

EL LIBRO DE LA MONASTRELL



EL LIBRO DE LA MONASTRELL



Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en las zonas rurales

Coordinadores:
Fernando Riquelme
y Adrián Martínez-Cutillas



EL LIBRO DE LA MONASTRELL

Coordinadores:
Fernando Riquelme
Adrián Martínez-Cutillas



Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en las zonas rurales

Esta publicación ha sido financiada a través de la medida 1 del Programa de Desarrollo Rural de la Región de Murcia, gestionada por el Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica.

Murcia, 2018

EL LIBRO DE LA MONASTRELL

Coordinadores: Fernando Riquelme y Adrián Martínez-Cutillas

Edita: Cofradía del Vino Reino de la Monastrell

Diseño y maquetación: José Eduardo Pérez Merlos

Ilustración de cubierta: Emma Conesa

© Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca

Dirección General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura

Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica

Depósito Legal: MU 1340-2018

ISBN: 978-84-09-06249-2

Impresión: Imprenta Regional de Murcia

Noviembre 2018

Reservados todos los derechos. De acuerdo con la legislación vigente, y bajo las sanciones en ella previstas, queda totalmente prohibida la reproducción y/o transmisión parcial o total de este libro, por procedimientos mecánicos o electrónicos, incluyendo fotocopia, grabación magnética, óptica o cualesquiera otros procedimientos que la técnica permita o pueda permitir en el futuro, sin la expresa autorización por escrito de los propietarios del copyright.

Presentación

El viñedo destinado a la vinificación es uno de los cultivos más destacados en la Región de Murcia, pues con una superficie próxima a las 25.000 hectáreas, ocupa la tercera posición en el conjunto de los cultivos leñosos, detrás de los cítricos y el almendro. Este cultivo es la base de la importante y tradicional producción de vinos que tiene su mayor expresión en los elaborados al amparo de las DOP asentadas en la Región de Murcia: Bullas, Jumilla y Yecla.

Además de la producción de vino y el empleo generado, desde el cultivo del viñedo hasta la comercialización de sus vinos, incluidas todas las actividades e industrias auxiliares, la producción vitivinícola implica también importantes beneficios medioambientales y es impulsora y foco de atracción y generación de actividad económica a través del enoturismo.

En las condiciones agroclimáticas de la Región de Murcia, la variedad Monastrell, por sus características agronómicas y enológicas, se ha constituido como la variedad de mayor superficie cultivada: representa el 83'33 % del viñedo de la Región de Murcia; por otra parte si consideramos la superficie en el conjunto nacional, en la Región de Murcia se cultiva el 46'43 % de la Monastrell cultivada en España.

Este libro representa una importante aportación, al recopilar una gran parte de la amplia información existente sobre la variedad Monastrell, que a lo largo de la historia se ha generado como resultado de la experiencia de viticultores y enólogos y de las investigaciones científicas que encontramos dispersas en infinidad de publicaciones y crónicas de especialistas. Su publicación permite dar una amplia difusión a estos conocimientos, que se conozca mejor la variedad Monastrell y sus cualidades, así como las mejores condiciones para su cultivo y vinificación, en función de las características de las diferentes zonas de cultivo y de los tipos de vinos a obtener.

Miguel Ángel del Amor Saavedra

Consejero de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca

Prólogo.

Del anonimato

a la fama

La ignorancia, las dudas, los errores, la creciente admiración y al final la conciencia de la grandeza de la monastrell: ésta ha sido la historia apasionante durante las últimas décadas de la gran casta del Sureste español, una de las más nobles y con mayor personalidad del mundo. Y en ese recorrido la Cofradía del Vino Reino de la Monastrell ha sido siempre una adelantada.

Algún aficionado madrileño recordará su primer encuentro con el "vino de Jumilla" hace medio siglo, quizá en unas vacaciones navideñas en Águilas. Era un vino recio pero redondo, a menudo a granel, producido por alguna cooperativa de la región, que a Madrid no nos llegaba. Mucho más tarde se empezó a hablar de la uva de la que procedía, en particular cuando los primeros franceses invirtieron en la zona, con aquel Altos del Pío. Bruno Prats, el ex propietario de Château Cos d'Estournel en Burdeos, nos explicaría más adelante que todo el que estudió enología en los años 60 y 70 en Montpellier oyó hablar maravillas de la patria de la uva mourvèdre, que era ese Sureste español.

Hace 20 años, cuando los trabajos de la profesora Carole Meredith en la Universidad de California-Davis sobre el ADN de la vid empezaron a arrojar luz sobre los orígenes y parentescos de las castas de uva, la monastrell se vio envuelta en una polémica que prolongó su anonimato internacional: la UC-D anunció que la había analizado genéticamente y que no se correspondía con la mourvèdre francesa, cuya fama había crecido enormemente desde la II Guerra Mundial en las zonas de Bandol y Châteauneuf-du-Pape. Muchos, incluidos los franceses, se quedaron sorprendidos. Al cabo de algún tiempo se rectificó la información: resulta que el material vegetal recibido como "monastrell" por la universidad californiana, ¡y procedente de Montpellier!, era en realidad de la moristel aragonesa. Una de muchas confusiones en esta era de búsqueda de los orígenes de las castas.

Establecida por fin la identidad de la monastrell y su sinonimia con la mourvèdre francesa y la mataró de California, faltaban sólo unos pasos para que los vinos españoles de monastrell se igualasen en las clasificaciones mundiales, como las de Decanter o el Wine Advocate, con los legendarios del Domaine Tempier o el Château de Beaucastel. Tenían que aparecer fincas vitícolas de una calidad comparable en la tierra natal de la casta. Y aparecieron, a partir de los últimos años del siglo XX: en Murcia, en Alicante, en Albacete... Viñas recuperadas, bodegas ejemplares, vinos extraordinarios.

Algunos hemos tenido la fortuna de seguir de muy cerca esta salida del anonimato de nuestra monastrell, incluso de hacer modestamente vinos con ella. Ya no tiene nada que demostrar... o quizá sí: su carácter de variedad tardía, resistente a la canícula y a los vaivenes climáticos, puede incrementar su protagonismo en los años venideros. Esperamos poder seguirlo como hasta ahora.

Víctor de la Serna

Introducción

La producción científica, técnica, divulgativa o narrativa, dedicada a todo lo relacionado con el vino, desde la viticultura y vinificación, a la gastronomía y el turismo, es abundante y muy diversa. Desde los primeros tiempos de la cultura escrita, se dispone de una rica oferta con grandes posibilidades para el estudio, pues el vino y todo su entorno han sido objeto de interés general.

Sin embargo, las obras dedicadas al conocimiento específico de una variedad de uva y de sus vinos son escasas o muy limitadas en su contenido. Esta situación la observamos muy claramente respecto a la variedad Monastrell, circunstancia que ha impulsado el reto de recopilar y ofrecer una perspectiva sobre sus características.

La Cofradía del Vino Reino de la Monastrell, que siempre en un entorno distendido y de amistad ha desarrollado sus actividades con una clara promoción y defensa de los vinos, con un sentimiento especial hacia los vinos de Monastrell, ha querido ofrecer un libro que muestre la amplia información disponible, aunque no consigamos presentar 'toda la información', pues en el entorno científico y técnico ese objetivo siempre constituye un horizonte por alcanzar.

Este libro, es el resultado de la participación de un amplio grupo de colaboradores con formación y responsabilidades muy diversas, que ejercen su actividad en diferentes instituciones o bodegas: investigación, vinificación, elaboración, comercialización, etc. Su preparación ha necesitado un largo periodo en el que la interacción con los autores ha representado un intenso trabajo para perfilar cada capítulo, respetando la autonomía de cada uno de ellos, su estilo y el modo de presentación de sus propios conocimientos y experiencias.

Esta obra nos introduce en el valioso patrimonio de la variedad Monastrell, sus uvas y sus vinos, que gracias al trabajo y bien hacer de viticultores y bodegueros, nos ofrece

una gran riqueza de sensaciones y además constituye el núcleo de actividades con gran repercusión social y económica.

El primer capítulo nos presenta una revisión de los conocimientos históricos sobre esta variedad, así como de su expansión en las diferentes zonas de cultivo y un análisis de los datos del cultivo actual en los diferentes países.

El capítulo dedicado al material vegetal, desarrollado por investigadores del Departamento de Viticultura y Enología del IMIDA nos muestra el desarrollo de los trabajos de selección clonal y sanitaria de la Monastrell, así como los avances en la obtención de nuevas variedades descendientes de esta, seleccionadas por ser más resistentes a condiciones extremas de cultivo y que permitan obtener vinos equilibrados con alto contenido polifenólico.

En un análisis sobre la viticultura de la uva Monastrell en el sureste español, se abordan los aspectos socioeconómicos y ambientales de su cultivo analizando el posible impacto del cambio climático sobre su cultivo; en ellos se analizan los costes de producción, la incidencia de la aplicación de técnicas de riego deficitario, así como las posibles medidas frente al mismo.

Fruto de una larga trayectoria de investigación desarrollada en la Universidad de Murcia en colaboración con el IMIDA, la revisión sobre la bioquímica y la aptitud enológica de la Monastrell nos presenta un completo estudio sobre la composición fenólica de estas uvas; mostrando las dificultades para su transferencia al mosto-vino, así como la recomendación de pautas en las técnicas enológicas para un adecuado desarrollo.

El capítulo dedicado a la Vinificación-Elaboración resume las experiencias y sensaciones de la amplia trayectoria profesional de su autor en la producción de vinos en distintas zonas de España, trabajando con diferentes variedades, en particular con Monastrell. Nos presenta sus propias consideraciones y datos sobre de las vinificaciones con Monastrell.

En el estudio de los vinos de excelencia de Monastrell se presenta el caso singular del desarrollo de un proyecto específicamente orientado a la producción de vinos que puedan lograr una alta consideración en el mercado. En una exposición sencilla y directa se muestran los objetivos del proyecto y la filosofía seguida en su puesta en marcha.

Las características de los vinos tintos dulces que han logrado una importante acepta-

ción en el mercado, han exigido la adecuada adaptación de las técnicas enológicas. En este apartado se exponen las diferencias entre las distintas elaboraciones y las recomendaciones en las pautas a seguir para obtener las cualidades más adecuadas.

El capítulo dedicado a los vinos espumosos aborda esta singular elaboración que durante décadas ha sido considerada como un enfoque sugestivo entre los vinos de Monastrell y que en los últimos años ha encontrado un interesante desarrollo. En el marco de una rápida exposición de la elaboración de los vinos espumosos se exponen los detalles específicos a tener en cuenta con esta variedad.

La presentación dedicada al Fondillón de Alicante nos muestra una revisión retrospectiva de este histórico vino, enriquecida con la exposición de las prácticas de elaboración enmarcadas en la reglamentación de la Unión Europea y de la DOP Alicante.

La comercialización de los vinos, como actividad económica, constituye un objetivo esencial que a pesar de las limitaciones que nos ofrece la disponibilidad de datos específicos sobre Monastrell, se aborda con algunas consideraciones que reflejan la dinámica de este mercado.

El apartado que estudia la relación entre el entorno agronómico y las características de los vinos de Monastrell, expone una visión de las diferentes regiones del mundo en la que se producen estos vinos, con referencia a las características de los obtenidos en cada una de ellas, dedicando una especial atención a las comarcas de las zonas de su cultivo en España.

El último capítulo realiza un análisis cuantitativo y cualitativo de la investigación científica publicada, con la revisión de las líneas de investigación, grupos de trabajo, autores y colaboraciones. Nos pone de manifiesto que existe una gran producción científica sobre diferentes aspectos de la Monastrell.

El objetivo de este libro no es presentar exhaustivamente los temas relacionados con la variedad Monastrell, conscientes de que otros autores podrán realizar nuevas aportaciones y enriquecer con diferente perspectiva o con un mejor conocimiento, lo expuesto en estos capítulos.

