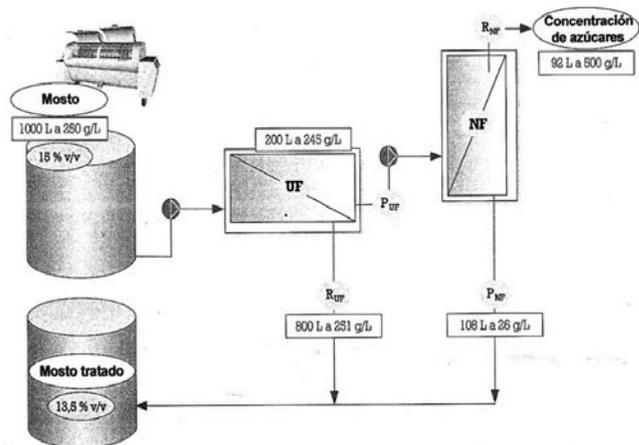
8.3. Otras alternativas para la reducción del grado alcohólico de los vinos.

- Anticipación de vendimia.
- Reducción de la concentración de azúcares del mosto:
 - Adición de agua ("agua vegetal").
 - Eliminación de glucosa por oxidación enzimática (glucosa-oxidasa), obtenida de *Aspergillus niger*.

Glucosa → Gluconolactona → Ácido Glucónico
Formación de agua oxigenada (H₂O₂).

- Membranas semipermeables de nanofiltración y ultrafiltración.

Reducción de azúcares en un 15% (2% vol.).



- UF: ultrafiltración R_{UF}: retenido de ultrafiltración
- NF: nanofiltración P_{UF}: permeado de ultrafiltración
- R_{NF}: retenido de nanofiltración
- P_{NF}: permeado de nanofiltración

- Empleo de levaduras con bajo rendimiento alcohólico.

1% vol. alcohol → 17 gramos/litro azúcar - 16,378 g/l (Unión Europea)

Ejemplo: mosto 238 gramos/litro

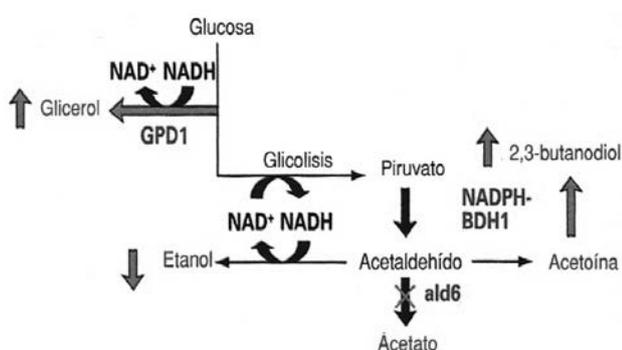
Levadura

1% vol con 17 g/l → 14% vol.

1% vol con 20 g/l → 12% vol.

- Empleo de levaduras con menor capacidad de formación de alcohol:

Acido pirúvico → alcohol + (ac. láctico, glicerina...).



8.4. Productos con grado alcohólico inferior al legal (>8,5% vol. zonas A y B y >9,0% vol. resto zonas)

- Mosto parcialmente fermentado: grado alcohólico superior a 1% vol. e inferior a 3/5 partes de su grado alcohólico total o potencial.
- Vino desalcoholizado: grado alcohólico <0,5% vol.

- Bebida aromatizada a base de uva: grado alcohólico >7,0% vol. y <14,5% vol.

- Cóctel aromatizado productos vitivinícolas: <7,0% vol.

9. ESTABILIZACIÓN TARTÁRICA DE VINOS CON RESINAS DE INTERCAMBIO CATIONICO

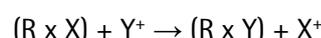
Estabilidad tartárica del vino frente al tartrato ácido de potasio y al tartrato de calcio y otras sales de calcio.

El tratamiento se debe limitar a la eliminación de cationes en exceso:

- El vino debe ser tratado previamente con frío.
- Solo se debe de tratar con intercambiadores de cationes la fracción mínima del vino necesaria para la obtención de la estabilidad.

El tratamiento se efectúa sobre resinas intercambiadoras de cationes regeneradas en ciclo ácido.

Tratamiento bajo la responsabilidad de un enólogo o técnico cualificado.



Resinas de intercambio iónico: copolímeros de estireno o divinilbenceno con grupos de ácido sulfónico (R-SO₃H) o de amonio (R-NH₃). Resinas regenerables en ciclo ácido.

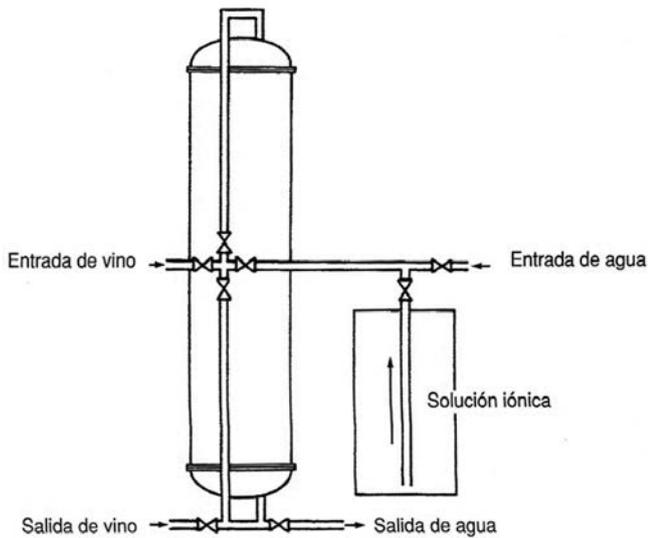
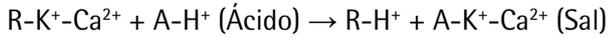
Estabilidad tartárica: 15 a 20% del total del vino.

- Lavado de la resina con agua limpia.
- Regeneración de la resina con un ácido mineral.

	Vino Tinto	Vino Permeado	Mezcla 15%	Mezcla 20%	Mezcla 25%
Grado	12,56	12,61	12,54	12,54	12,54
Acidez Volátil	0,68	0,58	0,68	0,68	0,68
Acidez Total	4,56	7,07	5,03	5,13	5,35
pH	3,73	2,82	3,57	3,53	3,45
IPT	74	46	69	67	66
			ESTABLES		

Ejemplo de un tratamiento de estabilización de un vino tinto con resinas de intercambio cationico.

- Lavado de la resina cargada con H^+ con agua limpia.
- Circulación del vino: $R-H^+ + \text{Vino}-K^+-Ca^{2+} \rightarrow R-K^+-Ca^{2+} + \text{Vino}-H^+$
- Lavado de la resina con agua limpia.
- Regeneración de la resina con un ácido mineral:



Esquema de una instalación de intercambio iónico.



Equipo de Estabilización tartárica por resinas de intercambio catiónico (Agrovin).

10. ESTABILIZACIÓN TARTÁRICA DE VINOS POR ELECTRODIÁLISIS

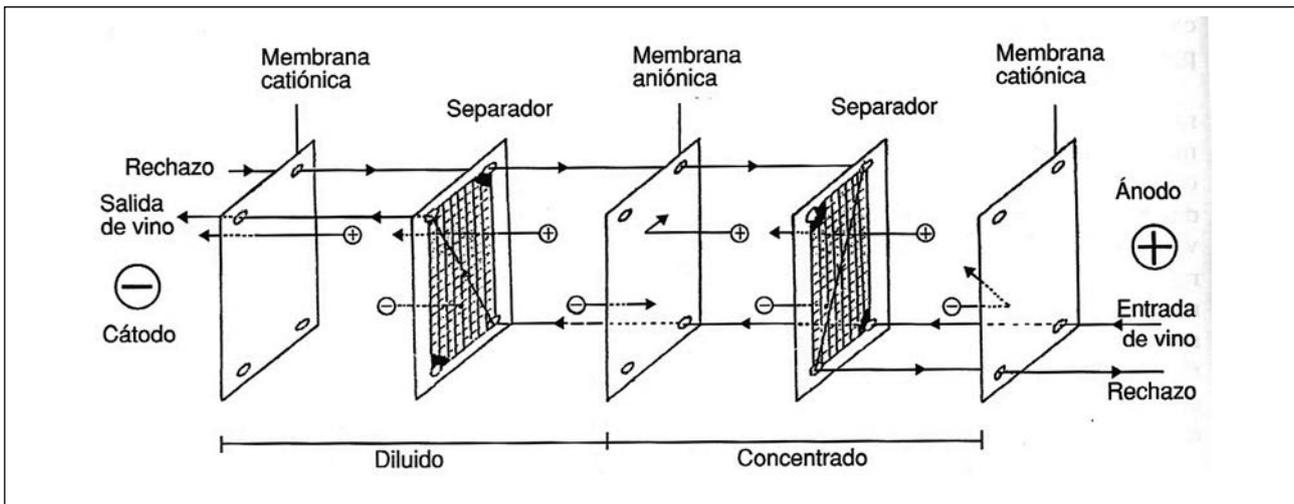
Esta tecnología tiene como finalidad conseguir la estabilidad tartárica del vino frente al tartrato ácido de potasio y al tartrato de calcio y otras sales de calcio, mediante la extracción de iones sobresaturados en el vino bajo la acción de un campo eléctrico con ayuda de membranas semipermeables solamente a los aniones, por una parte, y membranas permeables solamente a los cationes, por otra.

Requisitos aplicables a las membranas:

- Las membranas deben estar dispuestas alternativamente en un sistema de "filtro-prensa", o cualquier otro sistema apropiado, que determinará los compartimientos de tratamiento (vino) y de concentración (agua de vertido).
- Las membranas permeables a los cationes deben estar adaptadas para extraer únicamente cationes y, en particular, cationes K^+ y Ca^{++} .
- Las membranas permeables a los aniones deben estar adaptadas para extraer únicamente aniones, y en particular, aniones tartrato.
- Las membranas no deben provocar modificaciones excesivas de la composición fisicoquímica y de las características organolépticas del vino.

Requisitos aplicables a la utilización de las membranas:

- La disminución del pH del vino no puede ser superior a 0,3 unidades de pH.
- La disminución de la acidez volátil ha de ser inferior a 0,12 gramos/litro (2 miliequivalentes en ácido acético).
- El tratamiento por electrodiálisis no debe afectar a los componentes no iónicos del vino, en particular, los polifenoles y los polisacáridos.
- La difusión de pequeñas moléculas como el etanol ha de ser escasa y no implicar una disminución del grado alcohólico del vino superior a 0,1% vol.
- La conservación y limpieza de estas membranas deben realizarse según las técnicas autorizadas, con sustancias cuya utilización esté permitida en la preparación de productos alimenticios.
- Las membranas deben estar identificadas para que pueda comprobarse la alternancia en el apilamiento.



Célula de electrodiálisis

- El material utilizado ha de ser guiado por un sistema de mando y control que tenga en cuenta la inestabilidad propia de cada vino, de forma que únicamente se elimine la sobresaturación de tartrato ácido de potasio y de sales de calcio.
- La aplicación del tratamiento debe ser responsabilidad de un enólogo o técnico cualificado.

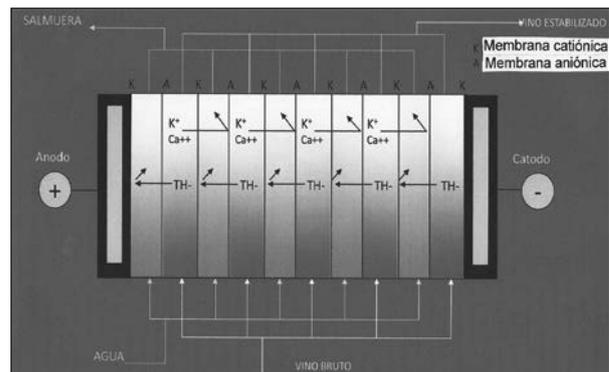
- Estabilidad tartárica: desionización - 15 a 20%
- Caída conductividad eléctrica vinos tintos: 20% y vinos blancos: 20 a 30%

Membranas de grupos sulfónicos permeables a los cationes (potasio, calcio y sodio) y de grupos amonio permeables a los aniones (tartratos y ácido acético).

- Espesor: 100 a 200 μm .
- Elevada resistencia mecánica: vida 2.000 a 4.000 horas de funcionamiento.
- Separación de membranas: 0,3 a 0,7 mm.
- Diferencia de potencial: 1 voltio/célula (500 células = 500 voltios).
- Caudal tratamiento: 50 a 150 litros/ m^2 y hora (1 reactor: 15 hl/hora).
- Circuito de vino y circuito de agua salada.
- Control por conductividad eléctrica.

Requisitos del vino:

- Vino limpio (clarificado y filtrado): < 25 μm .
- Ensayo de estabilidad previo. Medición de la conductividad eléctrica a la salida del vino tratado (150 a 200 μS).
- Disminución de iones:
 - Vinos jóvenes: 15 a 20%
 - Vinos viejos: 5 a 15%



Principio de funcionamiento de electrodiálisis en estabilización tartárica (Oenodia).

Coste de funcionamiento:

Consumo de energía: 0,15 a 0,20 kWh/hl de vino.

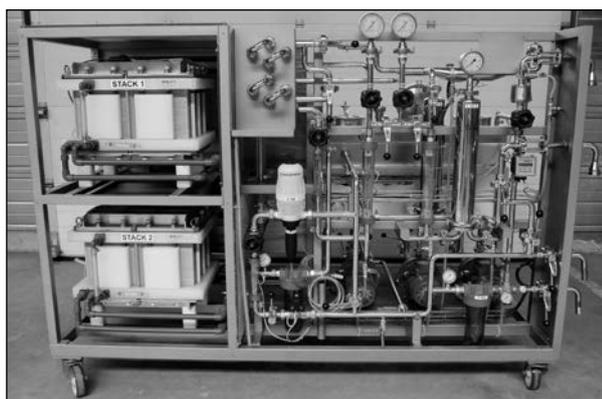
Consumibles:

Cambio de membranas: 0,55 a 0,70 €/hl.

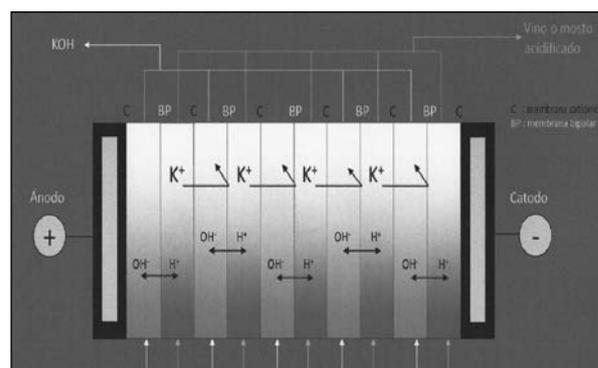
Coste de consumibles: 0,15 €/hl.

Consumo de agua: 3% del volumen de vino por cada 0,1 pH.

Consumo ácido nítrico: 0,5% del volumen de agua ó 0,015% del volumen de vino por cada 0,1 pH.



Equipo de electrodiálisis (Oenodia).



Principio de funcionamiento de electrodiálisis en la reducción del pH del vino (Oenodia).

11. COMPARATIVO DE COSTES EN LA ESTABILIZACIÓN TARTÁRICA

11.1. Tratamiento por frío

TRATAMIENTO POR FRÍO			Costes (€/hl)
Energía eléctrica refrigeración	1,90 kWh/hl	0,12 €/kWh	0,23
Energía eléctrica filtración	0,09 kWh/hl	0,12 €/kWh	0,01
Tierras filtración	0,10 kg/hl	1,20 €/kg	0,12
Agua y limpieza			0,15
Mano de obra	0,024 h/hl	16,50 €/h	0,40
Mermas de vino	0,10 l/hl	0,50 €/l	0,05
			0,96 €/hl

11.2. Electrodiálisis

ELECTRODIÁLISIS			Costes (€/hl)
Energía eléctrica filtración	0,20 kWh/hl	0,12 €/kWh	0,02
Filtros de cartucho	0,0003 ud/hl	120,00 €/ud	0,04
Membranas			0,60
Agua y consumibles			0,15
Mano de obra	0,004 h/hl	16,50 €/h	0,07
			0,88 €/hl

11.3. Resinas de intercambio catiónico

RESINAS DE INTERCAMBIO CATIONICO			Costes (€/hl)
Energía eléctrica tratamiento	0,04 kWh/hl	0,12 €/kWh	0,01
Energía eléctrica filtración	0,09 kWh/hl	0,12 €/kWh	0,01
Tierras filtración	0,10 kg/hl	1,20 €/kg	0,12
Soluciones electrolíticas	0,25 kg/hl	1,60 €/kg	0,40
Reposición de resina	0,004 l/hl	4,00 €/l	0,02
Agua desmineralizada	0,002 m ³ /hl	6,00 €/m ³	0,01
Agua limpieza	0,004 m ³ /hl	0,60 €/m ³	0,00
Mano de obra	0,001 h/hl	16,50 €/h	0,02
			0,59 €/hl

POLISACÁRIDOS: DETERMINACIÓN Y PROPIEDADES

Belén Ayestarán Iturbe

Doctora en Química. Instituto de las Ciencias de la Vid y del Vino (Universidad de La Rioja, CSIC y Gobierno de La Rioja)

1. RESUMEN

Los polisacáridos son una de las principales macromoléculas que se encuentran en los vinos. Ellos juegan un papel crítico en la estabilización de otras moléculas en solución, y por lo tanto son capaces de modificar tanto el procesamiento de vino y las propiedades organolépticas. Los análisis detallados de estos polisacáridos son esenciales para conocer sus propiedades físico-químicas y funciones biológicas. Se presentan técnicas de análisis no sólo para definir las estructuras químicas finas del individuo polisacárido de vino sino, también para estimar la composición de polisacáridos general de los mostos y vinos. El procedimiento abarca la preparación de la muestra, junto con cromatografía de gases-masas, métodos basados en espectrometría, tanto para el análisis de monosacáridos como sus trimetilsililos, derivados volátiles de glucósido de metilo.

2. INTRODUCCIÓN

Los polisacáridos son uno de los principales grupos de macromoléculas en los vinos. Pueden estar presentes en concentraciones que van de 200 a 1.500 mg/l, dependiendo de la etapa de elaboración del vino, las prácticas enológicas, añada, variedad y "terroir".

Los polisacáridos del vino proceden tanto de la uva como de los microorganismos que actúan durante la elaboración del vino. Los principales polisacáridos de vino incluyen: (i) polisacáridos ricos en arabinosa y galactosa (PRAG), que comprende arabinanos, arabinogalactanos y arabinogalactano-proteínas (AGP), y se originan a partir de las paredes celulares de la uva; (ii) ramnogalacturonanos tipo I y II (RG-I y RG-II), que también se derivan de las paredes celulares de las bayas de uva; y (iii) manoproteínas (MP) y glucanos (GL) que son liberados por la levadura durante la fermentación y durante la crianza del vino sobre lías. Vidal et al. (2003) determinaron que los polisacáridos de un vino Carignan Noir estaban compuestos de 42% AGP, 35% MP, 19% RG-II y 4% RG-I; y

Guadalupe y Ayestarán (2007) encontraron valores de 50% AGP, el 30% MP y el 15% RG-II en tinto joven de Tempranillo y 37% AGP, el 45% MP y el 15% RG-II, en vinos de Tempranillo con crianza en barrica. En un estudio reciente, se encontraron valores de 35% PRAG, el 35% MP y el 25% GL para vinos espumosos blancos y rosados elaborados a partir de diferentes variedades de uva (Martínez-Lapuente et al. 2013).

Los polisacáridos del vino juegan un papel crítico en la estabilización de otras moléculas en disolución, previenen o limitan la agregación y floculación, y de ese modo la formación de turbidez (Waters et al. 1994; Moine-Ledoux y Dubourdieu 1999; Dupin et al. 2000; Lomolino y Curioni 2007; Schmidt et al., 2009) y la precipitación de sales de tartrato (Gerbaud et al. 1997; Moine-Ledoux y Dubourdieu 2002). Los polisacáridos del vino también se han descrito por su papel perjudicial en la filtrabilidad (Belleville et al. 1991; Belleville et al. 1992; Vernhet et al. 1999), su influencia sobre la flora de fermentación (Guilloux-Benatier et al. 1995; Guilloux-Benatier et al. 2003) y su interacción con compuestos aromáticos (Dufour y Bayonove 1999; Chaler et al. 2005) y otras moléculas responsables de sabor del vino, color y espuma (Riou et al. 2002; Vidal et al. 2004; Poncet-Legrand et al. 2007; Martínez-Lapuente et al. 2013). Sin embargo, se ha demostrado que no todos los polisacáridos tienen el mismo comportamiento con respecto a los vinos. Su influencia en la elaboración del vino y las propiedades sensoriales dependerá no sólo de su cantidad, sino también del tipo de polisacárido. Así en este artículo se presenta las propiedades tecnológicas y sensoriales de los polisacáridos del vino más importantes cuantitativamente como cualitativamente, que son las manoproteínas (MP), los polisacáridos ricos en arabinosa y galactosa (PRAG) y los ramnogalacturonanos tipo II (RG-II).

En la última década muchos grupos han centrado su investigación en los polisacáridos del vino tratando de aislarlos y caracterizarlos; estudiando su evolución desde la uva al vino y durante la elaboración y

el envejecimiento del vino; analizando sus funciones, mecanismos de acción, y los factores que afectan a su contenido; o tratando de modular su contenido en los vinos. Sin embargo, muchas de estas investigaciones han mostrado resultados contradictorios, y hay todavía muchos aspectos relacionados con la caracterización estructural de los polisacáridos, funciones y mecanismos de acción que aún permanecen desconocidos. Es evidente que la dificultad en la separación y purificación de estos compuestos ha hecho que estén menos estudiados que otros compuestos del vino, como los polifenoles, polipéptidos o proteínas (Guadalupe et. 2014).

Por lo tanto, el simple estudio de los polisacáridos del vino es difícil y consume mucho tiempo, y una determinación adecuada de las diferentes familias de polisacáridos requiere metodologías analíticas que implican procedimientos de varias etapas complejas.

Para determinar el contenido de polisacáridos en la uva, mosto o vino, todos los métodos propuestos comienzan con una etapa de extracción bien por precipitación directa con etanol-ácido, o bien por diálisis o ultrafiltración. Después de la etapa de extracción, dos alternativas se pueden elegir para analizar los polisacáridos en el extracto: (i) utilizar métodos rápidos y sencillos para estimar el contenido global de polisacáridos y (ii), usar métodos más complejos y que requieren mucho tiempo para cuantificar específicamente las familias de polisacáridos. Se han propuesto varios métodos para la identificación y cuantificación de los monosacáridos de la uva y del vino: cromatografía de intercambio aniónico de alta presión con detección amperométrica pulsada (HPAEC-PAD) (Arnous y Meyer 2009), espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) (Coimbra et al. 2005; Boulet et al. 2007) y cromatografía de gases (GC). Cuando se utiliza GC se han utilizado dos detectores diferentes: detector de ionización de llama (FID), y un detector de espectrometría de masas (MS). Sin lugar a dudas, la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) después de la hidrólisis y de la siliación de los monosacáridos es de aceptación general, debido a su alta sensibilidad combinada con su capacidad para conseguir la separación eficiente de mezclas complejas y caracterización estructural.

Se presenta en este artículo las técnicas analíticas para cuantificar los polisacáridos del mosto y vino. El procedimiento abarca la preparación de la mues-

tra, junto con los métodos basados en cromatografía gaseosa con detector de espectrometría de masas, para el análisis de monosacáridos como derivados volátiles de trimetilsililados de glucósido de metilo obtenidos después de la metanólisis ácida y derivatización. Antes de las técnicas analíticas, y para su comprensión es esencial presentar la estructura de las diferentes familias de polisacáridos. A continuación, se describe las técnicas analíticas de cuantificación de los polisacáridos, y por último se presentan las propiedades tecnológicas y sensoriales de las manoproteínas (MP), de los polisacáridos ricos en arabinosa y galactosa (PRAG), y de los ramnogalacturonanos tipo II (RG-II).

3. POLISACÁRIDOS VINO: ORIGEN Y ESTRUCTURA

Los polisacáridos del vino se agrupan en dos familias en función de su origen: los procedentes de las paredes celulares de la baya de uva, y los liberados por los microorganismos, que incluyen levaduras, bacterias y hongos de contaminación de la uva como *Botrytis cinerea*. También se incluyen los polisacáridos exógenos como la goma arábiga y carboximetilcelulosa, que pueden estar presentes en los vinos comerciales ya que son aditivos autorizados.

Los polisacáridos procedentes de la uva son el resultado de la degradación y de la solubilización de una parte de las sustancias pécticas contenidas en la pared de las células del hollejo y de la pulpa de la baya de uva. Debido a su origen muchos autores denominan a estos polisacáridos con el término de *sustancias pécticas*, aunque la división tradicional de las sustancias pécticas en gomas y pectinas puede conducir a error y ha quedado en desuso. Una terminología más reciente clasifica sencillamente a los polisacáridos de la uva en *sustancias pécticas neutras* y *sustancias pécticas ácidas* según contengan o no ácido galacturónico en su molécula. Así, los homogalacturonanos y ramnogalacturonanos pertenecen al grupo de las sustancias pécticas ácidas, mientras que los arabinanos, galactanos o arabinogalactanos se engloban dentro de las sustancias pécticas neutras.

La figura 1 muestra el corte de una baya y un esquema de la pared celular vegetal tipo I que rodea a las células de los tejidos vegetales de la pulpa y del hollejo de las bayas.

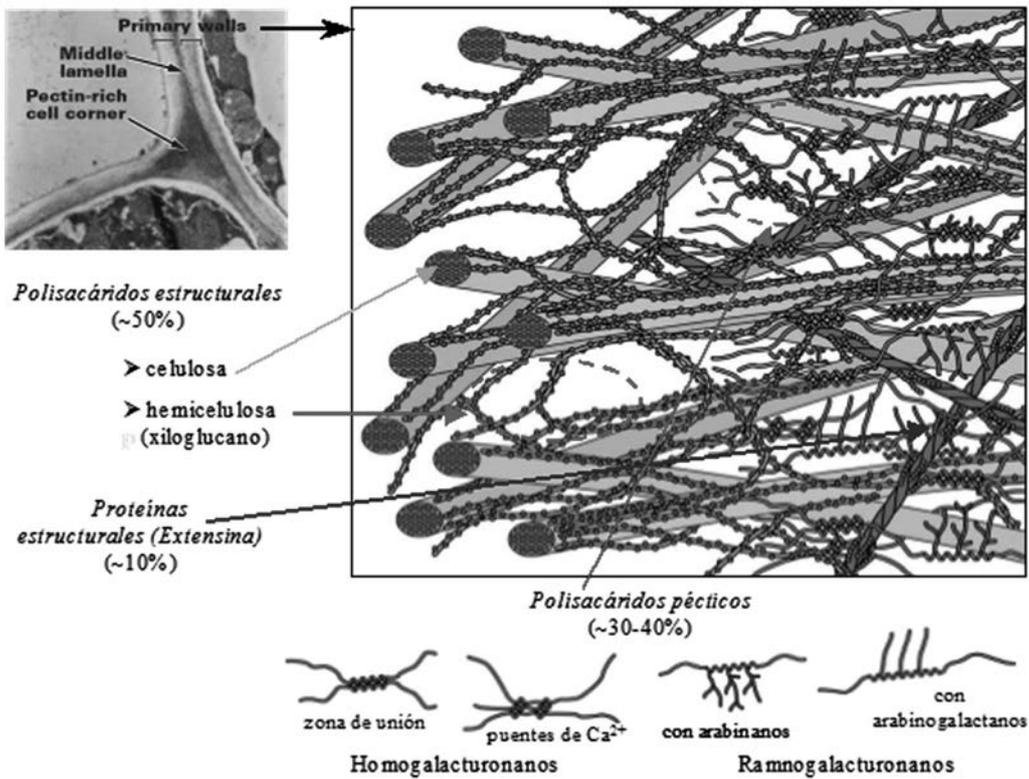


Figura 1. Esquema de la pared celular tipo I de las células vegetales.

Esquema obtenido de Cárpita y Gibeau (1993). Se indica el porcentaje en peso de cada componente según estudios realizados en las paredes celulares de la uva (Nunan et al. 1997).

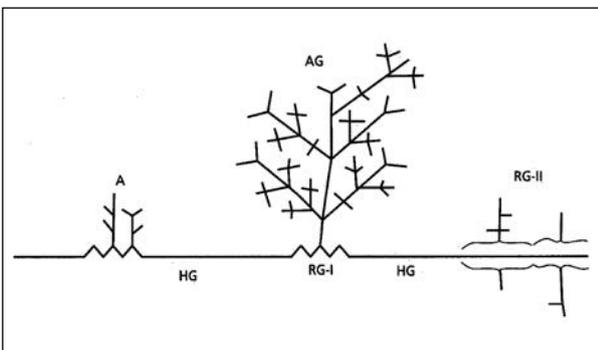


Figura 2. Modelo estructural de las sustancias pécticas ácidas de la uva.

(Modelo obtenido de Doco y col. (Ribèreau-Gayon et al. 2002). A: arabinanos, HG: homogalacturonanos, RG-I: ramnogalacturonano I, RG-II: ramnogalacturonano II, AG: arabinogalactanos tipo I y tipo II).

Las paredes celulares de las bayas están formadas por una red de microfibrillas de celulosa entrelazadas por una red de xiloglucanos, embebidos en una matriz compleja de polisacáridos pécticos y glicoproteínas estructurales. La matriz

péctica, que constituye aproximadamente un tercio de la pared celular (Nunan et al. 1997), está formada por una mezcla compleja de homogalacturonanos (HG) y ramnogalacturonanos tipo I (RG-I) y tipo II (RG-II). El RG-I presenta a su vez ramificaciones laterales de arabinanos y arabinogalactanos (figura 2). Estudios recientes señalan que la molécula de RG-I puede estar unida covalentemente a la red de xiloglucanos que componen las paredes celulares de la uva (Vidal et al. 2003).

Los homogalacturonanos (figura 3) son los polisacáridos pécticos más abundantes en las uvas, constituyendo el 80% de los polisacáridos pécticos presentes en las paredes celulares de la pulpa y los hollejos (Pinelo et al. 2006; Vidal et al. 2001).

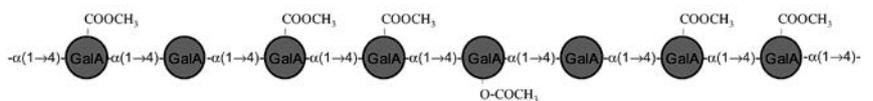


Figura 3. Estructura del Homogalacturonano (HG)(GalA: ácido galacturónico) (Guadalupe, 2008).

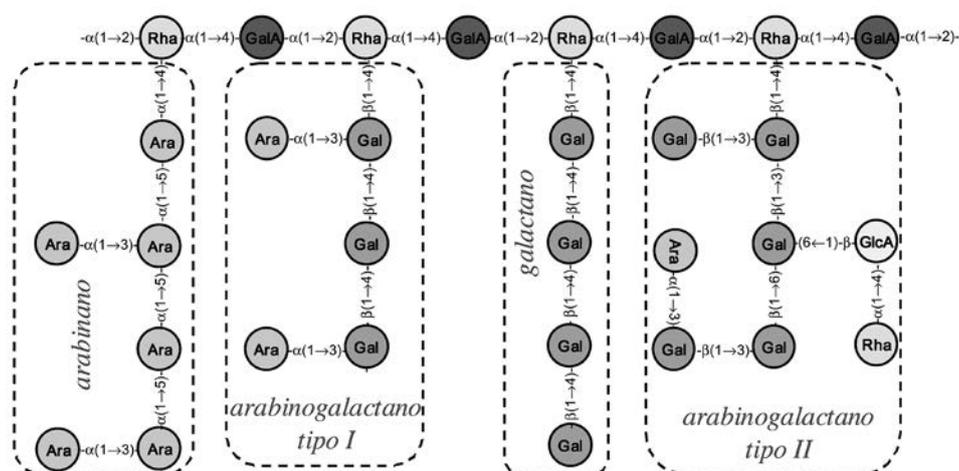


Figura 4. Estructura del Ramnogalacturonano tipo I (RG-I) (Guadalupe, 2008).

(GalA: ácido galacturónico, Rha: ramnosa, Ara: arabinosa, Gal: galactosa, GlcA: ácido glucurónico).

Entre las cadenas lineales de los homogalacturonanos se insertan aleatoriamente estructuras de **Ramnogalacturonano tipo I** (RG-I), en las cuales unidades de ramnosa alternan con unidades de ácido galacturónico (figura 4). La inserción de estos compuestos hace girar el eje de la hélice de HG en ángulo recto, formando un codo péctico. La cadena principal del RG-I lleva además cadenas laterales de polisacáridos neutros unidas al carbono 4 de la ramnosa (figura 4), constituyendo estructuras altamente ramificadas. Así, las largas cadenas lineales de HG constituyen la *región lisa* de la pectina, mientras que las zonas ocupadas por el RG-I constituyen las *zonas erizadas* (figura 2).

Los RG-I aislados de la uva presentan cadenas laterales constituidas principalmente por arabinanos y arabinogalactanos tipo II (Vidal et al. 2001). Los RG-I aislados de los vinos, con un peso molecular entre 45.000 y 50.000 Dalton, contienen fundamentalmente arabinogalactanos tipo I y tipo II, y sólo una pequeña proporción de arabinanos (Vidal et al. 2003).

Los *arabinanos* son pequeños polímeros de aproximadamente 6.000 Dalton formados por una cadena lineal de L-arabinofuranosas unidas por enlaces α -(1→5), con un 30 a 40% de los residuos sustituidos con arabinofuranosas terminales en posición del carbono 3 (figura 4). Las cadenas laterales de (1→4) β -D-galactano con residuos terminales de arabinosa en posición O-3 constituyen el *arabinogalactano tipo I* (figura 4). Estos compuestos son muy abundantes en frutos como la manzana, encontrándose en menores cantidades en la uva (Hidalgo, 2003). Los *arabi-*

nogalactanos tipo II o *arabinogalactano-proteínas* poseen una estructura más compleja que se verá más adelante.

El ramnogalacturonano tipo I constituye aproximadamente el 15% de los polisacáridos pécticos de la uva (Vidal et al. 2001).

El **Ramnogalacturonano tipo II** (RG-II) es un polisacárido péctico de estructura muy compleja y con una masa molecular muy pequeña, de aproximadamente 5.400 Dalton. Su estructura se encuentra muy conservada en las paredes celulares de todos los vegetales superiores. Está constituido por una cadena principal bastante corta de unidades de ácido galacturónico unidas por enlaces α -(1→4), unida a su vez a cuatro cadenas laterales de oligosacáridos que contienen arabinosa, ramnosa, fucosa, galactosa, ácidos galacturónico y glucurónico y también diferentes *azúcares raros* como 2-O-metil-fucosa, 2-O-metil-xilosa, apiosa, ácido acérico o 3-carboxi-5-deoxi-L-xilosa, Dha o ácido 3-deoxi-D-*liso*-2-heptulosónico, y Kdo o ácido 2-ceto-3-deoxi-D-mano-octulosónico (figura 5). Dichos azúcares son exclusivos de la molécula de RG-II y se utilizan para su identificación y cuantificación (Vidal et al. 2003; Pellerin et al. 1995; Pérez et al. 2003).