Esta obra expone una visión de los conocimientos sobre la variedad Monastrell; su objetivo básico es presentar la propia experiencia y conocimientos de los autores de cada uno de los capítulos. La producción de los vinos, en este caso de los vinos de Monastrell,

requiere la aportación de conocimientos de numerosas disciplinas, que no solo se desarrollan en las universidades y centros de investigación, sino que culminan su perfeccionamiento en el campo y en las bodegas, con el cultivo, la vinificación y la elaboración específica de los vinos de esta variedad.

Desde aquí expresamos nuestro agradecimiento a todos los autores que han participado en la redacción del libro, que han respondido con su mejor disposición a la convocatoria que les formulamos. Todos ellos nos ofrecen sus mejores conocimientos con el objetivo de que sean útiles tanto a los profesionales del sector, como a todos los interesados en la cultura del vino.

Fernando Riquelme

*Cofradía del Vino Reino de la Monastrell
Presidente*

Índice

01. Antecedentes. Revisión histórica y distribución del cultivo	
<i>(Riquelme, F.)</i>	21
1. Antecedentes. Revisión histórica	21
2. Sinónimos y homónimos	26
3. Difusión geográfica	27
- Difusión de la variedad Monastrell en España	27
- Difusión de la variedad Monastrell en Francia	28
- Difusión de la variedad Monastrell en Australia	29
- Difusión de la variedad Monastrell en USA	29
- Difusión de la variedad Monastrell en Sudáfrica	30
- Difusión de la variedad Monastrell en los Países del Magreb	30
4. Superficie cultivada de Monastrell	31
- Superficie cultivada de la variedad Monastrell en España	33
- Superficie cultivada de la variedad Monastrell en Francia	36
- Superficie cultivada de la variedad Monastrell en Australia	38
- Superficie cultivada de la variedad Monastrell en USA	38
- Superficie cultivada de la variedad Monastrell en Sudáfrica	40
- Superficie cultivada de la variedad Monastrell en los Países del Magreb	41
Referencias	42
02. Material vegetal de Monastrell	
<i>(Martínez-Cutillas, A. Ruiz, L., Fernández-Fernández, J.I.)</i>	45
1. Introducción	45
2. Situación del material vegetal	47
3. Selección clonal y sanitaria de Monastrell	48
- Selección sanitaria	50
- Selección clonal	51
4. La mejora genética de Monastrell	53
- Métodos y técnicas de mejora	54
- Selección de parentales	54
- Polinización	54
- Germinación de las semillas y obtención de plantas	55
5. La selección asistida por marcadores	60

6. Obtención de híbridos resistentes a Oídio y Mildiu	63
Referencias	68
03. Aspectos socioeconómicos y ambientales del cultivo de la uva Monastrell	
<i>(García-García, J., García-García, B.)</i>	71
1. Introducción	71
2. La viticultura y la uva Monastrell en el sureste español	73
3. Economía del viñedo en el sureste	74
4. Evaluación socioeconómica y ambiental del viñedo	76
5. Evaluación económica y social	77
6. Evaluación ambiental	81
7. Conclusiones	85
Referencias	87
04. El impacto del cambio climático en la variedad Monastrell	
<i>(Ruiz-García, L., Romero, P.)</i>	89
1. Los cambios recientes observados en el clima global y sus causas	89
2. Impacto actual y futuro del cambio climático en la cuenca Mediterránea y en la península Ibérica.....	90
3. Impacto del cambio climático en la viticultura mediterránea	92
4. La respuesta adaptativa de la vid frente al cambio climático: Repercusiones en la calidad de la uva y el vino	94
5. Medidas de adaptación y mitigación de la viticultura frente al cambio climático	99
- Mejora de la eficiencia en el uso del agua y de la calidad de uva mediante técnicas de riego deficitario.....	100
- Mejora de la eficiencia en el uso del agua mediante la selección de material vegetal mejor adaptado a las nuevas condiciones climáticas.....	104
Variedades	104
Portainjertos	107
Clones	110
- Uso de microorganismos beneficiosos como estrategia para aumentar la tolerancia al déficit hídrico y la absorción de nutrientes en vid	112
- Uso de cubiertas vegetales para la mejora del manejo del suelo del viñedo	114
Referencias	118
05. Bioquímica y aptitud enológica de Monastrell	
<i>(Gómez-Plaza, E., Bautista-Ortín, A.B., Gil-Muñoz, R.)</i>	121
1. Caracterización de la composición fenólica en la uva de la variedad Monastrell	121
- Antocianos	121
- Taninos	125
- Estilbenos	128
2. La vinificación de Monastrell. El problema de la extractabilidad	130

3. Influencia de las técnicas enológicas en la extracción polifenólica de la uva Monastrell	132
- Tiempo de maceración	133
- Aplicación de sangrados parciales	134
- Maceración pre-fermentativa en frío	135
- Congelación del mosto con nieve carbónica	136
- Enzimas pectolíticos	136
- Taninos enológicos	137
Referencias	139

06. Vinificación-Elaboración de vinos tintos y rosados de Monastrell

<i>(Sánchez, L.)</i>	145
1. Introducción	145
2. La variedad Monastrell	146
3. El <i>antes</i>: La Naturaleza, el Entorno y el Trabajo de Campo	148
4. El <i>durante</i>: Maduración, Vendimia y Vinificación en bodega	149
- Seguimiento de la maduración del fruto y elección del momento óptimo de vendimia	149
Análisis de la Madurez Técnica	150
Análisis Maduración Fenólica	150
- Vendimia y transporte de la uva a bodega	151
- Recepción y caracterización de la uva en bodega	151
- Despalillado y estrujado	152
- Encubado y fermentación	153
- Remontados y maceración con los hollejos	155
Remontados y maceración en la fase pre-fermentativa	157
Remontados y maceración en la fase fermentativa	158
Remontados y maceración en la fase pos-fermentativa	159
- Desvinado o descube	161
- Fermentación maloláctica	162
5. El <i>después</i>: La elaboración en bodega	163
- Trasiegos y deslie	163
- Caracterización del perfil del vino	163
6. Vinificación-elaboración de vinos rosados	167
- Recepción y caracterización de la uva en bodega	167
- Despalillado y estrujado	168
- Prensado de las uvas	168
- Corrección y limpieza del mosto: desfangado estático	169
- Levaduras seleccionadas y fermentación	170
- Fermentación - Control de temperatura	171
- Fermentación maloláctica	173
- Elaboración y embotellado	173
7. La cata	173

07. Los vinos de excelencia de Monastrell

<i>(Ringland, C., Riquelme, M.T.)</i>	175
1. Introducción	175
2. La Monastrell de excelencia	178
3. Desarrollo del proyecto	178
4. Filosofía enológica	179
5. Establecimiento de la Bodega	180
6. Evolución del vino	183
7. Vinos inspiradores y ejemplares. Grandes vinos de Monastrell.....	185

08. Vinos dulces actuales

<i>(López, M., Azorín, P.J.)</i>	187
1. Antecedentes.....	187
2. Selección y clasificación de las uvas	190
3. Despalillado y estrujado	192
4. Encubado y maceración.....	192
5. Fermentación alcohólica	192
6. Parada de la fermentación.....	193
- Vino naturalmente dulce	193
- Vino dulce natural	195
7. Descubre y trasiegos.....	195
8. Envejecimiento, estabilización y almacenamiento	196
Referencias	198

09. Los vinos espumosos de Monastrell

<i>(Benitez, J.M., Riquelme, F.)</i>	199
1. Introducción.....	199
2. El espumoso de Monastrell.....	201
3. La producción de las uvas de Monastrell	202
4. Elaboración del vino base.....	203
- Fermentación del mosto para obtener el vino base.....	205
- Acidificación	205
- Enzimas pectolíticos, desfangado, trasiegos	205
- Adición de nutrientes y levaduras	206
- Fermentación maloláctica.....	206
5. Embotellado y segunda fermentación.....	207
- Datos analíticos exigidos para los vinos base	207
- Desarrollo de la segunda fermentación	208
- Crianza sobre lías	208
- Removido. Degüelle y adición del Licor de Expedición.....	208
6. Los espumosos tintos de Monastrell.....	209
Referencias	212

10. El Fondillón de Alicante	
<i>(Quiles, P.)</i>	213
1. Introducción	213
2. Aproximación histórica del vino en Alicante	214
3. Regulación Reglamentaria	219
4. La elaboración del Fondillón	220
- Zona de producción.....	220
- La vendimia	222
- Despalillado – Estrujado.....	223
- Encubado y fermentación	223
- Envejecimiento	224
- Fondillón de Solera	225
- Fondillón de Añada	225
5. Características organolépticas del Fondillón	226
6. A modo de conclusión	227
Referencias	228
11. El mercado de los vinos de Monastrell	
<i>(Puerta, F.)</i>	229
1. Introducción	229
2. Conocimiento de la variedad	230
3. La Monastrell en España	232
4. Comercialización de los vinos de Bullas, Jumilla y Yecla	233
- Mercados principales.....	233
Referencias	234
12. Incidencia de la geografía sobre los vinos de Monastrell	
<i>(Pacheco, E., Riquelme, F.)</i>	235
1. Introducción	235
2. Condiciones climáticas especiales que tiene en común estas zonas	236
3. Calidad y tipicidad del vino	236
4. Monastrell en España	239
- Provincia de Valencia.....	239
- Provincia de Albacete.....	239
- Provincia de Alicante	240
- Región de Murcia.....	241
- Un proyecto singular: Bruma del Estrecho Marín - Colección de Parcelas de Monastrell	243
5. Mourvedre / Monastrell en Francia	245
- Languedoc-Roussillon.....	245
- Vallée du Rhône	246
- Provenza	246
- Bandol	247

6. Mataro / Monastrell en Australia	249
7. Mataro / Mourvedre / Monastrell en USA.....	252
Referencias	254
13. Las investigaciones sobre la Monastrell	
<i>(Riquelme, F.)</i>	255
1. Introducción.....	255
2. Artículos científicos sobre la variedad Monastrell.....	256
3. Las líneas de investigación en España.....	263
4. Las líneas de investigación en Francia.....	267
5. La investigación sobre la Monastrell en otras instituciones	267
6. Relación de artículos científicos sobre la variedad Monastrell/Mourvèdre 1987-2017 ...	268
Referencias	292

1. Antecedentes. Revisión histórica y distribución del cultivo

Fernando Riquelme

Dr. Ingeniero Agrónomo

1. ANTECEDENTES. REVISIÓN HISTÓRICA

Los estudios arqueológicos sitúan el origen de la vid en la región del Cáucaso, en la zona que se extiende entre Georgia, Armenia y Azerbayan; en esta última se han localizado las evidencias más antiguas que muestran la elaboración de vino y la aplicación de tecnologías de vinificación. En un asentamiento ubicado al norte de las montañas Zagros localizaron una vasija Neolítica con restos que sin ninguna duda permiten afirmar que contenía vino, junto con resina del pistachero como aditivo, datándolo entre los años 5400 y 5000 aC (Patrick et al. 1996).

Desde esta región se produjo la difusión de la viticultura a través de Oriente Medio, hacia Egipto, Grecia, Roma y posteriormente hacia el Mediterráneo occidental a lo largo de ambas riberas. Los fenicios, siguiendo la costa sur, la llevaron hasta la zona meridional de la península Ibérica, desde el Guadiana hasta el Júcar. Por la costa norte, los griegos, a través de Italia y Francia la hicieron llegar hasta Cataluña y el golfo de Valencia, culminando con el proceso de romanización en el siglo II aC, que favoreció

la implantación permanente de la viticultura y elaboración del vino en todas las comarcas del litoral, lo que dio lugar a un importante comercio entre estas y Roma, así como con los asentamientos de las legiones romanas en otras zonas.

Sagunto (Murviedro, Mourvedre) era un puerto de gran relevancia en el comercio de estos vinos y los *vinos de Murviedro* ya eran citados en el siglo II aC en su comercialización a diferentes países. Sin embargo, a pesar de la coincidencia toponímica con la variedad de uva, no se puede afirmar que aquellos vinos tan apreciados en Roma por sus cualidades, estuvieran elaborados con la variedad Monastrell / Mourvedre.

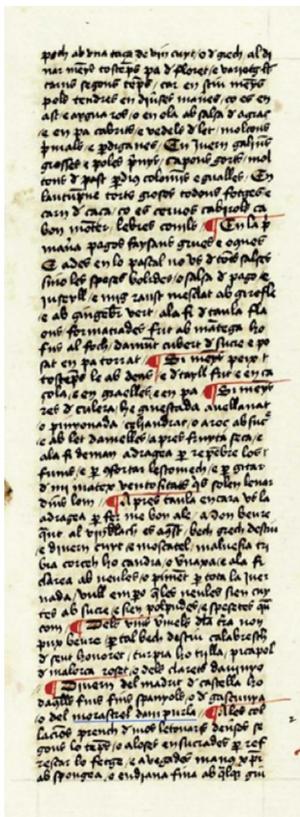


Figura 1
Reproducción parcial del Capítulo de referencia de 'Terç del Crestià', pág. 189b. (Eiximenis, F. 1327?-1409)

La denominación Monastrell procede etimológicamente del latín *Monasteriellu - Monasteriell*, diminutivo de *Monasterie - Monestir*; nombre que puede tener su origen en la propagación de estas cepas desde los monasterios, en donde junto al empleo del vino en la liturgia, se une la hospitalidad dada a los peregrinos; no obstante no se puede indicar un origen concreto, aunque se han apuntado dos opciones: la primera corresponde a la localización ampurdanesa de Eiximenis (Vilajuïga, Peralada, Sant Pere de Roda), mientras que la segunda indica una opción meridional, del Ebro o valenciana (Porta-Coeli, Valldigna y Scala-Dei) (Favá, 2001).

La primera referencia explícita a la variedad Monastrell está reflejada en la Primera parte del 'Terç del Crestià', del franciscano Francesc Eiximenis. Este manuscrito recoge una carta dirigida por un clérigo glotón a su médico pidiendo consejo sobre su régimen de vida, en la que después realiza la exposición detallada de sus copiosas comidas. La descripción incluye los mejores platos, con los mejores vinos comercializados en esa época en Europa y hace referencia a "los vinos finos españoles, a los de Gascuña y al Monastrell del Empordan" (Eiximinis, 1327).

En los versos del libro 'Spill o libre de les dones' de Jaume Roig (Chabás, 1905), en cuyo único manuscrito que se conserva en la Biblioteca Vaticana de Roma (Vat Lat

4806) (Carré, 1994), fechado entre 1479 y 1505, *Monastrell* también aparece citada en dos ocasiones, aunque no en todas las ediciones reproducidas a lo largo de los años. Los textos de la traducción al castellano, realizada por Miquel i Planas (1942), transcritos en prosa llana, son los siguientes:

- *Cuando quedó otra vez embarazada, dió en la tema de beber vino nuevo de **monastrel**; si fue la lascivia o la preñez lo que la movió, es cosa que nunca se supo.* (Libro Segundo. Parte Cuarta / 6335).
- *Desfondó y aró tierra más firme, nueva, más llana, blanda y soleada, buena toda ella para cultivo, alejada del arenal, con buen regadío de agua fluvial o de fuente; escogió plantel exótico, mássano, de cepas montalbanas, bovales, negrillas, pero no ferrandeles ni monestrelles, pues deseaba a plantar y cultivar majuelos nuevos, de mayor rendimiento y virtud.* (Libro Tercero. Parte Tercera / 13422).

La lectura debe realizarse en el contexto y sentido de la obra, que tiene una elevada finalidad moralizadora; hacen referencia a la renovación moral, al desarrollo de una nueva vida y a la instauración de la nueva Iglesia de Jesucristo (Carré, 2007). No obstante, realizando una lectura desde el punto de vista puramente vitivinícola, podríamos ver una propuesta de sustitución de las variedades habitualmente cultivadas, para ser reemplazadas por otras extranjeras, en la zona de influencia de la publicación. Esta recomendación habría provocado que el cultivo de la *Monastrell*, como variedad preferente, se desplazara a territorios más meridionales: sur de la provincia de Valencia, Alicante, Murcia, las comarcas orientales de Albacete, Granada, Málaga y Almería.

También en la obra de Jerónimo Münzer, que describe 'Viaje por España y Portugal' realizado entre 1494 y 1495 (Pfandl, 1920), aparecen referencias al "*Generoso Vino de Murviedro*" y al "*Vino de Alicante, que se exporta en gran escala a Inglaterra y Alemania*"; aunque no realiza una mención expresa, tanto por la sinonimia, como por la opinión de numerosos autores, se considera que los vinos citados correspondían a la variedad *Monastrell* (Mourvedre).

Para disponer de una descripción de esta variedad, debemos situarnos a finales del siglo XVIII, en pleno movimiento de la *Ilustración*, que impulsó el avance cultural y el desarrollo económico, la configuración de los principios científicos de la agricultura y su progreso; se organizaron núcleos de estudios agrarios y se publicaron diferentes estudios y tratados sobre agricultura.

La primera reseña, con descripción ampelográfica que hace referencia a esta variedad, la realiza Valcarcel (1791) en el tomo VIII de 'Agricultura General', que trata "*Del cultivo de las viñas y arte de hacer vino y otros licores vinosos*". Realiza una revisión de las descripciones de variedades de Alonso de Herrera y a continuación incluye variedades de distintas regiones, pero únicamente concede una descripción más completa a las cultivadas en Valencia:

Monastrell es una uva rosa o rubia de racimo bastante grande duro de cortar, con el grano redondo de carne firme con la piel dura, y de jugo dulce: echa pocos sarmientos, que tiran acia abajo, con los nudos gordos y espesos a menos de tres dedos, el color de su madera es acastañado, y la hoja grande y gorda: esta uva es de las primeras en madurar, buena de comer y de guarda, y dejándola pasar un poco en la cepa dà un excelente vino. Algunos dicen que el **Monastrell verdadero** es negro y muy dulce: su cepa se deja alta y ramea mucho, y la hoja es de color avinagrado: tarda esta uva para madurar, pero en empezando madura pronto: y por sí hace buen vino, aunque lo regular es mezclarla con otras. Se pretende que el **Monastrell gordo** es propiamente la llamada Gayata: la que es una uva negra de pulpa regular con el hollejo duro, y de jugo muy dulce: su cepa se deja baja, cuyos sarmientos tiran àcia arriba, y su hoja es de verde oscuro: esta uva por sí produce un vino muy común, pero adelante se pone el modo de sacar un buen vino de ellas (Valcarcel, 1791).

La descripción corresponde a diferentes tipos incluidos como *Monastrell*, con claras diferencias entre ellas, por lo que, de nuevo, debemos entender que en algún caso se trata de denominaciones homónimas.

La obra de Alonso de Herrera '*Agricultura General*' (Herrera, 1818), cuya edición original fue publicada en 1513, es el primer texto sobre agricultura escrito en lengua vulgar en el Renacimiento europeo y se le considera precursor de la ampelografía española. No incluye referencias que podamos relacionar con la variedad Monastrell; sin embargo en la edición de 1818, *adicionada* por la Real Sociedad Económica Matritense, se hace referencia al "Monastrell blanco", como sinónimo del "Torrontés"; asimismo cita la "Morrastell" y "Morrastell, de los Velez de Granada" como variedad de uva tinta. Sin embargo, los someros datos aportados en la descripción, no permiten identificarlas como la variedad tinta Monastrell, pudiendo tratarse tanto de sinonimias, como de homonimias.

La publicación, por Simón de Rojas Clemente (1807) del '*Ensayo sobre las variedades de la vid común que vegetan en Andalucía*', escrito con pautas propias de la Ilustración y que presenta por primera vez una descripción sistemática y rigurosa, hace referencia

a la variedad "Morrastell valcarceliana" que sitúa como sinónimo de la "Monastrell verdadero" (que en el *Vitis International Variety Catalogue* - VIVC - le asigna como *Nombre Principal*, tanto Monastrell como Graciano) y "Monastrell menudo".

A la obra de Clemente ha seguido la publicación de numerosas aportaciones, en paralelo con los avances y evolución de la ampelografía (descriptiva, sistemática, morfológica, molecular), tanto en España como en otros países: Rovasenda (1877), Manso de Zúñiga (1905), Janini (1922), Hidalgo y Galet (1988), Chirivella (1995), Cabello (2011).

De forma similar a estas referencias, aunque más tarde en el tiempo, se producía en Francia el reconocimiento de esta variedad con la denominación Mourvedre, como lo muestran diferentes actas publicadas en los siglos XVI y XVII (Guyot, 1868; Viala, 1901).

En la actualidad, fundamentalmente con la aplicación de los descriptores de la OIV para variedades de vid y especies de *Vitis* (OIV, 2015), que incluye junto a los descriptores ampelométricos y ampelográficos, el comportamiento fitopatológico, isoenzimas y la utilización de secuencias de microsátelites (marcadores SSR), se han creado importantes registros y bases de datos con la información de un gran número de cultivares, que ofrecen la descripción sistematizada y completa, el registro de los diferentes cultivares, la clarificación y solución de los problemas de sinonimia, homonimias y errores en la denominación.

Estas descripciones se consideran estándar internacional para la información sobre las variedades de vid y la variedad Monastrell está perfectamente identificada, como en las siguientes:

- Vitis International Variety Catalogue VIVC (<http://www.vivc.de/>)
- The European Vitis Database (<http://www.eu-vitis.de/index.php>)
- The French Network of Grapevine Repositories (RFCV) (http://bioweb.supagro.inra.fr/collections_vigne)
- Registro Nazionale delle Varietà di Vite (<http://catalogoviti.politicheagricole.it/catalogo.php>)
- Colección de Variedades de Vid de "El Encín" (IMIDRA) (<http://www.madrid.org/coleccionvidencin/>)
- US National Grape Registry (<http://www.ngr.ucdavis.edu/>)

2. SINÓNIMOS Y HOMÓNIMOS

Desde las primeras referencias históricas sobre la variedad Monastrell, como ocurre especialmente en las variedades más antiguas, se ha designado de formas muy diversas, nombres que fueron establecidos por diferentes motivos: origen geográfico, localidad donde fue encontrada, comercializada o importada, la persona o institución que la difundió. También puede hacer referencia a algún atributo específico de la variedad.

Con mucha frecuencia, las conquistas, reconquistas, desarrollo de rutas comerciales, fundación de monasterios, etc. facilitaron que las plantas se transfirieran entre localidades, zonas de cultivo o países diferentes, produciéndose en los nuevos destinos cambios en el nombre que afectaban a algunas letras o que eran designaciones completamente nuevas. A lo largo de la historia se conocen un gran número de denominaciones para designar a esta variedad, que corresponden a designaciones locales o a variaciones lingüísticas. Esta situación ha sido puesta de manifiesto por todos los ampelógrafos que se han esforzado en establecer los sinónimos ligándolos a una denominación unificada.

Tabla 1

Sinónimos de Monastrell (Prime name). Variety number VIVC: 7915. "Passport Data"

Alcallata	Clairette Noire	Marseillais	Negre Trinchiera
Alcayata	Damas Noir	Mataro	Negrette
Alicante	De Reyno	Maurostel	Negria
Arach Sap	Del Reino	Mechin	Negron
Balsac	Del Reyno	Monastre	Neyron
Balthazar	Drug	Monastrel	Piemontais
Balzac	English Colossal	Monastrell Garrut	Pinot Fleri
Balzac Noir	Espagne	Monastrell Menudo	Plant de Ledenon
Balzar	Espagnen	Monastrell Verdadero	Plant De Saint Gilles
Beausset	Espar	Morastell	Plant De St Grilles
Benada	Esparte	Morrastel	Reina
Benadu	Estrangle Chien	Morrastrrell	Ros
Beni Carlo	Etrangle Chien	Morrstel	Rossola Nera
Berardi	Flouron	Morvede	Rossolo Nera
Bod	Flourous	Morves	Spar
Bon Avis	Flouroux	Mourvede	Tinta
Bonavis	Garrut	Mourvedon	Tintilla
Buona Vise	Gayata	Mourvedre	Tinto
Casca	Gayata Tinta	Mourvegue	Tire Droit
Catalan	Gros Mourvede	Mourves	Torrentes
Cayata	Kaldaretta	Mourveze	Trinchiera
Caymilari Sarda	Karis	Mourviedre	Valcarcellia
Charmet	Mando	Mouvedre Famellestadt	Verema
Charnet	Manechal	Murvedr Espar	Veremeta
Churret	Maneschaou	Murviedro	Vereneta

En la actualidad Monastrell es una de las variedades para las que se reconocen en el “*Vitis International Variety Catalogue*” mayor número de sinónimos; incluye 100 denominaciones diferentes para la variedad Monastrell, como *Nombre Principal* (VIVC, 2017), (Tabla 1).