El RG-II, que representa menos del 5% de los polisacáridos de las paredes celulares de las uvas, suele encontrarse en la uva, en los mostos y en los vinos en forma de dímeros unidos por diésteres de ácido bórico (O'Neill et al. 1996; Doco et al. 1997; Mazeau y Pérez 1998; Kobayashi et al. 1999). Sin embar-

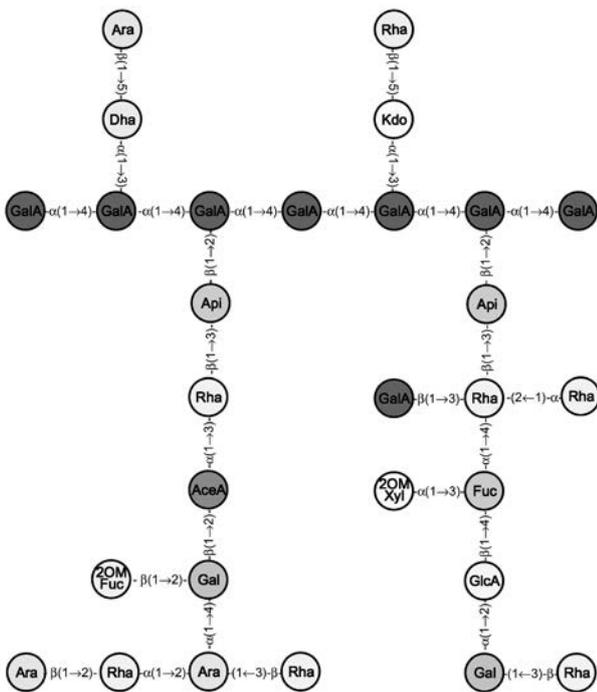


Figura 5. Estructura del Ramnogalacturonano tipo II (RG-II) (Guadalupe, 2008).

(GalA: ácido galacturónico, Rha: ramnosa, Ara: arabinosa, Gal: galactosa, GlcA: ácido glucurónico, Fuc: fucosa, AceA: ácido acético, 2OMFuc: 2-O-metil-fucosa, 2OMXyl: 2-O-metil-xilosa, Api: apiosa, Dha: ácido 3-deoxi-D-lixo-2-heptulosónico, Kdo: ácido 2-ceto-3-deoxi-D-mano-octulosónico).

go, estudios recientes han detectado la forma monomérica del RG-II tanto en los mostos como en los vinos (Vidal et al. 2001; Vidal et al. 2003; Guadalupe y Ayestarán, 2007).

Los **Arabinogalactanos tipo II** son en realidad **Arabinogalactano-proteínas** (AGP). Son una clase de glucoproteínas que se encuentran formando parte del RG-I en las paredes celulares (figura 4), aunque se localizan fundamentalmente en forma soluble en la membrana plasmática y en la matriz extracelular de las células (Nunan et al. 1997), siendo su concentración mayor en la pulpa de la uva que en el hollejo (Vidal et al. 2001).

La unidad núcleo del carbohidrato del AGP consiste en un esqueleto de β -D-galactano enlazado en (1 \rightarrow 3), del cual se ramifican cadenas cortas de β -D-galactano en enlace (1 \rightarrow 6). Estas cadenas están normalmente fuertemente saturadas con residuos de arabinosa y también con otros azúcares como xilosa, ramnosa, fucosa o ácido glucurónico (figura 6). La estructura formada tiene aspecto de matorral debido a sus numerosas ramificaciones y forma por

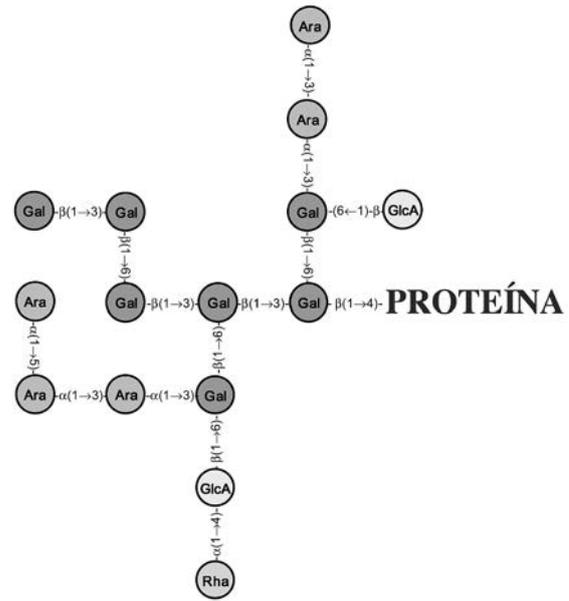


Figura 6. Estructura del Arabinogalactano tipo II o Arabinogalactano-proteína (AGP) (Guadalupe, 2008).

(Gal: galactosa, Ara: arabinosa, GlcA: ácido glucurónico, Rha: ramnosa).

lo tanto la **zona erizada** de las sustancias pécticas (figura 2). Desde un punto de vista estructural, los AGP aislados de las zonas erizadas de las sustancias pécticas ácidas están más ramificados y son más cortos que aquellos de las sustancias pécticas neutras (Hidalgo Togoeres, 2003).

Los AGP típicos aislados de los vinos, con una masa molecular entre 50.000 y 260.000 Dalton, contienen menos de un 5% de proteínas, y de sus azúcares, sólo entre un 3 y un 10% tienen un carácter ácido (Vidal et al. 2003, Pellerin et al. 1995).

Del mosto al vino las sustancias pécticas de la uva sufren modificaciones profundas debido a la acción de las pectinasas naturales de la uva o de las enzimas industriales exógenas agregadas durante la vinificación. Así, los homogalacturonanos, que son los compuestos mayoritarios en la uva (Pinelo et al. 2006; Vidal et al. 2001), se encuentran en cantidades importantes en los mostos (Vidal et al. 2000), pero no se encuentran en los vinos (Guadalupe y Ayestarán, 2007; Pellerin y Cabanins, 1998) pues son particularmente sensibles a su hidrólisis por las enzimas pectolíticas (Vidal et al. 2001). Lo mismo ocurre con el ramnogalacturonano tipo I pero no así con el ramnogalacturonano tipo II. El RG-I, que constituye el polisacárido péctico más abundante en las uvas después de los HG (Vidal et al. 2003), se encuen-

tra en el vino en cantidades prácticamente despreciables (Pérez et al. 2003), indicando una baja solubilidad o una degradación importante por las enzimas pectolíticas durante la vinificación. El RG-II es sin embargo muy resistente a la acción de las enzimas pectolíticas debido a las numerosas uniones osídicas raras que contiene, encontrándose por lo tanto intacto en los mostos y en los vinos (Doco et al. 1997). Así, aunque su concentración en la uva es tres veces menor que la del RG-I, se encuentra en cantidades importantes en los vinos, representado aproximadamente el 20% de los polisacáridos solubles del vino tinto (Vidal et al. 2003; Pellerin et al. 1996). Los AGP se encuentran en las paredes celulares vegetales en forma soluble (Vidal et al. 2001), y por lo tanto son fácilmente extraíbles durante el prensado (Vidal et al. 2000), representando el polisacárido más abundante de los vinos, con unos valores que alcanzan el 40% (Vidal et al., 2003; Pellerin et al. 1995).

Las levaduras son la segunda fuente mayor de polisacáridos en el vino. Los polisacáridos procedentes de las levaduras están situados en su pared celular, que representa hasta un 25% de su peso seco (Aguiar-Uscanga y Francois, 2003). La composición concreta de la pared parece ser específica de la cepa de levadura y está compuesta por dos capas, una pared externa de carácter elástico formada por manoproteínas y β -1,6 glucanos, y una pared interna de carácter rígido formada por una red tridimensional de β -1,3 glucanos y quitina (figura 7). Así, el 90% de la envoltura celular de las levaduras está constituida por polisacáridos, siendo el resto proteínas y lípidos. La pared celular se halla separada de la membrana plasmática por el llamado espacio periplasmático.

Los **Glucanos** representan el 50% del peso seco de la pared celular de las levaduras. Están compuestos por unidades de D-glucosa con uniones β -(1 \rightarrow 3) y β -(1 \rightarrow 6), siendo mayoritarios los β -1,3 glucanos (figura 7). Estos últimos, con un peso molecular comprendido entre 25.000 y 270.00 Dalton (Klis et al. 2006), forman una red amorfa tridimensional que modula la rigidez y elasticidad de la pared celular y da forma a la levadura.

Quitina, componente minoritario de la pared celular, es un polímero lineal de N-acetil-glucosamina que se encuentra unido covalentemente a la malla de β -1,3 glucanos.

Las **Manoproteínas** de levadura son los compuestos más interesantes desde el punto de vista enológico. Representan del 30 al 50% de la pared celular (Klis et al. 2006), y están unidas covalentemente a la malla de β -1,3 glucanos, bien de forma directa, y fundamentalmente de forma indirecta a través de los β -1,6 glucanos (Klis et al. 2006). La pared celular de las levaduras contiene también una pequeña proporción de manoproteínas unidas de forma no covalente; son las denominadas *manoproteínas de excreción*, que se sitúan en la superficie celular, concretamente en el espacio periplasmático, al igual que muchas enzimas glicolíticas de levaduras (Nombela et al. 2006).

Desde el punto de vista químico, las manoproteínas son glicoproteínas proteínas, normalmente con alto grado de glicosidación (80-90%), compuestas mayoritariamente por manosa (>90%) y glucosa.

Se pueden distinguir en el vino dos tipos de manoproteínas:

- a) Manoproteínas secretadas durante la fase de crecimiento exponencial de las levaduras y que se acumulan durante la fermentación (Llauberes et al. 1987; Doco et al. 1996).
- b) Manoproteínas liberadas por la autólisis celular de las levaduras durante la crianza del vino sobre lías (Ledoux et al. 1992).

La estructura molecular general de las manoproteínas exocelulares de levadura es similar a la de las manoproteínas localizadas en la pared. Poseen una estructura tridimensional basada en un núcleo proteico con dos tipos de cadenas glicánicas: cadenas cortas de manosa unidas a la parte proteica a nivel de residuos de serina o treonina, y cadenas largas polimanosídicas ramificadas con cadenas laterales de manosa que se enlazan a la parte peptídica por intermediación de una N-acetil-glucosamina unida a un residuo de asparragina (figura 8). En el género *Saccharomyces*, la fracción glicánica de las manoproteínas posee también residuos glicosilados ácidos (Jigami y Odani, 1999).

Las manoproteínas presentan tamaños moleculares muy variables, desde 5.000 hasta más de 800.000 Dalton (Saulnier et al. 1991), y su carga eléctrica varía según el pH del medio. En el rango de pH del vino las manoproteínas están cargadas negativamente, pudiendo establecer interacciones electrostáticas e iónicas con otros componentes del vino (Vernhet et al. 1996).

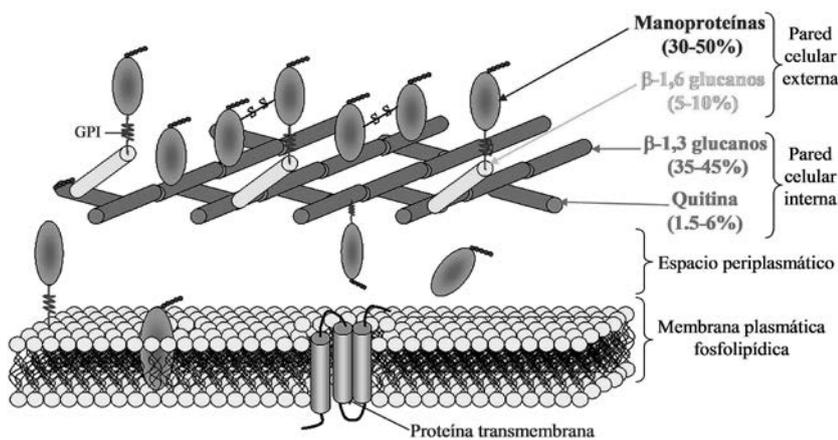


Figura 7. Esquema de la envoltura celular de las levaduras. Esquema obtenido de Molina et al. (2000). Se indica el porcentaje en peso de cada componente según datos obtenidos por Klis et al. (2006).

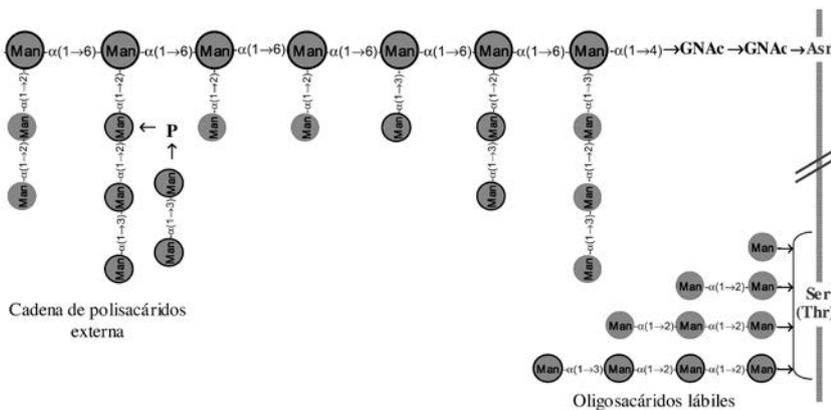


Figura 8. Estructura de las manoproteínas exocelulares de levadura (Llauberes et al. 1987; Saulnier et al. 1991; Waters et al. 1994) (Man: manosa, P: fosfato, GNAC: N-acetilglucosamina, Asn: asparragina, Ser: serina, Thr: treonina).

La cantidad de manoproteínas liberadas por la levadura durante la fermentación depende de la cepa de levadura utilizada (Rosi et al. 1999; Escot et al. 2001), de la temperatura de fermentación (Ribéreau-Gayon et al. 2002) y del nivel de macromoléculas del mosto (intensidad de la clarificación) (Guilloux-Benatier et al. 2005; Boivin et al. 1998). La levadura libera más polisacáridos a medida que la temperatura se eleva, el medio se agita y se prolonga la conservación con la biomasa. La mayor parte de manoproteínas liberadas durante la fermentación se excreta, pues no se usa para formar paredes celulares.

Las manoproteínas liberadas en el curso de la autólisis se deben al efecto de la degradación enzimática de la pared de las células de levaduras no viables. Así, la

hidrólisis de los glucanos por la acción de enzimas parietales β-1,3 glucanasas, conduce a una liberación de las manoproteínas de alto peso molecular ancladas sobre el β-glucano de las paredes celulares. Dichas manoproteínas pueden a su vez ser hidrolizadas por proteasas y α-manosidasas, liberándose pequeños polipéptidos al vino. Todas estas actividades enzimáticas son importantes durante la fermentación alcohólica y se mantienen durante varios meses después de la muerte de la célula (Ribéreau-Gayon et al. 2002). De este modo, el enriquecimiento de los vinos tintos en coloides procedentes de la autólisis de levaduras ocurre esencialmente durante la maceración postfermentativa, donde la temperatura aun es elevada (30-35 °C). Tras este periodo la liberación de manoproteínas es muy limitada ya que la mayoría de las lías se separan del vino en el momento del descube. En el caso de la vinificación sobre lías, los polisacáridos de levaduras son también liberados durante la crianza sobre lías aunque el fenómeno de liberación es más lento porque la temperatura de conservación es baja (12-16 °C).

Las manoproteínas de levadura constituyen la segunda familia de polisacáridos más abundante de los vinos tintos, llegando a constituir más del 30% de los polisacáridos totales solubles (Nunan et al. 1997; Guadalupe y Ayestarán, 2007).

4. MÉTODOS DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Para determinar el contenido de polisacáridos del mosto o vino, todos los métodos empiezan con una etapa de extracción por precipitación directa con etanol-ácido, concentración-precipitación, diálisis o ultrafiltración.

Las membranas de ultrafiltración cubren una amplia gama de valores de corte de peso molecular (MWCO), los cuales coinciden con la distribución de pesos

moleculares de los polisacáridos del vino, esto hace que esta operación sea particularmente apropiada para separar los polisacáridos del vino. Las aplicaciones de membranas de ultrafiltración en enología se han descrito en la revisión de El Rayess et al. (2011). Sin embargo, la diálisis es el método seleccionado en comparación con los de ultrafiltración, porque no hay ningún problema con el ensuciamiento de la membrana que afecta al coste y limita la aplicación de las membranas de filtración. Ya sea para membranas de diálisis o de ultrafiltración, el parámetro más importante es el tamaño de poro de la membrana, cuya MWCO debe ser alrededor de 10 kDa para retener las macromoléculas de hidratos de carbono y eliminar azúcares pequeños, sales, polifenoles monoméricos...

El método más común utilizado para extraer polisacáridos en muestras de mosto y vino es la precipitación con alcohol en medio ácido (Segarra et al. 1995; López-Barajas et al. 1998b; Vidal et al. 2003; Ayestarán et al. 2004; Doco et al. 2007; Guadupe et al. 2007 y 2012; Apolinar et al. 2014). Los factores que afectan al rendimiento de precipitación de polisacáridos han sido estudiados en detalle por Ayestarán et al. (2004) y Guadalupe et al. (2012). Estos autores también han optimizado las condiciones relativas a la temperatura y al tiempo de precipitación. Por otra parte, la concentración de la muestra antes de la precipitación con etanol-ácido se encontró que era crítica para asegurar la precipitación cuantitativa de todos los polisacáridos solubles, ya que algunas familias de polisacáridos tales como moléculas de RG o HL precipitaron sólo parcialmente en las muestras no concentradas. Llegaron a la conclusión de que era necesario concentrar las muestras de mosto tres veces y las de vino cinco veces para asegurar la extracción total de todas las familias de polisacáridos. Por lo tanto, las muestras de vino se concentran en primer lugar cinco veces bajo presión reducida o con el uso de evaporadores centrífugos. A partir de entonces, la precipitación de polisacáridos se lleva a cabo mediante la adición de etanol frío al 96% que contenía HCl (0,3 M) y las muestras se mantuvieron durante 18 horas a 4 °C. Las muestras se centrifugaron, se descartaron los sobrenadantes, y los precipitados obtenidos se lavaron con etanol absoluto varias veces para eliminar los materiales que interfieren. Los precipitados se disolvieron finalmente en agua ultrapura y se liofilizaron. Estos precipitados contienen el extracto total de polisacárido.

En general, la complejidad del método utilizado para obtener el extracto de polisacárido dependerá del tipo de material de partida y de la finalidad del análisis. Para las muestras de vino tinto, y dependiendo del objetivo del análisis, el extracto de polisacárido (o directamente el vino antes de la etapa de precipitación), tienen que ser despigmentadas para eliminar la interferencia de los antocianos. Es importante tener en cuenta que la cantidad de residuos de glucosa presente en el extracto procede no sólo de los polisacáridos, sino también de otras moléculas tales como los antocianos, que están presentes en los vinos tintos en cantidades bastante importantes. Por lo tanto, si queremos utilizar el contenido de glucosa para estimar el contenido de glucanos, se necesita una despigmentación previa por decoloración de la muestra, que se puede conseguir mediante el uso de columnas de poliamida.

5. PURIFICACIÓN DE LAS DIFERENTES FAMILIAS DE POLISACÁRIDOS DE VINO

El aislamiento y purificación de las diferentes familias de polisacáridos del vino (PRAG, RG-I, RG-II, MP y GL), es fundamental para conocer sus estructuras químicas y determinar sus propiedades físico-químicas. Sin embargo, estos estudios son limitados debido a la diversidad de polisacáridos del vino, a su baja concentración relativa, a la recuperación de cantidades suficientes, y además se consume mucho tiempo para obtener polisacáridos purificados y bien definidos.

La mayoría de las metodologías para la obtención de polisacáridos purificados de vino se han basado en cromatografía de permeación en gel, cromatografía de intercambio iónico o técnicas de cromatografía de intercambio de afinidad combinadas o no con las de intercambio iónico. Pocos estudios describen el fraccionamiento y purificación de los polisacáridos puros (Villetaz et al. 1981; Llaubères et al. 1987; Brillouet et al. 1990; Doco y Brillouet 1993; Pellerin et al. 1993; Pellerin et al. 1995; Pellerin et al. 1996; Ciezack et al. 2010; Vidal et al. 2003; Doco et al. 2013). Vidal et al. (2003) resume las técnicas de fraccionamiento y purificación para obtener una colección de polisacáridos de vino en cantidades suficientes para permitir la determina-

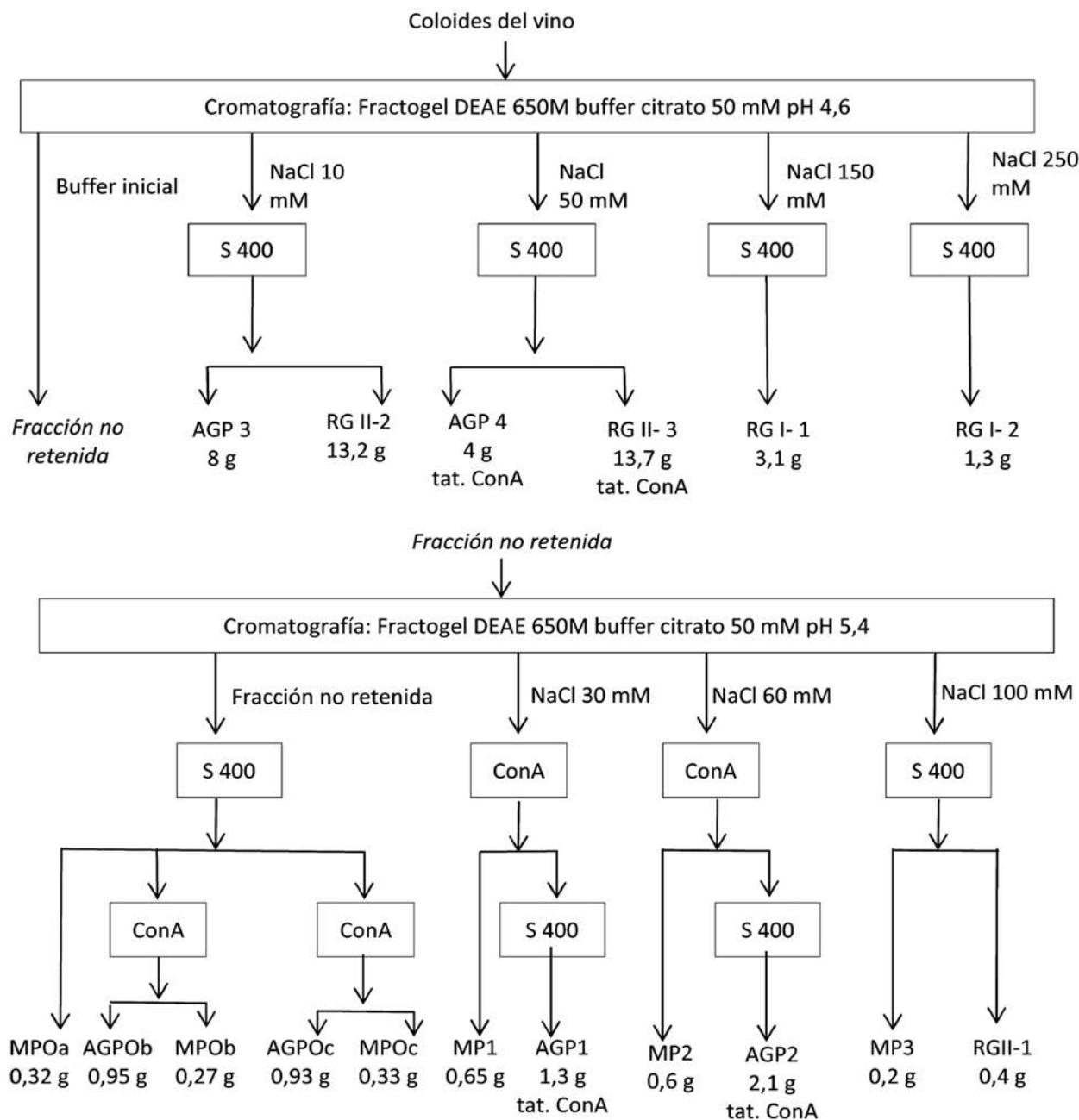


Figura 9. Esquema del fraccionamiento de la totalidad de los polisacáridos de vino por cromatografía de intercambio aniónico, de afinidad y de exclusión molecular de acuerdo con Vidal et al. (2003).

ción de su caracterización estructural y propiedades intrínsecas (figura 9).

El fraccionamiento completo de polisacáridos del vino descrito por Vidal et al. (2003) ha permitido la obtención de las principales clases de polisacáridos presentes en los mostos y vinos, entre ellos xiloglucanos, manoproteínas, arabinanos y AGP de tipo I y II y ramnagalacturonanos de tipo I y II.

6. LA CUANTIFICACIÓN DE LAS FAMILIAS DE POLISACÁRIDOS POR GC-MS DESPUÉS DE ANÁLISIS DE METILACIÓN Y DERIVATIZACIÓN

Las diferentes familias de polisacáridos sólo se pueden estimar mediante la evaluación de su perfil de monosacáridos. La composición de monosacáridos de los extractos de polisacáridos se puede determi-

nar tanto cuantitativa como cualitativamente por su conversión a sus derivados de trimetilsililados de glucósido de metilo (TMS) obtenidos después de la metanólisis ácida y la derivatización.

La metanolisis, que produce glucósidos de metilo, es una técnica útil para la determinación de azúcares ácidos y neutros simultáneamente. A partir de entonces, la conversión de los glucósidos de metilo a derivados volátiles puede hacerse por la formación de éteres metílicos, acetatos y éteres de trimetilsililo (TMS). La derivatización TMS después de metanolisis ha demostrado ser un método simple, cuantitativo y adecuado para los hidrocoloides que tienen ácidos urónicos. La resolución de múltiples picos de derivados TMS se ha mejorado significativamente mediante el uso de columnas capilares de sílice fundido en el sistema de GC. El procedimiento describe que, todos los grupos hidroxilo libres del polisacárido son metilados y, después de la hidrólisis del polisacárido metilado, los azúcares metilados parcialmente liberados se derivatizan para convertir los glucósidos de metilo a sus derivados TMS para aumentar su volatilidad. Esta conversión dará lugar a la formación de varios componentes (derivados de las formas α - y β -, y piranosa y furanosa) para cada azúcar. Finalmente, los TMS pueden ser analizados mediante GC con MS como detector, y los monosacáridos se

identifican por su tiempo de retención y espectros en relación con el patrón interno. Se utiliza normalmente el myo-inositol como patrón interno. Las condiciones de hidrólisis y derivatización utilizadas son cruciales para lograr una hidrólisis completa y la conversión TMS. Guadalupe et al. (2012 y 2014) describe con detalle el protocolo de análisis.

El típico cromatograma GC-MS de un extracto de polisacárido de vino se muestra en la figura 10. La fragmentación de los estándares por MS descrita por Doco et al. (2001) se puede utilizar para identificar los monosacáridos para los que no hay estándares comerciales disponibles.

7. ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE POLISACÁRIDOS

El contenido de cada familia de polisacáridos puede estimarse a partir de la concentración de sus residuos glucosídicos individuales que son característicos de las estructuras identificadas de los polisacáridos del vino. El PRAG, principalmente arabinogalactanos, arabinogalactanos proteínas y arabinanos, puede estimarse a partir de la suma de residuos de galactosa y arabinosa. Todo el contenido de manosa puede atribuirse a manoproteínas de

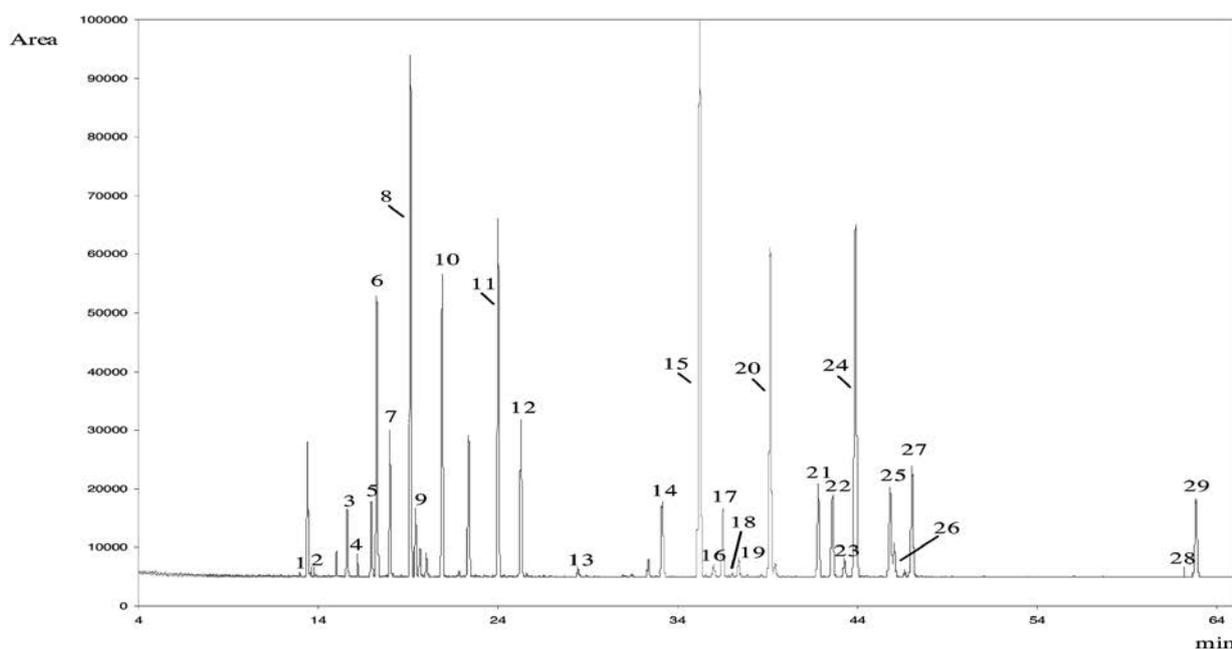


Figura 10. GC-MS cromatograma procedente de un extracto polisacárido de vino obtenido tras el análisis de metilación y la derivación. Identificación de los picos: Ácido acérico (pico 1), 2-O-Me-Fucose (pico 2), 2-O-Me-Xylose (pico 3), apiosa (pico 4), arabinosa (pico 5, 6, 7, 10, 11), ramnosa (pico 8), fucosa (pico 9), xilosa (pico 12, 13, 14), manosa (pico 15, 19), ácido galactorónico (pico 16, 23), Dha (pico 18), galactosa (pico 20, 21, 22), glucosa (pico 24, 26), ácido glucurónico (pico 25, 27), Kdo (pico 28), myo-inositol (pico 29).

levadura, y el contenido de glucanos puede estimarse a partir del contenido de residuos de glucosa si los antocianos se han eliminado previamente en el extracto de polisacárido. El contenido RG-II puede calcularse a partir de la suma de sus monosacáridos de diagnóstico, que representan aproximadamente el 25% de la molécula de RG-II. Teniendo en cuenta las relaciones molares de la RG-II descritos por Pellerin et al. (1996) y Vidal et al. (2003) (1 residuo de fucosa 2-O-metilo, 3,5 ramnosa, 2 arabinosa, 2 galactosa, 1 ácido glucurónico y 9 ácido galacturónico), la parte restante se puede atribuir a la presencia de PRAG en el caso de arabinosa y galactosa, y los residuos restantes de galacturonosil pueden ser utilizados para estimar el contenido de oligómeros de homogalacturonanos (HG). El contenido de polisacáridos total puede estimarse a partir de la suma de PRAG, MP, GL, RG-II y HG.

8. PROPIEDADES TECNOLÓGICAS Y SENSORIALES DE LAS MANOPROTEÍNAS (MP), POLISACÁRIDOS RICOS EN ARABINOSA Y GALACTOSA (PRAG) Y RAMNOGALACTURONANOS TIPO II (RG-II)

Los polisacáridos muestran diferente rol en el proceso de elaboración de los vinos. De hecho, la influencia de los polisacáridos en las distintas etapas de vinificación dependerá de su concentración en los mostos y vinos pero fundamentalmente de su estructura, composición y tamaño. Además, el efecto de dichos compuestos en las características sensoriales de los vinos también variará según el tipo de polisacárido implicado.

En este sentido se ha demostrado que los arbino-galactanos proteicos (AGP), tienen mayor influencia sobre los procedimientos de filtración que las manoproteínas (Ribéreau-Gayon et al., 2006), que son más eficientes en la reducción de la quiebra proteica en los vinos blancos (Waters et al. 1994; Moine-Ledoux y Dubourdieu 1999; Dupin et al. 2000). RG-II es un acelerador más fuerte de la cristalización de bitartrato de potasio que RG-I, a bajas concentraciones de RG-II acelera la cristalización mientras que la inhibe a altas concentraciones (Gerbaud et al. 1996). AGP en el otro lado, no tienen ningún efecto sobre este fenómeno (Ribéreau-Gayon et al. 2006). Entre las clases de MP presentes en el vino, algunas actúan

como factores de protección frente a la precipitación de las sales de bitartrato de potasio (Gerbaud et al. 1997; Moine-Ledoux y Dubourdieu 1999) y también se ha descrito que las manoproteínas pueden adsorber ocratoxina A, toxina en vinos (Bejaoui et al. 2004; Baptista et al. 2004; Ringot et al. 2005; Caridi et al. 2006), y que el dímero RG-II/boro puede formar complejos con cationes di y trivalentes que podría reducir la nivel de cationes tóxicos en vinos (Pérez et al. 2003).

También hay diferencias importantes con respecto a los efectos de los polisacáridos de vino en las propiedades organolépticas de los vinos tintos. Se ha demostrado que el RG-II, MP y AGP influyen de diferente manera en la agregación de proantocianidinas (Riou et al. 2002; Mateus et al. 2004; Carvalho et al. 2006; Poncet-Legrand et al. 2007), y por lo tanto, repercuten de forma diferente sobre la estructura gustativa del vino, intensidad y cuerpo (Vidal et al. 2004; Quijada-Morín et al. 2014). Las interacciones entre los compuestos de aroma y MP también se han descrito (Dufour y Bayonove 1999; Chalier et al., 2005). En el caso de los vinos espumosos, algunos autores han correlacionado las propiedades de la espuma del mosto, vinos base y vinos espumosos, con el contenido de polisacáridos (Andrés-Lacueva et al. 1996; Andrés-Lacueva et al. 1997; López-Barajas et al. 1998a; Girbau-Sola et al. 2002a; Girbau-Sola et al., 2002b). Una interacción entre el peso molecular y la composición de polisacáridos y las características de formación de espuma también se ha demostrado (Moreno-Arribas et al. 2000; López-Barajas et al. 2001), y algunos autores han identificado la MP liberadas durante la autólisis de la levadura como las moléculas responsables para la mejora de las propiedades de formación de espuma (Nuñez et al. 2005; Nuñez et al. 2006; Abdallah et al. 2010; Coelho et al. 2011). Sin embargo, se ha demostrado que no todas las manoproteínas tienen el mismo comportamiento (Nuñez et al. 2006; Coelho et al. 2011). Por otra parte, MP juegan otros papeles en los vinos espumosos ya que contribuyen a la floculación de las cepas de levadura (Caridi 2006), y a mejorar su eliminación de la botella durante el degüelle.

9. BIBLIOGRAFÍA

Abdallah Z, Aguié-Béghin V, Abou-Saleh K, Douillard R, Bliard C (2010) Isolation and analysis of macromolecular fractions responsible for the surface properties in native Champagne wines. *Food Res Int* 43:982-987.

- Aguilar-Uscanga B, Francois JM (2003) A study of the yeast cell wall composition and structure in response to the growth conditions and mode of cultivation. *Lett. Appl. Microbiol.* 37, 268–274.
- Andrés-Lacueva C, Lamuela-Raventós RM, Buxaderas S, de la Torre-Boronat MC (1997) Influence of variety and aging on foaming properties of cava (Sparkling Wine) 2. *J Agric Food Chem* 45:2520–2525.
- Andrés-Lacueva C, López-Tamames E, Lamuela-Raventós RM, Buxaderas S, de la Torre-Boronat MC (1996) Characteristics of sparkling base wines affecting foam behavior. *J Agric Food Chem* 44:989–1005.
- Apolinar-Valiente R, Romero-Cascales I, Williams P, Gómez Plaza E, López Roca JM, Ros-García JM, Doco T (2014) Effect of winemaking techniques on polysaccharide composition of Cabernet Sauvignon, Syrah and Monastrell red wines. *Aust J Grape Wine Res* 20:62–71.
- Arnous A, Meyer S (2009) Quantitative prediction of cell wall polysaccharide composition in grape (*vitis vinifera* L.) and apple (*malus domestica*) skins from acid hydrolysis monosaccharide profiles. *J Agric Food Chem* 57:3611–3619.
- Ayestarán B, Guadalupe Z, León D (2004) Quantification of major grape polysaccharides (Tempranillo v.) released by maceration enzymes during the fermentation process. *Anal Chim Acta* 513:29–39.
- Baptista AS, Horii J, Calori-Domingues MA, Micotti da Glória E, Salgado JM, Vizioli MR (2004) The capacity of manno-oligosaccharides, thermolysed yeast and active yeast to attenuate aflatoxicosis. *World J Microbiol Biotechnol* 20:475–481.
- Bejaoui H, Mathieu F, Taillandier P, Lebrihi A (2004) Ochratoxin A removal in synthetic medium and natural grape juices by selected oenological saccharomyces strains. *J Appl Microbiol* 97:1038–1044.
- Belleville MP, Brillouet JM, Tarodo de la Fuente B, Moutounet M (1992) Fouling colloids during microporous alumina membrane filtration of wine. *J Food Sci* 57:396–400.
- Belleville MP, de la Fuente, Tarodo B, Brillouet JM, Moutounet M (1991) Cross-flow microfiltration of a red wine on a alumina membrane. Investigations on fouling colloids. *Key Engineering Materials* 61(62):477–480.
- Boivin S, Feuillat M, Alexandre H, Charpentier C (1998) Effect of must turbidity on cell wall porosity and macromolecule excretion of *Saccharomyces cerevisiae* cultivated on grape juice. *Am. J. Enol. Vitic.* 49, 325–331.
- Boulet JC, Williams P, Doco T (2007) A Fourier transform infrared spectroscopy study of wine polysaccharides. *Carbohydr Polym* 69:79–85.
- Brillouet JM, Bosso C, Moutounet M (1990) Isolation, purification, and characterization of an arabinogalactan from a red wine. *Am J Enol Vitic* 41:29–36.
- Caridi A, Galvano F, Tafuri A, Ritieni A (2006) In-vitro screening of *Saccharomyces* strains for ochratoxin A removal from liquid medium. *Enzyme Microbiol Technol* 40:122–126.
- Carpita NC, Gibeaut DM (1993) Structural models of primary cell walls in flowering plants: consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. *Plant J.*, 3, 1–30.
- Carvalho E, Mateus N, Plet B, Pianet I, Dufourc E, de Freitas V (2006) Isolation and structural characterization of new anthocyanin-derived yellow pigments in aged red wines. *J Agric Food Chem* 54:8936–8944.
- Chalier P, Angot B, Delteil D, Doco T, Gunata Z (2007) Interactions between aroma compounds and whole mannoprotein isolated from *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Food Chem* 100:22–30.
- Ciezack G, Hazo L, Chambat G, Heyraud A, Lonvaud-Funel A, Dols-Lafargue A (2010) Evidence for exopolysaccharide production by *Oenococcus oeni* strains isolated from non-ropy wines. *J Appl Microbiol* 108:499–509.
- Coelho E, Reis A, Domingues MRM, Rocha SM, Coimbra MA (2011) Synergistic effect of high and low molecular weight molecules in the foamability and foam stability of sparkling wines. *J Agric Food Chem* 59:3168–3179.
- Coimbra C, Barros AS, Coelho E, Gonçalves F, Rocha MS, Delgado I (2005) Quantification of polymeric mannose in wine extracts by FT-IR spectroscopy and OSC-PLS1 regression. *Carbohydr Polym* 61:434–440.
- Doco T, Brillouet JM (1993) Isolation and characterisation of a rhamnogalacturonan II from red wine. *Carbohydr Res* 243:333–343.
- Doco T, Brillouet JM, Moutounet M (1996) Evolution of grape (Carignan noir cv.) and yeast polysaccharides during fermentation and post-maceration. *Am. J. Enol. Vitic.* 47, 108–110.
- Doco T, O'Neill MA, Pellerin P (2001) Determination of the neutral and acidic glycosyl-residue compositions of plant polysaccharides by GC-EI-MS analysis of the trimethylsilyl methyl glycoside derivatives. *Carbohydr Polym* 46:249–259.
- Doco T, Williams P (2013) Purification and structural characterization of a type II Arabinogalactan Protein from Champagne wine. *Am J Enol Vitic* 64:364–369.
- Doco T, Williams P, Vidal S, Pellerin P (1997) Rhamnogalacturonan-II, a dominant polysaccharide in juices produced by enzymic liquefaction of fruits and vegetables. *Carbohydr. Res.* 297, 181–186.
- Doco T, Williams P, Cheyner V (2007) Effect of flash release and pectinolytic enzyme treatments on wine polysaccharide composition. *J Agric Food Chem* 55:6649–6649.
- Dufour C, Bayonove CL (1999) Influence of wine structurally different polysaccharides on the volatile aroma substances in a model solution. *J Agric Food Chem* 47:671–677.
- Dupin IV, Mc Kinnon BM, Ryan C, Boulay M, Markides AJ, Jones GP, Williams JP, Waters EJ (2000) *Saccharomyces cerevisiae* mannoproteins that protect wine from protein haze: their release during fermentation and lees contact and a proposal mechanism of action. *J Agric Food Chem* 48:3098–3105.

- El Rayess Y, Albasi C, Bacchin P, Taillandier P, Raynal J, Mietton-Peuchote M, Devatine A (2011) Cross-flow micro-filtration applied to oenology: A review. *J Membr Sci* 382:1–19.
- Escot S, Feuillat M, Dulau L, Charpentier C (2001) Release of polysaccharides by yeast and the influence of released polysaccharides on color stability and wine astringency. *Aus. J. Grape Wine Res.* 7, 153–159.
- Gerbaud V, Gabas N, Blouin J, Pellerin P, Moutounet M (1997) Influence of wine polysaccharides and polyphenols on the crystallisation of potassium hydrogen tartrate. *J Int Sci Vigne Vin*:6531–83.
- Gerbaud V, Gabas N, Laguerie C, Blouin J, Vidal S, Moutounet M, Pellerin P (1996) Effect of wine polysaccharides on the nucleation of potassium hydrogen tartrate in model solutions. *Chem Eng Res Des* 74:782–789.
- Girbau-Sola T, López-Barajas M, López-Tamames E, Buxaderas S (2002b) Foam aptitude of Trepát and Monastrell red varieties in Cava elaboration. 2. Second fermentation and aging. *J Agric Food Chem* 50:5600–5604.
- Girbau-Sola T, López-Tamames E, Buján J, Buxaderas S (2002a) Foam aptitude of Trepát and Monastrell red varieties in Cava elaboration. 1. Base wine characteristics. *J Agric Food Chem* 50:5596–5599.
- Guadalupe Z. (2008) Manoproteínas y enzimas en la extracción y estabilidad del color de vinos tintos de Tempranillo, Tesis Doctoral, Universidad de La Rioja.
- Guadalupe Z, Ayestarán B (2007) Polysaccharide profile and content during the vinification and aging of Tempranillo red wines. *J Agric Food Chem* 55:10720–10728.
- Guadalupe Z, Ayestarán B, William P, Doco T (2014) Determination of Must and Wine Polysaccharides by Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS) and Size-Exclusion Chromatography (SEC) Polysaccharides DOI 10.1007/978-3-319-03751-6_56-1 Springer International Publishing Switzerland.
- Guadalupe Z, Martínez-Pinilla O, Garrido A, Carrillo JD, Ayestarán B (2012) Quantitative determination of wine polysaccharides by gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) and size exclusion chromatography (SEC). *Food Chem* 131:367–374.
- Guilloux-Benatier M, Chassagne D (2003) Comparison of components released by fermented or active dried yeasts after aging on lees in a model wine. *J Agric Food Chem* 51:746–751.
- Guilloux-Benatier M, Guerreau J, Feuillat M (1995) Influence of initial colloid content on yeast macromolecule production and on the metabolism of wine microorganisms. *Am. J. Enol. Vitic.* 46, 486–492.
- Hidalgo Togores J (2003) *En Tratado de Enología*; Ediciones Mundi-Prensa: Madrid, España.
- Jigami Y y Odani T (1999) Mannosylphosphate transfer to yeast mannan. *Biochim. Biophys. Acta* 1426, 335–345.
- Klis FM, Boorsma A, de Groot PWJ (2006) Cell wall construction in *Saccharomyces cerevisiae*. *Yeast* 23, 185–202.
- Kobayashi M, Nakagawa H, Asaka T, Matoh T (1999) Borate-rhamnogalacturonan II bonding reinforced by Ca²⁺ retains pectic polysaccharides in higher-plant cell walls. *Plant Physiol.* 119, 199–204.
- Ledoux V, Dulau L, Dubordieu D (1992) Interprétation de l'amélioration de la stabilité protéique des vins au cours de l'élevage sur lies. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 26, 239–251.
- Llauberes RM, Dubordieu D, Villetaz JC (1987) Exocellular polysaccharides from *Saccharomyces* in wine. *J. Sci. Food. Agric.* 41, 227–286.
- Lomolino G, Curioni A (2007) Protein haze formation in white wines: Effect of *Saccharomyces cerevisiae* cell wall components prepared with different procedures. *J Agric Food Chem* 55:8737–8744.
- López-Barajas M, López-Tamames E, Buxaderas S (1998b) Improved size-exclusion high-performance liquid chromatographic method for the simple analysis of grape juice and wine polysaccharides. *J Chromatogr* 823:339–347.
- López-Barajas M, López-Tamames E, Buxaderas S, Suberbiola G, de la Torre-Boronat MC (2001) Influence of wine polysaccharides of different molecular mass on wine foaming. *Am J Enol Vitic* 52:146–150.
- López-Barajas M, López-Tamames E, Buxaderas S, Torre-Boronat MC (1998a) Effect of vinification and variety on foam capacity of wine. *Am J Enol Vitic* 49:397–402.
- Martínez-Lapuente L, Guadalupe Z, Ayestarán B, Ortega-Heras M, Pérez-Magariño S (2013) In polysaccharide composition during sparkling wine making and aging. *J Agric Food Chem* 61:12362–12373.
- Mateus N, Carvalho E, Luis C, de Freitas V (2004) Influence of the tannin structure on the disruption effect of carbohydrates on protein–tannin aggregates. *Anal Chim Acta* 513:135–140.
- Mazeau K, Pérez S (1998) The preferred conformations of the four fragments of Rhamnogalacturonan II. *Carbohydr. Res.* 311, 203–217.
- Moine-Ledoux V, Dubourdiou D (1999) An invertase fragment responsible for improving the stability of dry white wines. *J Sci Food Agric* 79:537–543.
- Moine-Ledoux V, Dubourdiou D (2002) Rôle des manno-protéines des levures vis à vis de la stabilisation tartrique des vins *Bull OIV* 75:471–482.
- Molina M, Gil C, Pla J, Arroyo J, Nombela C (2000) Protein localisation approaches for understanding yeast cell wall biogenesis. *Microsc. Res. Tech.* 51, 601–612.
- Moreno-Arribas V, Pueyo E, Nieto FJ, Martín-Álvarez PJ, Polo MC (2000) Influence of the polysaccharides and the nitrogen compounds on foaming properties of sparkling wines. *Food Chem* 70:309–317.
- Nombela C, Gil C, Chafin L (2006) Non-conventional protein secretion in yeast. *Trends Microbiol.* 14, 15–21.

- Nunan KJ, Sims IM, Bacis A, Robinson SP, Fincher GB (1997) Isolation and characterization of cell walls from the pulp of mature grape berries (*Vitis vinifera*). *Planta* 1997, 203, 93–100.
- Nuñez YP, Carrascosa AV, González R, Polo MC, Martínez-Rodríguez AJ (2005) Effect of accelerated autolysis of yeast on the composition and foaming properties of sparkling wines elaborated by a champenoise method. *J Agric Food Chem* 53:7232–7237.
- Nuñez YP, Carrascosa AV, González R, Polo MC, Martínez-Rodríguez AJ (2006) Isolation and characterization of a thermally extracted yeast cell wall fraction potentially useful for improving the foaming properties of sparkling wines. *J Agric Food Chem* 54:7898–7903.
- O'Neill MA, Warrenfeltz D, Kates K, Pellerin P, Doco T, Darvill AG, Albersheim P (1996) Rhamnogalacturonan-II, a pectic polysaccharide in the walls of growing plants, forms a dimer that is covalently cross-linked by a borate di-ester. *J. Biol. Chem.* 271, 22923–22930.
- Pellerin P, Cabanins JC (1998) Les glucides et l'oenologie. En *Fondements Scientifiques et technologiques*; Tech & Doc, Lavoisier: Paris, Vol.1, pp 41–92.
- Pellerin P, Doco T, Vidal S, Williams P, Brillouet JM, O'Neill MA (1996) Structural characterization of red wine rhamnogalacturonan II. *Carbohydr. Res.* 290, 183–197.
- Pellerin P, Vidal S, Williams P, Brillouet JM (1995) Characterization of five type II arabinogalactan-protein complexes from red wine with increasing uronic acid content. *Carbohydr Res* 277:135–143.
- Pellerin P, Waters E, Brillouet JM (1993) Characterization of two arabinogalactan-proteins from red wine. *Carbohydr Polym* 22:187–192.
- Pérez S, Rodríguez-Carvajal MA, Doco T (2003) A complex plant cell wall polysaccharide: rhamnogalacturonan II. A structure in quest of a function. *Biochimie* 85, 109–121.
- Pinelo M, Arnous A, Meyer AS (2006) Upgrading of grape skins: significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release. *Trends Food Sci. Technol.* 17, 579–590.
- Poncet-Legrand C, Doco T, Williams P, Vernhet A (2007) Inhibition of grape seed tannin aggregation by wine mannoproteins: Effect of polysaccharide molecular weight. *Am J Enol Vitic* 58:87–91.
- Quijada-Morín, Williams P, Rivas-Gonzalo JC, Doco T, Escribano-Bailón MT (2014) Polyphenolic, polysaccharide and oligosaccharide composition of Tempranillo red wines and their relationship with the perceived astringency. *Food Chem* 154:44–51.
- Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdiou D (2002) *En Tratado de enología, Química del vino, Estabilización y Tratamientos*; Hemisferio Sur: Buenos Aires, Argentina.
- Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdiou D (2006) *Handbook of enology: the chemistry of wine, stabilization and treatments*, vol 2. Wiley, West Sussex.
- Ringot D, Lerzy B, Bonhoure JP, Auclair E, Oriol E, Laron-delle Y (2005) Effect of temperature on in vitro ochratoxin A biosorption onto yeast cell wall derivatives. *Process Biochem* 40:3008–3016.
- Riou V, Vernhet A, Doco T, Moutounet M (2002) Aggregation of grape seed tannins in model wine—effect of wine polysaccharides. *Food Hydrocolloid* 16:17–23.
- Rosi I, Gheri A, Domizio P, Fia G (1999) Production de macromolécules pariétales de *Saccharomyces cerevisiae* au cours de la fermentation et leur influence sur la fermentation malolactique. *Rev. Œnol.* 94, 18–20.
- Saulnier L, Mercereau T, Vezinhet F (1991) Mannoproteins from flocculating and non-flocculating *Saccharomyces cerevisiae* yeast. *J. Sci. Food. Agric.* 54, 275–286.
- Schmidt SA, Tan EL, Brown S, Nasution UL, Pettonilo F, MacIntyre OJ et al (2009) Hpf2 glycan structure is critical for protection against protein haze formation in white wine. *J Agric Food Chem* 57:3308–3315.
- Segarra I, Lao C, López Tamames E, De La Torre Boronat MC (1995) Spectrophotometric methods for the analysis of polysaccharide levels in winemaking products. *AmJ Enol-Vitic* 46: 564–570.
- Vernhet A, Pellerin P, Belleville MP, Planque J, Moutounet M (1999) A *Saccharomyces* mannoprotein that protects wine from protein haze. *Am J Enol Vitic* 50:51–56.
- Vernhet A, Pellerin P, Prieur C, Osmianski J, Moutounet M (1996) Charge properties of some grape and wine polysaccharide and polyphenolic fractions. *Am. J. Enol. Vitic.* 47, 25–29.
- Vidal P, Williams P, Doco T, Moutounet M, Pellerin P (2003) The polysaccharides of red wine: total fractionation and characterization. *Carbohydr. Polym.* 2003, 54, 439–447.
- Vidal S, Doco T, Moutounet M, Pellerin P (2000) Soluble polysaccharide content at initial time of experimental must preparation. *Am. J. Enol. Vitic.* 51, 115–121.
- Vidal S, Francis L, Williams P, Kwitkowski M, Gawel R, Cheyner V, Waters E (2004) The mouthfeel properties of polysaccharides and anthocyanins in a winelike medium. *Food Chem* 85:519–525.
- Vidal S, Williams P, O'Neill MA, Pellerin P (2001) Polysaccharides from grape berry cell walls. Part I: tissue distribution and structural characterization of pectic polysaccharides. *Carbohydr. Polym.* 45, 315–323.
- Villetaz JC, Amado R, Neukom H (1981) Structural investigations of an arabinan from grape juice. *Carbohydr Polym* 1:101–105.
- Waters E, Pellerin P, Brillouet JM (1994) A *Saccharomyces* mannoprotein that protects wine from protein haze. *Carbohydr Polym* 23:185–191.

COLOR DE LOS VINOS: MECANISMOS DE COMPENSACIÓN EN DESEQUILIBRIO FENÓLICO

Víctor Puente López

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

Entre los procesos que rigen la pérdida de color de un vino tinto, dos regulan el devenir del mismo: los que conllevan su destrucción por fenómenos de oxidación y adsorción, y los que lo impiden por fenómenos de formación de pigmentos nuevos más estables. El que se sea dominante uno u otro, en una alta proporción viene definido por la propia estructura del vino, su equilibrio fenólico inicial, el cual marcará su destino. Ahora bien, ¿existe una fórmula perfecta? ¿Existe el equilibrio fenólico perfecto?

Aunque diversos autores se han postulado, está ampliamente aceptado que la clave de una buena evolución del color en el tiempo de los vinos tintos son aquellos con una relación molar tanino-antociano cercana a 2-3, lo que en peso (g/l) se traduciría en una relación en torno de 1 gramo de antociano por cada 4 gramos de tanino proantocinánico. (25% de relación Antociano/Tanino). Si la relación fuese ≤ 1 , la degradación de antocianos se vería favorecida, mientras que si es ≥ 4 , la polimerización brusca de taninos se vería potenciada pudiendo dar lugar a cambios organolépticos no deseados.

Esta fórmula que pudiera ser sencilla de aplicar, resulta compleja en cuanto introducimos factores aleatorios en el sistema, entre ellos la propia vendimia,

pluviosidad, nutrición, variedad, diferentes fenómenos que afectan al ritmo de la maduración y por tanto al potencial fenólico de las uvas.

Estas situaciones desplazan el equilibrio hacia los extremos y en ocasiones para re-equilibrar el déficit de maduración, técnicas de compensación no del todo acertadas tienden a ser realizadas.

El análisis realizado durante 6 años, 2003-2008 sobre cerca de 60 vinos diferentes (figura 1, análisis realizado justo después de FA), mostró la presencia en estos vinos de niveles de antocianos totales superiores a 1.000 mg/l, mientras que apenas presentaban 2,8 g/l de tanino, ratios muy alejados del óptimo ($R A/T = 36\%$).

De la misma manera, vinos con 550 mg/l de antocianos totales y 4,0 g/l de tanino ($R A/T = 14\%$) corrian riesgos de oxidación prematura ante la falta de antociano coloreado para formar las estructuras coloreadas complejas. Sólo uno de cada tres vinos analizados, el 37% mostró niveles cercanos al equilibrio (20-25%).

En ocasiones, el IPT, el índice de polifenoles totales, es empleado como indicador para buscar esa potencia fenólica que dirima si nuestro vino es apto o no

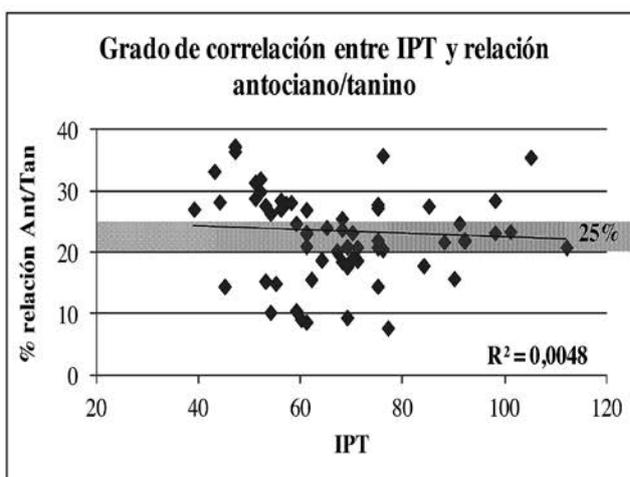
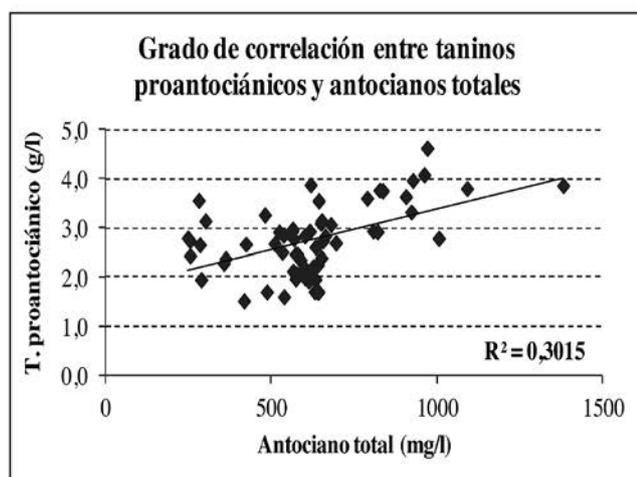


Figura 1 y Figura 2. Análisis de la correlación en antocianos totales, taninos proantocinánicos e IPT, en vinos tintos españoles durante las añadas 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008.

para el envejecimiento en el tiempo. Este dato, indicador de la estructura fenólica de un vino no se mostró como buen indicador en referencia al color y su estabilidad, no observando ningún tipo de relación entre el IPT, y un equilibrio coherente para la evolución de un vino armonioso (figura 2).

Tener un IPT elevado en un vino, no garantiza una evolución correcta de la materia colorante en el tiempo, y aunque muchos de los vinos presentaban un IPT elevado, debido a técnicas de compensación post-fermentativa, el equilibrio fenólico antociano/tanino no era correctamente compensado.

Las dos situaciones que se nos pueden dar son:

1. La falta de antociano inicial, lo cual se puede compensar con operaciones que liberen antocianos libres, operaciones como las maceraciones prefermentativas en fase acuosa, o como el empleo de enzimas pectolíticos.
2. La falta de tanino proantocianídico, potenciando maceraciones post-fermentativas o el empleo de taninos de vinificación con capacidad reactiva que anclen, protejan y equilibren los compuestos coloreados susceptibles de oxidación.

1. La maceración prefermentativa en frío (MPF) en la vinificación en tinto, consiste en hacer macerar el mosto y los hollejos antes del inicio de la fermentación alcohólica (FA), durante un tiempo variable y

a una temperatura baja. En esta fase, en medio acuoso, la extracción de antocianos coloreados de los hollejos se ve potenciada difiriendo cualitativamente de los fenoles extraídos durante y después de la FA, fase hidroalcohólica, donde el alcohol desempeña la función de solvente y extrae los taninos proantocianídicos de mayor peso molecular, tanto de los propios hollejos como de las pepitas, taninos de diferente estructura y reactividad.

Además de los compuestos fenólicos, la MPF permite la extracción de precursores de aromas y de aromas varietales así como de otras moléculas como los polisacáridos. Esta técnica, requiere unos requisitos óptimos de trabajo como partir de una materia prima sana, de madurez óptima, y para que sea eficaz y sin riesgos, es necesario un equipo que permita una rápida refrigeración (ideal en menos de 24 horas), duradera y suficientemente eficaz para alcanzar una temperatura que no debería superar los 10 °C.

Cuando no se dispone de un equipo técnico adecuado o se desea reducir la duración de la MPF sin renunciar a los beneficios, el empleo de preparados enzimáticos a base de pectinasas constituye la mejor alternativa. El empleo de enzimas pectolíticas específicos como Lafase He Grand Cru®, usados desde la encubado con los hollejos, permite compensar este déficit fenólico, y equiparlo a una maceración prefermentativa, (tabla 1).

Análisis Muestras	Testigo con MPF	Lafase HE Grand Cru® (Sin MPF)	Lafase HE Grand Cru® con MPF
ICM Intensidad colorante modificada (Vinos terminados fin de FML)	0,89	1,18 (+32%)	1,17 (+32%)
DO280 nm (Vinos terminados fin de FML)	43	50 (+16%)	50 (+16%)
Turbidez en NTU (Vinos terminados fin de FML)	44,6	14,2	11,9
Grado de polimerización medio (DPm)	5,4 ± 0,9	6,9 ± 0,1	8,4 ± 0,8
Polifenoles polimerizados (mg/L)	433	614 (42%)	622 (43%)
Antocianos totales (mg/L)	477	527 (+10%)	559 (+17%)
Antocianos polimerizados (mg/L)	37	46 (+24%)	49 (+32%)
Antocianos monómeros (mg/L)	440	481 (+9%)	510 (+16%)

Tabla 1. Merlot 2004, enzimado con Lafase HE grand cru® 48 horas a 12 °C .

Fin FA 31/10/07	IC (420+520+ 620)	IPT (280)	Antocianos (mg/l)	Índice de Polimerización	Taninos (g/l)	Índice gelatina	% Color polimerico
Testigo	10,94	51,9	584	2,04	2,06	45,46	38
VR color®	11,81	52,0	599	2,19	2,18	46,42	43

Tabla 2. Tempranillo 2007 adición de Tanino Vr Color® a 30 g/hl durante la fermentación alcohólica. Análisis tras 6 meses en barrica.

2. El tanino proantociánico es necesario para la formación de complejos estables con los antocianos monómeros, los cuales en su forma no ligada son susceptibles de sufrir reacciones de degradación y de oxidación. En este anclaje se origina el color llamado polimérico, constituido por todas aquellas asociaciones generadas por condensación mediada por acetaldehído, o aductos de cicloadición, donde el acetaldehído y el material fenólico endógeno de las uvas estarían involucrados en su formación. Estas nuevas formas son resistentes a la decoloración por SO₂ y a los cambios de pH, y por tanto más estables.

Esta es una de las razones por las que el acetaldehído se ha postulado en numerosas ocasiones como una molécula intermediaria en las reacciones de transformación, donde estructuras fenólicas coloreadas sencillas evolucionan hacia moléculas más complejas. Este acetaldehído en los vinos puede provenir bien de los agentes fermentativos, o bien de procesos oxidativos. Es por ello que los taninos con capacidad de asociarse al acetaldehído, bien endógenos de bajo peso molecular, bien adicionados con afinidad por él, se han postulado como vía de trabajo para estos vinos, (tabla 2).

Esta capacidad de unión frente al acetaldehído, es posible analizarla cuantitativamente a través de la medición del incremento de turbidez, dada la polimerización generada de los taninos tras su unión al acetaldehído. Los análisis realizados por Laffort, demuestran como Tanino Vr color®, es un tanino especialmente afín por esta molécula debido a su producción bajo procesos no oxidativos (OxyProtect™ production process).

El fomentar la extracción de moléculas antociánicas con enzimas o fomentar la formación de moléculas más complejas con taninos proantociánicos, se emplean hoy en día para equilibrar los vinos fenólicamente y mantener el color de un vino a lo largo del tiempo.

Estas técnicas, dirigidas a fomentar los equilibrios químicos entre estructuras fenólicas deben estar sin

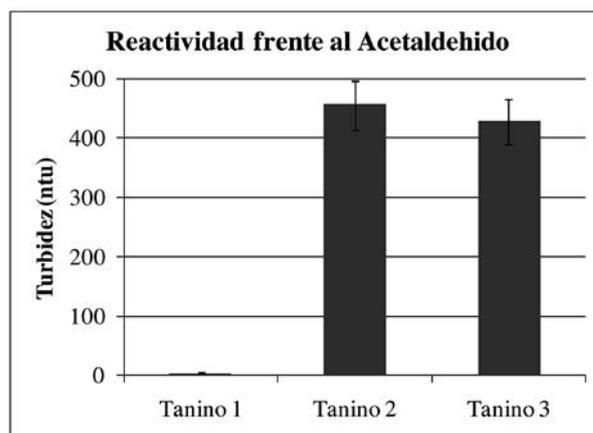


Figura 3. Incremento de la turbidez originada por diferentes taninos proantociánicos en presencia de acetaldehído en solución hidroalcohólica. (VR color® = tanino 2).

embargo en perfecta sincronía con un aspecto hasta ahora desconocido, pero que afecta a todos los vinos tintos, su estabilidad del color coloidal, color que tiende a precipitar por fenómenos físicos, cambios en el pH o en la temperatura de conservación de los mismos.

El análisis realizado durante los años 2010-2011-2012 de más de 150 vinos españoles de bodega no embotellados (figura 4), mostró que la materia colorante coloidal inestable es un aspecto también importan-

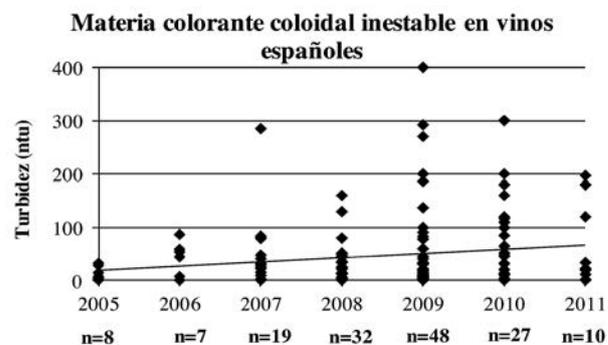


Figura 4. Materia colorante inestable encontrada en vinos españoles de diferentes añadas (Δntu>2 vinos inestables, n= nº vinos analizados por añada, media de cada añada).

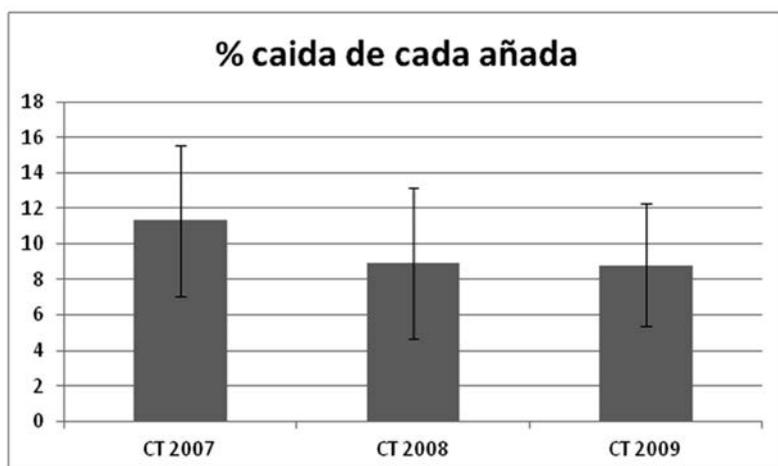


Figura 5. % de caída de materia colorante debido a procesos físicos. (materia colorante coloidal).

te a trabajar por parte de las bodegas. Los vinos cada vez menos clarificados, con estabilizaciones por frío menos agresivas, con el objeto de respetar las características organolépticas de los vinos, provocan que la materia colorante coloidal inestable no sea eliminada. El mayor tiempo de conservación de un vino en crianza, bien en madera, bien en depósito (vinos de añadas más antiguas) mejora este aspecto, pero no lo elimina del todo, dado que mucha de esta materia vuelve a redisolverse al aumentar la temperatura del vino en primavera, y por tanto volviendo a formar parte de la matriz inestable del vino para el siguiente año.

Análisis realizados por Laffort España (figura 5), mostraron como prácticamente entre un 10-15% de todo el color de un vino es susceptible de precipitar por este efecto. Si dejamos una botella de vino tinto a 4 °C, observaremos como al cabo de 48 horas aparece un turbio que con el tiempo comienza a depositarse en el fondo de la botella, en forma de coloide coloreado.

Dado que en muchas ocasiones, esta materia coloidal puede redisolverse, la mejor manera de eliminarla y evitar que arrastre a otros compuestos, es la estabilización activa de los vinos tras la fermentación maloláctica con agentes clarificantes selectivos como el Oenolees® derivados de levadura con capacidad adsorbente, o bien con agentes de amplio espectro como las bentonitas.

Hoy en día, se está estudiando el empleo de manoproteínas, moléculas derivadas de la lisis celular de *Saccharomyces cerevisiae* para la sujeción de esta

materia coloidal y evitar así su pérdida. Nuestros últimos datos muestran como el empleo de bioproductos ricos en MP70, ejercen una acción específica sobre esta materia colorante coloidal, y se plantean como retos de trabajo para la estabilización de la materia colorante coloidal para los años venideros.

CONCLUSIÓN

El equilibrio fenólico marca el futuro en cuanto a la calidad e intensidad colorante de los vinos tintos. La presencia de antocianos y taninos proantocianídicos dirigirán a un vino, bien hacia procesos de destrucción de las moléculas sensibles, bien hacia la formación de moléculas más complejas y más resistentes a su destrucción.

Los últimos datos analizados muestran que sólo uno de cada tres vinos analizados alcanza el equilibrio considerado como óptimo. Es por ello que procesos dirigidos a fomentar la presencia de estas moléculas, o bien herramientas enológicas que intensifiquen la formación de moléculas más estables a los fenómenos de destrucción, son necesarios para compensar este déficit fenólico.

Hoy en día, se empieza a conocer como este equilibrio químico no es suficiente, dado que debe estar en perfecta sincronía con su equilibrio coloidal. Formar moléculas estables y más complejas no sirve de nada, si estas no pueden mantenerse coloidalmente en disolución. Cambios físicos de temperatura o de oxidación pueden incrementar los fenómenos de coagulación y fomentar la precipitación de esta materia coloidal ya químicamente estable.

Aunque parece que su efecto directo sobre el color de un vino tinto está todavía en estudio, el empleo de algunos derivados de *Saccharomyces cerevisiae* específicamente tratados empleados en fermentación alcohólica, así como manoproteínas de peso molecular alto, podrían ejercer un efecto directo sobre el conjunto de la materia colorante, a través de un efecto coloidal protector, reduciendo su precipitación en el tiempo, ayudando a mantener el color de un vino estable durante más tiempo.

MARCADORES DE LONGEVIDAD Y DISMINUCIÓN DEL SULFUROSO EN VINOS

Antonio Tomás Palacios García

Doctor en Ciencias Biológicas. Laboratorios Excell Ibérica

1. INTRODUCCIÓN

El anhídrido sulfuroso o dióxido de azufre (E-220), es sin duda el aditivo más utilizado en vinificación. Los efectos antioxidante, antioxidásico y antimicrobiano del anhídrido sulfuroso convierten a esta molécula en una herramienta prácticamente imprescindible en la elaboración de vinos. A temperatura ambiente es un gas, pero en el vino, el anhídrido sulfuroso se encuentra presente en tres formas distintas (anhídrido sulfuroso molecular, bisulfito y sulfito).

Las propiedades enológicas del SO₂ dependen de la forma química en que se encuentre:

- *Anhídrido sulfuroso molecular*: es el principal responsable de la actividad antimicrobiana. Se considera que el anhídrido sulfuroso molecular es unas 20 veces más efectivo que el bisulfito en la inhibición de las levaduras y unas 500 veces más en la inhibición de las bacterias. Posee una cierta actividad antioxidante y es responsable del desagradable olor picante del anhídrido sulfuroso. Su proporción está ligada estrechamente al pH del vino.
- *Bisulfito*: esta es la forma predominante en el vino y es el principal responsable de la inactivación de las polifenoloxidasas. Por tanto, la actividad antioxidásica del dióxido de azufre depende de su presencia. Por el contrario, sus efectos antimicrobianos y antioxidantes son de poca importancia.
- *Sulfito*: al pH normal del vino su presencia es mínima. Aun así, el sulfito es capaz de reaccionar directamente con el oxígeno y con el peróxido de hidrógeno, y por lo tanto, posee una cierta capacidad antioxidante.

Por desgracia, aparte de las excelentes cualidades y ventajas que el sulfuroso presenta en la elaboración de vino, también posee una serie de desventajas:

1. *Alteraciones organolépticas*: la presencia de cantidades suficientes de SO₂ libre activo es garantía para la estabilidad del vino, por el contrario, un exceso de SO₂ libre altera su percep-

ción olfativa, provocando la presencia de notas químicas picantes y disminución de las cualidades aromáticas varietales.