Otro aspecto que introduce complejidad en el conocimiento sobre las variedades de vid es la utilización de una misma denominación para designar a variedades distintas, como consecuencia de errores o denominaciones locales; estos usos están inducidos por la adaptación a las diferentes zonas, como resultado de cambios en algunos caracteres morfológicos por la influencia de las condiciones ambientales o del estado nutricional y sanitario.

En el ‘Catálogo VIVC’, Monastrell está referenciada para 8 nombres de variedades, que se corresponden con 4 nombres principales; con la clasificación que realiza el VIVC, esta situación queda completamente clarificada, pues a cada nombre principal se asigna un número VIVC único para cada variedad.

Tabla 2

Referencias de Monastrell, como “Nombre de variedad” (Cultivar name). VIVC

Cultivar Name Nombre variedad	Prime Name Nombre principal	Variety Number VIVC Número VIVC variedad	Synonyms Sinónimos
Monastrell	Monastrell	7915	100
Monastrell Garrut	Monastrell	7915	100
Monastrell Menudo	Monastrell	7915	100
Monastrell Verdadero	Monastrell	7915	100
Monastrell	Moristel	12353	21
Monastrell Blanco	Albillo Mayor	12581	23
Monastrell Verdadero	Graciano	4935	111
Monastrell Menudo	Graciano	4935	111

3. DIFUSIÓN GEOGRÁFICA

Difusión de la variedad Monastrell en España

Como se ha indicado, las primeras referencias sobre la Monastrell la localizan en te-

territorios próximos a la costa mediterránea, poco delimitados entre el Ampurdán y Valencia. Desde esta zona inició su difusión hacia el sur, llegando a Alicante, Murcia y Andalucía, como lo ponen de manifiesto las referencias históricas.

Roxas Clemente (1807), al citar las variedades que vegetan en Andalucía, identifica *Monastrell valcarcellia* con diferentes denominaciones y localizaciones, todas en la provincia de Almería: *Morrastell* en Cuebas, Lubrin y Los Vélez; *Torrentés*, en Lubrin; *Casca* en Los Vélez, que Espinosa (1822) sitúa en 'Los Velez de Granada'. En esta misma zona, aceptando el valor toponímico y la sinonimia que realiza Rovasenda (1887) al asimilar *Morastel* de l'Herault a la denominación *Reyna de Lorca*, también podríamos localizarla en este municipio de la provincia de Murcia.

En el 'Libro del viticultor', Abela (1885) la denomina *Valcarcella*; con este nombre y otros sinónimos (*Morrastel*, *Torrentés*, *Casca*) la localiza desde Málaga y Granada a Cataluña y el sureste de Francia. Asimismo la sitúa en Cuenca (*Morastel*), Murcia (*Morrastel*) y Albacete (*Mechin*).

En el año 1889 en el 'Avance estadístico sobre cultivo y producción de la vid en España' se observa la ampliación de la zona con cultivo de Monastrell, que además de las provincias indicadas anteriormente incluye las siguientes: Álava, Lérida, Logroño, Soria, Teruel, Zaragoza, Huesca, Gerona, Navarra y Castellón de la Plana.

En la actualidad una buena referencia sobre el cultivo de las variedades para vinificación la podemos observar en la regulación que establecen las denominaciones de origen e Indicaciones Geográficas Protegidas que definen las variedades recomendadas, preferentes y autorizadas para sus vinos.

Difusión de la variedad Monastrell en Francia

La introducción de la Mourvèdre (Monastrell) en las regiones meridionales de Francia estuvo favorecida por las estrechas relaciones con las provincias limítrofes de España y una cierta analogía climática. En diferentes documentos de los siglos XVI y XVII se identifica a la Mourvedre, bajo los nombres de *Morves*, *Mouviès*, *Mourvégué*, aunque es posible que su cultivo en estas regiones fuera anterior (siglo XV) e inducido por el prestigio del vino que comercializaban desde Sagunto. Los viticultores y comerciantes de Provenza y Languedoc estuvieron interesados en obtener esta variedad de uva, que algunos autores han relacionado con los desplazamientos de numerosos peregrinos.

La variedad fue introducida en muchas zonas del sur de Francia con diferentes denominaciones, debido tanto a la procedencia de las plantas como a variaciones fonéticas o locales. En Provenza y Pirineos Orientales, conocida como *Mourvèdre*, sitúan su origen en Sagunto (Morvedre) en Valencia, mientras que en el Roussillon, conocida como *Mataro*, localizan su procedencia en este puerto de Cataluña. Su cultivo estaba presente en otras comarcas, entre las que se podían incluir, además de las citadas, Pirineos Orientales, Herault, Gard, Tarn-et-Garonne, Charentes, Ródano, Dordogne, etc. Actualmente este viñedo ha desaparecido del sudoeste de Francia, pero está autorizada en 45 denominaciones francesas de vinos (Anon., 2014).

Difusión de la variedad Monastrell en Australia

La Monastrell fue introducida en Australia, desde Perpignan (Roussillon), en la colección que James Busby (1831), seleccionó en los Jardines Botánicos de Montpellier, Luxembourg (París), Sion House (Inglaterra), y otras partes de Francia y España. 362 esquejes de distintas variedades fueron cultivados con éxito en el 'Sydney Botanic Gardens' (Busby, 1833), que rápidamente se replicaron en Adelaida y Hunter Valley, que en conjunto proporcionaron el material vegetal para la difusión del viñedo en toda Australia (New South Wales, South Australia y Victoria) (Chlebnikowski, 1998).

Debido a la reducida incidencia de la Phylloxera en Australia, existen numerosos viñedos centenarios, como el Old Garden Vineyard (Barossa Valley), que plantado en el año 1853 se califica como el viñedo de Monastrell/Mourvèdre/Mataro más antiguo del mundo.

Difusión de la variedad Monastrell en USA

Los españoles iniciaron la incorporación de la agricultura europea en América durante el siglo XVI con la introducción de cítricos, vid y olivo, pero las dificultades del viaje obstaculizaban el transporte de plantas y esquejes, por lo que en muchas ocasiones se recurrió a la utilización de semillas. En la década de 1830, se intensificó el desarrollo de la viticultura, considerándose a Jean-Louis Vigne el primer inmigrante que transportó variedades de vid desde Burdeos, pero no se dispone de referencias concretas.

La Monastrell llegó a EEUU en la importante remesa de plantas de vivero, realizada 1856 (la fecha no está confirmada) por Louis y Pierre Pellier, como suministro para el vivero que gestionaban desde su establecimiento en 1849. Este suministro, que incluía numerosas variedades de uva constituyó las bases de la 'Pellier Collection', una

de las mejores de California. Esta variedad fue cultivada probablemente por primera vez en la 'Mission Santa Clara', extendiéndose a otras zonas, como Contra Costa, North Coast, Riverside, San Bernardino Placer, Ontario, San Diego, etc.

Su difusión también alcanzó a otros territorios, extendiéndose con algunas plantaciones menores en Wasington State, Arizona, Missouri, Texas y Virginia, así como British Columbia en Canadá.

Difusión de la variedad Monastrell en Sudáfrica

El desarrollo en 1652 de una base de avituallamiento en el Cabo de Buena Esperanza, por la 'Dutch East India Company', para el aprovisionamiento de los barcos que realizaban el viaje entre Europa y Asia, junto a las ventajas observadas de la influencia del Oporto o Sherry en la reducción de enfermedades de las tripulaciones, promovió que el Gobernador Jan van Riebeeck considerara la necesidad de fomentar el cultivo del viñedo en esta colonia. De este modo, en 1655 se plantaron las primeras viñas procedentes de Francia (Chenin Blanc) y España (Moscatel de Alejandría). No existe una información detallada de las variedades que fueron introduciéndose a lo largo del desarrollo histórico de Sudáfrica, pero se considera bastante probable que la Monastrell, al ser conocida en Sudáfrica por Mataro, procediera de una importación realizada desde Australia en el siglo XIX.

Difusión de la variedad Monastrell en los Países del Magreb

La viticultura de vinificación ha estado presente en el norte de África desde la época de los fenicios, pasando por la presencia de las diferentes culturas que la han intervenido a lo largo de la historia: romanos, árabes, turcos, etc. Desde la Edad Media el patrimonio vitícola del Magreb se enriqueció especialmente por las aportaciones de los países situados en la ribera norte del Mediterráneo (Italia, España, Francia y Portugal).

Con la implantación española en Argelia (1505), en primer lugar en Mazaquivir y posteriormente en Oran, el viñedo estuvo más presente en la región, influencia que fue decisiva, en factores esenciales como variedades y técnicas de cultivo (Hidalgo, 1960). A partir de la ocupación francesa (1830), la implantación del viñedo experimentó un creciente desarrollo, con un fuerte incremento de las superficies dedicada a la viticultura (Tayeb, 1990). Con esta combinación de *influencias*, las variedades autóctonas fueron reemplazadas parcialmente por otras propias de zonas similares en la ribera norte. Entre estas variedades la Monastrell-Mourvedre, conocida con el sinónimo

"Matterou Fin", encontró condiciones muy adecuadas para el cultivo.

La presencia de ítalo-tunecinos en el siglo XVIII en Túnez, promovió el desarrollo de la actividad vitícola, que posteriormente con el establecimiento del protectorado francés en 1881 se intensificó fuertemente. Según expone Bourde, P (1897) en un análisis sobre la viticultura en Túnez, las variedades plantadas con más frecuencia eran Mourvèdre, Morastel, Cariñena, Aramón y Cinsault.

En Marruecos, la promoción del cultivo de la vid para vinificación fue impulsada inicialmente por los portugueses a partir de 1415, pero de igual modo que en Argelia y Túnez, el verdadero desarrollo correspondió a los viticultores franceses a partir de la colonización en el siglo XIX, con la introducción de las variedades habitualmente cultivadas en el sureste de Francia (Garnacha, Cariñena, Cinsault y Alicante Bouschet), quedando la Mourvedre para una implantación posterior y con menor superficie de cultivo.

4. SUPERFICIE CULTIVADA DE MONASTRELL

La evolución de la viticultura está afectada por numerosos factores sociales, económicos, políticos, religiosos, etc. vigentes en los territorios, promocionando o limitando su cultivo y la producción de vino. La repercusión han sido mucho más intensa con los importantes cambios que se produjeron durante el siglo XIX en todo el mundo, que en el sector vitícola algunos adquirieron especial significado: desarrollo científico y técnico, intercambios comerciales, la crisis de la filoxera, etc.

Entre los diversos factores que afectaron a la evolución de la viticultura mundial, con una especial incidencia en la más tradicional, la europea, podemos destacar los siguientes:

- Los progresos científicos y técnicos en los siglos XVIII y XIX, tanto en agronomía y enología, como en el desarrollo industrial y de infraestructuras favorecieron un fuerte impulso de la viticultura en Europa, sustentado por el incremento de los intercambios comerciales.
- Los procesos de conquista, colonización y descolonización, en los países del norte de África, indujeron fuertes oscilaciones en el cultivo de viñedo de vinificación.
- La introducción desde EEUU de la filoxera, provocó la gran crisis de la viticultura en primer lugar en Francia en 1865-1870, extendiéndose posteriormente en el resto de Europa, África, Australia, Turquía, California, etc. Esto favoreció inicial-

mente la producción y comercio en los territorios más meridionales, aunque posteriormente también vieron diezmados sus cultivos.