2. *Repercusiones sobre la salud del consumidor*: el SO₂ es un compuesto irritante y puede tener efectos negativos para la salud en consumidores sensibles. Se estima que aproximadamente un 1% de la población presenta una sensibilidad elevada a los sulfitos, aunque las concentraciones deben ser altas y la ingesta desproporcionada a lo que se considera habitual.
3. *Legislación limitante*: la Unión Europea ha reducido el límite de SO₂ total en vinos tintos y blancos hasta 150 y 200 mg/l respectivamente, (Reglamento CE 606/2009) para vinos secos (<5 g/l de glucosa y fructosa). En vinos ecológicos, el límite es de 100 mg/l para vinos tintos y 150 mg/l para vinos blancos (UE 203/2012).

Debido a los efectos nocivos y a las limitaciones legales, en los últimos años, existe una línea estratégica tecnológica para reducir progresivamente los niveles máximos autorizados en mostos y vinos. Aunque en la actualidad ningún compuesto conocido puede sustituir al SO₂ en todas sus propiedades enológicas, existe un gran interés por la búsqueda de otros conservantes inocuos para la salud que puedan sustituir, o al menos complementar, la acción del SO₂, permitiendo una reducción de su uso en bodega.

Por esta razón, en el presente artículo se describen todas las alternativas posibles, bien sean compuestos químicos que se pueden utilizar en sustitución, parcial o total del anhídrido sulfuroso, como tecnologías o tratamientos físicos dirigidos a reducir el empleo de dicho compuesto en vinificación.

2. IDENTIFICACIÓN DE MARCADORES DE ENVEJECIMIENTO EN VINOS

La calidad de los vinos tintos está íntimamente relacionada con su capacidad de envejecimiento, es decir, con el desarrollo de su personalidad aromática y gus-

tativa durante su conservación en botella. Aunque los vinos tintos son menos susceptibles a la oxidación que los vinos blancos, puede ocurrir un envejecimiento prematuro que en los vinos tintos se caracteriza por aromas a ciruela, compota e higos secos, a menudo asociados con la evolución anormalmente rápida del color. Puede ocurrir en mostos y vinos procedentes de uvas maduras o en vinos durante la crianza y la conservación en botella.

La identificación de marcadores de envejecimiento defectuosos para estudiar el envejecimiento prematuro del aroma de los vinos tintos es similar al método desarrollado sobre este defecto en los vinos blancos, que puede realizarse por cromatografía de gases, identificando moléculas asociadas a oxidación y estudiando sus niveles y umbrales de percepción. Se refiere a la identificación de odorantes que evocan la fruta cocida, ciruelas pasas o higos. Parece que la madurez de la uva tiene un impacto sobre la aparición de este tipo de defecto. Los vinos elaborados con uvas sobre maduras pueden rápidamente manifestar un envejecimiento prematuro de sus aromas.

Algunas prácticas enológicas como el uso excesivo de madera nueva o bajos niveles de dióxido de azufre libre asociados a un pH alto, pueden promover reacciones de oxidación en vinos y desarrollar los aromas a fruta cocida. El efecto del oxígeno sobre la formación de aromas de oxidación es evidente.

Por ejemplo, un nuevo marcador de envejecimiento prematuro en vinos tintos es la nonalactona (Dubourdieu *et al.* 2013), que participa en el aroma de varias frutas como el albaricoque o la ciruela. Esta molécula fue analizada por primera vez en los vinos por Nakamura (1988), con contenidos diversos desde algunos $\mu\text{g/l}$ a más de $40 \mu\text{g/l}$. Se puede encontrar también esta lactona en vinos dulces naturales (Cutzach *et al.* 1998b). Por último, es un marcador aromático significativo del envejecimiento de las cervezas (Gijs *et al.* 2002).

Su origen en los vinos no se conoce muy bien. Por contra, su biosíntesis en las frutas estaría asociada con la oxidación avanzada de ciertos ácidos grasos insaturados como el ácido linoleico. El umbral de percepción de la nonalactona en disolución sintética es de $25 \mu\text{g/l}$, y de $60 \mu\text{g/l}$ en los vinos tintos. El vino elaborado con uva pasificada está marcado por aromas de ciruela pasa y de higo. Según Denis Dubourdieu *et al.* 2013, los vinos de uva pasificada pueden tener un contenido en nonalactona tres veces superior a los vinos normales. Además, los fenómenos de sobre

maduración asociados con una crianza en bodega, pueden generar niveles de nonalactona por encima de su umbral de percepción. La hipótesis es que la nonalactona puede venir de la degradación térmica de la lignina en la etapa de calentamiento-tostado de la madera (Nishimura *et al.* 1983). Este compuesto liberado por la madera en el vino será mucho menor en el caso de bodegas usadas. Otra explicación sería una mayor degradación oxidativa del precursor de la nonalactona en los vinos de crianza en bodegas nuevas de roble. La manifestación de los fenómenos oxidativos en las bodegas es debido a la acción sinérgica de dos fenómenos conocidos: en primer lugar la penetración del oxígeno en la bodega y la disolución en cantidades variables de elagitánicos, catalizadores de reacciones de oxidación. El uso de bodegas usadas, menos ricas en elagitánicos, limita estos fenómenos. En estas condiciones, la contribución de la madera y la disolución de oxígeno se vuelven menos importantes.

Otro compuesto asociado con la oxidación es la 3-metil-2,4-nonandiona (Pons *et al.* 2008). El origen de la MND en los vinos tintos es desconocido. El aroma de este compuesto varía en función de su concentración. A concentraciones altas, recuerda al anís, al heno, y evoca claramente el olor a ciruela pasa cuando está diluido. Su umbral de percepción en solución hidro-alcohólica es de 16 ng/l y de 63 ng/l en los vinos tintos. Las concentraciones mayores se encuentran en las cosechas antiguas, mientras que no se puede encontrar este compuesto en los vinos más jóvenes. Las concentraciones medias son de unos cientos ng/l y pueden superar los 300 ng/l . Los contenidos en MND analizados en los vinos están bien correlacionados con la intensidad del carácter ciruela pasa percibido por los catadores.

Como conclusión del trabajo de Dubourdieu *et al.* 2013, se identificaron dos buenos marcadores del envejecimiento prematuro del aroma de los vinos tintos: la nonalactona, y la 3-metil-2,4-nonandiona (MND). Los niveles en nonalactona encontrados en los vinos en botella son generalmente inferiores al umbral de percepción. En cuanto a la MND, está presente en los vinos tintos prematuramente envejecidos en niveles por encima del umbral de percepción. Por lo tanto, contribuye directamente a su carácter de ciruela pasa. Las concentraciones de estos dos compuestos en los vinos, están influenciadas por la maduración de las uvas y la oxidación del vino.

3. MANEJO DEL SULFUROSO EN EL VINO

Cualquiera que sea su forma comercial, SO_2 puro, en solución de bisulfito de potasio o de amonio, cuando se encuentra en el vino, el SO_2 reorganiza sus enlaces y se encuentra bajo tres formas químicas: SO_2 molecular, SO_2 libre y SO_2 combinado.

El SO_2 molecular es la forma más activa biológicamente y su proporción es muy dependiente del pH. El contenido de SO_2 molecular condiciona la estabilidad del vino frente a las levaduras, especialmente frente a *Brettanomyces* y frente a las bacterias lácticas. Sólo esta fracción de SO_2 impide la refermentación en la botella. El SO_2 molecular es de aproximadamente diez veces más alta en un vino con pH de 2,9 que en un vino con pH de 3,8 para un mismo contenido en SO_2 libre. Esta forma es la responsable de las sensaciones picantes e irritantes en la nariz, lo cual dificulta la percepción aromática de los vinos, ya que además entra en sinergia con el dióxido de carbono, el ácido acético y el alcohol, para alterar los receptores olfativos.

El SO_2 libre es la parte de los sulfitos que es directamente oxidado por el yodo. La proporción de SO_2 libre no depende del pH. Expresa el exceso de SO_2 que no se ha combinado con un componente de vino. El SO_2 libre será útil por su poder antioxidante. Tiene la capacidad, por ejemplo, de unirse al etanal y neutralizar el olor de oxidación.

Por lo tanto, estas nociones de SO_2 libre y molecular deben evaluarse tanto para la estabilidad microbológica como para la capacidad de absorción del oxígeno: el nivel de concentración de SO_2 libre será calculado de acuerdo con la protección antioxidante deseada, y la concentración de SO_2 molecular será ajustada en función de los microorganismos a estabilizar, sin olvidar el impacto gustativo: desde 1 mg/l el SO_2 molecular afecta y pica en la nariz. Pero hay un problema: no podemos ajustar independien-

temente el SO_2 molecular y SO_2 libre. Si aumentamos el SO_2 libre por su poder antioxidante, aumenta automáticamente el SO_2 molecular.

El SO_2 combinado incluye todos los sulfitos combinados con diferentes compuestos del vino. El SO_2 combinado no tiene mucho interés tecnológico. No tiene acción antioxidante ni efecto sobre las levaduras, pero si tiene impacto en el desarrollo de las bacterias lácticas. El SO_2 combinado indica la calidad del trabajo enológico realizado durante la vinificación y de las uvas: el nivel de SO_2 combinado y total es inversamente proporcional a la implicación técnica del productor de vino. Cuanto más bajo sea el SO_2 total, significa que el productor está más atento de su viticultura (uvas sanas y maduras), de su vinificación (higiene y microbiología), y del estado de conservación del vino (manipulación al abrigo del aire).

4. PUNTOS CRÍTICOS EN EL MANEJO DEL VINO SIN SULFUROSO

Cómo manejar la oxidación del vino sin SO_2

La sensibilidad al aire (oxígeno), preocupa más en los vinos blancos y menos en los vinos tintos. Se busca un protocolo de vinificación que dé lugar a vinos naturalmente estables frente al oxígeno, y que garantice la gestión de la protección frente a la oxidación de los polifenoles de los mostos. Durante el almacenamiento de los vinos, la principal precaución de trabajo es evitar la entrada de oxígeno. El uso de gas inerte para proteger el vino del aire son tecnologías ya desarrolladas en bodega para tal fin.

Cómo manejar la microbiología del vino sin SO_2

Incluso sin sulfitos, el vino es, por naturaleza, un desinfectante en sí mismo. La combinación de un bajo pH, alcohol y polifenoles forman una solución capaz



Figura 1. Distintas fracciones del sulfuroso en el vino.

de neutralizar todos los virus y bacterias patógenas. Por lo tanto, en términos de salud, incluso muy mal vinificado, el vino sin sulfitos es seguro. Pero en términos de sabor, es otra cuestión: es necesario controlar la presencia de levaduras contaminantes como *Brettanomyces*, las bacterias lácticas y las acéticas.

En algunos casos, sería posible la vinificación totalmente sin SO_2 , pero no está al alcance de todas las bodegas por razones de equipos tecnológicos, de formación técnica y de imperativos comerciales. Para reducir y finalmente eliminar sulfitos, es necesario en primer lugar mantener en uso ciertos productos enológicos, tales como levaduras y bacterias lácticas seleccionadas, nutrientes como fosfato diamónico, tiamina y derivados de levadura. En segundo lugar, será posible reducir otros insumos enológicos, lo mejor es empezar por los insumos más tóxicos como el SO_2 .

Existen diferentes aplicaciones tecnológicas, que bien de forma aislada por sí mismas, o de forma combinada, permiten disminuir el uso de sulfuroso en vinificación. Listamos a continuación algunas de ellas:

- *Antioxidantes químicos y orgánicos*: dióxido de cloro (ClO_2), DMDC (dimetildicarbonato), plata coloidal, extractos vegetales (péptidos, oleuropeína del olivo, edible de *Grifola frondosa*, polisacáridos y agentes quelantes de metales).
- *Antioxidantes naturales* de la uva: glutatión, cisteína y derivados, estilbenos (resveratrol), taninos de uva, (tanto de semilla como de piel de uva).
- *Biocidas biológicos y químicos*: natamicina, lisozima, ácido benzoico, ácido sórbico, ácido fumárico, ácido ascórbico.
- *Toxinas naturales*: bacteriocinas, quitosano.
- *Procesos biológicos y microorganismos inmovilizados*: coinoculación levadura/bacteria en FML, empleo de no *Saccharomyces* y *Saccharomyces* seleccionadas en FA.
- *Procesos físicos*: hiperoxigenación, ultravioletas, altas presiones hidrostáticas, pulsos eléctricos, ultrasonidos, micoroondas, intercambio de resinas, flash-pasteurización.
- *Utilización de gases inertes*: nitrógeno, eliminación de oxígeno, carbónico recuperado de la fermentación, ozono, nieve carbónica.

5. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS AL SULFUROSO EN VINIFICACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL VINO

Se describen a continuación 28 técnicas diferentes que pueden ser empleadas en bodega (algunas no reglamentadas), para disminuir las aplicaciones de sulfuroso en vinificación. Las clasificamos en varios tipos.

5.1. Técnicas químicas

Dióxido de cloro en los sistemas de limpieza y desinfección

Como el ozono y otros derivados del cloro, el dióxido de cloro es un biocida oxidante y no una toxina metálica. Esto significa que el dióxido de cloro mata microorganismos por la interrupción del transporte de nutrientes a través de la membrana celular, no por interrupción del proceso metabólico. De los biocidas oxidantes, el dióxido de cloro es el oxidante más selectivo.

DMDC (dimetildicarbonato)

Se trata de un compuesto sintético llamado Velcorin®, de potente acción antimicrobiana, sobre todo frente a levaduras. Por su rápida degradación en medio acuoso, su empleo está optimizado justo para el momento del embotellado. Ejerce su acción microbiciada al hidrolizarse en metanol y CO_2 .

Plata coloidal

La plata coloidal está constituida por microscópicas partículas sólidas de 0,01 a 0,001 micrones de diámetro con moléculas de plata repartidas en agua. Las partículas se encuentran eléctricamente cargadas para mantenerse suspendidas de forma equilibrada en el líquido, sin depositarse en la superficie ni en el fondo, manteniéndose estables en un estado coloidal.

Ácido benzoico

El ácido benzoico es un ácido carboxílico aromático (carboxilo unido a un anillo fenílico). Es un conservante utilizado tanto como ácido como en forma de sus sales de sodio, de potasio o de calcio.

Ácido sórbico

Se emplea en enología en forma de sales (sorbato potásico) como agente fungistático, es decir, limita

el desarrollo de levaduras. El ácido sórbico, actúa inhibiendo enzimas vitales como las mediadoras del metabolismo de los hidratos de carbono, catalasa y peroxidasa, entre otras.

La dosis máxima legal es de 200 mg/l, pero este límite no es aceptado en todos los países, aspecto a tener en cuenta cuando el vino se destina a la exportación, como a Japón por ejemplo.

Ácido fumárico

El ácido fumárico, es un compuesto orgánico con estructura de ácido dicarboxílico que interviene en varias rutas del metabolismo celular, siendo destacada su participación en el ciclo de Krebs. El ácido fumárico, no incluido entre los productos legalmente utilizables en enología, pero autorizado en USA, es un estereoisómero del ácido maleico, escasamente soluble en el agua y en el vino.

Ácido ascórbico o vitamina C

Se emplea en enología como antioxidante, aunque también se cuestiona su utilización debido a sus características protooxidante en determinadas situaciones tecnológicas. Cuando el ácido ascórbico es añadido al mosto o vino, éste se oxida rápida y preferencialmente dando dos productos de reacción: ácido dehidroascórbico y peróxido de hidrógeno (agua oxigenada).

5.2. Técnicas biológicas

Extractos vegetales

Es importante estudiar las propiedades tecno-funcionales de las fracciones peptídicas provenientes de vegetales, y como algunos péptidos pueden retener sus actividades antioxidantes en diferentes matrices alimentarias. Los péptidos antioxidantes tienen la habilidad de interactuar con otros componentes de la matriz alimentaria, tales como carbohidratos y lípidos, por lo que estos pueden perder su actividad durante el procesamiento del alimento en su ausencia. Adicionalmente, las secuencias peptídicas antioxidantes de interés podrían presentar efectos sinérgicos o antagónicos con otros antioxidantes y/o metales traza presentes en el alimento, así como algunos sistemas biológicos, e incluso interactuar como pro-oxidantes bajo ciertas condiciones.

Glutación (GSH)

Es el tiol no proteico más abundante en la mayoría de los organismos vivos. Se trata de un tripéptido, siendo sus aminoácidos estructurales la cisteína, el ácido glutámico y la glicina. Presenta un potencial de oxidoreducción muy bajo, lo que le permite amortiguar las reacciones redox de las células. Su característica principal es la presencia de un grupo sulfhidrilo (SH), un fuerte donador de electrones que le otorga sus propiedades antioxidantes y la capacidad de mantener en forma reducida muchas otras moléculas en la matriz del mosto/vino.

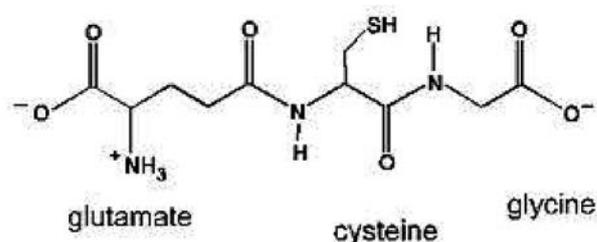


Figura 2. Fórmula estructural del glutación (GSH).

El glutación existe en dos estados: reducido (GSH) y oxidado (GSSG). En estado reducido el grupo tiol de la cisteína es capaz de donar un equivalente de reducción a otras moléculas inestables, como las especies reactivas del oxígeno. En la donación de un electrón, el glutación reacciona rápidamente con otro glutación reactivo para formar disulfuro de glutación (GS-SG). El GSH puede regenerarse a partir de GS-SG por la enzima glutación-reductasa. El glutación se encuentra casi exclusivamente en su forma reducida en la uva, pero no en el vino, ya que la enzima que lo revierte a partir de su forma oxidada, la glutación-reductasa, es constitutivamente activa e inducible bajo estrés oxidativo.

Estilbenos (resveratrol)

A esta familia química pertenecen los polifenoles naturales presentes en muchas plantas superiores, por ejemplo, el trans-resveratrol de la uva. Es una sustancia natural producida por la planta en respuesta al estrés y en situaciones nocivas, tales como las radiaciones UV.

Taninos y compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son componentes intrínsecos de la uva con fuerte carácter antioxidante, pre-

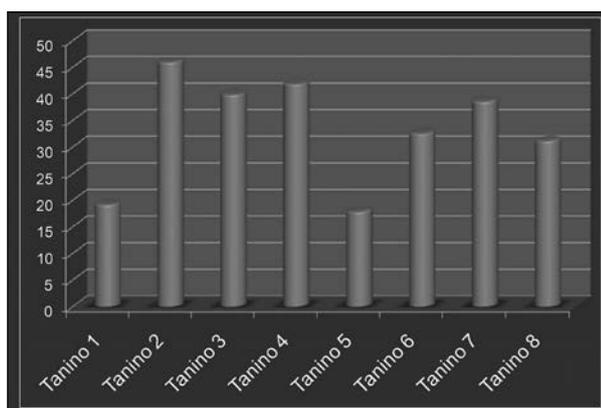


Figura 3. Potencial antioxidante de vino tinto después de adicionar 10 g/hl de taninos comerciales.

cisamente a esta característica se atribuyen las positivas propiedades del vino frente a la salud, en especial las del vino tinto. Los compuestos fenólicos están relacionados con estrategias de defensa de las plantas. En el caso de la vid, frente a colonizaciones microbianas, actúan como inhibidores del crecimiento de microorganismos que pueden provocar enfermedades, o constituir un sistema defensivo frente a la ingestión por herbívoros, debido a su astringencia. Además contribuyen al color y aroma de muchos alimentos, incluido el vino.

Natamicina

La natamicina es un antibiótico que tiene actividad antifúngica utilizado en ciertas industrias alimentarias por su capacidad para eliminar levaduras, hongos y otros microorganismos que perjudican el proceso de maduración de los alimentos y/o bebidas. Pero no se puede utilizar en el caso de los vinos porque no figura en las listas de aditivos permitidos por el Código Internacional de Prácticas Enológicas de la Organización Internacional del Vino (OIV), aunque no es tóxica. A pesar de ello, ha sido empleada de forma popular en países Sudamericanos por su elevada eficacia y falta de efecto nocivo, aunque este hecho es analíticamente perseguido y detectado mediante HPLC/masas.

Lisozima

Es una enzima aislada de la clara de huevo que se emplea en vinos para controlar las bacterias lácticas contaminantes. Actúa sobre la pared celular de bacterias Gram-positivas, dentro de las que se encuentran *Oenococcus*, *Pediococcus* y *Lactobacillus*. La lisozima no es activa frente a bacterias Gram-nega-

tivas como lo son las bacterias acéticas, debido a que la estructura de su pared celular es diferente y de mayor resistencia. No tiene actividad alguna sobre las levaduras. La efectividad de la lisozima no solo depende del tipo de bacteria, sino también del número de células bacterianas presentes en el medio. Al contrario que el SO_2 , la lisozima es más efectiva a medida que aumenta el pH, circunstancia que favorece el crecimiento de las bacterias lácticas.

Bacteriocinas

Las bacteriocinas son péptidos con actividad antimicrobiana segregados por las bacterias para inhibir el crecimiento de otros microorganismos competidores. En la actualidad, las bacteriocinas producidas por las bacterias lácticas son las que encierran un mayor interés, ya que las bacterias lácticas tienen el estatus de QPS (*qualified presumption of safety*).

Quitosano

Es un polisacárido natural de origen fúngico, aunque también está presente en el caparazón de crustáceos, pero éste no se puede utilizar en el caso de la enología. Para su uso en vinos, se extrae y se purifica a partir de la quitina de fuentes fúngicas alimentarias como *Aspergillus niger*. El quitosano está constituido por unidades de azúcar glucosamina (unidad desacetilada), y por unidades N-acetil-D-glucosamina (unidad acetilada), enlazadas entre sí por enlaces de tipo $\beta(1-4)$. Su modo de acción no es todavía muy bien conocido, pero parece que por un lado provoca la fijación de las células microbianas sobre las fibras del polisacárido, que son arrastradas al fondo del depósito (acción clarificante). También hay destrucción de células por interacciones de carga entre el polisacárido y las membranas celulares. Aunque puede emplearse en la clarificación e incluso flotación, dado su alto precio, se emplea principalmente para la estabilización microbiológica de los vinos afectados por la levadura contaminante *Brettanomyces*.

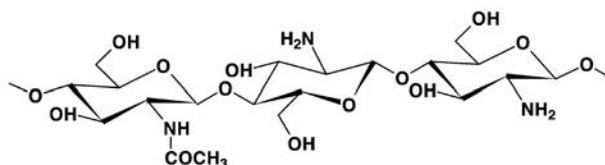


Figura 4. Esquema molecular del polímero quitosano.

Coinoculación levadura/bacteria

Actualmente muchos enólogos coinciden en que la mejor forma de controlar la fermentación maloláctica en los vinos es la inducción con cultivos iniciadores seleccionados de cepas pertenecientes a la especie *Oenococcus oeni*. No obstante, el sólo hecho de inocular una bacteria láctica seleccionada no garantiza que la fermentación esté controlada. En algunas ocasiones y dependiendo de diversos factores (carga microbiana inicial, pH, temperatura, técnicas de elaboración del vino...), la cepa starter inculada no se impone totalmente. Como resultado, cepas de bacterias lácticas autóctonas llevan a cabo la fermentación maloláctica junto con la seleccionada, corriendo el riesgo de obtener resultados impredecibles en el producto final.

Empleo de no *Saccharomyces* y *Saccharomyces* seleccionadas

En los últimos años, el uso extendido de levaduras seleccionadas ha aumentado la fiabilidad de la fermentación alcohólica y ha mejorado la calidad general de los vinos. Sin embargo, a pesar de las numerosas soluciones ofrecidas a los profesionales, se utiliza generalmente en bodega sólo el género *Saccharomyces*. De hecho, el efecto sobre el perfil sensorial de la fermentación llevada a cabo con especies no-*Saccharomyces* ha sido subestimado al no ser bien conocido. En los últimos años, los conocimientos científicos sobre las levaduras "exóticas", se han desarrollado considerablemente, poniendo de manifiesto la existencia de numerosas oportunidades para su utilización en bodega. Estas cepas de levadura han demostrado ser muy interesantes para intensificar y mejorar sus propiedades sensoriales. En particular, las especies *Torulaspota delbrueckii*, *Metschnikowia pulcherrima* y *Candida stellata* han sido estudiadas en detalle por sus aportaciones sensoriales durante la fermentación alcohólica.

5.3. Técnicas físicas

Hiperoxigenación de mostos

La hiperoxigenación es una técnica prefermentativa caracterizada por la adición de manera externa a un mosto, hasta saturación, de oxígeno puro sin adición de anhídrido sulfuroso. Tras una óptima decantación, se sigue el proceso usual de vinificación. Una vez que

la fermentación alcohólica ha sido finalizada por las levaduras, el anhídrido sulfuroso podría ser añadido en una concentración limitada (3-4 g/hl) con el fin de proteger el vino durante el almacenamiento.

Radiación ultravioleta

Según un estudio de la Universitat de Lleida (UdL), los investigadores han demostrado que la irradiación ultravioleta-visible (UV-vis) es eficaz para reducir la actividad enzimática y la carga microbiana en la elaboración de vino, posibilitando un menor uso de dióxido de azufre (SO₂) sin cambiar otros parámetros de calidad, como por ejemplo el pH, el ácido tartárico o el grado alcohólico.

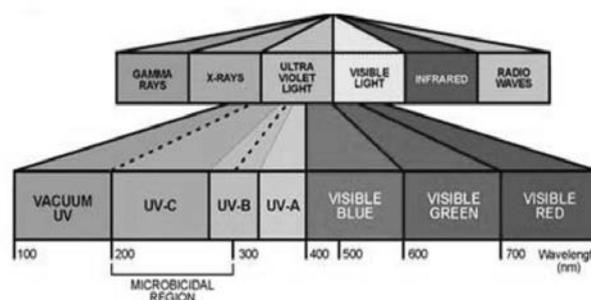


Figura 5. Espectro de la luz.

Altas presiones hidrostáticas (HHP)

Las altas presiones se han propuesto también como método de conservación y estabilización microbiológica de vinos y zumos de uva a temperaturas de refrigeración, ambiente o moderada (<50 °C), prolongando su vida útil sin alterar las características organolépticas del producto. Es un tratamiento físico-químico que requiere presiones elevadas (400-600 MPa). La aplicación de altas presiones hidrostáticas para la estabilidad microbiológica en vinos es una alternativa todavía en desarrollo, principalmente dirigida para reducir el uso de sulfuroso en la industria vitivinícola.

Pulsos eléctricos

La aplicación de pulsos eléctricos de alto voltaje (PEAV) es una tecnología de proceso no térmico que está comenzando a ser utilizada en la industria alimentaria. Se fundamenta en la aplicación de un campo eléctrico de alta intensidad y corta duración (pulsos), con vistas a favorecer la difusión de distintos compuestos de interés, como consecuencia del

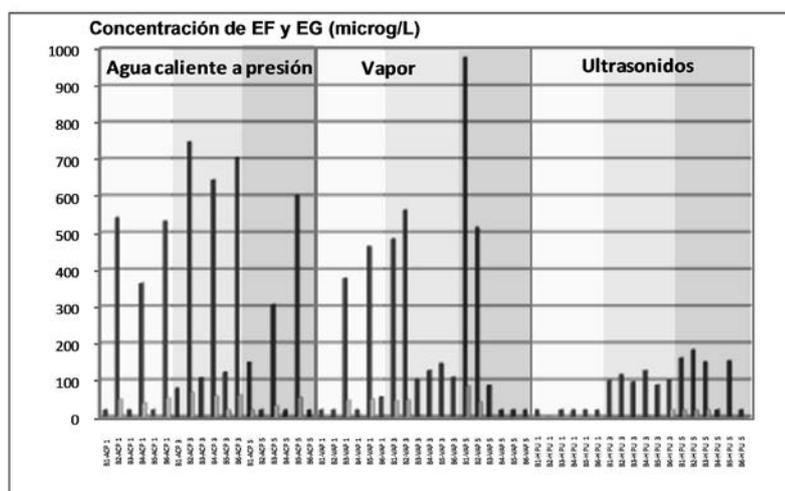


Figura 6. Contenido en etilfenoles a los 6 (verde oscuro) y 12 (verde claro) meses de crianza en diferentes barricas tratadas con agua caliente, vapor y ultrasonidos.

aumento de la permeabilidad de las membranas celulares. Estudios previos han demostrado que esta técnica favorece la extracción de compuestos fenólicos durante el proceso de elaboración de vino tinto.

Ultrasonidos

Los ultrasonidos son ondas sonoras con frecuencias por encima del rango auditivo humano (20-100 kHz). Las aplicaciones de los ultrasonidos se basan en el fenómeno físico de la cavitación, que puede inducirse en cualquier medio líquido con gases disueltos. (figura 6).

Intercambio de resinas

La aplicación de tratamientos con resinas de intercambio iónico en mostos y en vinos, bien sean sólo catiónicas (H^+ por K^+), o bien combinación de aniónicas (OH^- por distintos aniones) y catiónicas, se usan para modificar la acidez y sobre todo el pH. Hoy en día, las que más se usan son las resinas intercambiadoras de cationes en la forma H^+ para aumentar la acidez valorable y eliminar K^+ , ya sea del mosto o del vino.

La mayor parte de las resinas catiónicas reducen mucho los compuestos nitrogenados del mosto además de los iones potasio, y de forma secundaria, cationes metálicos, como calcio y magnesio. La mayoría de los aminoácidos y varias vitaminas, actúan como cationes al pH del mosto, provocándose deficiencias nutritivas cuando se eliminan ya que no se compensan adecuadamente sólo por la adición de

sales amoniacales, por lo que hay que añadir también tiamina y biotina, aconsejándose en estos casos el empleo de nutrientes complejos.

Flash-pasteurización

La flash-pasteurización fue utilizada con frecuencia en la década de los 80. Progresivamente abandonada, fue empleada más tarde para tratamientos de estabilización microbiológica, en casos de paradas de fermentación o de fermentaciones languidecientes. Desde hace ya algunos años se la considera interesante para los tratamientos curativos o preventivos (*Brettanomyces*, bacterias lácticas...).

Utilización de gases inertes

Bajo el nombre de «gases inertes» se definen todos aquellos gases que contiene la atmósfera, que en contacto o en disolución con el mosto o el vino, no producen reacción química o biológica alguna, a excepción del oxígeno, que actúa como reactivo en diversas transformaciones, tales como oxidaciones químicas y enzimáticas, además de promover desarrollos microbianos aerobios...

Nieve carbónica

Una de las técnicas modernas aplicadas particularmente en los vinos blancos, es el uso de la nieve carbónica. La nieve carbónica es hielo seco, anhídrido carbónico en estado sólido, por lo que a temperatura ambiente, sufre el efecto de sublimación. Con ella se consigue bajar la temperatura rápidamente hasta unos -4 o -5 °C. Se utiliza para la criomaceración prefermentativa a bajas temperaturas, rompiéndose las células internas de los hollejos y consiguiendo extraer más aromas o color en el caso de los tintos. Se suele utilizar antes de prensar la uva durante varias horas dependiendo de la masa de vendimia, variedad... Después de aplicar la nieve carbónica se ha de permitir que se descongele la uva para poder prensar, pues de lo contrario se pierde mucho mosto, es decir, que cuanto más congelada esté la uva, más concentrado resultará el mosto. Esta técnica permite proteger la vendimia contra la oxidación, mejora el potencial aromático del mosto y disminuye la necesidad de SO_2 , limitando así fermentaciones no deseadas.

Sistemas de eliminación de oxígeno en vino

El proceso de elaboración del vino podemos dividirlo en dos partes: la primera en la que la presencia de oxígeno es buscado y deseado, para facilitar algunos procesos físicos y químicos, y para mejorar las características organolépticas del vino. La segunda parte relacionada con la longevidad del vino se caracteriza por la necesidad de su protección frente al oxígeno, debido al riesgo que existe de que se produzcan modificaciones en la calidad del producto por oxidaciones precoces.

Mechado y alternativas para la limpieza y desinfección de barricas

El mechado o quema de azufre ha sido una práctica tradicional muy utilizada en las bodegas para la desinfección de barricas. Es una práctica que se ha utilizado desde la época de los romanos y que ayuda a mantener el parque de barricas en buen estado frente a microorganismos alterantes. La forma tradicional consiste en la quema de una pastilla de azufre en el interior de las barricas vacías, la combustión de la pastilla produce dióxido de azufre, que es el que tiene efectos biocidas sobre la madera.



Figura 7. Quema de una pastilla de azufre.

La problemática actual sobre la prohibición de biocidas proviene de la Directiva 98/8 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de Febrero de 1998, transpuesta en España mediante el Real Decreto 1054/2002. El objetivo de la norma es preservar el medioambiente y la salud de las personas, con el fin de conseguir el mismo grado de protección en todo el territorio de la UE. Por lo tanto, si se quiere continuar utilizando el SO₂ para la limpieza de barricas, el sector tiene que defender su registro y auto-

rización por razones industriales, comerciales o económicas, y demostrar que no presenta problemas de seguridad e higiene en el trabajo, ni impactos negativos en el medioambiente, que impidan continuar utilizándolo. Por un lado, el sector debe realizar el estudio para anular y/o retrasar la aplicación de la directiva, y por otro lado, debe buscar técnicas alternativas que sustituyan al SO₂ en la desinfección de barricas.

La desinfección por vías físicas se puede llevar a cabo con el uso de generadores de *agua caliente* móviles mediante compresor, que pueden producir agua a 80–90 °C a 80 y 210 bares. Este dispositivo permite limpiar sin detergentes la superficie de la madera; la eficacia desinfectante está limitada en profundidad, ya que el aumento de la temperatura es demasiado lento.

La aplicación de *microondas* permite el calentamiento de la madera a través de la excitación del agua contenida en el material; la selección de la longitud de onda permite calentar la madera desde el centro de las duelas con poca energía.

Otra tecnología empleada son los *ultrasonidos*, donde se introduce un sonotrón dentro de la barrica llena de agua a 60 °C reciclada; los ultrasonidos (150 kHz) producen en la superficie de la madera y en los primeros milímetros altas presiones a nivel microscópico (>2000 bares) por cavitación del agua, eliminando los compuestos que impregnan la madera y destruyendo los microorganismos al mismo tiempo, lo que provoca su desinfección.

La proyección de *hielo seco* utiliza el contraste térmico entre la madera y el hielo (–80 °C) con ausencia de uso de agua (tratamiento seco), permitiendo eliminar todos los compuestos precipitados en la superficie de la madera. Es bastante eficiente y rápido, pero también caro y no garantiza la desinfección al nivel de profundidad de las duelas.

La utilización de *vapor a alta presión* en barricas nuevas no está recomendado, ya que la pérdida de elagitaninos puede ser importante y puede empobrecer las propiedades aromáticas y tánicas del roble nuevo. En barricas de crianza usadas se debe aplicar vapor a alta presión (mínimo 10 bares a 95 °C) al menos durante 3 minutos después de haber lavado las barricas con agua caliente a alta presión (70–80 °C) durante 3 minutos. Así conseguimos pasar de los 55 °C, temperatura de muerte térmica de *Brettanomyces*,

en una profundidad de 6 mm en el interior de la madera.

También se puede combinar el vaporizado aplicando ozono como desinfectante, aprovechando que los poros de la madera están abiertos. Una vez aplicado, necesitamos 6 minutos de seguridad antes de llenar la barrica para eliminar cualquier actividad residual oxidativa o lavar con agua fría sin cloro mediante ducha a presión. En toneles de gran tamaño, después de lavar, al menos 3 minutos, con agua caliente a alta presión (100-120 bares) y a una temperatura de 70-80 °C, se aplica vapor a alta presión (mínimo 10 bares) durante 10 minutos con salida libre. Posteriormente se cierra el tonel para aplicar durante 3 minutos vapor a alta presión. De esta forma se consigue pasar de la temperatura de muerte térmica de *Brettanomyces* en una profundidad de 10-15 mm en el interior de la madera.

6. CONCLUSIONES

1. El sulfuroso es el aditivo más ampliamente utilizado en vinificación. Por sus efectos antimicrobianos, antioxidantes y antioxidásicos es una herramienta prácticamente imprescindible en la elaboración de vino al día de hoy. Las propiedades dependen de la forma química en que se encuentra: SO₂ molecular, sulfito o bisulfito. El SO₂ molecular es el más interesante por sus propiedades activas antimicrobianas y antioxidantes, posteriormente la fracción libre por sus propiedades antioxidantes. El SO₂ molecular es dependiente del pH, por lo que la corrección de SO₂ debe realizarse atendiendo a este parámetro.
2. Los efectos desfavorables del sulfuroso sobre las propiedades organolépticas del vino y en la salud del consumidor, además del control legislativo con ciertos límites a nivel de concentración, hace que sea deseable reducir su empleo en el vino.
3. Las alternativas al sulfuroso no son únicas. Existen tecnologías que pueden suplir su faceta antimicrobiana, antioxidante y antioxidásica, por lo que la combinación de varias tecnologías o procesos secuenciales son necesarios para su disminución de forma significativa.
4. En lo que se refiere a alternativas como posibles sustitutos al SO₂ se han descrito antioxidantes quí-

micos y biológicos (dióxido de cloro, DMDC, plata coloidal y extractos vegetales), antioxidantes naturales de la uva (glutatiión, cisteína, estilbenos y taninos), biocidas biológicos (natamicina, lisozi-ma) y químicos (ácido benzoico, ácido sórbico, ácido fumárico y ácido ascórbico), toxinas naturales (bacteriocinas, quitosano), procesos biológicos (coinoculación levadura-bacteria, empleo de *Saccharomyces* y no *Saccharomyces*), procesos físicos (hiperoxigenación, ultravioletas, altas presiones hidrostáticas, pulsos eléctricos, ultrasonidos, intercambio de resinas, flash-pasteurización), y por último, la utilización de gases inertes en la protección del vino.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Denis Dubourdieu, Alexandre Pons y Valerie Lavigne. 2013. Identificación de nuevos marcadores de envejecimiento. Revista de Viticultura y Enología N° 6/2.
- Arnaud Immélé. Les grands vins sans sulfite. Éditions Viné-dia, 2011.
- R. B. Boulton, V. L. Singleton, L. F. Bisson, R. E. Kunk-ee. Teoría y práctica de la elaboración del vino. Editorial Acribia, S. A.
- Juan J. Moreno Vigara, Rafael A. Peinado Amores. *Quí-mica enológica*. Ediciones A. Madrid Vicente y Ediciones Mundi-Prensa. Año 2010.
- Eva Navascués López-Cordón. “Aplicación del SO₂ en eno-logía y posibles alternativas”.
- Rosa López, Isabel López, Lucía González, Patrocinio Gari-jo, Teresa Garde, Pilar Santamaría. “Elaboración de vinos tintos con plata coloidal como alternativa al uso del anhí-drido sulfuroso”. Sección de Viticultura y Enología. Servi-cio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agroalimen-tario (CIDA). Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino, ICVV (Gobierno de La Rioja, Universidad de La Rioja y CSIC).
- Carlos Illana-Esteban. “El hongo maitake (*Grifola frondosa*) y su potencial terapéutico”. Revista Iberoamericana de Micología. 2008. Departamento de Biología Vegetal, Facul-tad de Ciencias, Universidad de Alcalá, Alcalá de Hena-res, Madrid, España.
- Escot, S.; Feuillat, M.; Dulau, L.; Charpentier, C. “Relea-se of polysaccharides by yeasts and the influence of released polysaccharides on colour stability and wine astringency”. 2002.
- Ruiz-Larrea, F.; B. Rojo-Bezares; Y. Sáenz; L. Navarro; L. Díez; M. Zarazaga; C. Torres. “Bacteriocinas para la esta-bilización microbiológica y reducción de la dosis de SO₂”.
- Antonio Palacios; M. Carme Masqué, Silvana V. Romero, Sandra Rico, Xoán Elorduy, Carlos Suárez, Jose María Heras. “Influencia del momento de inoculación de bacterias

láticas en el control de la fermentación maloláctica en vinos de pH elevado. Coinoculación e inoculación secuencial.”

María Jesús Cejudo Bastante. “Nuevas tecnologías de vinificación basadas en la aplicación del oxígeno y sustitutos del anhídrido sulfuroso”. Ediciones de la UCLM. 2010.

Eduardo Puértolas, Ignacio Álvarez y Javier Raso. “Los pulsos eléctricos de alto voltaje: una alternativa para mejorar la extracción fenólica en la elaboración del vino tinto”.

Piñeiro, Z.; Puertas, B.; Cantos, E. Puértolas, E.; Álvarez, I.; Raso, J. “Aplicación de pulsos electrónicos de alto voltaje (PEAV) para extraer compuestos aromáticos y fenólicos de los hollejos de las uvas”. Revista “Enólogos”. Suplemento “Investigación y Ciencia”. Año XIV – N° 76 – Marzo-Abril 2012 (páginas 44-50).

Antonio Tomás Palacios García. “Estudio comparativo de sistemas de desinfección de barricas de vino como alternativas al empleo del sulfuroso”.

Jean-Michel Desseigne. “Estabilización microbiológica de mostos y vinos. Nuevas tecnologías”. Revista Enología N°3. 2004.



VARIOS

RECURSOS DEL PATRIMONIO RIBEREÑO. ENOTURISMO

M^a. José Zapaín Yáñez

Doctora en Historia del Arte. Investigadora en Historia del Arte

1. INTRODUCCIÓN

"...la viña es sociedad, poder político, campo excepcional de trabajo, civilización..."

(F. Braudel)

Desde hace ya muchas décadas, el turismo es una de las principales fuentes económicas de nuestro país, cuya inagotable diversidad establece sugerentes contrastes, además de alimentar una extraordinaria rivalidad entre las diferenciadas propuestas existentes. En la necesidad de innovar y competir, sobre todo con zonas de costa, de indudables atractivos, el interior ha vuelto los ojos a sus muchas riquezas, encontrando en el vino una de las más estimulantes ofertas por su variedad, carácter y, sobre todo, por transmitir una forma de entender y disfrutar la vida, sin prisas, con el gusto por las cosas buenas y por una estrecha relación entre el hombre y los frutos de la tierra. Nació, así, el enoturismo que manifiesta cómo, a pesar de los efectos de la globalización y sus tendencias hacia la aparente uniformidad e, incluso, a la creación de "no lugares", siguen funcionando los mecanismos de identidad en determinados paisajes¹.

Es el caso de las numerosas comarcas vinícolas españolas, entre las cuales la rica Ribera del Duero Burgalesa, brinda la posibilidad de disfrutar de sus excelentes caldos en un escenario incomparable, donde la naturaleza se combina con milenios de historia, arte y tradiciones. Son, por lo tanto, múltiples los recursos patrimoniales que estimulan los sentidos de los más exigentes viajeros². Su adecuado entendimiento permite valorar su singularidad y gozar de sus cualidades, contribuyendo a su mejor conservación para transmitirlos a las generaciones futuras. Para ello esta aportación, lejos de plantear una mera enumeración de los mismos, busca poner en evidencia sus claves de comprensión para descubrir las estrechas relaciones establecidas entre el legado adquirido y la producción de sus apreciados vinos de la que, en ocasiones, son la consecuencia y en otras su origen o desencadenante.

2. UN MARCO NATURAL PRIVILEGIADO

Este sustrato, que en nuestra región resulta especialmente apto para la producción vinícola, es el escenario donde se desarrolla la experiencia del enoturismo y el compañero permanente de la misma. Las características físicas de su relieve y su climatología favorecen un cultivo de calidad, conocido y aprovechado desde antiguo³. Al mismo tiempo, algunos de estos espacios reúnen excelentes condiciones medioambientales que les han permitido obtener la categoría de Lugares de Interés Comunitario (LIC)⁴.

El paisaje ribereño, de amplios horizontes con suaves y ondulados perfiles, es el resultado de la actuación del Duero y sus afluentes, así como del aprovechamiento que hace el hombre de las oportunidades que este medio le ofrece⁵. Todo ello da lugar a un conjunto singular, donde su aparente uniformidad esconde pluralidad y riqueza, además de enclaves de sorprendente belleza. Su principal elemento vertebrador es el Duero que, como todo curso fluvial de cierta significación, tiene "... fisonomía y vida propia...", según fueron definidos los ríos por Miguel de Unamuno. Su amplio y vigoroso trazo recorre la región y su transcurrir, ligeramente serpenteante, solo se pliega sobre sí mismo a la altura de Vadocondes, formando el único meandro del Duero en tierras burgalesas⁶.

Se constituye en columna vertebral de la región y en ella confluyen, desde el norte y desde el sur, numerosos afluentes como el Esgueva y el Riaza. La malla así entretejida configura una imaginaria punta de flecha orientada a poniente, hacia donde muere el día. Esta circunstancia explica la popular expresión "Soy Duero, que todas las aguas bebo" de la que solían hacerse eco los viajeros cuando visitaban la Ribera, o que el citado Unamuno le confiriera la categoría de "Padre", de evocadoras raíces poéticas pero, también, de rotunda sonoridad de hondo calado conceptual y simbólico⁷.

Para tan ilustre escritor era la conciencia del paisaje que, "... agitada y espumosa... turbia y opaca... cris-



Figura 1. Duero a su paso por Vadocondes.

talina y clara, rumorosa a trechos...", se transformaba en el hilo conductor, en el gozne hacia el cual basculan las tierras de sus amplias márgenes. Su presencia, poderosa y omnipresente, fue testigo privilegiado del hacer de los siglos y de nuestro recorrido por estas tierras hasta el punto que podemos identificarnos con Bartolomé Joly, aquel viajero francés que, a principios del siglo XVII, decía "Pasamos y repasamos a menudo el río Duero... Acompañados siempre por ese río..."⁸. De este modo, el rumor de sus aguas y de sus múltiples corrientes tributarias serán un fiel compañero: "Se oía el murmullo del río, que parece canta una canción monótona...", recordaba Baroja en *Con la pluma y el sable*, donde narra las aventuras de Aviraneta en el Monasterio de La Vid a las orillas del Duero⁹ (figura 1).

Es el agua, por lo tanto, uno de los grandes protagonistas de la Ribera, pero no solo por sus ríos sino por sus manantiales y acuíferos de los que, sin duda, el más singular son las Lagunas de Valcabadillo, en Tubilla del Lago. Este ejemplo avala cómo su importancia queda recogida en la propia toponimia y, en relación con ello, son abundantes los núcleos que incorporan el nombre de sus principales ríos a su denominación¹⁰. Muchos otros topónimos tienen por raíz la palabra Fuente¹¹ e, incluso, pueden expresar la condición de un paso fácilmente vadeable, como sucedería con Vadocondes. Todo ello atestigua, por parte de los vecinos de estas tierras, el reconocimiento al agua como elemento determinante para la vida.

Al Duero y a sus afluentes les cabe ser los artífices de las principales unidades de relieve de la comarca, además de matizar su climatología. Como agentes geomorfológicos actuaron, fundamentalmente, sobre un territorio originado en el Terciario, en el que dominan los materiales blandos y las calizas¹². Su diferenciado comportamiento, ante la capacidad erosiva de las aguas, es la responsable de la formación de su tan característico paisaje. En él se alternan las vegas con las llanuras aluviales y los páramos calcáreos en los límites occidentales y meridionales. Los primeros son anchos y de fondo plano cuyas altitudes tienen su punto más bajo en los 760 metros del Duero, en el entorno de

Roa, antes de abandonar la provincia burgalesa. A su vez, los páramos se definen por presentar una superficie superior ligeramente ondulada y abruptas laderas con altitudes cercanas a los 1.000 metros. Como transición entre las vegas y los páramos se desarrollan las campiñas, de formas onduladas, salpicadas por imponentes cerros del que la Cuesta de Quintanamanvirgo es uno de sus ejemplos más expresivos.

Tanto desde páramos como desde los cerros, testigos todos ellos de sucesos históricos trascendentes para la comarca, puede disfrutarse de espectaculares vistas que comprenden no solo la Ribera del Duero, sino las provincias limítrofes de Palencia, Segovia, Soria y Valladolid, además de las Sierras que limitan la Comunidad madrileña. Especialmente singulares son las que se obtienen desde el llamado "balcón de la Ribera", o mirador de Valcabado, habilitado para este efecto, el Alto de Socastillo, en San Martín de Rubiales, o el Alto de Belosillo, en Arandilla. Su dominio sobre un amplio contorno permite comprender su valor estratégico en el control visual del territorio durante la Antigüedad y el Medievo. Esta imagen resulta muy evidente en Haza y Roa, cuyos altos cerros afrontados parecen entablar un diálogo milenario que valoramos desde la vieja fortaleza de la primera o paseando por el espolón raudense, colgado sobre la vega del Duero.

En este conjunto, adquiere notable singularidad el extremo nororiental de la comarca, zona en la que la Ribera entra en contacto con las estribaciones meridionales de la Sierra de la Demanda. En tal sector, donde nace el Esgueva, se suceden los anti-

clinales y sinclinales de caliza que dan lugar a las Lomas de Cervera. Mientras, al norte de ellas, en las Peñas de Cervera, que llegan a los 1.387 metros de altitud, el relieve se torna marcadamente agreste¹³. Otro enclave de fuerte personalidad es la Serrezuela, en el término de Fuentenebro, perteneciente ya al Sistema Central, con una altura de 1.377 metros en el pico Peñaelcuerno, donde se hallan floraciones rocosas únicas en Burgos que convierten este enclave en un punto de interés geológico en la provincia¹⁴.

La acción del agua ha configurado también, en entornos muy concretos, hermosos paisajes que extrañan en un contexto como el ribereño. Así, en laderas de fuerte pendiente ha dado lugar a la formación de cárcavas y si su paso trascurre por materiales que no se erosionan con facilidad, genera caprichosas figuras conocidas como las "chimeneas de hadas". De ellas hay notables testimonios en las cercanías del Monasterio de La Vid. Incluso, es posible hallar ejemplos de pequeños cañones al nor-este, como puede verse en las inmediaciones de Espinosa de Cervera, o el desfiladero del arroyo de Fuente Barda, en Arauzo de Miel.

También las unidades de relieve han quedado recogidas fielmente en la toponimia. Así, el carácter de vega se ve en Castrillo de la Vega y en aquellos nombres cuya raíz la compone el término Val¹⁵; mientras, la existencia de cerros o puntos de elevada altitud se concreta en la raíz Peña¹⁶. Por el contrario, Nava, que además de dar nombre a una localidad próxima a Roa, también es un arroyo y su correspondiente valle, hace referencia a un paraje llano situado entre varias alturas.

Por lo que se refiere a las condiciones climáticas, la Ribera pertenece al área continental, aunque suavizadas por su situación meridional y la influencia de los cauces, siendo más acusadas en aquellos sectores de menor altitud. Sus inviernos son largos y rigurosos, con fuertes heladas entre octubre y mayo, y los veranos cortos, calurosos y muy secos, con una media máxima de 29 °C en julio y agosto. La comarca se define por tener un elevado número de horas de sol al año, aunque las nieblas en otoño e invierno pueden llegar a ser persistentes. Las precipitaciones no suelen superar anualmente los 600 litros por metro cuadrado, lo que la sitúa entre las tierras más secas de Burgos. Su régimen es bastante irregular, entre 678 mm y 250 mm y tienden a con-

centrarse en otoño y primavera, destacando mayo como el mes más lluvioso.

Todo lo expuesto hasta el momento determina las características de su cobertura vegetal que, desde hace centurias, presenta una clara alternancia entre zonas de arbolado, y otras de amplias extensiones de plantas herbáceas. De ello dejó constancia León de Romthal de Blatna y sus compañeros de viaje, en su camino a Roa, mediado el siglo XV, al señalar: "... atravesamos una selva en que no había más árboles que enebros y sabinas... después fue nuestro camino por tierra yerma en que no había más que salvia y romero en leguas..."¹⁷. La selva debe referirse al bosque mediterráneo, del que todavía quedan retazos en Torresandino y Tórtoles de Esgueva, aunque son los sabinares del Arlanza, -Arauzo de Miel, Briongos de Cervera, Ciruelos de Cervera y Espinosa de Cervera-, donde encontramos las muestras más extensas y mejor conservadas. Ambos han sido reconocidos como LIC dentro de la Red Natura 2000 de la Junta de Castilla y León.

Muy abundantes son los pinares silvestres, fundamentalmente en Baños de Valdearados, Hontoria de Valdearados, La Horra, Quemada, Quintana del Pidio o Zazuar. También tienen interés las masas de encina, quejigo, pino resinero y sabina salpicadas por diferentes puntos de la comarca. Algunos de estos bosques han sido escenario de evocadores acontecimientos históricos e, incluso, han fomentado las tradiciones y leyendas, como la que sitúa en el entorno de la Ermita de la Virgen del Monte, en La Vid, la afrenta a las hijas del Cid en el robledal de Corpes, narrada por el *Cantar de Mio Cid*¹⁸.

No obstante, lo que hoy en día distingue a la Ribera Burgalesa son las tupidas arboledas que los numerosos cursos fluviales permiten formar en sus márgenes, conocidas como bosques de galería. A modo de venas verdes, dibujan una elegante malla que surca el territorio y en ellas crecen chopos, álamos, fresnos, sauces, olmos y alisos, junto con carrizos, junqueras o mimbreras. Dada su riqueza medioambiental, las riberas del Duero y del Riaya también han sido distinguidas con la categoría de LIC en nuestra Comunidad Autónoma. La abundancia de agua favorece, igualmente, la presencia de huertas feraces en los límites de las poblaciones donde abundan los cerezos, manzanos, perales, almendros y nogales.

Pero no solo el agua es responsable de esta cobertura vegetal, los ricos y profundos suelos han contribuido al desarrollo de ejemplares de noble porte y probada longevidad que ha llevado a catalogarlos como singulares. La mayoría de las localidades ribereñas protege alguno de ellos, conservándose impresionantes álamos blancos, castaños, chopos negros, encinas, fresnos, pinos piñoneos y resineros, nogales, quejigos y sabinas. Muy notables son los morales e, incluso, es posible disfrutar de otras especies menos comunes, como el árbol del paraíso que llama la atención por sus hojas verdes plateadas¹⁹. A su vez, esta riqueza arbórea explica la amplia variedad de hongos que se crían en la comarca, hasta 150, de las que unas 50 son comestibles, entre las que los niscalos, las setas de cardo, la trufa negra y los *boletus* son las más apreciadas.

Por lo tanto, parece comprensible que, asimismo, la importancia de la vegetación quede recogida en la toponimia de la comarca²⁰. O que la literatura se haga eco de ella, pudiendo leerse uno de los más bellos testimonios en *La Amante* de Alberti donde olmos, álamos o mimbrales se trasmutan en figuras poéticas de suave fuerza expresiva: "Debajo del chopo, amante,/debajo del chopo, no./ Al pie del álamo, sí,/del álamo blanco y verde./Hoja blanca tú, esmeralda yo", recitaba al pasar por Quintana del Pidio²¹. Tampoco debe extrañar que riberas y bosques de encinas, pinos y sabinas hayan sido escogidos para trazar algunos de los senderos de la provincia burgalesa con mayor encanto. Entre ellos merece citarse, sin duda, el que discurre paralelo al Duero, cruzando en varios puntos su curso, que forma parte del Camino Natural Senda del Duero, integrado en el Programa de Caminos Naturales del Ministerio de Agricultura, y del GR 14 europeo²².

Las arboledas se combinan con las plantas herbáceas, creciendo en la Ribera ajenjo, amapolas, espliego, gamón, malvas, melisa, manzanillas, romero, te y tilas, todas con reconocidas propiedades curativas y usadas desde hace siglos por los ribereños. No falta el beleño, utilizado en numerosos ungüentos y con probada eficacia como "filtro de amor"²³. De ellas no solo se hizo eco el citado León de Romthal de Blatna, sino que, en 1700, el librero holandés Jorge Gallet describía la comarca, en su camino hacia Gumiel de Mercado, como "... un país de landas llenas de espliego, de tomillos y de alhucema..."²⁴.

En este marco natural vive una gran diversidad de fauna que potencia, aún más, los valores medioambientales de la Ribera burgalesa. Las áreas de mayor riqueza son los bosques de galería y los sabinares del Arlanza reconocidos, estos últimos, como ZEPA –Zonas de Especial Protección para las Aves–²⁵. Aquí buscan refugio codornices, corzos, jabalíes, liebres, perdices, tejones o zorros que han permitido la creación de afamados cotos de caza, algunos de ellos de larga tradición como Ventosilla. Sin embargo, uno de los principales tesoros naturales de la Ribera es el ornitológico al haberse censado unas 175 especies, desde cucos, mirlos, palomas y ruiseñores a las poderosas rapaces. De ellas, la Ribera cuenta con las siete especies nocturnas que habitan en España, destacando el majestuoso búho real, y algunas de las diurnas, águila real, aguililla calzada, águila culebrera, azor, cernícalo, halcón peregrino o milano. En las zonas más rocosas del entorno de las Peñas de Cervera viven comunidades de buitres leonados y alimoches. Ligados a la vida acuática tenemos el martín pescador, la garza real, anfibios e, incluso, la nutria. Las aguas son ricas en distintas especies, hasta 30, siendo las más apreciadas los barbos, las carpas y las truchas autóctonas, sin olvidar los cangrejos de los que existe el cangrejo señal y el rojo o cangrejo americano.

Las condiciones de este marco natural han sido aprovechadas por el hombre en una doble dirección que hoy conforma la imagen más recurrente de su paisaje, la alternancia de los campos de cereal y los famosos viñedos. Estos se favorecen de unos suelos pobres en hierro y ricos en arcilla y caliza, y de la fuerte oscilación térmica entre el día y la noche con una temperatura media apropiada y la humedad precisa proporcionada por las nieblas del Duero. Todo ello ha generado la variedad denominada "Tinta del País", un "Tempranillo" con personalidad única que convierte a la Ribera en una de las regiones vinícolas más valoradas del mundo.

Todos estos factores se traducen en una riqueza cromática sorprendente y diferenciada, según la estación del año. En la primavera despiertan infinitas gamas en las riberas unidas a la intensidad de los verdes de los cereales que alcanzan su esplendor cuando las amapolas ponen su peculiar contrapunto, mientras que las vides se muestran más lentas en su renacer. De ahí que, en verano, los dorados granos alternan con los verdes pámpanos y las todavía

frescas riberas que, progresivamente, van tornando hacia los incontables matices rojos y dorados del otoño que, también, tiñen las viñas. Y, así, llega el letargo invernal del que solo pueden sustraerse los pinares y sabinas que salpican con sus manchas de verde oscuro las apagadas tierras.

3. LA OCUPACIÓN DEL TERRITORIO

Un medio natural tan rico en corrientes fluviales se constituye en inmejorable sustrato para el desarrollo del poblamiento, al reunir los valles favorables condiciones para la vida y constituirse en óptimos corredores viarios. A ello se une la situación estratégica de la comarca, en una posición equidistante con importantes centros castellanos -Burgos, Segovia, Soria o Valladolid-, además de ser paso obligado entre el norte y el centro peninsular, pero también entre el poniente y el levante. Estas circunstancias afectaron a la articulación espacial ribereña que, a su vez, resulta vital para entender la ocupación del territorio y las relaciones establecidas entre las diversas localidades y su entorno físico.

En este territorio se trazó, a lo largo de los siglos, una compleja red viaria que, además de servir a los intereses generales de cada momento, constituyó, y sigue constituyendo, la base de comercialización de sus vinos, la cual, convenientemente adecuada y modernizada, permite también nuestros desplazamientos y, por lo tanto, el desarrollo del enoturismo. Su carácter neurálgico ya fue aprovechado en tiempos de los romanos quienes trazaron calzadas como la *ab Asturica per Cantabriam Caesaraugustam* que, desde Astorga, se dirigía a Zaragoza, pasando por Roa o Clunia. En ella confluían importantes ramales para comunicar este último núcleo con sus zonas de influencia, como cabeza de una gran circunscripción. Su realización les obligó a levantar numerosos puentes pues, en muchos casos, la necesidad de enlazar con las calzadas que discurrían más al norte de la Ribera llevó a diseñar rutas perpendiculares y no solamente paralelas a los cauces. Caleruega, Coruña del Conde, Gumiel de Izán o Valdeande, muestran todavía entre su patrimonio valiosas huellas de la infraestructura viaria romana²⁶.

No obstante, será el especial contexto del Medievo, en el imparable avance cristiano desde los valles cantábricos hacia las regiones meridionales, el que vaya a fijar los parámetros de la red caminera vigente

hasta nuestros días con los imprescindibles ajustes impuestos por las dinámicas contemporáneas. Es en estos momentos cuando se establece una malla fuertemente ortogonal, dominada por el eje nortesur que divide la comarca en dos mitades, subyaciendo transversalmente las sucesivas líneas paralelas del Esgueva y del Duero, cuyos respectivos cauces serán seguidos por dos destacados caminos que comunicaban las penillanuras del oeste con el fértil valle del Ebro. De ellos, el del Duero terminará imponiéndose por integrar en la misma vía núcleos de singular trascendencia como Zamora, Peñafiel o Soria, además de Roa y Aranda de Duero, localidad esta última donde tenía lugar el cruce con el camino longitudinal procedente de Burgos. La red prioritaria se completaba con aquellas vías que, con un sentido radial, recorrían algunos de los restantes valles ribereños. Así sucede con el del Riaza, que confluía en las inmediaciones de Roa, el del Gromejón o el del Bañuelos, el cual desembocaba en Aranda de Duero.

Todo lo expuesto explica que en la Ribera encontremos algunos de los más singulares puentes burgaleses, cuyo trascendente papel en las comunicaciones peninsulares les hizo objeto de continuado interés y constante mantenimiento para conservar y actualizar sus fábricas desde el Medievo hasta la Contemporaneidad²⁷. Elocuentes testimonios de esta dinámica son los puentes sobre el Duero de Aranda, Roa, San Martín de Rubiales, Vadocondes o La Vid, o el de Milagros en el Riaza. El panorama así trazado apenas ha experimentado variaciones significativas. Ciertamente es que desde las directrices ilustradas y decimonónicas se potenciaron sobre todo aquellos ejes de mayor peso en el ámbito peninsular -el longitudinal y el paralelo al Duero-, pero los intereses provinciales, representados por la Diputación, buscaron reforzar los caminos entre comarcas diferenciadas, como la vía que, por Peñaranda de Duero y Huerta de Rey, se dirigía a la zona de la Sierra.

Sin embargo, los años finales del mil ochocientos y las primeras décadas del siglo XX, trajeron importantes novedades que han terminado de vertebrar el marco ribereño. En ambos momentos se partió de un presupuesto común, el de mejorar las oportunidades de estas tierras en busca de una mayor rentabilidad para sus generosos recursos y, en concreto, para el viñedo. El primero que logró materializarse fue el ferrocarril, pero los caminos del hierro optaron por

reproducir el esquema viario ya establecido desde hacía centurias con dos líneas. La más antigua, la del Valladolid-Ariza, inaugurada en 1895 y con estación principal en Aranda, discurría paralela al Duero al que salvaba en Vadocondes con un magnífico puente de hierro diseñado por el ingeniero belga Seyring, socio de Eiffel, uno de los más preciosos ejemplos del patrimonio industrial burgalés incluido en el inventario de Castilla y León²⁸. Ya en la centuria siguiente, logró ponerse en marcha un proyecto largamente esperado, el Directo Madrid-Burgos con paso por Aranda de Duero, al iniciarse en 1928 las ansiadas obras en la capital ribereña²⁹.

La segunda aportación de la Contemporaneidad fue la creación de canales de riego, recuperando una antigua aspiración renacentista que no pudo hacer realidad su proyectado canal desde La Vid a Aranda. El siglo XIX aportó nuevas ideas y se gestionaron numerosas empresas sin que ninguna lograra concretarse hasta los últimos años, cuando se pusieron las bases del primer canal del Duero, entre San Juan del Monte y Vadocondes, inaugurado en 1900. A él siguieron otros más conocidos, como el de Guma, o de la Reina Victoria, y el de Aranda. Todos ellos convirtieron el extremo oriental del Duero burgalés en un complejo entramado fluvial que serpenteaba entre las poblaciones siendo fuente de singular feracidad³⁰.

En este tejido, la ocupación humana fue dando lugar a una multiplicidad de asentamientos distribuidos en el espacio con un carácter relativamente homogéneo. No obstante, su presencia es menor en el extremo nororiental, hacia los límites con las tierras de la Demanda. Aquí, las estribaciones meridionales de la Sierra, con un clima más riguroso y una orografía más abrupta, resultaban menos atractivas, frente a la zona occidental, donde la confluencia de las vegas del Riaza y el Gomejón con la del Duero, favoreció una mayor concentración de localidades. En cualquier caso, su número es mucho más reducido que en el resto de la provincia y, además, se desarrollan a una mayor distancia entre sí, panorama especialmente evidente al compararlo con las regiones norteñas y que determina unas posibilidades de viaje muy distintas a las de otras zonas³¹.

Son los núcleos, como conjuntos urbanos, una de sus riquezas, reuniendo cuatro de los declarados BIC, por la Junta de Castilla y León, en la provincia burgalesa, Aza, Gumiel de Izán, Peñaranda de Duero y Vadocondes. Su valoración comienza por las relaciones

establecidas con el entorno en el que la alternancia de páramos y valles condiciona su emplazamiento. Así, tienden a buscar la protección que pueda prestar una altura inmediata³², o se encaraman a la cima de escarpados y potentes cerros, como vemos en Aza y Roa. La otra opción es ocupar las riberas de alguna de sus innumerables corrientes y de ahí las localidades que jalonan el Esgueva, el Duero, el Riaza o el Gomejón, desempeñando algunas la función de "cabeza de puente" al presidir su paso. Pero tampoco faltan aquellas asentadas en un terreno totalmente llano, por lo general vinculadas a otras de notable protagonismo³³.

Esta variedad se refleja en la imagen que descubrimos de cada población al ir acercándonos, la cual se constituye en parte ineludible en el disfrute de los valores paisajísticos de la comarca³⁴. Su percepción variará según nuestro grado de proximidad y será diferente en cada época del año. Los emplazamientos en lo alto de páramos y cerros nos permiten admirar su rotundo impacto visual que, en otro tiempo, podía llegar a ser, incluso, germen de temor, según sucedía, en el Medievo, al contemplar las citadas Aza o Roa. Mientras, aquellas protegidas por un promontorio revelan al viajero múltiples perspectivas plásticas, como puede verse en Coruña del Conde y Peñaranda de Duero. Muy distintas son las visiones en las que domina la inmersión en un contexto medioambiental de sugestivas calidades. Así, los asentamientos de ribera o rodeados por un amplio y feraz cinturón de huertas y frondosos viñedos, provocan fuertes contrastes que impresionan la retina al enfrentarse a los campos circundantes de cereal. Además, cuando esta cobertura es de especial porte ayuda a establecer juegos visuales, al comportarse como un velo que oculta o deja entrever el núcleo, en una relación siempre cambiante, según nuestra posición.

No es extraño, entonces, que algunas de las poblaciones ribereñas, tal es el caso de Aranda de Duero, prometiesen a los ojos de los antiguos viajeros "... las delicias de un oasis en medio de las arenosas soledades del desierto", o se presentasen, según sucedía con Gumiel de Mercado, como "... un jardín de delicias... un solar de embeleso... un verdadero paraíso..."; sensaciones todavía válidas cuando se viaja en verano o a principios del otoño. Su imagen tiene un atractivo especial en los días de niebla, donde los vapores de los inmediatos cursos fluviales envuelven sus contornos y obligan a imaginar lo que se



Figura 2. Vista aérea de Vadocondes (Fotografía Merlín).

oculta tras sus formas caprichosas, "... como las que dibujan o figuran las nubes...". Y ya, en posiciones inmediatas, triunfan los valores pintorescos de sus casas colgando sobre el río o reflejándose en el cauce, tal y como acontece en Aranda de Duero o Vadocondes. Pero todo ello adquiere matices singulares en función de los materiales constructivos empleados y que, salvo excepciones, van a proceder del entorno inmediato. Esta circunstancia hace que las localidades se integren en su marco natural, formando una fuerte simbiosis cromática. Así, en aquellas en contacto con los páramos o inmediatas a cerros, dominan los tonos blanquecinos de las calizas, mientras que en las ribereñas se vuelven más cálidos al combinar la piedra con el entramado de madera relleno de adobe formado con la abundante arcilla de las vegas (figura 2).

A su vez, en este panorama se sobrescriben los contornos de los núcleos que son fuente de disfrute pero, también, de valiosa información sobre su génesis y crecimiento. Así, las formas compactas y suavemente redondeadas van dejando paso, en las visiones de mayor inmediatez, a los enhiestos perfiles de los castillos y torreones medievales de Caleruega, Coruña del Conde, Fuentenebro, Hoyales de Roa o Torregalindo, a los que, incluso, podían sumarse las torres de algunos templos parroquiales y este es el caso de Gumiel de Izán o Gumiel de Mercado, Moradillo de Roa, Tórtoles de Esgueva o Villaescusa de Roa. El modo de quedar emplazada la fortaleza en el cerro y su peculiar diseño, según sucede en Peñaranda de Duero, permite compararla con un barco de elegante mascarón en la proa.

Precisamente, serán los elementos defensivos remodelados en la segunda mitad del XV, como los de Aza y Peñaranda, los que vayan imponiendo los trazos horizontales que dominarán en aquellos conjuntos urbanos reelaborados durante la centuria siguiente, y así sucedió en el de Peñaranda. Sin embargo, en un nutrido elenco de poblaciones de esta comarca, los contornos tienden a adoptar formas piramidales vertebradas en torno a las sólidas torres o esbeltas espadañas parroquiales realizadas a partir de finales del siglo XV³⁵, y que se constituyen en claros ejemplos de haberse sustituido los erizados perfiles del guerrero medieval por las agujas de la mística barroca. A todo ello, la Contemporaneidad ha ido sumando los hitos industriales que a veces compiten con los históricos; chimeneas fabriles y depósitos de agua son algunos de ellos, según vemos en Vadocondes, pero también los grandes volúmenes de los silos de posguerra y las modernas bodegas de formas cúbicas establecen renovados diálogos con la herencia recibida.

De la imagen de las localidades ribereñas y de su articulación con el espacio natural se deduce, también, la existencia de dos tipos fundamentales de núcleos con una composición urbana que nos ofrece posibilidades diferenciadas en su visita. Un gran número de ellos son **asentamientos de condición agrícola**³⁶ que pueden ocupar posiciones llanas o los bordes de algunos de sus numerosos ríos, en busca de las tierras más fértiles, o estar al resguardo de los vientos del norte por situarse en la ladera meridional de suaves promontorios en cuya cima, habitualmente, domina la fábrica parroquial que suele convertirse en uno de sus principales atractivos turísticos, aunque nunca en el único. En efecto, la irregularidad de sus planos y la existencia de límites poco rígidos, con transiciones muy fluidas entre el caserío y los campos circundantes, favorecen la inmersión en el contexto natural reforzado por conservarse en su interior, todavía hoy en día, amplias superficies sin macizar aprovechadas para huertas y construcciones auxiliares.

A todo ello se une su aparente falta de claridad en la organización del espacio interior, donde el eje viario con el que suelen estar en contacto y hacia el cual ha ido desplazándose el conjunto del caserío, reba-

sándolo por lo general, se convierte en el hilo conductor; pero conviene no olvidar que es siempre la torre o espadaña del templo el hito espacial más válido a la hora de orientar nuestros recorridos. De forma muy excepcional alguna de estas poblaciones adopta un esquema típico del planeamiento urbano medieval, como la doble proa de Sotillo de la Ribera que la confiere una personalidad singular dentro de este conjunto. Con frecuencia esconden espacios de convivencia que sorprenden por sus dimensiones, muy superiores a las necesidades de sus modestos vecindarios. Esto, quizá, pueda relacionarse con el carácter esponjoso y escasa vertebración que definen sus parcelarios y así sucede en Arandilla, Fresnillo de las Dueñas, San Juan del Monte, Santa Cruz de la Salceda, Valdezate o Zazuar.