- El proteccionismo comercial de diversos países.
- El desarrollo de las Denominaciones de Origen, en primer lugar en Francia en 1933, por iniciativa del Barón Le Roy, que posteriormente se reprodujo en otros muchos países, tanto en Europa como en el resto del mundo. Se creó una nueva figura de control que regula la producción de vinos con calidad controlada, que posteriormente se constituye como gran diferencia de las producciones del Nuevo Mundo.

Estos factores influyen en gran medida en la evolución y desarrollo de la viticultura, la distribución de las variedades cultivadas y en consecuencia en la superficie de la variedad Monastrell en cada zona de cultivo. La globalización del mercado del vino ha provocado fuertes retos en las últimas décadas, impulsando una *concentración varietal* y ha generado una oferta de vinos más homogéneos concentrándose la oferta en un menor número de variedades, aunque en los últimos años entre los viticultores se está observando una ligera tendencia a regresar a las variedades locales y explorar otras opciones diferentes de las principales variedades “internacionales”.

Tabla 3
Distribución mundial de la superficie cultivada de Monastrell

Países	2000			2010		
	ha	% Monastrell	% nacional	ha	% Monastrell	% nacional
España	67160	88.02	5.68	58406	83.62	5.68
Francia	7634	10.00	0.88	9363	13.40	1.11
Australia	948	1.24	0.73	692	0.99	0.46
EEUU	187	0.25	0.11	404	0.58	0.18
Sudáfrica	13	0.02	0.01	403	0.58	0.40
Túnez	337	0.44	2.00	337	0.48	2.00
Chipre				172	0.25	2.00
Chile	22	0.03	0.02	59	0.08	0.05
Argentina				8	0.01	0.00
Turquía				4	0.01	0.03
Canadá				2	0.00	0.02
Uruguay				1	0.00	0.01
“Missing 9”	3	0.00	0.00			
Totales:	76304	100.00	1.56	77709	100.00	1.52

Los años corresponden a los censos decenales de la Unión Europea, que fueron 1999 (presentado como 2000) y 2009 como 2010. La tabla está ordenada en función de las superficies del 2010.

“Missing 9”: corresponde a 9 países (China, Japón, Kazajstán, México, Myanmar, Perú, Tailandia, Turquía y Ucrania) de los que no se disponía de datos seguros en el 2000 en el que representaban el 1.6 % de la viticultura mundial, que en el año 2010 se elevó al 5.1 %.

La superficie dedicada al cultivo de la variedad Monastrell el año 1990 se estimaba en 108.213 ha, que representaba el 2.05 % del conjunto de viñedo de vinificación, que situaban a esta variedad en el puesto noveno del ranking de variedades cultivadas; 30 años después, en el 2010 la superficie cultivada es de 69,850 ha, que representa el 1.52 % y la sitúan en el puesto 14.

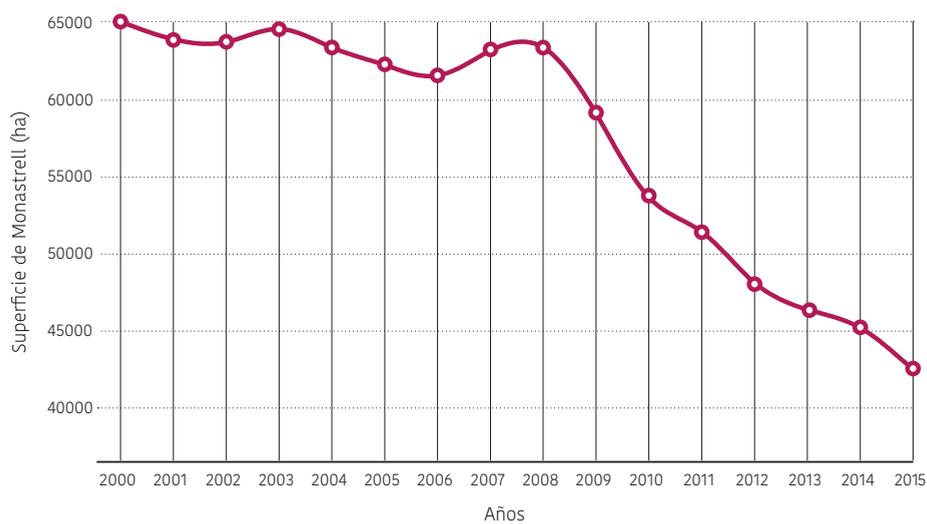
Las superficies dedicadas al cultivo de la variedad Monastrell, presentan diferente evolución durante los últimos años en los distintos países, como muestran los datos estadísticos disponibles. La información más precisa sobre las variedades cultivadas en cada país nos la proporciona Kim Anderson (2013), recopilada fundamentalmente a partir de la base de datos Eurostat (2013), que corresponden a los últimos censos agrícolas de la Unión Europea, complementada con la información de otros países en los que fue necesario recurrir a datos más específicos desde diversas instituciones nacionales de la industria vitivinícola o el organismo nacional de estadística. En EEUU y Canadá utilizó datos de los propios Estados en donde existe este cultivo (Tabla 3).

Estos datos ponen de manifiesto que la variedad Monastrell en la actualidad se cultiva con superficies de valor estimable en un número reducido de países. El país con mayor superficie es España con el 83.62 %, seguida de Francia con el 13.40 %; la presencia en los restantes países es mucho menor, en todos los casos por debajo del 1 % de la superficie cultivada a esta variedad.

La estabilización de la superficie mundial entre los años 2000 y 2010, que frena la caída constante en las décadas anteriores es consecuencia del aumento de superficie que se ha producido en Francia, donde ha experimentado un incremento del 22.7 %.

Superficie cultivada de la variedad Monastrell en España

En España, a partir de mediados del siglo XIX, la evolución de la viticultura y en particular de la superficie cultivada con Monastrell ha experimentado importantes cambios, motivados por los procesos de industrialización y desarrollo de los medios de transporte y posteriormente por la crisis de la filoxera que afectó a toda Europa, y provocó una importante redefinición del viñedo, con cambios en la geografía, estructura de su cultivo, costes y en las políticas de protección de los diferentes países. Todo ello favoreció una época de fuerte expansión en las últimas décadas del siglo XIX y primeras del XX, hasta la recuperación del viñedo en Francia, que junto a las plantaciones que se desarrollaron en Argelia, recuperaron su propia producción y suministro (Piqueras, 2005).

Figura 2. Evolución de la superficie cultivada de Monastrell en España 2000-2015**Tabla 4**

Distribución geográfica del cultivo de la Monastrell en España. Evolución 2012 - 2015

Comunidad Autónoma	2012		2013		2014		2015	
	ha	% Mo						
Andalucía	43	0,09	43	0,09	43	0,10	36	0,08
Aragón	61	0,13	60	0,13	53	0,12	0	0,00
Baleares	128	0,27	136	0,29	134	0,30	134	0,32
Castilla La Mancha	18.211	37,85	17.729	38,22	17.174	37,99	16.001	37,65
Cataluña	99	0,21	102	0,22	103	0,23	105	0,25
Extremadura	47	0,10	47	0,10	55	0,12	0	0,00
Madrid	3	0,01	3	0,01	3	0,01	2	0,01
Murcia	22.032	45,79	20.983	45,23	20.485	45,31	19.731	46,43
Navarra	10	0,02	10	0,02	3	0,01	0	0,00
País Vasco							0	0,00
La Rioja	2	0,00	2	0,00	1	0,00	1	0,00
Comunidad Valenciana	7.480	15,55	7.280	15,69	7.137	11,43	6.487	15,26
Total	48.116	100,00	46.393	100,00	45.213	100,00	42.500	100,00

Los viñedos del área mediterránea fueron los últimos que se vieron afectados por la filoxera y en muchos casos con una incidencia muy reducida, como consecuencia de las características agroclimáticas de estas comarcas. Las comarcas de Alicante, Monovar y Villena se vieron afectadas en 1902-1905, mientras que en el Altiplano de Jumilla-Yecla se retrasó hasta 1912, con una virulencia mínima.

En los procesos de reimplantación del viñedo, en la mayor parte de las comarcas del litoral con una fuerte tradición vitivinícola, el viñedo fue reemplazado por el cultivo de cítricos, olivo y almendro, provocando su desplazamiento y la implantación y expansión en las comarcas del interior: Altiplano de Jumilla y Yecla, Bullas, Alto Vinalopó y sur de Albacete y de Valencia. Al mismo tiempo se produjo una reducción del número de variedades y la especialización comarcal, siendo la variedad Monastrell la predominante en estas comarcas (Morales, 1976).

En la actualidad la superficie cultivada es de 42.500 ha, que sitúa a esta variedad en la sexta posición entre las variedades cultivadas (Airén, Tempranillo, Garnacha, Bobal, Macabeo, Monastrell), cuarta si consideramos únicamente las variedades tintas. En el periodo 2000-2015, esta variedad ha experimentado una reducción de 22.612 ha (Figura 2); en este gráfico podemos observar una paulatina disminución de la superficie de Monastrell (Magrama, 2015, Magrama, 216). Esto está influenciado por la propia dinámica de los mercados, acentuándose por la puesta en marcha de la Política Agraria Comunitaria (Reglamentos 1493/1999 y 479/2008) con ayudas para la reestructuración y reconversión del viñedo, que a partir del año 2008 se acentúa adquiriendo un ritmo mayor por las medidas orientadas a la reconversión varietal, replantación de viñedos o mejoras técnicas.

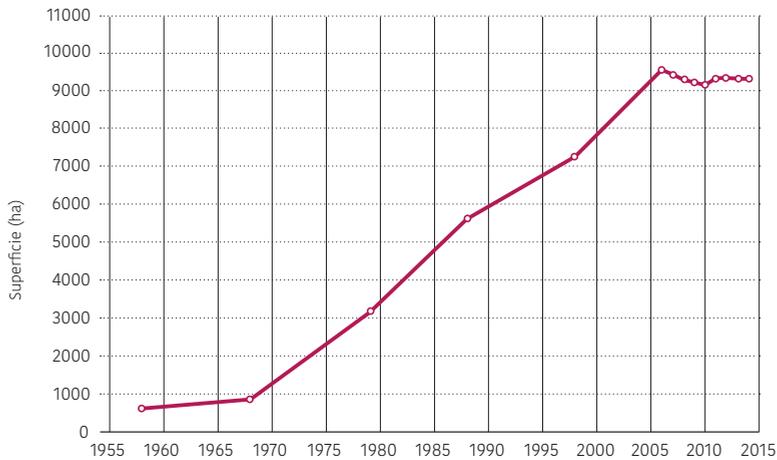
Al analizar la distribución geográfica del cultivo de la Monastrell en España, comprobamos que estando aceptada como variedad preferente o autorizada en numerosas denominaciones de origen, su cultivo se localiza fundamentalmente en la Comunidad Valenciana, Región de Murcia y Castilla La Mancha, en esta última en la provincia de Albacete, (territorios integrados en la DOP Jumilla). De este modo se estima que en el año 2015, el 99,34 % de la superficie estaba emplazada en las provincias de Alicante, Albacete y Murcia. Otro aspecto a destacar es la concentración de la variedad en esta zona, en las que la Monastrell representa un elevado porcentaje entre las variedades cultivadas, en particular en la Región de Murcia (81,27 %), estando ampliamente cultivada en las DOP de Alicante, Bullas, Jumilla y Yecla; en menor proporción en Almansa y Valencia.

Superficie cultivada de la variedad Monastrell en Francia

Antes de las crisis provocadas por el óidium y la filoxera, la Monastrell (Mourvedre) era una de las principales variedades cultivadas en el sudeste de Francia; su cultivo se extendía desde Niza a Montpellier, así como por el Languedoc-Roussillon hasta los Pirineos; como consecuencia de estas dificultades, prácticamente desapareció su cultivo en esta zona.

Superada la lucha contra la filoxera, en los procesos de recuperación de los viñedos, con la introducción de los portainjertos americanos resistentes y de los cambios tecnológicos y de costes que implicó la reestructuración, otras variedades ocuparon las preferencias (Garnacha, Syrah, Cariñena, Merlot, Cabernet Sauvignon, Cinsault) y la Mourvedre no recuperó su importancia, en parte como consecuencia de las dificultades de compatibilidad con los nuevos portainjertos. Únicamente a partir de 1940 y más intensamente desde 1960, al lograr adecuada afinidad portainjerto/variedad, se produjo la recuperación de su cultivo (Figura 3).

Figura 3. Evolución de la superficie cultivada de Mourvédre en Francia



El restablecimiento de la Mourvedre, que se inició en la Provenza, en la zona de Bandol, se atribuye a Lucien Peyraud (Domain Tempier) que desde los años 1930 trabajó en la consecución de un vino "*bandol tinto criado en roble*", cuyos objetivos se consolidaron con la aprobación de la AOC Bandol (2011), en la que posteriormente fue desig-

nado como presidente (De la Serna, 2008). En esta denominación gracias a la estricta reglamentación sobre rendimientos y elaboración, junto al incremento progresivo de la presencia de la Mourvedre en sus vinos (desde el 10 % hasta el 50 %), sus vinos han alcanzado un alto reconocimiento (Dominé, 2015).

Tabla 5
Principales zonas con cultivo de Mourvèdre, en Francia

	Superficie (ha)	% total de viñedo
Vallée du Rhône-Provenza	5.011	3,2
Drôme	220	1,2
Var (Bandol)	2.074	6,7
Vaucluse	1.709	3,5
Languedoc-Roussillon	4.267	2,0
Aude	1.637	2,4
Gard	918	1,6
Herault	1.613	1,8

De forma paralela, en la zona de Châteauneuf-du-Pape, Jacques Perrin (Château Beaucastel) también experimentó con la Mourvedre otorgándole un lugar preferente en los ensamblajes de sus vinos.

Un elemento esencial en la recuperación de la Mourvedre fue la creación en 1999 del Observatoire Mourvèdre, con el objetivo de establecer las condiciones edafoclimáticas y de cultivo más adecuadas para la variedad, así como la optimización de los procesos enológicos en función de las condiciones del cultivo y del tipo de vino a elaborar. Con carácter inter-regional, en él colaboran diferentes organismos y programa actividades de investigación y experimentación, con transferencia de las propuestas agronómicas y enológicas, por lo que se convirtió en la referencia regional para esta variedad.

Desde la década de 1950, la superficie dedicada a la Monastrell (Mourvèdre) en Francia (Observatoire, 2016) se ha incrementado progresivamente y actualmente se ha estabilizado en unas 9.000-9.500 ha. Ha sido autorizada en 45 AOP/AOC y ocupa un lugar preferente en las "Cuencas vitícolas" del sudeste de Francia, con diferente participación en los distintos Departamentos.

Superficie cultivada de la variedad Monastrell en Australia

La variedad Monastrell (Mataro) tuvo en Australia una importante proyección en las primeras décadas del siglo XX, particularmente orientada a la elaboración de vinos generosos. A partir de los años 1950-60, los enólogos la emplearon como complementaria en la elaboración de vinos de Shiraz, aunque posteriormente fue desplazada en estas elaboraciones por la Cabernet Sauvignon.

A partir de la década de 1970, la Monastrell se utiliza fundamentalmente en la elaboración de los vinos GSM (Garnacha/Shiraz/Mataro), combinación cuya popularidad va en aumento siguiendo el estilo Rhône Valley. Actualmente, hay un gran número de bodegas que producen vinos GSM, fundamentalmente en Barossa Valley y McLaren Vale donde la Monastrell participa en diferentes proporciones. También la podemos encontrar en otros *coupages* diferentes, con estas u otras variedades, así como en elaboraciones como monovarietal.

La superficie de cultivo de la variedad Monastrell (Mataro) en Australia ha tenido siempre un carácter minoritario, con un progresivo descenso desde las 1.300 ha cultivadas en el año 1984 hasta cifras de 642 ha en el año 2009; a partir de esta fecha se ha producido un pequeño incremento, situándola en las "Estimaciones de Viñedos 2014-2015" en 751 ha. La mayor parte de la superficie se localiza en las zonas vitícolas de (Australian Bureau of Statistics 2015):

- South Australia (603 ha), en especial en la Región de Barossa Valley, en donde representa el 2,4 % del viñedo de vinificación. Su desarrollo y maduración muestra una especial afinidad con las condiciones agroclimáticas y al ser una de las últimas en ser recolectada, normalmente se beneficia de los largos y templados veranos, con otoños secos (Riquelme, 2011). También está presente en Riverland y Mc Laren Valley.
- Victoria: Heathcote
- New South Wales: Swan Hill

Superficie cultivada de la variedad Monastrell en USA

Aunque el cultivo de viñedo y la producción de vino en EEUU no se vieron afectadas por la filoxera, sí que sufrieron las vicisitudes de su propia historia. Superada la Gue-

rra de Secesión (1861-1865) con su importante impacto en las actividades económicas, el factor que marcó la producción, comercialización y consumo de las bebidas alcohólicas, incluso del vino, fue la aprobación de la Decimoctava Enmienda (1919) a la Constitución de los Estados Unidos, que estableció la *Ley Seca* y estuvo vigente entre 1920 y 1933, enmarcada por la depresión económica y los posteriores efectos de la Segunda Guerra Mundial.

La interrupción del normal desarrollo de la viticultura tuvo efectos que se prolongaron durante muchos años, con etapas especialmente difíciles por la destrucción de los viñedos y bodegas; después de la prohibición, se encontraban en condiciones lamentables y se inició la recuperación con muchas dificultades. Las primeras etapas se correspondieron con la producción de vinos dulces y generosos, por su alto contenido en alcohol; únicamente a partir de las décadas de 1960 y 1970 se produjo el gran desarrollo de la vitivinicultura USA que en la actualidad se ha situado como cuarto productor mundial (Barber et al., 2007).

Tabla 6

Distribución de las principales zonas con cultivo de Monastrell en USA

Estado / Country	Acres	ha
California (2015)		
Contra Costa: 202 (82)		
Madera: 206 (84)	1034	418
San Luis Obispo: 249 (101)		
Santa Bárbara: 81 (33)		
Washington (2011)		
Horse Heaven Hills: 50 (20)	165	67
Wahluke Slopes: 49 (20)		
Yakima Valley: 32 (13)		
Arizona (2013)	57	23
Texas	142	57
Kentucky	1	0.4
	1399	565.4

La variedad Monastrell, identificada en un principio como Mataro y posteriormente como Mourvedre, también sufrió fuertes adversidades por todos estos acontecimientos y por la falta de conocimiento de sus posibilidades en la elaboración de los vinos. En la actualidad su cultivo representa unas 500-600 ha, que se localizan fundamentalmente en el Estado de California.

A partir de la década de 1980 los vinos de Mourvedre elaborados en California y otros estados han buscado recuperar la afinidad con los vinos franceses de esta variedad, para lo que fue necesaria la reintroducción de injertos de vid procedentes del Valle del Ródano y obteniendo elaboraciones de un estilo más pulido, que les permitió ocupar un segmento peculiar del mercado.

Un factor fundamental en este proceso de revalorización fue la constitución de los 'Rhone Rangers' (1997) una *organización sin fines de lucro dedicada a promover el conocimiento de las variedades tradicionales de uva del Valle del Ródano, cultivadas en EEUU y del vino elaborado a partir de ellas*. La versión americana de los vinos del Valle del Ródano sigue mejorando y diversificándose. La combinación más característica de estas variedades (*Rhoneish blend*) corresponde a Mourvedre + Syrah, aunque no es exclusiva y en la actualidad obtiene una gran valorización, con una importante proliferación de estos vinos en toda la escala de precios (Bonné, 2013).

Superficie cultivada de la variedad Monastrell en Sudáfrica

Durante los siglos XVIII y XIX los vinos de Sudáfrica gozaron de gran reconocimiento internacional, siendo una de sus principales exportaciones; pero en su evolución han incidido importantes acontecimientos:

- La supresión de los aranceles preferenciales del Reino Unido, en 1825.
- La invasión de la filoxera a finales del siglo XIX.
- Las discutibles decisiones en la gestión de la KWV (Wijnbouwers Vereeniging van Zuid-Afrika), la gran cooperativa vinícola de Sudáfrica fundada en 1918.
- Abraham Perold que obtuvo la variedad Pinotage en 1925, también propició la incorporación de nuevas variedades europeas, entre ellas las procedentes del Valle del Ródano.
- El bloqueo económico y político, como presión internacional frente a la política del apartheid (Potashnik et al., 2012).

El establecimiento de la nueva república democrática con la aprobación de su Constitución en 1996, permitió la reincorporación a la comunidad internacional con el desarrollo de las exportaciones y de las inversiones extranjeras, induciendo un importante desarrollo de la vitivinicultura.

Las actividades de promoción del “estilo Ródano”, aunque están incrementando la superficie de cultivo de estas variedades (Syrah, Mourvedre, Garnacha, etc.), únicamente representan una pequeña proporción en la relativamente pequeña gama de variedades cultivadas en Sudáfrica. La superficie cultivada de Mourvedre es de 463 ha, lo que representa el 1.03 % de la superficie de variedades tintas (SAWIS, 2017). En los últimos 10-15 años la Mourvedre es la segunda variedad más plantada entre las emergentes, después de Petit Verdot. Se ha establecido en las zonas más cálidas y secas de Swartland (Malmesbury) y en el área de Paarl (Lee, 2010).

Superficie cultivada de la variedad Monastrell en los Países del Magreb

Debido a los procesos de colonización del siglo XIX por parte de Francia, España e Italia, junto al efecto de la filoxera en los viñedos europeos, la viticultura en Marruecos, Argelia y Túnez experimentó un gran desarrollo, en especial en Argelia que se convirtió en el cuarto productor mundial, detrás de Francia, Italia y España, así como en el primer exportador. Sin embargo, la viticultura de estos países se desarrolló bajo la fuerte influencia de la colonización, con una fuerte dependencia del mercado francés, pero con un reducido consumo interno (Meloni et al., 2013).

La recuperación de la producción vitivinícola en Europa provocó la saturación del mercado del vino y particularmente en el sur de Francia, que condujo al desarrollo de una fuerte política de protección tanto a base de aranceles a la importación como de exigencias cualitativas. Estos factores se vieron coadyuvados por las disposiciones para la organización común del mercado vitivinícola en la CEE Reglamento CEE nº 1986/70), que prohibió el *coupage* de vinos de la Comunidad con vinos procedentes de países terceros.

La independencia de Marruecos y Túnez en 1956 y de Argelia en 1962, hechos a los que debemos unir importantes razones culturales y religiosas, provocaron la drástica reducción de la producción de vino en estos países, que la han relegado a cantidades mínimas y aunque en las últimas décadas se han desarrollado programas para el desarrollo de la vitivinicultura, han alcanzado cifras muy moderadas. En esta reducción se ha visto también afectada la superficie cultivada de la variedad Monastrell y en la actualidad únicamente se registran superficies de cultivo en Túnez, donde existen 337 ha que representa el 2.00 % del viñedo cultivado en el país.