Frente a este panorama, destacan aquellas localidades con ricas posibilidades monumentales. Son núcleos que nacieron con vocación de controlar su entorno y favorecer la defensa del mismo, los cuales, en muchas ocasiones, terminaron por convertirse en centros de referencia o **cabeceras de comarca**. De ahí que los cuatro declarados BIC pertenezcan a este grupo. Aunque Aranda de Duero fue asumiendo con el tiempo la dimensión de centro regional por excelencia del Burgos meridional, hay villas que siguen manteniendo su protagonismo, como Gumiel de Izán, Gumiel de Mercado, Huerta de Rey, Peñaranda de Duero o Roa, mientras que en otros ejemplos resulta difícil adivinar hoy su antigua condición, y así sucede en Aza, Coruña del Conde o Guzmán, atestiguada, no obstante, por su valioso legado patrimonial.

Su emplazamiento suele estar ligado a posiciones con claras posibilidades defensivas y de dominio visual sobre el territorio circundante, en íntimo contacto con ejes viarios de relevancia o controlando el paso vadeable de un importante cauce fluvial. En el primer caso sus plantas son alargadas, reproduciendo la disposición del cerro o colina, traduciéndose su función en la construcción de fortalezas o torreones -Aza, Castrillo de la Vega, Coruña del Conde, Fuentenebro, Gumiel de Izán, Hoyales o Roa-, de los que siguen existiendo preciados testimonios. Por su parte, en aquellas "villas cabeza de puente", como Aranda de Duero y Vadocondes, sus plantas dibujan perfiles redondeados al adaptarse al espacio que les deja el cauce fluvial³⁷. Así, Vadocondes aprovecha el interior del meandro formado por el Duero y Aranda ocupó el espacio de confluencia originado por varios arroyos que desembocaban en el Duero. En

ambos casos, su singular papel en relación al río ha quedado recogido, incluso, en su heráldica³⁸.

En una amplia mayoría, su trazado urbano se convierte, también, en un digno atractivo para disfrutar durante una pausada visita que debe apreciar, en los contornos bien definidos de sus planos, la huella de antiguos cinturones de murallas o cercas. De ellos, salvo en Aza o Roa, apenas quedan restos que así lo atestigüen, aunque su existencia continúa siendo visible por la disposición del caserío sobre su antiguo trazado y por la presencia de ejes viarios de mayor anchura que circunvalan las respectivas localidades, siguiendo los viejos caminos de ronda reconvertidos, en ocasiones, en paseos. Cuando tuvieron una larga evolución es posible seguir sus etapas de crecimiento a través de la ampliación de los diferentes recintos amurallados para ir englobando los barrios extramuros, como puede verse en Aranda de Duero. Pero, por lo general, todas suelen mostrar signos evidentes de su desarrollo desde las posiciones defensivas hacia las zonas del llano. Tan solo Aza y Roa son una excepción, al haberse extendido por la amplia cima de sus respectivos cerros.

Para acceder a estas poblaciones resulta especialmente atractivo aprovechar los arcos y puertas de muralla que todavía se conservan, como sucede en Coruña del Conde, Gumiel de Izán, Gumiel de Mercado, Peñaranda de Duero o Vadocondes. Estos elementos eran su rostro y de ahí que estuvieran directamente en contacto con las principales vías de comunicación. Una vez en su interior, discurrir por su bien estructurada articulación nos descubre la existencia de una organización interior ordenada en torno a un claro eje, normalmente la Calle Real o Mayor. Este coincide con el antiguo camino y se completa, en muchos casos, por los sucesivos trazos paralelos que su desplazamiento ha ido originando en función del crecimiento urbano, siguiendo las curvas de nivel de los cerros y colinas junto a los que suelen estar emplazados. Ello da lugar a la existencia de pintorescas calles secundarias, estrechas y cortas, que permiten salvar las diferentes cotas de altura y de ahí su habitual pendiente.

En este tipo de núcleos los ámbitos representativos adquieren una notable significación, siendo uno de sus valores más atractivos y donde se concentra parte de su notable patrimonio, al ser su corazón y por lo tanto uno de los elementos que mejor resumen su esencia³⁹. No siempre nos encontramos con plazas mayores independientes de los ámbitos de respeto abiertos frente a las fábricas parroquiales, salvo en

Aranda de Duero cuyo progresivo desarrollo a lo largo del Medioevo favoreció la existencia de espacios ajenos a los templos en los que dominaba el carácter concejil y el comercial. Así se ve en la Plaza Mayor, conocida durante siglos como la Plaza Nueva, por haberse gestado a extramuros y quedar posteriormente englobada en la expansión del cerco amurallado, y también en la Plaza del Trigo. Sin embargo, lo habitual es que esas funciones, la concejil y la comercial, convivan con la religiosa como sucede en Gumiel de Izán, Roa o Vadocondes, lo que confiere una impronta monumental a estos conjuntos. En Gumiel de Mercado la Plaza Mayor adopta una posición tangencial al templo de San Pedro, abriéndose ambos elementos a la Calle Real aunque de modo claramente diferenciado.

No obstante, el ejemplo más excepcional lo tenemos, sin duda, en Peñaranda de Duero, donde la transformación nobiliar del antiguo núcleo defensivo, en clave renacentista cortesana, generó una gran plaza señorial presidida por el Palacio de los Avellaneda y la antigua colegiata, también bajo su patronazgo. Mientras, retirada al lado norte de este gran espacio de poder, la modesta plazuela, que acoge una fuente ante la Casa del Concejo, es la Plaza de la Villa, brindándonos el conjunto uno de los más bellos espacios urbanos castellanos. Algunos de estos ámbitos permiten disfrutar del encanto de pasear bajos sus tramos de soportales, elocuentes testigos de un tiempo de animadas ferias y mercados, hoy aprovechados para comercios y negocios de hostelería y restauración, o también, admirar algunos de los rollos jurisdiccionales más notables de la provincia burgalesa, como sucede en Peñaranda de Duero y Vadocondes, siendo el primero el único de la provincia de Burgos que, desde 1931, goza de una protección individualizada, varias décadas anterior a la declaración genérica de 1963⁴⁰.

Pero las tierras meridionales de nuestra provincia nos ofrecen, además, **otro tipo de núcleos** con características muy distintas a cuanto hemos visto hasta ahora, dada su diferenciada función. Así sucede en aquellos en los que se impone una fundación monástica, según sucede en Caleruega. Aquí, su primitiva condición de centro de un dominio feudal en manos de los Guzmán, materializada en su bello torreón, deja paso a una villa que gira en torno a la implantación de una importante célula religiosa femenina para honrar la memoria de Santo Domingo de Guzmán, la cual fue creciendo a lo largo del tiempo, duplicándose a mediados de la pasada centuria con

la creación de un convento masculino. Un segundo tipo son los sitios de recreo diseñados para deleite nobiliar en amenos contextos y de los que la Ribera cuenta con dos notables testimonios: Ventosilla y Valverde.

Finalmente, en la Ribera se encarnan también **los planteamientos de la Contemporaneidad**, aunque desde dos vertientes muy distintas. La más evidente la representa su cabecera de comarca, la tercera población de Burgos por número de habitantes, que constituye un elocuente prototipo del desarrollo urbano alentado por la industria y por el potencial de una estratégica posición viaria. Su fuerte crecimiento, tras ser designada en 1959 entre las localidades que formarían parte del Plan de Descongestión Urbana y Defensa de Madrid, desbordó su tradicional recinto urbano y el modesto barrio situado en la margen meridional del Duero absorbió gran parte de la expansión⁴¹.

Ello transformó el cauce fluvial en uno de los ejes vertebradores del moderno núcleo junto con el trazado del antiguo camino Burgos-Madrid. Este, bordeando el casco y cruzando el Puente Mayor, fue el foco de dinamización principal durante décadas. Sus extremos atrajeron la instalación de las actividades industriales, en especial el de la zona sur, pues es aquí donde, en contacto con la vía transversal que unía Zamora con Zaragoza, se situaron las estaciones de ferrocarril, reforzando el papel de nudo de comunicaciones que siempre había tenido Aranda. El resultado es una localidad que, aunque se concentra en las inmediaciones del paso del Duero, extiende sus límites en torno al trazado viario con un sentido de infinita proyección pero con carácter fragmentario. Este es el resultado de haberse ido concretando la amplia mayoría de las implantaciones industriales a través de polígonos, aislados del caserío con el fin de minimizar su potencial peligrosidad. Así lo prueba el moderno polígono de Allendeduero o la abandonada azucarera, paradigma de los inicios de la renovación arandina y mudo testigo de la incompreensión de nuestro patrimonio industrial, a pesar de estar incluido en el inventario de la Junta de Castilla y León.

Pero la Ribera tiene, asimismo, significativos ejemplos de un nuevo tipo de poblaciones relacionadas con la necesidad que hubo, en la primera mitad del siglo XX, de resolver el problema de la vivienda de las clases más desfavorecidas y su aprovechamiento para la puesta en marcha de experiencias agrarias ligadas a la extensión del regadío. Esta comarca burgalesa se convirtió en escenario privilegiado de tales ini-



Figura 3. Teatro-anfiteatro de Clunia.

ciativas como avalan La Enebrada, en las inmediaciones de Aranda de Duero, o Guma y Zuzones. El primer caso no pasó de ser una modesta colonia de pequeñas viviendas unifamiliares con reducidos servicios comunitarios, mientras que los segundos responden al programa llevado a cabo por el Instituto Nacional de Colonización creado en posguerra. En ambas, tomando como referencia los antiguos pueblos de colonos del Monasterio de la Vid, prácticamente abandonados tras la exclaustración, se realizó un ambicioso proyecto urbano de rígida composición geométrica para acomodar a los desalojados vecinos de Linares (Segovia), cuyas casas iban a quedar sumergidas por un pantano⁴².

4. CUANDO TODO COMENZÓ

Tan valioso legado es el fruto de un largo recorrido temporal que, sin olvidar los testimonios más antiguos y el fenómeno megalítico⁴³, comienza a adquirir verdadera significación a partir del periodo conocido como Edad de los Metales⁴⁴. A este momento pertenecen prósperas comunidades agrícolas que, en función de sus intereses y necesidades, se beneficiaron de las posibilidades de control del territorio, a través de los puntos elevados aportados por cerros y páramos, pero también, de las óptimas condiciones de vida del medio ribereño. Los ejemplos más importantes pertenecen a las llamadas Edad del Bronce (4000-2700 a.C.), y Edad del Hierro (800-19 a.C.).

A su vez, la estratégica posición disfrutada por la comarca permitió, hacia el 300 a.C., la llegada de

decisivos influjos de las culturas levantinas, es decir, del modelo celtibérico, del que recibieron avances tecnológicos y novedades como la escritura. El resultado fue la dinamización de una notable red de asentamientos que experimentaron un acusado desarrollo económico, social y político, los cuales pertenecían a dos pueblos celtiberos diferentes: los vacceos, al oeste, con el gran centro de Rauda (Roa), y los arévacos, al este, donde se emplazaba Clunia⁴⁵.

Esta condición de tierra de encuentro y su carácter neurálgico dentro del Valle del Duero fue pronto percibida por Roma quien, además de ejercer su influjo

en las poblaciones celtiberas, estableció en lo alto del cerro que controla el Arandilla, la gran ciudad de Clunia, a la que convirtieron en un importante centro de referencia del norte peninsular⁴⁶. Prueba de ello son los edificios oficiales que aquí se construyeron, como el amplio teatro, posteriormente adaptado a los espectáculos de animales, las diversas termas, ámbitos de socialización por excelencia para el mundo romano, o el gran foro, concebido como el corazón de la ciudad por su posición y funciones en la vida pública, al concentrar las religiosas, con el templo dedicado a Júpiter, las comerciales, con sus tabernas instaladas en el pórtico doble, las jurídicas, al estar presidido por una basílica de notables dimensiones, apta para atender a su extensa jurisdicción, y también las de recreo al tener lugar en el espacio central funciones y juegos. Algunos, como el teatro, vuelven a la vida en primavera y verano, al seguir deparando intensas veladas culturales, según sucede cuando se convierte en el marco de espectáculos relacionados con la cultura clásica, entre los que llama la atención un reputado Festival Juvenil. A su vez, de la siempre atractiva vida doméstica quedan evidencias en las diversas casas excavadas hasta el momento, varias de ellas con interesantes mosaicos y que presentan niveles de habitación subterráneos para combatir el riguroso clima de este imponente altozano (figura 3).

Precisamente, en relación con un marco natural tan extremo como en el que se asentó Clunia, debemos preguntarnos por el modo de solucionar el abastecimiento hidráulico, el cual constituye una de los mayores y más interesantes atractivos de la ciudad,

símbolo del gran avance técnico romano y de la racionalización de los recursos. La aparente falta de agua fue solventada mediante el aprovechamiento de la Cueva de Román, complejo kárstico existente en el interior del cerro, del que se pudieron surtir de agua durante centurias, al mismo tiempo que lo convertían en un sugerente santuario de culto a Priapo, deidad romana asociada a la fertilidad masculina, cuyo interés ha hecho pensar en la inclusión de la Cueva y su conjunto de figuras itifálicas en la visita turística.

Clunia ha despertado la atención de eruditos e investigadores, por lo menos desde el siglo XVIII, y en 1931 logró su reconocimiento como Monumento Histórico Nacional. Hoy, tras décadas de intervenciones dirigidas por grandes especialistas y auspiciadas por la Diputación de Burgos, se ofrece como una de las apuestas turísticas de la Ribera más consolidadas que cuenta con una moderna aula de interpretación en la que se conservan piezas originales localizadas en las excavaciones, además de montajes explicativos que ayudan a entender la trascendencia de tan singular conjunto urbano.

Este se convirtió en un foco romanizador de primer orden, propiciado por su relevante posición en la calzada que unía Astorga y Zaragoza, una de las principales de Hispania. De ahí que la presencia de Roma en nuestra comarca cuente, asimismo, con otros notables ejemplos, como el de Roa cuyo complejo arqueológico fue declarado BIC en 1993 y en donde su Aula de interpretación permite seguir el proceso de romanización de una antigua población celtíbera. Al mismo tiempo, es posible todavía reconocer el aprovechamiento de los caminos naturales que favorecían los cursos fluviales sobre los que se levantaron sólidos puentes, algunos de ellos aún en pie, según sucede en Coruña del Conde. De este modo, logró establecerse una red de comunicaciones que unió Clunia con los puntos de explotación agraria de un amplio entorno, o *villaes*, y que constituyen el modelo de ocupación territorial más definitorio del Bajo Imperio romano.

Así, mientras Clunia, a la que habían estado íntimamente unidas desde su nacimiento, va perdiendo vitalidad, las villas alcanzaban su mayor desarrollo a partir del siglo III. Un elocuente testimonio al respecto lo tenemos en Baños de Valdearados, situado junto al Bañuelos e inmediato a la calzada que unía Clunia y *Asturica*. Aquí se desarrolló un centro

agrario controlado por una mansión cuyos restos, conocidos como la villa romana de Santa Cruz, fueron localizados en 1972 y declarados BIC en 1994. De las diversas habitaciones descubiertas destacaban aquellas pavimentadas con bellos mosaicos entre los que era especialmente singular la gran composición dedicada a Baco, dios romano del vino, rodeada de una amplia franja con el motivo de la esvástica que incluye escenas de persecuciones de cuadrúpedos dedicadas a los vientos⁴⁷. Desgraciadamente, esta temprana evidencia artística relacionada con la cultura del vino fue objeto de un lamentable expolio en diciembre de 2011. Otra villa romana de interés se encuentra en Valdeande; es el yacimiento de Ciellas, declarado BIC en 1995 y cuyas características y componentes se han recreado en un aula arqueológica instalada en la localidad.

Aunque no resulta todavía bien conocido el paso del mundo tardo-romano al visigodo en nuestra comarca, es posible señalar la pervivencia del primero que iría modificando lentamente sus características, aunque será la invasión islámica, a partir del año 711, la que terminó por desestructurar su sistema administrativo y económico, convirtiendo el territorio ribereño en una zona especialmente sensible al ser la transición entre las estables posiciones islámicas del sur y centro peninsular, y los bastiones de resistencia cristiana de las montañas del norte. Tras varias centurias inciertas, en las que se mantuvieron pequeños asentamientos en torno a puntos con posibilidades defensivas, según atestigua el yacimiento de la Ermita de Santa Cruz, en Valdezate, será a partir del mítico 912 cuando la aportación medieval comience a dejar huellas muy significativas en la zona⁴⁸. Ese año, los condes castellanos recuperaron importantes posiciones estratégicas en torno a la línea del Duero que durante un siglo se convirtieron en escenario preferente de enfrentamientos bélicos.

Esta compleja y frágil situación se mantuvo un siglo hasta que el peligro de las temidas operaciones de castigo fue desapareciendo. Tanto en este tiempo como en el siguiente, la defensa del territorio recién recuperado se impuso como cuestión prioritaria, al mismo tiempo que la progresiva seguridad vivida a partir del siglo XI y la abundancia de tierras fértiles fue favoreciendo el desarrollo de modestos núcleos agrícolas. A su vez, va naciendo una nueva organización administrativa que en la Ribera tiene, al norte del Duero, su referente en el alfoz de Clunia, y que

al sur del mismo, o en las inmediaciones de su borde septentrional, este sistema da paso a las Comunidades de Villa y Tierra centralizadas en torno a Roa y Aza. A todo ello, se suma la reorganización de las circunscripciones eclesiásticas que, tras diversos concilios, adscribirá la mayoría de localidades ribereñas a la diócesis de Osma y las más meridionales a la de Segovia, situación que se mantuvo hasta 1955, cuando pasaron a depender del arzobispado burgalés.

A este panorama se incorporará la acción de los numerosos monasterios que, fundados desde momentos muy tempranos, favorecerán la ordenación del ámbito agrario y la fijación de la población en el marco territorial. En tan efervescente contexto, de continua reelaboración y creación de nuevas realidades espaciales, físicas y jurídicas, comenzará el trazado de la red viaria ya analizada que permitirá satisfacer las necesidades de una incipiente actividad comercial. Dentro de aquella se van afianzando y desarrollando los núcleos que estratifican su espacio en torno al caserío, presidido por el templo parroquial, dando lugar a un cinturón de eras, huertas, campos de cereal y viñedo cuyo cultivo sigue definiendo su imagen hasta nuestros días.

No obstante, la amplia cronología del periodo medieval y los numerosos factores que se sucedieron, dificulta ofrecer un panorama homogéneo del mismo. Tras una época caracterizada por un fuerte desarrollo, este se desacelera en los compases finales del siglo XIII y verá peligrar los frutos alcanzados, experimentando, a lo largo de la siguiente centuria, importantes dificultades. En efecto, los enfrentamientos entre Alfonso X y su heredero, el futuro Sancho IV, las minorías regias de Fernando IV o Alfonso XI, con las consiguientes intromisiones nobiliarias, así como el cambio dinástico al ascender al trono los Trastámara, ya mediado el XIV, y los graves enfrentamientos por el poder durante el reinado de Enrique IV, con la consiguiente guerra civil entre los partidarios de la princesa Juana y la princesa Isabel, generaron crecientes tensiones políticas y sus inevitables repercusiones sociales y económicas. Este marco transformó la Ribera del Duero Burgalesa en uno de los centros de las desavenencias de algunas de las más prestigiosas familias del reino e, incluso, en escenario de sus enfrentamientos bélicos.

A pesar de la complejidad del contexto vivido, las circunstancias comenzaron a cambiar a partir del segundo cuarto del siglo XV, momento en el que

empezaba a triunfar un modelo económico y social diferente, el cual, tras dejar atrás la alta mortalidad sufrida por la peste negra y las crisis de subsistencia, estimuló el crecimiento demográfico, la expansión agrícola y ganadera, y el desarrollo artesanal y comercial, siendo la exportación del vino uno de los más firmes baluartes económicos para las tierras ribereñas. Es, igualmente, un periodo definido por la multiculturalidad, con prósperas comunidades de judíos y mudéjares asentados en diversas localidades, destacando las de Aranda de Duero o Peñaranda de Duero. Sus miembros estaban claramente especializados, pues si los primeros eran solventes prestamistas y apreciados cirujanos, los segundos se definían por su dedicación a la artesanía y al cuidado de las huertas. La conjunción de estos factores eclosiona con el ascenso al trono de los Reyes Católicos, cuando se vive una singular expansión en todos los órdenes que consolida la capacidad rectora de los núcleos cabeza de comarca como Gumiel de Izán, Gumiel del Mercado o Roa y, sobre todo, potencia la posición estratégica de Aranda de Duero.

De tan dilatado periodo temporal son numerosas las huellas que han llegado hasta nuestros días, actuando de hitos señeros del pasado medieval en la Ribera con reconocido valor patrimonial. Así lo evidencian los **testimonios de carácter defensivo** que se vinculan a tres procesos históricos bien diferenciados, aunque no siempre se muestran aislados en los ejemplos existentes⁴⁹. Los más antiguos son la consecuencia de la citada condición neurálgica de la comarca en los avances de los cristianos hacia las tierras más meridionales de la Península que la confirmó a esta un papel protagonista en las luchas contra Al-Ándalus, al buscar asegurarse el control de los principales corredores naturales, según sucede con el Duero y el Riaza. De ahí la construcción de castillos, fortalezas y torres en posiciones estratégicas con amplio dominio del territorio que deben entenderse como piezas integrantes de un sistema más amplio, en el cual estaban interconectadas a través de las relaciones visuales establecidas entre los distintos componentes. Este es el origen de algunas de las legendarias fortalezas castellanas como Aza o Coruña del Conde.

A su vez, la progresiva consolidación de los dominios señoriales, propia de la organización medieval, vino acompañada de la construcción de sólidas torres que actuaban como centro de referencia de ese dominio y, por lo tanto, con funciones también de residencia y de administración, siendo el torreón de Caleruega



Figura 4. Torreón de los Guzmán, Caleruega.

una elocuente prueba de todo ello, como queda recogido en el montaje explicativo preparado para su visita. Por último, la nueva nobleza surgida desde fines del XIV tuvo la necesidad de crear una imagen moderna y potente lo que conllevó la realización de impactantes castillos y fortalezas. Más que las posibilidades defensivas reales de estas construcciones prima la elaboración de un emblema del linaje, de un elemento de identidad frente a las otras familias nobiliarias rivales, según atestigua el castillo de Peñaranda de Duero como imagen de poder de los Zúñiga, condes de Miranda, hoy acondicionada como centro de interpretación de los castillos y de su vida en ellos. Pero también este fenómeno afectó a antiguas atalayas que se vieron renovadas y así sucedió con la de Aza, a mediados del siglo XV, al formar parte del cada vez más influyente condado de Miranda (figura 4).

Bajo la sombra protectora de sus muros, la seguridad y el control que ejercían permitió la prosperidad de los campos ribereños y el cultivo de la vid que, además, aprovisionaban la mesa de los señores. En relación con ello, debe citarse cómo el torreón de los Guzmán, en Caleruega, aparece asociado a la cultura vinícola de la comarca desde fechas tempranas. Se trata de una piadosa tradición protagonizada por

la madre de Santo Domingo de Guzmán, la beata Juana de Aza, noble dama que siempre se mostró deseosa de mejorar la situación de todos aquellos que dependían de su familia y, en concreto, de los más desfavorecidos. De ahí que en una ocasión, cuando su marido, el venerable Félix de Guzmán, estaba ausente repartió entre aquellos el mejor vino guardado por don Félix y al llegar este con unos invitados quiso agasajarlos con el preciado caldo. En tan apurada situación, doña Juana solicitó la intervención divina, volviéndose a encontrar llenas las tinajas. Hoy en día, en el interior del convento dominico, se conserva un espacio abovedado, denominado la Bodega de la beata Juana de Aza, identificado como la bodega de los Guzmán, donde se quiere localizar tan milagroso suceso. Por lo tanto, los elementos defensivos son piezas destacadas del amplio patrimonio ribereño que fueron catalogados como monumento histórico por la declaración genérica de 1949, salvo el castillo de Peñaranda de Duero que ya gozaba de merecido reconocimiento desde 1931. A ello se une la reciente declaración de la Junta de Castilla y León que, en el año 2011, concedió el carácter de BIC a todo el conjunto fortificado de Aza.

Más numerosos y representativos del día a día de la sociedad medieval ribereña, son los **templos parroquiales** que fueron erigiéndose a lo largo de estas centurias. La posición meridional de la comarca y, por lo tanto, su más tardía incorporación a las tierras dominadas por los cristianos en su avance hacia el sur, permite que, en comparación con otras zonas de la provincia burgalesa, sus manifestaciones religiosas sean más tardías. Por otra parte, el notable crecimiento experimentado en el Bajo Medioevo alentó un profundo y continuado proceso de renovación de muchas de ellas.

El resultado de tales premisas es que, en el conjunto de la comarca, ha pervivido un limitado número de edificios ligados a los planteamientos románicos, los cuales, en algunos casos, evidencian la influencia de Silos como gran centro difusor. La mayoría de ellos son de fechas avanzadas y se concentran en zonas periféricas, en contacto con otras áreas geográficas y al margen del posterior desarrollo alcanzado por estas tierras. Así sucede en el entorno del Esgueva y de la Peña de Cervera o en Boada de Roa, Brazacorta y Valdeande⁵⁰. No obstante, su presencia sería mucho mayor si tenemos en cuenta que, en muchas de las localidades, existen restos muy descontextualizados reutilizados en edificios más modernos⁵¹.



Figura 5. Ermita del Santo Cristo, Coruña del Conde.



Figura 6. Iglesia de Santa María, Aranda de Duero.

En cualquier caso, manifiestas cómo, en esos momentos, los vecindarios se organizaban en torno a los templos parroquiales que, además, de su función religiosa constituyen expresivos símbolos de identidad colectiva al actuar, también, de centros administrativos y células de la vida comunitaria, acogiendo las reuniones de los primeros concejos⁵². Y todo ello sin olvidar que su repertorio iconográfico, desplegado en capiteles, canchillos y arquivoltas, se convierte en atractiva fuente para conocer tanto sus creencias como su organización socio-económica o su vida cotidiana⁵³. De las diversas manifestaciones románicas conservadas, en la Ribera podemos disfrutar de uno de los edificios más singulares del ámbito burgalés, la

Ermita del Santo Cristo de Coruña del Conde, con un bellísima cabecera cuadrangular en cuya construcción se reaprovecharon numerosas piezas de cantería procedentes de Clunia. Su excepcionalidad fue reconocida en 1983 al ser declarada monumento histórico (figura 5).

De gran interés son las fábricas bajo-medievales fruto, por lo general, de la consolidación de activas villas como centros de referencia comarcal y el apoyo de piadosos promotores. Estos buscaban refrendar su afortunada posición en el organigrama social a través del arte, según delata la progresiva importancia del repertorio heráldico desplegado, así como los enterramientos en zonas privilegiadas de los interiores. Algunos de los templos son un elocuente testimonio de los procesos de reelaboración vividos a lo largo de los siglos medievales e, incluso, se convierten en reveladores indicadores del desarrollo urbano de sus respectivas poblaciones y en piezas protagonistas de su configuración, al presidir importantes espacios de convivencia a los que pueden abrirse impresionantes frentes.

Estos edificios, de monumentales exteriores en los que suele destacar la concepción de la cabecera y sus amplios ventanales, en ocasiones de delicadas tracerías, llaman sobre todo la atención por sus elegantes interiores de tres

naves, la central de mayor altura que las laterales, con cuidadas bóvedas estrelladas de creciente complejidad a medida que avanza el siglo XV. Las realizaciones más notables las encontramos en Aranda de Duero y Gumiel de Izán, aunque también tienen gran interés las dos iglesias parroquiales de Gumiel de Mercado o la de Tórtoles de Esgueva⁵⁴. La espectacular iglesia de Santa María de Aranda de Duero es, posiblemente, la prueba más evidente del magnífico momento que atravesó esta localidad, alcanzando cotas inusitadas de esplendor en su portada meridional, vinculada con el magnífico hacer de los Colonia, donde un notable despliegue iconográfico constituye un elocuente resumen de las aspiraciones, deseos y temores de los arandinos⁵⁵. No

extraña, por tanto, que fuera reconocida en 1931 como Monumento histórico. A ella siguió, en 1962, la declaración de la de Santa María de Gumiel de Izán y ya, más recientemente, en 1982, obtuvo tal distinción la de San Juan de Aranda de Duero (figura 6).

Pero la importancia y vitalidad creadora del momento bajomedieval se refuerza, aún más si cabe, si no olvidamos las obras maestras que este singular periodo nos dejó en el amueblamiento religioso, en un amplio repertorio de imaginería exenta con piezas de gran belleza y en una rica muestra de orfebrería⁵⁶. Son singulares ejemplos de la riqueza y complejidad de un tiempo efervescente de especial crecimiento para la Ribera. Así lo evidencia el precioso retablo de San Andrés de Ventosilla, la gran máquina retablística dedicada a la Asunción que preside el templo de Gumiel de Izán, y la techumbre de la iglesia de San Nicolás de Bari en Sinovas, con un extenso e imaginativo muestrario de pinturas del gótico lineal que delata la calidad de la llamada escuela mudéjar burgalesa⁵⁷. El carácter excepcional de esta pieza fue una de las claves determinantes para que el edificio lograra la declaración de Monumento histórico en 1964.

La contribución medieval nos deja, también, otras referencias básicas para comprender la verdadera significación de este periodo como sucede con las **fundaciones monásticas**. De aquellas nacidas en los primeros momentos apenas quedan vestigios, salvo las referencias documentales, aunque se revela su trascendental papel en la ocupación y organización del territorio en los siglos del Alto Medioevo. Los testimonios que han llegado hasta nosotros pertenecen, por lo general, a movimientos espirituales que buscaron la renovación a través de fórmulas muy diferenciadas de entender el hecho religioso, la vida en comunidad o la relación con los fieles, y varios de ellos han terminado por actuar como centros de veneración para los fieles, estando dotados de un indudable atractivo turístico.

Dentro de este planteamiento, debe citarse, en el siglo XII, la aportación premonstratense, paso intermedio entre las soluciones monásticas más tradicionales de origen benedictino, y las nuevas órdenes mendicantes, cuyos miembros disfrutaban de una esmerada preparación intelectual siendo, además, grandes impulsores de la devoción mariana. A esta familia pertenece el Monasterio de Santa María de la Vid⁵⁸. También hay que tener en cuenta, a partir de la cen-

turia siguiente, a las órdenes mendicantes a partir del siglo XIII⁵⁹. En la Ribera late el corazón de los dominicos, pues en Caleruega, cuna del fundador, Santo Domingo de Guzmán, Alfonso X fundó un monasterio femenino que garantizase el cuidado de estos santos lugares⁶⁰. No falta, asimismo, una prueba del movimiento eremítico carmelita aunque, por desgracia, su cenobio muestra un avanzado estado de ruina aunque, sin embargo, todavía permite apreciar la importancia de la fundación. Se trata del Monasterio de Santa María de los Valles de Torresandino cuyos restos destacan en un paraje de singular belleza "desértica", según gustaba instalarse a la orden. Huellas más evidentes y de gran influencia en la Ribera dejó el movimiento franciscano ligado a la reforma de Villacreces en su búsqueda del perdido rigor del santo de Asís. Aquí se localiza una de las primeras casas religiosas pertenecientes a esta corriente espiritual y una de las pocas que siguen conservándose, el convento de *Domus Dei* de La Aguilera, aunque en la actualidad lo ocupe una moderna comunidad femenina.

No obstante, las fábricas de todas estas células religiosas medievales fueron objeto de profundas renovaciones a lo largo de la Edad Moderna que, en algunos casos, han llegado a enmascarar e incluso eliminar las huellas artísticas de sus inicios. En general, fueron fundadas o gozaron de la protección de la monarquía y de poderosos linajes para los que, a partir del siglo XVI, cobrarán un valor incalculable en el conjunto de sus dominios. A los monasterios se viene atribuyendo la introducción de las cepas, justificada por las exigencias litúrgicas. En la Ribera se conserva uno de esos centros monásticos cuyo nombre y origen, entre la leyenda y la verdad histórica, se ligan de forma indisoluble al viñedo, la antigua abadía premonstratense de Santa María de la Vid, fundada en el siglo XII. Sus orígenes se han querido ligar con la milagrosa visión que tuvo Alfonso VII durante una partida de caza, en la que, en lo más intrincado del bosque, una parra entre zarzas era adorada por ángeles con incensarios. Cuando se limpió el lugar apareció una imagen de Santa María, identificada por la tradición con la bellísima talla que preside el retablo mayor, la cual sería regalada, muchas décadas más tarde, por Sancho IV⁶¹. Este espectacular cenobio, de gran trascendencia histórica, artística y cultural fue declarado BIC en 1991.

5. NUEVOS TESTIMONIOS PARA UN NUEVO TIEMPO

El progreso experimentado por la comarca ribereña durante buena parte del siglo XV se prolongó en la centuria renaciente, en la que, no obstante, puede observarse un ritmo muy diferenciado a lo largo de la misma⁶². Así, el fallecimiento de la reina Isabel, en 1504, puso de manifiesto las divisiones políticas existentes, las cuales se hicieron aún más visibles en la guerra de las Comunidades. La derrota de los planteamientos de los insurrectos, en 1521, permitió reforzar el poder de aquellas familias nobiliarias con intereses en la zona y que ya habían dejado elocuentes huellas de su preeminencia en la segunda mitad del XV. Pero, al mismo tiempo, se vivían décadas de prosperidad, como evidencia el aumento de los habitantes y el desarrollo económico, siendo, una vez más, el viñedo y su creciente comercio uno de sus más firmes baluartes, al convertirse en generosa fuente de ingresos para una amplia mayoría de sus habitantes. Además, los ribereños son piezas destacadas en el conjunto del panorama peninsular, pues vemos a sus más ricos comerciantes cerrar negocios en los populosos mercados europeos, y a sus financieros de mayor prestigio ser fieles aliados de las empresas políticas más ambiciosas, sin olvidar que muchos de ellos son partícipes de la colonización americana⁶³.

Tan sólidas y halagüeñas bases dieron generosos frutos concretados en el potenciamiento de la vida urbana como eje fundamental en torno al que giraba el devenir cotidiano. Ello favoreció la transformación de muchas de las poblaciones de nuestra comarca que fueron atesorando un rico patrimonio efectuado bajo la clave de **la idea de orden**, tan definitoria del universo renacentista, y el patronazgo de sus poderosos nobles o el apoyo de sus piadosos prelados⁶⁴. En efecto, el reinado de los Reyes Católicos se esforzó por establecer bases unitarias para el conjunto de sus amplios dominios, y de ahí la necesidad de que los distintos conformadores de la realidad del momento, encuentren su posición en el nuevo panorama entonces diseñado. En este sentido, es ahora cuando los Concejos adquieren una singular preeminencia, encarnando sus actuaciones un elocuente testimonio de la importancia de lo público, entendido como el bien común, y que en el territorio ribereño constituía, asimismo, la plasmación del desarrollo experimentado. Sin embargo, para poder dar cumplida respuesta a este tipo de

necesidades, primero debía solventarse un problema que, hasta entonces, no se había constituido en prioritario, como era la conveniencia de definir una imagen de identidad propia frente a los restantes componentes sociales con los cuales convivía y competía.

Ello se concretó en la construcción de modernos edificios concejiles, como expresión del conjunto del vecindario, en la realización de elegantes rollos jurisdiccionales, que manifestaban la condición de la localidad e, incluso, en la elaboración de un nuevo rostro para el conjunto urbano, mediante la construcción de arcos de acceso a los recintos amurallados. Significativo ejemplo de este proceso lo tenemos en Vadocondes, donde el notable grado de crecimiento demográfico se plasmó en la definición del poder de su Concejo, que levantó una casa consistorial soportalada, un bello rollo de formas renacentistas en el principal espacio de convivencia, y dos arcos de entrada a la villa orientados a los caminos más importantes⁶⁵. Por otra parte, debemos tener en cuenta que el predominio de la dimensión pública justificó, igualmente, aquellos aspectos vinculados al ornato de los núcleos y, de un modo todavía muy incipiente, aparece ahora una cierta preocupación por mejorar el aspecto y las condiciones de vida. De ahí el interés por todos los temas relacionados con la limpieza de las calles y condiciones de saneamiento, por facilitar un mejor tránsito a través de las mismas que conllevó la realización de empedrados, además del interés en el abastecimiento de agua.