REFERENCIAS

- Abela, E. (1885). El libro del viticultor. Tipografía de Manuel G. Hernández. Madrid.
- Anderson K., Aryal N.R. Database of Regional, National and Global Winegrape Bearing Areas by Variety, 2000 and 2010, freely available from December 2013 at the University of Adelaide's Wine Economics Research Centre, at www.adelaide.edu.au/wine-econ/databases.
- Anon (2014). Le cépage du mois : le Mourvèdre. Prodégustation - chez Le Club Français du Vin - 44 rue Vivienne - 75002 Paris. <http://www.prodegustation.com/blog/articles/mourvedre.html>
- AOC Bandol (2011). Cahier des charges de l'appellation d'origine contrôlée « BANDOL » homologué par le décret n° 2011-1154 du 22 septembre 2011, JORF du 24 septembre 2011
- Australian Bureau of Statistics (2015). 1329055002DO001_201415 Vineyards Estimates, Australia, 2014-15. <http://www.abs.gov.au/AUSSTATS/abs@.nsf/DetailsPage/1329.0.55.0022014-15?OpenDocument>
- Barber, N., Hutchins, L., Dodd, T. (2007). A History of the American Wine Industry. Report No. 07-02. Texas Tech University. Technical. Texas Wine Marketing Research Institute.
- Bonné, J. A bright moment for the Rhone-minded. San Francisco Chronicle - February 15, 2013. <http://www.sfgate.com/wine/thirst/article/A-bright-moment-for-the-Rhone-minded-4283154.php>
- Bourde, P. (1897). La viticulture in Tunisie. En La France en Tunisie. Dubois, M. L.P.F. Olivier. Revue Generale des Sciences Pures et Appliquées. Pp: 157-160. G. Garré et C. Naud, Editeurs. París.
- Busby, j. (1833). Journal of a tour through some of the vineyards of Spain and France. Printed by Stephens and Stokes, Sydney. Reprint published 1979 by The David Ell Press Pty Ltd, Hunter's Hill NSW 2110. Australia.
- Cabello, F., Ortiz, J.M., Muñoz, G., Rodríguez, I., Benito, A., Rubio, C., García, S., and Sáiz, R. 2011. Variedades de vid en España. Editorial Agrícola Española, S.A. IMIDRA. 489 pp.
- Carré, A. (1994). El manuscrit únic de l'Espill de Jaume Roig. Butlletí de la Reial Acadèmia de Bones Lletres de Barcelona: Vol.: 44 (1993-1994)
- Carré, A. (2007). Aportacions a la lectura literal de l'Espill de Jaume Roig. Llengua & Literatura. Núm. 18, ps. 371-402
- Chabás, R. (1905): Spill o Libre de les Dones per Mestre Jacme Roig, edición crítica con las variantes de todas las publicadas y las del Ms. de la Vaticana, Barcelona / Madrid, L'Avenç.
- Chlebnikowski, N. (1998). Vintage School Wine Course — 2.1 Introduction to Wine making. (www.nicks.com.au/vintage-school/vintage-school-2-1-76.1348 — 05.03.2017)
- Clemente, S. (1807). Ensayo sobre las variedades de la vid común que vegetan en Andalucía. Madrid - Imprenta de Villalpando
- De la Serna, V. (2008). La Monastrell en el mundo, hoy mismo. Las Glosas de la Monastrell. X Gran Capítulo; Jumilla, 09.11.2008. http://www.cofradiamonastrell.org/uploads/2/7/0/1/27011965/2008_-_la_monastrell_en_el_mundo_hoy_mismo_de_la_serna_v_.pdf
- De Rovasenda, J. (1887). Essai d'une ampélographie universelle. Coulet, C. Libraire-Editeur. Montpellier. / Delahaye, E. et Le-crosnier, E. Paris. <https://archive.org/search.php?query=rovasenda>.
- Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio (1889). Avance estadístico sobre cultivo y producción de la vid en España. Tipolitografía de L. Péant é Hijos. Madrid (1891).
- Dominé, A. (2015). Monastrell / Mourvèdre, El 'Macho Alfa' del sur. <http://www.mivino.es/index.php/reportajes/reportaje/item/19013-monastrell-mourv%C3%A8dre-el-macho-alfa-del-sur>

- Eiximenis, Francesc. (1327?-1409), *Terç del Cristià* [Manuscrit].
- Espinosa, J. (1822). *Cartilla agraria*. Imprenta de D. León Amarita. Madrid.
- Favá, X. (2001). *Diccionari dels noms de ceps i raïms. L'Ampelonimia catalana*. Institut d'Estudis Catalans
- Herrera, G.A. (1818). *Agricultura General e. Corregida según el testo original de la primera edición publicada en 1513 por el mismo autor, y adicionada por la Real Sociedad Económica Matritense*. Tomo I. Madrid en la Imprenta Real.
- Hidalgo, L. (1960) *La viticultura argelina*. *Agricultura, Revista Agropecuaria*; pp. 240-245.
- Lee, M.J. (2010). *Rhône style red wines in South Africa*. Cape Wine Master Thesis.
- Meloni, G. and Swinnen, J. (2013). *The rise and fall of the world's largest wine exporter (and its institutional legacy)*. *AAWE Working Paper No. 134*. February 2013 - ISSN 2166-9112
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, (2015). *Potencial de producción vitícola en la Unión Europea y en España – Mayo 2015*.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, (2016). *Potencial de producción vitícola en España - Julio 2016*
- Miquel y Planas, R. (1936-1942). *El espejo de Jaime Roig poema valenciano del siglo XV*. Barcelona, Orbis.
- Morales, A. (1976): *La vid y el vino en la zona de Jumilla, Academia Alfonso X el Sabio*, Murcia.
- Observatoire de la viticulture française (2016). *France : Surface par cépage*. <http://www.observatoire-viti-france.com>
- OIV, (2015). *Lista de los descriptores OIV para las variedades y especies de Vitis (2ª edición)*. Org. Int. Vigne Vin, Paris, France.
- Patrick E. MCGovern, Donald L. Glusker, Lawrence J. Exner & Mary M. Voigt. (1996). *Neolithic resinated wine*. *Nature* 381, 480-481.
- Pfandl, L. (1920). *Itinerarium Hispanicum – Hieronymi Monetarii 1494-1495*. *Revue Hispanique*, nº 113. Février 1920.
- Piqueras, J. (2005). *La filoxera en España y su difusión espacial: 1878-1926*. *Cuad. de Geogr.* 77 - pp: 101 - 136 Valencia
- Potashnik, M., Winkler, D. eds. (2012). *Report # 30: The Wines of South Africa. The International Wine Review - Double Issue - February 2012*.
- Règlement (CEE) nº 816/70 du Conseil, du 28 avril 1970 portant dispositions complémentaires en matière d'organisation commune du marché viti-vinicole
- Riquelme, M.T. (2011). *La Monastrell "Aussie" - Tras los pasos de la Monastrell en Australia*. SEVI 3356, pp. 1426-1429
- Roxas Clemente (1807). *Ensayo sobre las variedades de la vid común que vegetan en Andalucía*. Imprenta Villalpando (Madrid).
- SAWIS (S A Wine Industry Information & Systems) (2017). *Statistics of Wine-Grape Vines. Status of Wine-grape Vines 2015*. http://www.sawis.co.za/info/stats_wine_grape_vines.php.
- Tayeb, B.M. (1990). *Le secteur viticole et vinicole en Algérie: marché interne et commerce international*. *Medit*, vol 1, n.1, (December 1990), pp. 33-36.
- The Rhone Rangers. Paso Robles, CA 93447 — <http://www.rhonerangers.org>
- Valcarcel, A. (1791). *Agricultura General*. Tomo VIII: "Del cultivo de las viñas y arte de hacer vino y otros licores vinosos". Libro XIII, pag. 29-30. Ed.: Joseph Estevan Cervera. Valencia.
- VIVC (2017). *(Vitis International Variety Catalogue)*. Julius Kühn-Institut - Federal Research Centre for Cultivated Plants (JKI) , Institute for Grapevine Breeding - Geilweilerhof (ZR). <http://www.vivc.de/index.php?r=site%2Findex>

2. Material vegetal de Monastrell

Adrián Martínez-Cutillas

Leonor Ruiz García

Jose Ignacio Fernández Fernández

Departamento de Viticultura y Enología. IMIDA¹

1. INTRODUCCIÓN

Vitis vinifera L. cv Monastrell es una uva tinta de vinificación, cuyo cultivo se extiende por todo el litoral mediterráneo y sus principales zonas de cultivo se encuentran en Murcia y Alicante, donde es variedad preferente en las Denominaciones de Origen Protegidas (DOPs) de vinos de calidad de Jumilla, Yecla, Bullas y Alicante. Es variedad autorizada en 24 DOPs y en 23 Indicaciones Geográficas de Productos Agrícolas y Alimenticios (IGPs).

De origen español, no se conoce exactamente su lugar de nacimiento, aunque algunos autores lo sitúan en el Camp de Mourviedro en la provincia de Castellón. Simón Rojas Clemente en 1807 en su obra 'Ensayo sobre las variedades de vid común que vegetan en Andalucía', la cita ya como cultivada en Cuevas, Lubrín y Los Vélez, poblaciones almerienses próximas a Murcia, donde podemos suponer que ya también existiría su cultivo en esa época.

¹ IMIDA: Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario

Es la sexta variedad más importante en superficie cultivada en España y la cuarta de las tintas, por detrás de Tempranillo, Garnacha y Bobal, representando el 4,47% de la superficie de viñedo total. Su cultivo está autorizado en Cataluña, Aragón, Baleares, Valencia, Murcia, Andalucía, Extremadura y Castilla la Mancha. Fuera de España se cultiva también en Francia en la región de Provenza donde se conoce con el nombre de Mourvedre, en California donde se conoce como Mataró, en Chile y últimamente está adquiriendo gran desarrollo en Australia, donde se están elaborando excelentes tintos de Monastrell en coupage con Syrah.

Monastrell se encuentra perfectamente adaptada a las extremas condiciones de clima y suelo en Murcia y Alicante, donde difícilmente su cultivo puede ser sustituido por otro alternativo, especialmente en las laderas con poco suelo, donde Monastrell es capaz de sobrevivir los años de fuerte sequía, con escasas producciones, para luego recuperarse en años de pluviometría más favorable. En estas condiciones un tanto extremas, el agricultor, sin ni siquiera proponérselo, está realizando un cultivo ecológico, sin utilización de productos fitosanitarios, ni abonos de tipo mineral y además está contribuyendo al mantenimiento del paisaje (verde desde abril a octubre) y luchando contra la erosión, manteniendo los suelos de las parcelas cultivadas.

Las cepas de Monastrell tienen un porte erguido y se adaptan bien, tanto a la conducción en vaso, forma de poda practicada en secano, como en espaldera cuando se cultiva con riego de apoyo o en secanos frescos. Sus racimos son de tamaño medio-pequeño y de compacidad media-alta y las bayas son de tamaño medio, de color azul-negro intenso, piel gruesa, pulpa carnosa y sabor neutro.

Con sus mostos se obtienen vinos de buen contenido alcohólico, ricos en color y extracto. Adelantando ligeramente la vendimia, se pueden elaborar excelentes rosados de color rosa pálido, limpios y brillantes, con aromas intensos a fresa, mora y regaliz, y frescos, ligeros y persistentes en boca, muy agradables de tomar. Vendimiando en su momento óptimo se pueden elaborar vinos tintos jóvenes, tanto de maceración carbónica como de maceración tradicional, ricos en aromas afrutados, bien cubiertos de color, con alegres tonos violáceos y sabrosos y amplios en boca. Macerando durante más tiempo durante el proceso de fermentación, se pueden obtener vinos aptos para la crianza, que pueden ser complementados con proporciones variables de Tempranillo, Cabernet Sauvignon o Syrah, resultando vinos aromáticos, con caracteres afrutados y especiados, con cuerpo y persistentes en boca.

Pero no podemos olvidar que por las características climatológicas de las áreas de cultivo de Monastrell, con muchas horas de sol y escasas precipitaciones, se pueden elaborar también excelentes vinos dulces naturales de gran calidad, con aromas a frutas muy maduras, y suaves y envolventes en boca. Disponemos en Murcia de una variedad, Monastrell, que por su importancia podríamos proclamar Reina de nuestros viñedos, con grandes cualidades enológicas, muchas de ellas, como las notas del arpa (del salón en el ángulo oscuro...) aún por descubrir.

2 . SITUACIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

Europa, a pesar de no ser uno de los centros de origen del material vegetal de vid, ha sido el gran centro, a partir del cual, la *Vitis vinifera* L. se ha difundido y ha colonizado con sus variedades al resto de continentes, situándose su cultivo principalmente en la franja limitada por los paralelos 30 y 50 grados de latitudes norte y sur, y alcanzando el máximo desarrollo en las zonas con clima tipo mediterráneo.