Mientras los Concejos estaban inmersos en estas dinámicas, la Iglesia buscaba redefinir su tradicional protagonismo acorde al organigrama de un estado moderno, dirigiéndose, en primer lugar, hacia su función catequética, pues la atención a los fieles, tras los presupuestos renovadores introducidos por hombres como Erasmo de Rotterdam, debía cuidarse con esmero al ser los destinatarios del mensaje salvador. No es extraño, entonces, que se levanten amplios templos para acoger a unos vecindarios que han visto cómo se incrementaba su número en los últimos tiempos. Además, se resuelven mediante buques de tres naves a la misma altura con el fin de generar un espacio unitario, muy propicio para reforzar los lazos comunitarios. Así lo vemos en Baños de Valdearados o en Coruña del Conde y en otros que, por falta de recursos, no lograron culminar los proyectos en ese



Figura 7. Iglesia de la Asunción de Santa María, Gumiel de Izán.

tiempo, según sucede en Guzmán, Hontoria de Valdearados o Vadocondes.

A pesar del periodo de bonanza que se vivía, no todas las feligresías pudieron asumir la realización de tan ambiciosas empresas, efectuando otras significadas propuestas que, también, les permitían renovar la apariencia de sus edificios parroquiales. Esto sucede con la ejecución de monumentales retablos de notable complejidad, organizados en multiplicidad de casetones donde, bien en tabla o en lienzo, se desplegaba con detalle la vida y milagros de los santos patronos respectivos y los pasajes fundamentales del Nuevo Testamento que todos los fieles debían conocer. Bellos ejemplos vemos en Adrada de Aza, Fresnillo de las Dueñas o Valdeande⁶⁶. En esta tarea de modernizar los templos, las comunidades ribereñas tuvieron un fiel aliado en sus respectivas diócesis y, sobre todo, en el apoyo de comprometidos prelados, según sucedió con Pedro Álvarez Acosta, quien dirigió la sede de Osma entre 1539 y 1563. A él se debe no solo el interés por mejorar la formación del clero sino el apoyo directo al ser benefactor de algunas parroquias. Este es el caso de Hontoria de Valdearados y Sinovas, o de devotos lugares de culto, según sucede con la Ermita de Nuestra Señora de las Viñas en Aranda de Duero, como atestigua su escudo en todas ellas⁶⁷.

Muy diferente será el papel que la Iglesia interprete a partir del último tercio del mil quinientos, cuando comiencen a asumirse los presupuestos dimanados del Concilio de Trento. El equilibrio de fuerzas entre la esfera civil y la religiosa que había presidi-

do buena parte de la centuria vuelve, ahora, a inclinarse hacia la segunda, la cual logra establecer un fuerte control sobre los feligreses. Estos asumirán el carácter representativo del templo y lo entenderán como el mejor símbolo posible de la comunidad. De ahí que las actuaciones de las últimas décadas de la centuria busquen redefinir la imagen de las fábricas desde los presupuestos de rotundidad e imposición del mensaje doctrinal, encontrando en el severo lenguaje clasicista un óptimo aliado. Bajo esta inspiración, los elementos afectados fueron las torres y las portadas. Aquellas, concebidas como potentes volúmenes cúbicos, se convierten en hitos en la lejanía, y estas son ahora

planteadas como monumentales estructuras en las que los órdenes clásicos son el principio organizador de las mismas, características también seguidas en los retablos. Así puede verse en la torre de la iglesia de Vadocondes o en la magna portada del templo de Gumiel de Izán⁶⁸, convertidas en modelos para nuevas actuaciones en los siglos XVII y XVIII, o en los retablos de Nava y Tórtoles de Esgueva⁶⁹ (figura 7).

Pero el universo renacentista traerá también a la Ribera otras dinámicas con singulares consecuencias para su patrimonio a través de **la actuación de los grandes linajes**. La generalizada prosperidad de estas tierras las convirtió en codiciado tesoro para destacadas familias nobiliarias. Así, por ejemplo, la relevancia adquirida por Aranda de Duero permitió acoger a la corte en múltiples ocasiones a lo largo de este periodo, e hizo que fuera el escenario perfecto para la construcción de elegantes residencias urbanas de amplias dimensiones, cuidado tratamiento de los frentes de sillería, presididos por los correspondientes emblemas heráldicos y accesos resueltos a través de bellos arcos de medio punto, con plantas organizadas en torno a patios cuadrangulares columnados y pozos centrales. De todo ello apenas nos han llegado testimonios, aunque todavía se conserva la notable Casa-palacio de los Berdugo, en la Plaza del Rollo, característico ejemplo de la arquitectura civil doméstica del Renacimiento castellano.

Incluso, la progresiva importancia adquirida por la comarca hizo que aquí se trasladara, en algunos casos, la cabeza de los estados de relevantes familias. Así sucedió con los Zúñiga y Avellaneda, condes



Figura 8. Plaza ducal de Peñaranda de Duero, con el Palacio de los Avellaneda y el Castillo al fondo.



Figura 9. Monasterio de Santa María de la Vid.

de Miranda, que sustituyeron Miranda del Castañar por Peñaranda de Duero como centro de referencia⁷⁰. En esta villa llevaron a cabo uno de los programas arquitectónicos más interesantes del Renacimiento español, cuyos valores fueron reconocidos en 1974 al ser declarado el núcleo Monumento histórico⁷¹. Simultáneamente, completaron su ingente actuación promotora en otras fundaciones religiosas ribereñas. Una de sus primeras intervenciones se dirigió a disponer de una residencia acorde a los nuevos gustos del momento que ya no tenían acomodo en las vetustas fortalezas medievales, testigos de un tiempo ya pasado. De ahí que los III condes de Miranda, don Francisco y doña María, relevantes personajes de la corte, vieran la necesidad de abandonar la fortaleza de los Avellaneda, y entre 1515 y

1531, levantaran el magnífico palacio que preside el gran espacio urbano originado por la ampliación del recinto amurallado para englobar el nuevo proyecto⁷² (figura 8).

En él triunfan ya algunos de los presupuestos de las residencias renacentistas italianas, como su concepción horizontal y la ordenación en torno a un bellissimo patio. El despliegue heráldico, la concentración del tratamiento decorativo en los vanos, especialmente ostentoso en la gran portada, o el tratamiento monumental de la escalera, como pieza de prestigio, y el cuidado en la ambientación de las estancias, en las que destacan sus espectaculares techumbres, donde el último gótico y el renacimiento conviven con el gusto mudéjar, son algunas de sus señas de identidad que le llevaron, en 1923, a recibir la condición de Monumento histórico. Pero los linajes nobiliarios prestaron, también, especial atención a la morada eterna. Don Francisco y su hermano, Íñigo López de Mendoza, quien había sido nombrado abad del cercano Monasterio de Nuestra Señora de la Vid, consiguieron su patronato, comprometiéndose en una ardua tarea de renovación del centro religioso. En su desarrollo erigieron una capilla mayor-panteón, digna heredera de la Capilla de la Presentación levantada por sus abuelos, el condestable don Pedro y su esposa

Mencia de Mendoza, en la Catedral de Burgos, y ayudaron a la realización de un nuevo claustro, trabajando en ambas intervenciones un amplio elenco de consolidados profesionales como Felipe Bigarny o Pedro Rasines⁷³. Los descendientes de los promotores continuaron cuidando de la abadía, engalanando la capilla, a finales de la centuria, con diversas obras napolitanas como el retablo mayor y cinco lienzos sobre la Virgen y la infancia de Jesús que enmarcan la preciada talla gótica de Nuestra Señora de la Vid (figura 9).

A su vez, la III condesa de Miranda⁷⁴ erigía bajo su patrocinio, a partir de 1539, en Peñaranda de Duero, un nuevo templo dedicado a Santa Ana, que destinaba a su enterramiento y a parroquia del vecinda-



Figura 10. Colegiata de Roa.

rio, consiguiéndose para el mismo, en 1550, la condición de colegiata, de cuyo proyecto se responsabilizaría Rodrigo Gil de Hontañón⁷⁵. A ello debe unirse la fundación a extramuros de la villa de un monasterio de franciscanas concepcionistas, nueva orden femenina puesta en marcha por Beatriz de Silva a finales del siglo XV y que gozó del apoyo de la reina Isabel y de las grandes familias nobiliarias castellanas. En el monasterio de Peñaranda profesaron varias descendientes de los III condes de Miranda, así como las hijas de algunos de los miembros de su casa nobiliar. Para ellas se construyó un amplio monasterio en torno a un precioso patio renacentista de cuidado equilibrio y medidas proporcionales que, hoy en día, sigue siendo privilegiado escenario de la vida de las religiosas concepcionistas. Inmediato al mismo, puede verse el hospital de la Piedad, fundado también por los III condes de Miranda, actualmente residencia de ancianos, organizado alrededor de un patio de similares características al anterior.

Todo ello, residencia palaciega, morada eterna y fundaciones religiosas y asistenciales, resumen los intereses de los nobles de la Edad Moderna. Ciertamente es que la actuación de los Zúñigo-Avellaneda resulta la más amplia y ambiciosa de un linaje nobiliar en nuestra comarca, aunque hay otras dignas de mencionarse. Este es el caso, sin duda, de la llevada a cabo por los IV condes de Siruela en su villa de Roa, donde contribuyeron a las obras que estaban efectuándose para renovar la colegiata de Santa María, principal templo parroquial de la localidad. Con su ayuda, se levantó un templo de tres naves a la misma

altura cubiertas por bellísimas bóvedas estrelladas, aunque la pieza más destacada es la gran cabecera poligonal concluida en 1566 cuyo planteamiento y definición guarda notables paralelismos con los de la capilla mayor de la Vid, debidos a que en ambas trabajó Pedro Rasines, profesional estrechamente vinculado a las obras de la familia de los Velasco, con la que los Miranda y los Siruela estaban emparentados. El resultado de esta promoción fue un monumental fábrica, de sólida concepción geométrica y rica espacialidad interior, que constituye uno de los más bellos templos burgaleses, el cual disfruta de la categoría de Monumento histórico desde 1980⁷⁶, (figura 10).

Lo expuesto hasta el momento permite comprender la trascendencia del siglo XVI en la consolidación de las señas de identidad de la Ribera, traducidas en la forja de un significado y atractivo patrimonio. Pero tan diámico y fructífero panorama comenzó a ensombrecerse a partir de las últimas décadas de la centuria, debido a nuevas tensiones políticas, la alta presión fiscal, epidemias y malas cosechas, cuya consecuencia más evidente fue un fuerte descenso demográfico. De este modo se inicia un complejo periodo para estas tierras que, no obstante, terminó siendo intenso y brillante a través de la regeneración barroca⁷⁷.

Los primeros compases del XVII fueron de aparente esplendor, pues la Ribera se convirtió en un importante centro de poder como consecuencia de los intereses que en ella tenían los dos nobles más poderosos del momento, el duque de Lerma, valido de Felipe III, y el VI conde de Miranda, presidente del Consejo de Castilla. Las intrigas y entresijos del laberinto cortesano, tan característicos del mundo hacia 1600, adquirieron singular protagonismo cuando el rey, su familia y allegados, residían en Aranda de Duero o en su entorno, como Ventosilla, o viajaban con asiduidad por sus tierras desplazándose hacia Lerma desde Valladolid, a donde se trasladó la capital de la monarquía, entre 1601 y 1606, o Madrid. Incluso, algunos puntos, como Peñaranda de Duero o La Aguilera fueron lugares de retiro espiritual para el VI conde de Miranda, quien buscó en ellos el consuelo y descanso para preparar su muerte en la intimidad, según los más estrictos fundamentos contrarreformistas⁷⁸.



Figura 11. Palacio de Cristóbal de Guzmán y Santoyo, Guzmán.

El boato y el lujo entonces vivido apenas dejan atisbar otros aspectos de la realidad cotidiana, los cuales comenzarían a aflorar cuando, a partir de 1618, el duque de Lerma pierde su preeminencia y la comarca deja de ser foco de atención. Resultan entonces patentes problemas como la cada vez más intensa presión nobiliar sobre sus vasallos, la frecuencia de las malas cosechas, las recurrentes epidemias y el hambre que desembocan en unas altísimas tasas de mortalidad. Los principales conjuntos urbanos fueron los más afectados por tan desolador panorama, al reducirse de modo alarmante la actividad de los sectores artesanales y comerciales, además de perder peso demográfico.

Las circunstancias comenzaron a cambiar a partir del segundo cuarto del siglo XVII, momento en el que coincide la revalorización de las rentas de origen agrícola con el precio alcista del vino, frente a la depreciación del de los granos. Ello benefició a zonas como la Ribera del Duero y, en especial, a aquellas pequeñas localidades de carácter claramente agrario. Son estas las que experimentaron un mayor crecimiento, apoyadas en extraordinarias cosechas de sus cada vez más apreciados caldos, permitiéndolas conocer un desarrollo demográfico sin precedentes que alcanzó, por lo menos, hasta mediados de la siguiente centuria⁷⁹. Tan óptima situación se vio acompañada de una profunda renovación de su imagen a través de la realización de ambiciosos programas constructivos inspirados en su generoso medio físico. Es decir, **la naturaleza como guía** se convirtió en uno de los presupuestos prioritarios de las obras ahora llevadas a cabo, las cuales han mode-

lado y definido la personalidad de estas tierras hasta nuestros días, aunque no todas han despertado el mismo interés como patrimonio o recurso turístico⁸⁰.

Los primeros testimonios al respecto los encontramos en fechas muy tempranas del mil seiscientos, concretamente en la intervención llevada a cabo por Francisco de Sandoval y Rojas, duque de Lerma, en Ventosilla. Este antiguo lugar de descanso, adquirido por Isabel la Católica y disfrutado por don Fernando, lo compró don Francisco, transformándolo en uno de los espacios de recreo cortesano más notables del momento. En torno a un bello palacete clasicista diseñado por el arquitecto real, Francisco de Mora, fueron organizados bellos jardines y una amena huerta, con esculturas, fuentes y estanques, recorrida por amplias calles arboladas que permitían unirla con otros puntos de interés de los alrededores. Finalmente un espeso bosque, refugio de gamos, jabalíes y bravos venados, se contituyó en el escenario perfecto para las cazerías de Felipe III⁸¹.

El protagonismo concedido al medio natural estuvo acompañado de una revalorización de los sentidos como fuente de conocimiento y en especial de la vista que se concreta en la importancia de ver y de ser visto⁸². Esta dinámica explica, por ejemplo, los cambios en las características de las residencias nobiliarias o de miembros destacados de la sociedad ribereña. Progresivamente, los vanos se van haciendo más amplios y numerosos, protegiéndose con bellos antepechos de forja, según atestigua la llamada Casa Grande en Sotillo de la Ribera. E, incluso, se reforman obras anteriores como la citada Casa-palacio de los Berdugo en Aranda de Duero. Todos ellos son palcos de excepción de la escena urbana que, en los siglos del Barroco, adquiere una inusitada vitalidad, alcanzando su momento culminante los días de fiesta con sus recorridos y procesiones. De especial interés es el caso del palacio efectuado, hacia 1640, por el obispo palentino, Cristóbal de Guzmán Santoyo, en Guzmán. Su frontis se corona por dos torres angulares con amplios arcos de medio punto, que actuaban de cuidadas atalayas, desde donde admirar las impresionantes vistas de la vega de Roa y las Sierras del Sistema Central, además de ser puntos de referencia en la lejanía que manifestaban el poder de su propietario. Este edificio, de singulares valores arquitectónicos clasicistas, constituye un elocuente testimonio de las dinámicas de mediados de mil seiscientos, siendo declarado por todo ello BIC en 1991⁸³ (figura 11).

Los edificios religiosos también interpretaron estas premisas a través de diversas soluciones. Así, la abadía de La Vid, realizaba una elegante galería en el último piso de las dependencias monásticas, con el fin de disfrutar de las bellas perspectivas de sus feraces entornos, y una espectacular espadaña⁸⁴. Mientras, los templos parroquiales de aquellas localidades de carácter agrario, que experimentaban un fuerte crecimiento, favorecidas por la buena coyuntura de los altos precios del viño, buscaban hacer visible la nueva situación de preeminencia de sus respectivas feligresías. Desde estos planteamientos, la bonanza comunitaria se interpretará mediante la construcción de modernos edificios o la renovación de los anteriores. En estos vastos proyectos, en los que estuvieron inmersos desde mediados del siglo XVII y gran parte de la centuria siguiente, varios fueron los puntos de atención⁸⁵.

Por una parte, los campanarios parroquiales debían seguir siendo atractivos hitos que marcaran la presencia de la población y trasmitiesen el mensaje de sus campanas a todos los vecinos. Como el número de estos había ido creciendo y con ellos la extensión de los caseríos, las torres elevan su altura con otros cuerpos, se rematan con airosos chapiteles de pizarra o bien se construían esbeltas espadañas, introduciendo importantes transformaciones en la imagen de los núcleos. Al mismo tiempo, la visualización de los templos conforme a las modas del momento exigía, también, la modernización de los accesos que adoptan portadas de movidas plantas y dinámicas estructuras en las que se quiebran las líneas, se multiplican los efectos plásticos y de claroscuro y, progresivamente, van incorporándose repertorios decorativos naturalistas.

Estas últimas características triunfarán, con plenitud, en los interiores a los que, además, se añadirá el color como elemento propio del sentido vitalista que inunda estas localidades. La concepción espacial continúa manteniendo los buques de tres naves a la misma altura, como mejor expresión de la coexión social, o bien de única nave si la localidad era modesta. Los motivos ornamentales tienden a concentrarse en las cubiertas animadas por placas y marcos que, a finales del siglo XVII, adoptan las líneas curvas, mientras los temas vegetales van sustituyendo a aquellas. No obstante, es en la cabecera y en el espacio previo donde se concentran las galas más fastuosas y los efectos más espectaculares al ser el lugar reservado

para la divinidad. A ello contribuyen el retablo mayor y los colaterales que se revisten de un vibrante muestrario de tallos y hojas en las que los sarmientos y los racimos de uva en sazón, de intenso sentido eucarístico, se convierten, desde el último tercio de mil seiscientos y primeras décadas de la centuria siguiente, en los principales protagonistas de la ambientación. Son muchos los templos parroquiales ribereños en los que triunfan estos presupuestos y así sucede en Anguix, Fuentecén, Fuentelcéspedes, Fuenteliso, Fuentemolinos, Fuentespina, Guzmán, La Horra, Olmedillo de Roa, Pedrosa de Duero, Sotillo de la Ribera, Vadocondes o Zazuar⁸⁶.

Estos planteamientos de carácter naturalista hablaban a los sentidos y esperaban la respuesta emocional de los fieles en un diálogo interactivo que permitió a los centros religiosos ser **escenarios del milagro** donde lo real se convertía en maravilloso⁸⁷. Tan incomparable experiencia comenzaba a fraguarse desde la aproximación del fiel al templo, pues esbeltos campanarios y elegantes portadas eran ya hitos destacados en un camino que podía adquirir una dimensión iniciática o expiatoria, pues, en relación con ellos, se erigían los humilladeros o cruceros tan del gusto de este tiempo. No obstante, sus mayores posibilidades se concretaban en aquellos edificios inmersos en contextos naturales, como ermitas y santuarios, o cuando se llegaba a los mismos formando parte de un recorrido de participación colectiva, según sucedía con las procesiones y rogativas⁸⁸. Todo ello contribuía a la sacralización del espacio, transformando la cotidianidad en un hecho extraordinario.

Ya en el interior, los programas decorativos envolvían a los devotos apoyados en los efectos lumínicos que adquirían su mayor intensidad en el espacio previo a la capilla mayor y en el presbiterio. En aquel solían elevarse amplias bóvedas semiesféricas con linternas que aportaban un foco de luz cenital de fuerte carga simbólica, mientras que en estos la utilización de un trasparente en la hornacina central del retablo mayor introducía un acusado contraste, según el momento del día o del año, sobre el que quedaba recortada la escultura del santo titular. Todo ello se contraponía a la penumbra en la que solían encontrarse otras zonas del templo, constituyéndose en hábiles medios para expresar la presencia divina. También en este entorno privilegiado del santuario se localizaban los principales retablos, tendiendo el mayor y los colaterales a formar una unidad que, a través de los brillantes dorados, bus-



Figura 12. Fachada principal de la Ermita de la Santísima Trinidad, Fuentespina.

caban diluir los límites materiales y crear un ambiente propicio para el misterio. La trémula iluminación a base de velas y cirios acentuaba, aún más si cabe, el sentido trascendente.

No es extraño, por tanto, que la atención del fiel, una vez traspasado el umbral del recinto sagrado, se concentrara rápidamente en la cabecera del templo. Aquí, el tabernáculo preservaba las especies eucarísticas, las dramáticas o declamatorias actitudes de las imágenes impresionaban las sensibilidades e, incluso, los juegos de luces y sombras las transformaban en actores mudos del drama litúrgico que representaban los eclesiásticos revestidos con sus cuidadas ropas, tejidas con brillantes hilos de oro y plata, o de finas sedas de colores, y en cuyas manos las delicadas y resplandecientes piezas de orfebrería se mostraban como un valioso tesoro a los asombrados ojos de los piadosos vecinos⁸⁹.

En este espacio todo era posible, incluso que el bondadoso franciscano del siglo XV, San Pedro Regalado, fuera transportado por los ligeros brazos de los ángeles en una etérea escena representada en el retablo mayor del santuario de *Domus Dei*, en La Aguilera, una de las más bellas y excelentes creaciones del barroco burgalés, levantado tras la beatificación del Regalado en 1684 con el apoyo de los condes de Miranda⁹⁰. Otros centros de devoción de la comarca que siguen tales planteamientos los tenemos en las ermitas de Nuestra Señora de las Viñas, en Aranda de Duero, o de Nuestra Señora de la Nava, en Fuentescáped, además de la Ermita de la Santísima Trinidad de Fuentespina. En esta última, su notable calidad artística, a cargo de algunos de los mejores profesionales castellanos del segundo cuarto del siglo XVIII, ha favorecido su reconocimiento, en 1992, como BIC, una de las escasas empresas barrocas de nuestra provincia que ha logrado esta condición⁹¹ (figura 12).

Tras este brillante periodo, la progresiva aceptación de los principios de la Contemporaneidad trajo decisivas consecuencias para los testimonios heredados del pasado. Así, aquellos vinculados a los grupos dominantes del caduco modelo social del Antiguo Régimen, como los conjuntos de las órdenes religiosas o todos los elementos propios de una estructura señorial, atravesaron un tiempo difícil y de incompreensión, desapareciendo muchas de las obras. Otros, según sucedía con los de carácter defensivo, carentes de ninguna función, también fueron languideciendo, hasta convertirse en venerables ruinas, o caían ante el impulso desarrollista experimentado por los núcleos y este es el caso de las murallas y las puertas de acceso⁹².

Pero, mientras todo ello iba sucediendo y comenzaba a forjarse un mundo en continuo y acelerado progreso, se despertaba un claro interés por los valores histórico-artísticos del legado transmitido como señas de identidad⁹³. Ello traerá consigo su protección y conservación, aunque con diferente fortuna para las diversas épocas. Además, el principio de fragmentación, que triunfó a partir del siglo XIX, sigue condicionando nuestra forma de apreciar, disfrutar e, incluso, promocionar nuestro patrimonio del que el ribereño no es una excepción, reduciéndose, en muchos casos, a testigos mudos y descontextualizados de un tiempo olvidado. De ahí que experiencias como las promovidas por el enoturismo resultan de especial relevancia por su carácter integrador.

6. TRADICIÓN Y MODERNIDAD

Tan rápido recorrido por un privilegiado marco natural y sus milenios de historia ha puesto de manifiesto los singulares recursos patrimoniales que tienen estas tierras y cómo, muchos de ellos, aparecen íntimamente vinculados a la tradición vinícola de sus habitantes, o son la mejor expresión de la prosperidad por ella generada. Sin embargo, esta interdependencia con la producción de sus ricos caldos se hace más evidente en la arquitectura popular, en concreto en la tipología de las casas ribereñas y en las construcciones auxiliares⁹⁴. Las primeras corresponden al modelo de la casa de vega o páramo bajo en las que tierra, piedra y madera aparecen combinadas en diferentes proporciones según las zonas. Así, mientras en aquellas localidades en contacto con los ríos y a altitudes más bajas, la arcilla permite formar los adobes que rellenan los entramados efectuados en pino y enebro, cerrando las fachadas, la caliza, bien en mampuesto o en sillaría, triunfa en los núcleos de los páramos. Ello hace que las gamas cromáticas varíen de los rojos, ocres claros y sienas, hacia blanquecinos y grisáceos en función de los materiales empleados.

Fundamentalmente se resuelven mediante cuerpo bajo y principal, aunque tampoco son excepcionales las de tres pisos, quedan cubiertas con tejados a dos aguas de aleros de moderado desarrollo, y los vanos son cuadrangulares. Presentan diversas soluciones constructivas dignas de citarse. Este es el caso de los cuerpos superiores volados, con bellos trabajos en madera, que resultan muy habituales en Gumiel de Izán, Gumiel de Mercado, Pinilla Trasmonte, Quintana del Pidio o Vadocondes. También son notables las solanas abiertas en el último cuerpo, bien hundidas con respecto a la fachada o proyectadas sobre la misma llegando a constituir incipientes galerías. Así lo vemos en Aranda de Duero, Baños de Valdearados, Fuentelcéspedes, Huerta de Rey, Milagros o Peñaranda de Duero.

Conviviendo en la misma unidad de vivienda, junto a la casa, se desarrollan espacios o elementos auxiliares relacionados con la ocupación agropecuaria de sus habitantes. En la parte trasera quedaban dispuestas las cuadras y los corrales, los cuales también pueden ocupar los laterales, y a través de ellos se accede a cobertizos, pequeños pajares y graneros o leñeras. La planta baja la ocupaban, en ocasiones, los lagares que, más frecuentemente, estaban al lado de

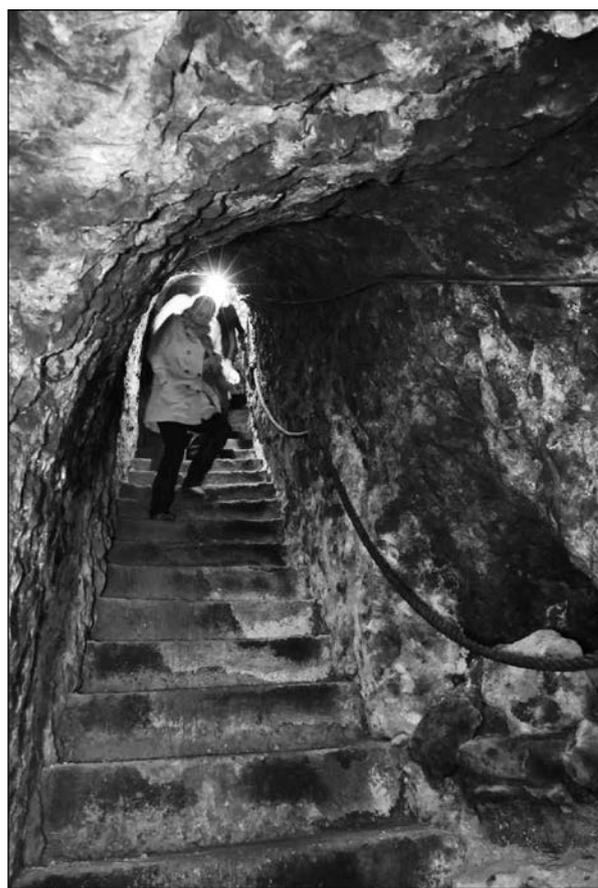


Figura 13 A. Bodega tradicional (bajada).

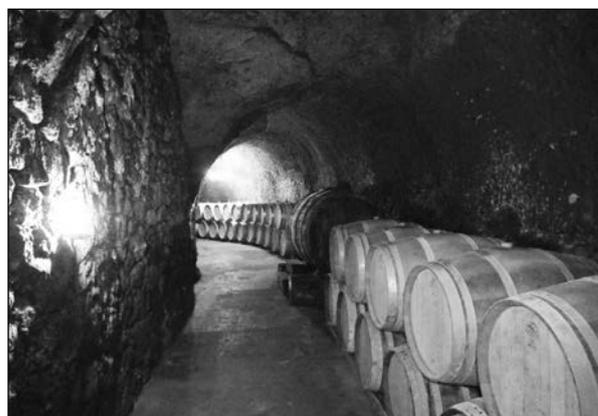


Figura 13 B. Bodega tradicional (nave principal).

la casa. Por su parte, los desvanes solían aprovecharse para almacenar grano y como palomares. A su vez, desde los zaguanes de entrada se comunicaba con las bodegas subterráneas, según sucede en Aranda de Duero, Gumiel de Izán o Peñaranda de Duero, siendo Aranda la que disfruta de los ejemplos más singulares, cuyo origen parece remontarse al siglo XIII⁹⁵ (figuras 13 A y 13 B).

Por lo tanto, los dos tipos ligados tradicionalmente a la producción vinícola, los lagares y las bodegas, pueden llegar a estar asociados a las viviendas, aunque en la mayoría de las localidades ribereñas forman amplios conjuntos en la periferia de los núcleos⁹⁶. En los primeros, que en la comarca reciben el nombre de jaraíz, se transformaba la uva en mosto a través del pisado y prensado. Constaban de un espacio previo a donde llegaban los carros cargados con los cestos de la vendimia para su descarga. Eran de planta rectangular con gruesos muros de mampuesto y cubierta a dos aguas. Lo más destacado se encuentra al interior con los depósitos, o jaraíces, que recogen la uva y la gran viga de una pieza, bien de olmo, nogal o roble, sujeta a una piedra circular a través de un husillo realizado en olmo que permitía el prensado. Buenas muestras al respecto poseemos en Fuentelcéspedes o Vadocondes.

Una vez elaborado el mosto se transportaba a las bodegas que siempre son subterráneas, excavadas a varios metros de profundidad, entre los ocho y los once metros, con túneles reforzados por arcos apuntados o de medio punto, según su antigüedad, que originan dilatadas galerías o naves, denominadas "cuevas"⁹⁷. Hay localidades donde ambos elementos se agrupan constituyendo conjuntos notables, como es el caso de El Cotarro, en Moradillo de Roa, que presenta un buen estado de conservación. En Vadocondes, a pesar de su deficiente situación, se mantienen singulares manifestaciones del siglo XVIII. Pero lo más habitual es que las bodegas ribereñas queden dispuestas fuera de la población, ocupando laderas próximas, como sucede en Baños de Valdearados, Gumiel de Mercado, La Horra o Sotillo de la Ribera. Su configuración exterior es diversa, aunque en la Ribera suelen exhibir un portal cerrado con modesta fachada de mampostería, con entrada adintelada. Lo más característico es la chimenea de ventilación o zarcera, efectuada en mampuesto sin mortero, bien en forma cónica o cuadrangular como pequeñas torretas. Entre las más notables deben citarse las bodegas de Ismael Arroyo, en Sotillo de la Ribera, excavadas a partir del siglo XVI y reforzadas las galerías con arcos de medio punto. De gran interés es, también, el conjunto formado por las zarceras cónicas de La Horra que han dado lugar a una de las imágenes más emblemáticas de la comarca. Otros buenos ejemplos se conservan en Fuentelcéspedes y Zazuar. Todo lo expuesto es fruto de la conjunción de factores muy determinados que hoy nos permi-



Figura 14. Sede del Consejo Regulador de la D.O. Ribera del Duero, Roa.

ten disfrutar de una arquitectura tradicional que, hasta nuestros días, ha sabido ir adaptándose a las exigencias de cada tiempo.

Pero la gran importancia que ha ido adquiriendo la producción vinícola ha impulsado el desarrollo de nuevas propuestas arquitectónicas de gran calidad⁹⁸. Tras la aprobación ministerial de la Denominación de Origen Ribera del Duero, en 1982, la comarca ha experimentado un proceso de profunda renovación, tanto de la propia elaboración del vino como de la imagen de las instalaciones ligadas a su producción y conservación. En los últimos años, han sido contratados prestigiosos arquitectos para que, desde los presupuestos de la más moderna arquitectura, contribuyeran a crear una marca de identidad para algunas de las bodegas de mayor prestigio que, además, enriquecían la decidida apuesta de la comarca por el enoturismo, siguiendo los planteamientos de otras arraigadas zonas vinícolas como La Rioja.

La propia Sede de la Denominación Ribera del Duero, en Roa, se ha renovado espectacularmente en los últi-

mos años mediante la realización de un moderno conjunto en el que ha quedado integrado el antiguo edificio con un vanguardista diseño del Estudio Barozzi Veiga, ampliamente reconocido y ganador de diversos premios. Se concibe como un volumen torreado con cubierta a un agua. Tiene un carácter muy cerrado, aunque en varios de los ángulos superiores se concentran los vanos, resueltos como óculos de diverso diámetro y dinámica distribución, que traducen a las nuevas formas arquitectónicas los conductos de respiración necesarios para la ventilación durante el proceso de fermentado del mosto⁹⁹, (figura 14).

En cuanto a las bodegas, la apuesta más notable es, sin duda, la efectuada por Portia en Gumiel de Izán, que encargó el diseño a Norman Foster, inaugurándose en 2010. El reconocido arquitecto británico ha utilizado el hormigón, la madera, el acero y el vidrio para trazar una planta en forma de estrella de tres puntas inspirada en la forma de las grandes cubas donde se almacena el vino¹⁰⁰. Otras obras de interés son las Bodegas Pagos del Rey, en Olmedillo de Roa, construidas en 2002. La instalación se ubica en una altura que potencia su impacto volumétrico, de formas muy modernas con acusadas aristas, y fue efectuada en hormigón con un lucernario en la zona superior. El edificio ofrece una vista muy singular por la noche, cuando se realza con una estudiada iluminación. Todo ello la convierte en un moderno hito visual en el paisaje de la vega raudense¹⁰¹.

Por su parte, la Bodega Pago de los Capellanes, en Pedrosa de Duero, es un ambicioso plan desarrollado en torno a un espacio abierto, a modo de patio, con el fin de realzar la presencia de ocho nogales centenarios. A su alrededor, entre 1996 y 2010, han ido disponiéndose varios edificios de depuradas líneas y sobrias superficies, todos diferentes, pero en armoniosa relación, destinados a bodega de elaboración, bodega de crianza, bodega de expedición, embotellado de los vinos, y el edificio social, el último que se ha erigido y sirve para dar unidad al conjunto arquitectónico que tiene en el marco natural la inspiración para sus formas. Los arquitectos han sido Jesús Manzanares y Estefanía Rodero¹⁰². Finalmente, merece citarse la Bodega Dominio de Cair, en La Aguilera. Es un moderno edificio en funcionamiento desde 2011, presidido por la silueta de una potente cuba que resulta ser el corazón de un conjunto bodeguero en cuya construcción domina el material pétreo¹⁰³.

Las modernas bodegas se han convertido, a su vez, en un importante reclamo con visitas programadas y una amplia y variada oferta de actividades. Al mismo tiempo, y estimulado por esta iniciativa, pero también por la importancia concedida a todos los elementos vinculados a la cultura del vino, se está asistiendo, en los últimos años, a la recuperación de la tradición como recurso turístico. En este sentido, uno de los proyectos de especial trascendencia ha sido la creación y puesta en marcha del Ciavin, en Aranda de Duero. Este centro de interpretación permite conocer todos los pasos necesarios en el proceso de elaboración del vino y las instalaciones y materiales a ella asociada, desde el cultivo a la producción de odres, el prensado o las cubas, así como la importancia de las galerías subterráneas de las bodegas en la historia urbana de Aranda de Duero. El recorrido se completa con la visita a la Bodega de Las Ánimas, musealizada por el Ayuntamiento¹⁰⁴. En otros núcleos han sido rehabilitados algunos lagares, transformándolos en pequeños museos para dar a conocer esta tipología arquitectónica y el proceso de prensado de la uva. Buenos ejemplos hayamos en Caleruega, Oquillas y Valdeande. Mientras, en Fuentelcésped varias de las bodegas han sido restauradas, organizándose un Eco museo donde se explica la importancia de este cultivo, sus técnicas...

De muy diferente signo son los eventos festivos en los que el vino adquiere un carácter protagonista, atrayendo cada año a un mayor número de turistas. En relación con ello debe citarse la conocida Fiesta de la Vendimia. Durante centurias el inicio de esta actividad era una ocasión especialmente celebrada en cada localidad ribereña, símbolo de renovada prosperidad que marcaba, además, la transición entre el verano y el otoño. Desde hace ya muchas décadas, los pueblos burgaleses acogidos a la Denominación de origen Ribera del Duero la celebran, de modo itinerante, el último fin de semana de septiembre con un creciente éxito turístico. Comienza con el pisado de la uva y una degustación popular del primer mosto acompañados por danzas y músicas. Fue de las primeras comarcas castellano-leonesas vinícolas donde, oficialmente, se puso en marcha este tipo de fiesta, y a imitación de ella han comenzado a organizarse en otras zonas. Finalmente, vinculada a la herencia histórica y al vino se encuentra la Fiesta romana en honor a Baco que tiene lugar, a finales de agosto, en Baños de Valdearados, en recuerdo del tema central del más famoso mosaico de su villa romana.

7. BIBLIOGRAFÍA Y NOTAS

- ¹ Augé, M., *Los no lugares. Espacios del anonimato*, Gedisa, Barcelona, 1998; Nogué, A., “Territorios sin discurso, paisaje sin imaginario. Retos y dilemas”, *Eria: Revista cuatrimestral de Geografía*, n° 73-74, 2007, pp. 373-382.
- ² Valdivielso Ausín, B., *Aranda de Duero y la Ribera. Guía artística*, Burgos, 1995; Aizpún, I., *La Ribera del Duero. Guía de pueblos, castillos, bodegas y vinos*, Ed. Alertes, Barcelona, 2000; Montoya García-Reol, E., *La Ribera del Duero burgalesa. El vino y su Denominación de Origen. 25 años de historia*, Diputación provincial de Burgos, 2006; *Guía de Ribera del Duero*, 2 vols., Consejo Regulador de la Denominación de Origen, Roa de Duero, 1995; *Las rutas del vino en España. Castilla y León. Ribera del Duero. Rueda. Toro. Bierzo. Cigales*, Ciro, Barcelona, 2006; *Ribera del Duero: disfrútala con todos los sentidos*, Asociación para el Desarrollo Rural Integral de la Ribera del Duero, Peñaranda de Duero, 2008; *Guía de enoturismo en la Ribera del Duero*, Ediciones Técnicas y Culturales, 2008; *Enoturismo en la Ribera del Duero Burgalesa. Guías de bodegas para visitar*, Burgos, 2009; *Aranda de Duero y la Ribera del Duero burgalesa: Guía Turística*, Asociación para el Desarrollo Rural Integral de la Ribera del Duero y Ayuntamiento de Aranda de Duero, 2014. Esta última guía puede consultarse en formato digital en <http://www.arandaylaribera.es/index.html>.
- ³ Álvarez Ramos, J. C., “El clima y el suelo en la D.O. Ribera del Duero” en *Viticultura y Enología D.O. “Ribera del Duero”*, Consejo Regulador de la Denominación de Origen “Ribera del Duero”, Aranda de Duero, 2002, pp. 45-49.
- ⁴ <http://rednatura.jcyl.es/natura2000/inicio.html>, página consultada el 7 de enero de 2015.
- ⁵ Heras Molinos, F. J. de las, “El medio físico de la comarca de la Ribera”, *Rev. Biblioteca*, n° 4, Aranda de Duero, 1989, pp. 55-71.
- ⁶ Zapaarain Yáñez, M^a J., *La villa de Vadocondes. Bien de Interés Cultural*, Ayuntamiento de Vadocondes, 2012, pp. 21 y ss.
- ⁷ Iglesias Rouco, L. S., “Arquitectura y paisaje en la ribera arandina durante los siglos XVII y XVIII”, *Rev. Biblioteca*, n° 19, Aranda de Duero, 2004, pp. 69-94.
- ⁸ García Mercadal, J., *Viajes de extranjeros por España y Portugal*, Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo, 1999, T. II, p. 726.
- ⁹ Izquierdo, P., “La Ribera del Duero en la literatura española”, *Rev. Biblioteca*, n° 10, Aranda de Duero, 1995, pp. 211-230.
- ¹⁰ Tal es el caso de Aranda de Duero, Arandilla, Bahabón de Esgueva, Cabañes de Esgueva, Pedrosa de Duero, Peñaranda de Duero, Pinillos de Esgueva, Santibáñez de Esgueva, Terradillos de Esgueva, Tórtoles de Esgueva o Villalba de Duero. Los Arauzos derivan del río Aranzuelo que nace y discurre por sus términos.
- ¹¹ Como ejemplo de ello podemos citar Fuentecén, Fuentelcéped, Fuentelisendo, Fuentemolinos, Fuentenebro o Fuentespina.
- ¹² Armenteros Armenteros, I. López-Samaniego Palomino, E., Herráez Sánchez de las Matas, “Geología e hidrogeología del terciario en el sector de Aranda de Duero (Burgos)-Peñafiel (Valladolid), sureste de la cuenta del Duero”, *Rev. Biblioteca*, n° 11, Aranda de Duero, 1996, pp. 45-66.
- ¹³ Moreno Gallo, M. Á., *Burgos: El Paisaje*, Cajacírculo, 2006, pp. 82-89.
- ¹⁴ *Lugares de interés Geológico en la provincia de Burgos: Patrimonio Geológico y Geodiversidad*, Diputación de Burgos, 2013, pp. 102-104.
- ¹⁵ Pueden citarse los casos de Valcabado, Valdeande o Valdezate.
- ¹⁶ Tal sucede con Peñalba de Castro o Peñaranda de Duero.
- ¹⁷ García Mercada, J., *Viajes de extranjeros...*, ob. cit., T. I, p. 249.
- ¹⁸ Izquierdo, P., “La Ribera del Duero en la literatura española”, art. cit., pp. 211-214.
- ¹⁹ Arauzo Briones, E., “Catálogo de árboles singulares de la Ribera del Duero en la provincia de Burgos”, *Rev. Biblioteca*, n° 12, Aranda de Duero, 1997, pp. 117-210.
- ²⁰ De ahí nombres como Ciruelos de Cervera, Espinosa de Cervera, Fresnillo de las Dueñas, Huerta de Rey, Moradillo de Roa, Olmedillo de Roa, Pinilla Trasmonte, Sotillo de la Ribera o San Juan del Monte.
- ²¹ Augusto Ayuso, C., “La Amante”, de Rafael Alberti. Discurso lírico y mundo imaginativo”, *Rev. Biblioteca*, n° 7, Aranda de Duero, 1992, pp. 123-145.
- ²² http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/caminos-naturales/publicaciones/guia_duero.aspx y <http://www.senderosgr.es/SenderosDetalle.aspx?IdSendero=39>, páginas web consultadas el 7 de enero de 2015.
- ²³ Yanowsky, S., “Plantas empleadas como remedios populares en la comarca arandina”, *Rev. Biblioteca*, n° 7, Aranda de Duero, 1992, pp. 147-167. Los árboles de nuestra comarca incluidos en el Catálogo de Especímenes Vegetales de Singular Relevancia de Castilla y León pueden encontrarse en *Boletín Oficial de Castilla y León*, 18 de julio de 2006.
- ²⁴ Yeves, J. A., “Aranda de Duero en los libros de viajes y guías de viajeros” en *Biblioteca*, n° 12, Aranda de Duero, 1997, pp. 95-116.
- ²⁵ <http://rednatura.jcyl.es/natura2000/ZEP/ZEP2.html>, página web consultada el 7 de enero de 2015.
- ²⁶ Abásolo, J. A., *Las vías romanas de Clunia*, Diputación Provincial de Burgos, 1978.
- ²⁷ Aramburu-Zabala Higuera, M. Á., *La arquitectura de puentes en Castilla y León: 1575-1650*, Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo, 1992, pp. 109-131; Cadiñanos Bardeci, I., “Los puentes del sur de la

- provincia de Burgos durante la Edad Moderna”, Rev. *Biblioteca*, nº 11, Aranda de Duero, 1996, pp. 7-44; Sánchez Rivera, J. I., “Importancia de las comunicaciones en el siglo XVIII: los puentes”, Rev. *Biblioteca*, nº 20, Aranda de Duero, 2005, pp. 363-412...
- ²⁸ López García, M., “Un patrimonio en la Ribera del Duero: el ferrocarril Valladolid-Ariza 185-1995”, Rev. *Biblioteca*, nº 10, Aranda de Duero, 1995, pp. 177-187; Sánchez Rivera, J. I., “Los raíles silenciosos: El ferrocarril en Aranda de Duero”, Rev. *Biblioteca*, nº 21, Aranda de Duero, 2006, pp. 453-481; Zaparaín Yáñez, M^a J., *La villa de Vadocondes...*, ob. cit., pp. 172-175.
- ²⁹ Fernández Sánchez, A., “Aranda de Duero en el primer tercio del siglo XX: marco histórico”, Rev. *Biblioteca*, nº 22, Aranda de Duero, 2007, pp. 35-66.
- ³⁰ Zaparaín Yáñez, M^a J., *La villa de Vadocondes...*, ob. cit., pp. 175-181.
- ³¹ Nuño González, J., “Pautas de ocupación territorial y conformación urbana en la Ribera del Duero burgalesa durante la Edad Media”, Rev. *Biblioteca*, nº 16, Aranda de Duero, 2001, pp. 79-104.
- ³² Este es el caso de Baños de Valdearados, Caleruega, Fuentespina, Gumiel de Mercado, Guzmán, Hontoria de Valdearados, Olmedillo de Roa, Peñaranda de Duero o Sotillo de la Ribera.
- ³³ Así sucede con Adrada de Haza, Fuentecén, Nava de Roa, Quintana del Pidío, San Juan del Monte, Sinovas o Villanueva de Gumiel.
- ³⁴ Zaparaín Yáñez, M^a J., *Desarrollo artístico de la comarca arandina. Siglos XVII y XVIII*, 2 vols., Diputación de Burgos y Ayuntamiento de Aranda de Duero, 2002, pp. 115-125.
- ³⁵ Prueba de ello lo tenemos en Fresnillo de las Dueñas, Fuentelísendo, Fuentespina, Guzmán, La Aguilera, Nava de Roa, Olmedillo de Roa, Pedrosa de Duero o Villalba de Duero.
- ³⁶ Como sucede, por ejemplo, en La Aguilera, Arauzo de Miel, Baños de Valdearados, Fuentecén, Fuentelcéspedes, Fuentelísendo, Fuentespina, Hontoria de Valdearados, La Horra, Olmedillo de Roa, Oquillas, Pardilla, Pedrosa de Duero Quemada, o Villalba de Duero.
- ³⁷ Sobre las características urbanísticas de la villa arandina y su conocido plano de 1503 cfr. Saínz Guerra, J. L., “Desarrollo urbanístico de Aranda. Estudio del plano de 1503”, Rev. *Biblioteca*, nº 18, Aranda de Duero, 2003, pp. 39-56 y Peribáñez Otero, J., y Abad Álvarez, I., *Aranda de Duero, 1503*, Aranda de Duero, 2003.
- ³⁸ Iglesias Rouco, L. S. y Zaparaín Yáñez, M^a J., *La platería de Aranda de Duero. Siglos XVII y XVIII*, Ayuntamiento de Aranda de Duero, 1993, pp. 31 y 32 y Zaparaín Yáñez, M^a J., *Desarrollo artístico de la comarca arandina...*, ob. cit., p. 144.
- ³⁹ Cervera Vera, L., “La Plaza Mayor soportalada de Aranda de Duero”, Rev. *Biblioteca*, nº 9, Aranda de Duero, 1994, pp. 75-99 y “Plazas Mayores de la burgalesa ribera del Duero”, Rev. *Biblioteca*, nº 10, Aranda de Duero, 1995, pp. 131-173.
- ⁴⁰ Sánchez Rivera, J. I., “Ermitas, rollos y humilladeros en la Comarca ribereña”, Rev. *Biblioteca*, nº 18, Aranda de Duero, 2003, pp. 143-176.
- ⁴¹ Iglesia Berzosa, J., “Aranda de Duero durante el franquismo, la ciudad soñada (1939-1975)”, Rev. *Biblioteca*, nº 22, Aranda de Duero, 2007, pp. 249-338.
- ⁴² Ramos Santos, J. M^a, “Esplendor y ocaso de un proyecto de colonización agraria en Aranda de Duero (1916-1978): la colonia de “La Enebrada”, *BIFG*. Nº 231, 2005, pp. 309-325 y Álvaro Tordesillas, A., *Pueblos de colonización en la cuenca del Duero*, Junta de Castilla y León, 2010, pp. 257-271 y Zaparaín Yáñez, M^a J., “Las colonias agrícolas en la Ribera burgalesa del Duero. Nuevas propuestas para después de una guerra”, Rev. *Biblioteca*, nº 22, Aranda de Duero, 2007, pp. 383-421.
- ⁴³ Se han localizado túmulos en Aranda de Duero (Montehermoso), Caleruega (Quiñonera), Espinosa de Cervera (El Encinar), Gumiel de Izán (Pradejón), un menhir en Villanueva de Gumiel...
- ⁴⁴ Un panorama general sobre los testimonios arqueológicos en la Ribera puede localizarse en: Sacristán de Lama, J. D., “Escombros bajo nuestros pies”, Rev. *Biblioteca*, nº 2, Aranda de Duero, 1987, pp. 41-45; “Arqueología: Raíces y cimientos”, Rev. *Biblioteca*, nº 3, Aranda de Duero, 1988, pp. 9-15 y “Los restos del naufragio. ¿Qué hacemos con nuestro patrimonio arqueológico?”, Rev. *Biblioteca*, nº 5, Aranda de Duero, 1990, pp. 7-17 y Palomino Lázaro, Á. L., “Aproximación a la situación actual de la investigación arqueológica en la burgalesa Ribera del Duero”, Rev. *Biblioteca*, nº 11, Aranda de Duero, 1996, pp. 257-272.
- ⁴⁵ Sacristán de Lama, J. D., *La edad del hierro en el valle medio del Duero: Rauda (Roa, Burgos)*, Consejería de Educación y Cultura y Universidad de Valladolid, 1986.
- ⁴⁶ Entre la amplia bibliografía sobre Clunia puede citarse: Palol, P. de, *Clunia 0. Studia varia cluniensia*, Burgos, 1991 y *Clunia: historia de la ciudad y guía de las excavaciones*, Burgos, 1994; Pérez Rodríguez, F., “Clunia y la urbanística romana”, Rev. *Biblioteca*, nº 16, Aranda de Duero, 2001, pp. 5-24; Tuser Bertrán, F., y Iglesia Santamaría, M. Á. de la, “Clunia, centro de poder territorial” en VV. AA., *Actas Coloquio Internacional: Patrimonio cultural y territorio en el Valle del Duero. Zamora, 28, 29 y 30 de marzo de 2007*, Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo, 2010, pp. 75-85.
- ⁴⁷ Rueda Roigé, F. J., “Temas y programas iconográficos en la musivaria romana burgalesa: la villa de Baños de Valdearados”, Rev. *Biblioteca*, nº 16, Aranda de Duero, 2001, pp. 25-78.
- ⁴⁸ La amplitud de las referencias bibliográficas existentes sobre el contexto histórico medieval y el carácter de este estudio aconseja remitir a los diferentes artículos especializados que pueden encontrarse en la Revista: *Biblioteca. Estudio e Investigación*, editada por el Ayuntamiento de Aranda de Duero. Debe tenerse en cuenta que los núme-

- ros 16 (2001), 17 (2002), 23 (2008), 24 (2009) y 25 (2010) se han dedicado de forma monográfica a este periodo.
- ⁴⁹ Sobre la arquitectura defensiva cfr.: Cadiñanos Bardeci, I., *Arquitectura fortificada en la provincia de Burgos*, Diputación Provincial de Burgos, 1987 y “Arquitectura defensiva medieval en la Ribera del Duero”, Rev. *Biblioteca*, n^o 16, Aranda de Duero, 2001, pp. 141-157; Porras Gil, M^a C., “Castillos y fortalezas en la segunda mitad del siglo XV: de la guerra al emblema”, Rev. *Biblioteca*, n^o 17, Aranda de Duero, 2002, pp. 129-144...
- ⁵⁰ Hernando Garrido, J. L., “La ermita del Salvador en Santibáñez (Burgos). Realidad y funcionalidad de una construcción medieval en el valle del Esgueva”, Rev. *Biblioteca*, n^o 11, Aranda de Duero, 1996, pp. 161-176 y “Arquitectura y escultura románica en la Ribera del Duero burgalesa”, Rev. *Biblioteca*, n^o 16, Aranda de Duero, 2001, pp. 105-126.
- ⁵¹ Para un inventario detallado de todos los testimonios románicos en la Ribera burgalesa del Duero cfr. *Enciclopedia del Románico de Castilla y León: Burgos*, Vol. 4, Fundación Santa María la Real y CER, Aguilar de Campoo, 2002.
- ⁵² Nuño González, J., “Las iglesias rurales en la Ribera del Duero en época románica: un variado papel dentro de una sociedad en formación”, Rev. *Biblioteca*, n^o 23, Aranda de Duero, 2008, pp. 137-159.
- ⁵³ Aguilar, R., “Iconografía románica del Esgueva”, Rev. *Biblioteca*, n^o 8, Aranda de Duero, 1993, pp. 23-34; Gómez Gómez, A., “... Y lo cotidiano en la iconografía románica de la Ribera del Duero”, Rev. *Biblioteca*, n^o 23, Aranda de Duero, 2008, pp. 215-236; Rodríguez Montañes, J. M., “Lo más maravilloso... (en la iconografía románica de la Ribera del Duero)”, Rev. *Biblioteca*, n^o 23, Aranda de Duero, 2008, pp. 187-213...
- ⁵⁴ Sánchez Rivera, J. I., “La torre de Gumiel de Izán y las iglesias encastilladas en la Ribera del Duero”, Rev. *Biblioteca*, n^o 25, Aranda de Duero, 2010, pp. 67-88.
- ⁵⁵ Martínez Martínez, M^a J., “Aproximación iconográfica a la fachada de Santa María La Real de Aranda de Duero”, Rev. *Biblioteca*, n^o 10, Aranda de Duero, 1995, pp. 23-37 y “Orgullo, miedos y esperanzas del pueblo de Aranda a finales de la Edad Media: la fachada de Santa María la Real”, Rev. *Biblioteca*, n^o 25, Aranda de Duero, 2010, pp. 153-186; Boto Varela, G., y Hernando Garrido, J. L., “El amparo de las viñas. devoción popular y orgullo cívico en la fachada de Santa María de Aranda de Duero” en *Actas del Congreso Internacional sobre Gil Siloe y la Escultura de su época*, Institución Fernán González, Academia Burgense de Historia y Bellas Artes, Burgos, 2001, pp. 425-442 y Andrés Ordáx, S., “Escultura monumental castellana en el tránsito del siglo XV al XVI: la portada de Santa María de Aranda de Duero”, Rev. *Biblioteca*, n^o 17, Aranda de Duero, 2002, pp. 315-347.
- ⁵⁶ Martínez Martínez, M^a J., “Crucifijos góticos en la Comarca de la Ribera”, Rev. *Biblioteca*, n^o 5, Aranda de Duero, 1990, pp. 83-91; “Imaginería medieval mariana en la Ribera”, Rev. *Biblioteca*, n^o 6, Aranda de Duero, 1991, pp. 143-157; Imágenes góticas exentas de los siglos XIII y XIV: Clasificación tipológica”, Rev. *Biblioteca*, n^o 17, Aranda de Duero, 2002, pp. 187-231...
- ⁵⁷ Rojo Aceña, J. C., “Techumbre de la iglesia de San Nicolás en el barrio de Sinovas”, Rev. *Biblioteca*, n^o 3, Aranda de Duero, 1988, pp. 39-48; Gómez Gómez, A., “La techumbre mudéjar de Sinovas”, Rev. *Biblioteca*, n^o 17, Aranda de Duero, 2002, pp. 71-90; Hernando Garrido, J. L., “La pintura gótica en la Ribera del Duero: el arte de contar historias”, Rev. *Biblioteca*, n^o 17, Aranda de Duero, 2002, pp. 145-186; Andrés González, P., “En torno a la iconografía gótica en la Ribera del Duero: iconografía gomellense a finales del medievo”, Rev. *Biblioteca*, n^o 17, Aranda de Duero, 2002, pp. 293-314; Calzada, J. j., *Iconografía en el artesanado mudéjar de Sinovas (Aranda de Duero)*, Burgos, 2009.
- ⁵⁸ López Guereño Sanz, M^a T., *Monasterios medievales premonstratenses: Reinos de Castilla y León*, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, 1997, vol. I, pp. 227-282 y 297-317; Hernando Garrido, J. L., “Monasterios cistercienses y premonstratenses en la Ribera del Duero: testimonios arquitectónicos y plásticos”, Rev. *Biblioteca*, n^o 23, Aranda de Duero, 2008, pp. 293-316.
- ⁵⁹ Sánchez Rivera, J. I., “La arquitectura mendicante en la Ribera burgalesa”, Rev. *Biblioteca*, n^o 17, Aranda de Duero, 2002, pp. Rev. *Biblioteca*, n^o 17, Aranda de Duero, 2002, pp.91-128.
- ⁶⁰ González González, C., *Real Monasterio de Santo Domingo de Caleruega: Fundación de Alfonso X el Sabio*, San Esteban, Salamanca, 1993 y CASILLAS GARCÍA, J. A., *Caleruega: la villa afortunada*, Burgos, 2009.
- ⁶¹ Gutiérrez Baños, F., “Sancho IV en la Ribera del Duero: el testimonio de su labor de promoción de las artes”, Rev. *Biblioteca*, n^o 16, Aranda de Duero, 2001, pp. 255-286; Martínez Martínez, M^a J., “La Virgen de la Vid. Centro del Monasterio” en *El monasterio de Santa María de la Vid. 850 años*, Madrid, 2004, pp. 241-283.
- ⁶² Valiosas aportaciones bibliográficas al respecto en la citada Revista *Biblioteca. Estudio e Investigación*. Los números 18 (2003), 25 (2010), 26 (2011) y 27 (2012) están dedicados monográficamente a analizar diversos aspectos de esta centuria en la Ribera del Duero.
- ⁶³ Lorenzo Sanz, E., “Aranda de Duero y Castilla y León en la colonización de América”, Rev. *Biblioteca*, n^o 7, Aranda de Duero, 1992, pp. 9-21.
- ⁶⁴ Sobre este tema cfr. Zapaarain Yáñez, M^a J., “El Valle del Duero, territorio y núcleos durante la Edad Moderna. De Almazán a Valbuena de Duero”, Rev. *Biblioteca*, n^o 27, Aranda de Duero, 2012, pp. 249-285.
- ⁶⁵ Zapaarain Yáñez, M^a J., *La villa de Vadocondes...*, ob. cit., pp. 187-189, 198-200 y 236.
- ⁶⁶ Hernando Garrido, J. L., “Notas sobre pintura del siglo XVI en la Ribera del Duero: párvulos hallazgos y otras apostillas”, Rev. *Biblioteca*, n^o 18, Aranda de Duero, 2003, pp. 315-355.

- ⁶⁷ Velasco, S., *Aranda. Memorias de mi villa y de mi Parroquia*, Ed. Facsímil, Burgos, 1983, pp. 237 y ss; Reis Navares, A., “El Obispo Pedro Da Costa: Cuna, familia y obra” en *Rev. Biblioteca* 7, Aranda de Duero, 1992, pp. 97-108; VV. AA., “Un obispo y sus iglesias” en *La Ciudad de Seis Pisos. Las Edades del Hombre. El Burgo de Osma. Soria. 1997*, Fundación Las Edades del Hombre, 1997, pp. 162-335...
- ⁶⁸ Zaparaín Yáñez, M^a J., *Desarrollo artístico de la comarca arandina...*, ob. cit., pp. 281-290 y *La villa de Vadocondes...*, ob. cit., pp. 260-264; Sánchez Rivera, J. I., “Las torres del S. XVI en la Ribera del Duero: de la atalaya al mundo urbano”, *Rev. Biblioteca*, n^o 26, Aranda de Duero, 2011, pp. 137-160; Losada Varea, C., “Pedro Díez de Palacios y la portada de la iglesia de Gumiel de Izán”, *Rev. Biblioteca*, n^o 19, Aranda de Duero, 2004, pp. 375-402; Sánchez Rivera, J. I., San José Alonso, J. I., y Fernández Martín, J. J., Ocho torres: Análisis sobre la evolución de campanarios del S. XVI en la provincia de Burgos, Universidad de Valladolid, Diputación Provincial de Burgos, 2014, pp. 97-109 y 125-133...
- ⁶⁹ Redondo Cantera, M^a J., “Escultura del Renacimiento en las Aguas Durolenses”, *Rev. Biblioteca*, n^o 18, Aranda de Duero, 2003, pp. 281-314; Hernando Garrido, J. L., “Notas sobre pintura del siglo XVI en la Ribera del Duero: párvulos hallazgos y otras apostillas”, *Rev. Biblioteca*, n^o 18, Aranda de Duero, 2003, pp. 315-355; Martínez Martínez, M^a J., “La gran renovación del arte mueble en Aranda de Duero: La escultura desde 1546 hasta 1610”, *Rev. Biblioteca*, n^o 27, Aranda de Duero, 2012, pp. 31-51...
- ⁷⁰ Porras Gil, M^a C., “Estética y humanismo en la Familia Zúñiga y Avellaneda”, *Rev. Biblioteca*, n^o 18, Aranda de Duero, 2003, pp. 117-142.
- ⁷¹ Cadiñanos Bardeci, I., “Peñaranda de Duero. Notas de Historia y Arte”, *Rev. Biblioteca*, n^o 8, Aranda de Duero, 1993, pp. 111-131.
- ⁷² Carazo, E., “El palacio de los condes de Miranda en Peñaranda de Duero” en *Academia*, n^o 85, 1997, pp. 507-543; Domínguez Casas, R., “Heráldica en el arte del Renacimiento: Burgos y el Sur Provincial” en *Rev. Biblioteca* 18, Aranda de Duero, 2003, pp. 217-261...
- ⁷³ Río de la Hoz, I. del, *El escultor Felipe Bigarny (h. 1470-1542)*, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, 2001, pp. 315 y ss.; Alonso Ruiz, B., “De la capilla gótica a la renacentista: Juan Gil de Hontañón y Diego de Siloé en La Vid” en *Anuario del Departamento de Historia y Teoría del Arte*, Vol. XV, Madrid, 2003, pp. 45-57 y *Arquitectura tardogótica en Castilla: los Rasines*, Universidad de Cantabria, 2003, pp. 310-314.
- ⁷⁴ Sobre la importancia de doña María como promotora cfr.: Zaparaín Yáñez, M^a J., “Con otros ojos. La promoción nobiliar femenina en la ribera burgalesa del Duero. Siglos XVI y XVII”, *Rev. Biblioteca*, n^o 28 (en prensa).
- ⁷⁵ Casaseca Casaseca, A., *Rodrigo Gil de Hontañón (Rascafría-Segovia 1500-1577)*, Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Bienestar Social, 1998, p. 319; Ibáñez Pérez, A. C., “Rodrigo Gil de Hontañón y la colegiata de Peñaranda de Duero (Burgos)” en *B.S.A.A.A.*, T. LV, Valladolid, 1989, pp. 398-401; Cadiñanos Bardeci, I., “Peñaranda de Duero...”, art. cit., pp. 111-131; Zaparaín Yáñez, M^a J., *Desarrollo artístico...*, ob. cit., pp. 297-303...
- ⁷⁶ Alonso Ruiz, B., *Arquitectura tardogótica en Castilla: los Rasines...*, ob. cit., pp. 310-314.
- ⁷⁷ Sobre este tema cfr. Zaparaín Yáñez, M^a J., *Desarrollo artístico de la comarca arandina...*, ob. cit., pp. 342-423.
- ⁷⁸ Zaparaín Yáñez, M^a J., “El Valle del Duero, territorio y núcleos...”, ob. cit., pp. 270-272.
- ⁷⁹ Sobre el estado de la comarca a mediados del Setecientos cfr., entre otros, Calvo Pérez, J. J., y Hernando García, M., “Aranda de Duero y su comarca en el siglo XVIII según la relación de textos geográfico-históricos enviados a Tomás López”, *Rev. Biblioteca*, n^o 8, Aranda de Duero, 1993, pp. 67-110; Camarero Bullón, C. y González Semovilla, D., “El Catastro de Ensenada: fuentes para el estudio de la sociedad, la economía y el paisaje de la ribera burgalesa a mediados del siglo XVIII”, *Rev. Biblioteca*, n^o 20, Aranda de Duero, 2005, pp. 35-112.
- ⁸⁰ Iglesias Rouco, L. S., “Arquitectura y paisaje en la ribera arandina durante los siglos XVII y XVIII”, *Rev. Biblioteca*, n^o 19, Aranda de Duero, 2004, pp. 69-94.
- ⁸¹ Sobre este tema cfr. Zaparaín Yáñez, M^a J., *Desarrollo artístico de la comarca arandina...*, ob. cit., pp. 259-276; “Poder y magnificencia. Las residencias señoriales”, *Rev. Biblioteca*, n^o 19, Aranda de Duero, 2004, pp. 175-218...
- ⁸² Zaparaín Yáñez, M^a J., “El Valle del Duero, territorio y núcleos...”, ob. cit., pp. 279-282.
- ⁸³ Iglesias Rouco, L. S. y Zaparaín Yáñez, M^a J., “El antiguo palacio de don Cristóbal de Guzmán-Santoyo y Beltrán en la Villa de Guzmán”, *Rev. Biblioteca*, n^o 12, Aranda de Duero, 1997, pp. 229-244 y Zaparaín Yáñez, M^a J., *La villa de Guzmán. Historia y Patrimonio*, Obra Social, Caja Burgos, 2007, pp. 109-118.
- ⁸⁴ Zaparaín Yáñez, M^a J., *El monasterio de Santa María de la Vid. Arte y Cultura. Del medievo a las transformaciones arquitectónicas de los siglos XVII y XVIII*, Religión y Cultura, Madrid, 1994, pp. 89-94 y 117-120.
- ⁸⁵ Zaparaín Yáñez, M^a J., “Hitos urbanos y escenarios sacros. Las fábricas religiosas”, *Rev. Biblioteca*, n^o 19, Aranda de Duero, 2004, pp. 95-136.
- ⁸⁶ Zaparaín Yáñez, M^a J., “El Valle del Duero, territorio y núcleos...”, ob. cit., pp. 282-285; *Fuentespina. La villa y su arte. Siglos XVII y XVIII*, Parroquia de San Miguel Arcángel de Fuentespina, 1995, pp. 83-108; “La comarca de Roa durante los siglos XVII y XVIII”, *Rev. Biblioteca*, n^o 10, Aranda de Duero, 1995, pp. 69-127; *Fuentelcéspedes. La villa y su patrimonio. Siglos XVII y XVIII*, Parroquia de San Miguel Arcángel de Fuentelcéspedes, 1998, pp. 152-201.

- ⁸⁷ Sobre este concepto cfr. Bonet Correa, A., *Fiesta, poder y arquitectura. Aproximaciones al barroco español*, Ed. Akal, Madrid, 1990, p. 5.
- ⁸⁸ Zaparaín Yáñez, M^a J., “Fiestas en la comarca arandina. S. XVII y XVIII”, *Rev. Biblioteca*, n^o 6, Aranda de Duero, 1991, pp. 57-74.
- ⁸⁹ Iglesias Rouco, L. S. y Zaparaín Yáñez, M^a J., *La platería de Aranda de Duero. Siglos XVII y XVIII*, Aranda de Duero, 1993; Barrón García, A., “Platería y artes decorativas”, *Rev. Biblioteca*, n^o 19, Aranda de Duero, 2004, pp. 219-248; Payo Hernanz, R. J. “Notas para el estudio de la pintura de la ribera burgalesa del Duero durante los siglos XVII y XVIII”, *Rev. Biblioteca*, n^o 19, Aranda de Duero, 2004, pp. 265-318 y “De los esplendores barrocos a las luces de la Razón. Retablos y esculturas del siglo XVIII en la Ribera del Duero”, *Rev. Biblioteca*, n^o 20, Aranda de Duero, 2005, pp. 293-342; Urrea Fernández, J., “La escultura barroca en la comarca de Aranda de Duero”, *Rev. Biblioteca*, n^o 19, Aranda de Duero, 2004, pp. 249-264...
- ⁹⁰ Zaparaín Yáñez, M^a J., “Lo real maravilloso: San Pedro Regalado y los testimonios artísticos” en VV. AA., *La Ciudad del Regalado*, Ayuntamiento de Valladolid, 2004, pp. 95-117.
- ⁹¹ Zaparaín Yáñez, M^a J., *Fuentespina...*, ob. cit., pp. 108 y ss.; *Fuentelcéspedes...*, ob. cit., pp. 201-216.
- ⁹² Iglesias Rouco, L. S., “Arquitectura y cambios de la Ribera del Duero en el umbral de la contemporaneidad (1750-1800)”, *Biblioteca*, n^o 20, Aranda de Duero, 2005, pp. 155-175 y “La ribera arandina en el siglo XIX: Arquitectura y progreso”, *Rev. Biblioteca*, n^o 21, Aranda de Duero, 2006, pp. 83-108; Zaparaín Yáñez, M^a J., “Las vicisitudes del patrimonio histórico-artístico de las órdenes religiosas. La historia olvidada”, *Rev. Biblioteca*, n^o 21, Aranda de Duero, 2006, pp. 245-276...
- ⁹³ Iglesias Rouco, L. S., “Patrimonio e identidad. Burgos 1759-1939” en *XIII Congreso Nacional de Historia del Arte “Ante el nuevo milenio: raíces culturales, proyección y actualidad del arte español”*, Congreso Nacional de Historia del Arte, Granada, 2000, Vol. I, pp. 489-496.
- ⁹⁴ García Grinda, J. L., *Burgos edificado*, Colegio oficial de Arquitectos de Madrid, 1984, pp. 137-152 y *Arquitectura Popular de Burgos*, Colegio Oficial de Arquitectos de Burgos, 1988, pp.243-260; Benito, F. de, *Arquitectura tradicional de Castilla y León*, Junta de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 1998, 2 vols; Zaparaín Yáñez, M^a J., *Desarrollo artístico de la comarca arandina...*, ob. cit., pp. 177-196...
- ⁹⁵ Iglesia Berzosa, J. y Villahoz García, A., *Viñedo, vino y bodegas en la historia de Aranda de Duero*, Ayuntamiento de Aranda de Duero, 1982.
- ⁹⁶ García Zaloña, P., *Lagares y bodegas antiguos en la Ribera del Duero*, 2010.
- ⁹⁷ VV. AA., “Bodegas subterráneas tradicionales en la Ribera del Duero” en *Viticultura y Enología en la D. O. Ribera del Duero*, Consejo Regulador de la Denominación de Origen “Ribera del Duero”, Roa, 2006, pp. 75-80.
- ⁹⁸ Nuño González, J., “Las bodegas como expresión de la cultura del Vino. (Actitudes ante la tradición y las vanguardias en la Ribera del Duero)” en *Viticultura y Enología en la D.O. Ribera del Duero*, Consejo Regulador de la Denominación de Origen “Ribera del Duero”, Roa, 2005, pp. 135-150.
- ⁹⁹ <http://www.riberadelduero.es/>, página web consultada el 15 de enero de 2015.
- ¹⁰⁰ http://www.bodegasportia.com/index_portia.asp, página web consultada el 15 de enero de 2015.
- ¹⁰¹ <http://www.pagosdelrey.com/>, página web consultada el 15 de enero de 2015.
- ¹⁰² http://www.pagodeloscapellanes.com/Pago_de_los_Capellanes/Pago_de_los_Capellanes.html, página web consultada el 15 de enero de 2015.
- ¹⁰³ <http://www.luiscanas.com/dominio-de-cair-el-ultimo-reto-de-un-espiritu-inquieto/>, página web consultada el 15 de enero de 2015.
- ¹⁰⁴ <http://turismo.arandadeduero.es/visitas.asp?visita=03>, página web consultada el 15 de enero de 2015.



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)