Aunque existen más de 2000 variedades del género *Vitis* extendidas por el mundo, debido a la globalización de los mercados y a su difusión a partir de los viñedos europeos, solo unas pocas variedades acaparan gran parte de la producción mundial de vino. Así, podemos señalar que en España 9 variedades ocupan el 80% de la superficie dedicada al cultivo de la vid, en Francia 30 variedades ocupan el 95% de la superficie, en California 10 variedades suponen el 80% de su superficie vitícola y en Australia 6 variedades ocupan más del 80% de sus viñas y además se dan muchas coincidencias en las variedades cultivadas. Las 20 variedades más cultivadas en el mundo, ocupan el 55% de la superficie mundial de vid.

Contrariamente a lo que ha ocurrido con otras especies, como el trigo o el maíz, en las que la obtención de nuevas variedades a través de la mejora genética ha supuesto un avance muy importante, tanto en el aumento de la producción como en la calidad de las mismas, en el caso de la vid las mejoras producidas se han debido a la selección clonal-sanitaria de las variedades existentes y a la mejora de las técnicas de cultivo. Si exceptuamos el gran esfuerzo que se realizó a finales del siglo XIX y principios del XX, para obtener portainjertos resistentes a filoxera, la mejora genética, como herramienta para mejorar una especie, apenas si se ha utilizado a nivel mundial para mejorar la vid para vinificación.

3. SELECCIÓN CLONAL Y SANITARIA DE MONASTRELL

Existen una serie de factores que van a determinar la futura productividad de un viñedo. Estos factores, que son comunes a cualquier cultivo leñoso que dure muchos años, se clasifican en:

1. Factores permanentes: tanto impuestos (clima y suelo) como elegidos (material vegetal y sistema de conducción).
2. Factores no permanentes: todas las operaciones ligadas a las técnicas de cultivo, que pueden modificarse anualmente.

Entre los numerosos factores que dependen del agricultor, se encuentra la elección del material vegetal, que tiene unas consecuencias muy importantes durante toda la vida de la viña, ya que una vez elegido normalmente ya no se cambia, aunque esto puede ocurrir cuando por cualquier adversidad, el agricultor se ve obligado a cambiar de variedad y hay que reinjertar la plantación, lo que supone un coste muy importante y una pérdida de ingresos durante varios años.

Los objetivos de la selección clonal y sanitaria son, de un lado obtener clones libres de enfermedades provocadas por virus, que son capaces de transmitirse mediante injerto por la multiplicación vegetativa y por otro lado, seleccionar los mejores individuos dentro de la población. La justificación de la selección clonal se basa en la heterogeneidad del material vegetal, provocado por pequeñas o grandes mutaciones que se hayan podido producir a lo largo de la vida del cultivo y el desarrollo de ese material vegetal. Las ganancias o mejoras conseguidas a través de la selección dependen en gran medida de que, entre la variedad población que se quiere seleccionar, exista suficiente variabilidad genética para detectar las diferencias que se van buscando y que vendrán fijadas por los objetivos que se marquen o persigan con la selección.

Es evidente que los objetivos de una zona que se dedique principalmente a producir vinos a granel, no tienen nada que ver con los de otra que busquen producir vinos embotellados de alto valor añadido. En el primer caso primará la búsqueda de clones productivos, sin valorar en exceso la calidad y en el segundo, será la calidad de las uvas las que marquen el rumbo de la selección. Y también para una misma zona productora de vino, los objetivos pueden variar con el tiempo, en función de los mercados, de manera que donde antes se buscaban altas producciones, ahora se busquen cepas poco productivas, pero capaces de dar vinos de alta calidad. El Santo

Grial aquí es encontrar clones con buenas producciones y que a su vez den vinos de alta calidad.

La selección clonal en la vid permite, gracias a la diversidad del material vegetal, mejorar una variedad sin modificar su identidad, lo cual tiene una gran importancia para las denominaciones de origen, ya que los vinos de esas zonas son producidos exclusivamente con una lista muy restringida de variedades.

Uno de los inconvenientes que se le ha achacado a la selección clonal, es el de favorecer la erosión genética y la pérdida de biodiversidad de las variedades cultivadas, ya que se favorece el cultivo de unos pocos clones, lo cual puede hacer que las viñas sean más sensibles a ciertos azares climatológicos o fitopatológicos y a disminuir la complejidad de los vinos que se hagan con estas variedades.

Cuando en la década de los 80 del siglo pasado se iniciaron los trabajos de selección clonal y sanitaria de la variedad Monastrell, gran parte del vino elaborado en Murcia se comercializaba a granel y la uva se pagaba por kilogramo, por tanto no es de extrañar que maximizar la producción y el contenido en azúcar fuese uno de los objetivos perseguidos por la selección.

La selección clonal y sanitaria de la *Vitis vinifera* L. cv. Monastrell se inició en 1979 fruto de una colaboración entre el Servicio de Extensión Agraria y el Departamento de Cultivos Leñosos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Valencia y fue ejecutada por Francisco Montero bajo la dirección del doctor J. A. Sánchez-Capuchino.

El ámbito en el que se desarrolló abarcó los términos municipales incluidos en las denominaciones de origen Jumilla y Yecla. El trabajo se realizó siguiendo el esquema clásico, en tres fases bien diferenciadas:

1. Preselección clonal sanitaria
2. Selección sanitaria
3. Selección clonal propiamente dicha

La primera fase realizada por Francisco Montero tuvo una duración de 3 años y se inició seleccionando parcelas homogéneas en cada municipio con edades entre 10 y 30 años, preferiblemente de pie franco, con buen aspecto vegetativo y productivo y

se descartaron todas las que eran heterogéneas o presentaban síntomas de ataques de filoxera, oídio, mildiu, virosis, etc.

Según este esquema de trabajo se seleccionaron 1542 parcelas ubicadas mayoritariamente en Jumilla y Yecla, que en conjunto representaban el 1% de la superficie cultivada de Monastrell en 1979 en esas zonas.

Las parcelas fueron visitadas y valoradas según los criterios de:

- Mayor productividad
- Vigor adecuado a su carga
- Ausencia de todo tipo de síntomas sospechosos de ataques de virus o enfermedades

Al final del primer año se preseleccionaron 52 parcelas, representativas de las principales zonas productoras de ambas denominaciones de origen.

Durante el segundo año se controlaron individualmente 65.596 cepas, de las que finalmente se preseleccionaron 7560. Además de los criterios reseñados, en cada cepa se evaluó la calidad de racimos y bayas, determinando su contenido en azúcares, acidez y pH.

Al final del tercer año y tras un análisis conjunto de toda la información reunida durante los tres años, se seleccionaron 83 cepas aspirantes a cabezas de clon que pasaron a la siguiente fase de selección sanitaria.

Selección sanitaria

La importancia de las enfermedades provocadas por los virus y extendidas en todo el viñedo español entraña consecuencias muy importantes, tanto en lo que concierne a la cantidad de uva producida, como a la calidad de esa producción.

La selección clonal y sanitaria es el único medio eficaz de lucha contra las enfermedades provocadas por virus; en el material vegetal de viña esta selección pone a disposición de los viticultores un material vegetal seleccionado y sano, mejorado tanto desde el punto de vista de la producción, como de la calidad. La selección de la viña contribuye, pues, al mantenimiento y a la mejora de la productividad de los viñedos.

La fase de selección sanitaria tiene por objetivo estudiar el estado sanitario de las plantas seleccionadas en la preselección. Este trabajo se realizó en el Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA), actual IMIDA, por V. Padilla y su equipo (Padilla, 1987; Padilla y col., 2006). Siguiendo el esquema propuesto, se realizaron injertos sobre plantas indicadoras y test serológicos ELISA en cada uno de los 83 clones procedentes de la preselección clonal.

Las virosis estudiadas fueron:

- Entrenudo corto infeccioso o Fanleaf (GFLV).
- Enrollado clorótico o Leafroll (GLRaV).
- Jaspeado o Fleck (GFkV).
- Madera rizada o stem pitting (RWC).

Al final de este periodo se obtuvieron 16 clones que dieron negativo frente a los test realizados para detectar la presencia de virus responsables de las virosis citadas anteriormente.

Selección clonal

Con los 16 clones de Monastrell procedentes de la fase anterior, más tres clones de Mourvedre procedentes de selecciones del ENTAV (Francia), se establecieron dos parcelas de ensayo, una en Bullas y otra en Jumilla, para evaluar agrónomica y enológicamente los clones.

Las parcelas eran representativas de las zonas de cultivo de ambas Denominaciones de Origen y las prácticas de cultivo empleadas fueron las normales en cada una de las zonas.

La parcela de Bullas, situada en una finca experimental del CIDA, en el Chaparral (Cehegín), se plantó en 1990 y se injertó sobre 110-R. La formación fue en espaldera, con riego por goteo y marco de plantación 3 x 1'5 m (Martínez Cutillas et al., 2001).

La parcela de Jumilla, ubicada en la finca de un agricultor en el valle del Carche, se plantó en 1991 y se injertó sobre 1103-Paulsen. La conducción fue también en

espaldera, con riego por goteo y marco de plantación de 3 x 1'5 m.

En ambas parcelas se controlaron los principales estados fenológicos (fechas de brotación, floración, envero y recolección) y los parámetros de interés agronómico (producción, fertilidad y peso de madera de poda) y de calidad (peso de bayas, contenido en azúcar, acidez, pH, contenido en antocianos y polifenoles).

Se encontraron diferencias significativas a nivel de producción en Kg/cepa entre los distintos clones. Aunque el orden de los clones de mayor a menor producción varía de un año a otro, si se observa que los clones 1011, 1077 y 4 están entre los menos productivos, y el 35, 263 y 118 se sitúan entre los que más uva producen; prácticamente las mismas pautas siguen los clones a nivel de peso de racimos y de peso de bayas, lo que resulta lógico al ser estos componentes importantes del peso de la cosecha.

También se detectaron diferencias estadísticamente significativas a nivel de contenido en acidez total, pH y ácido tartárico. Los niveles de acidez total titulable expresada en ácido tartárico, oscilaron entre 3'49 gr/l y 4'50 gr/l. La medida del pH osciló entre 3'70 y 3'97. Las determinaciones de ácido tartárico y málico se realizaron mediante tests enzimáticos y no se detectaron diferencias a nivel de contenidos en ácido tartárico y solo pequeñas diferencias significativas en contenidos en ácido málico.

El contenido en compuestos fenólicos totales y en antocianos se determinó por el método Lamadon (1995) y solo se detectaron diferencias algunos años a nivel de compuestos fenólicos, siendo los clones con mayor contenido el 1077, 372 y el 1011, y los de menor contenido el 21, 241 y 263. Aunque no de forma exacta, hay una buena correspondencia entre los clones con menor producción y los clones con mayor contenido en compuestos fenólicos.

Por lo que respecta al contenido en azúcar, expresado como grados Brix y medido con un refractómetro, hubo diferencias significativas en los años estudiados, siendo los clones 373, 360 y 372, los que mayor grado alcanzaron.

Al final de esta tercera fase, se seleccionaron siete clones, que se plantaron en una nueva parcela con cincuenta plantas por clon, para realizar los estudios enológicos pertinentes, que permitiesen la puesta a disposición de viveristas y agricultores de los mejores clones procedentes de esta selección. Finalizado este trabajo se entregaron cuatro clones, bautizados como Monastrell clon IMIDA 1, 2, 3 y 4.

Además de estos cuatro clones de Monastrell seleccionados en Murcia, en Francia el ENTAV-INRA ha seleccionado catorce clones de Mourvedre (233, 234, 244, 245, 247, 248, 249, 369, 448, 449,450, 520, 1069 y 1215), algunos de ellos procedentes de España y el Foundation Plant Services (FPS) de la Universidad de California en Davis, dispone en su catálogo de 16 clones (Mourvèdre 02.1 (French clone 249), Mourvèdre 03, Mourvèdre 04, Mourvèdre 04.1, Mourvèdre 05, Mourvèdre 05.1, Mourvèdre 06, Mourvèdre 06.1, Mourvèdre 07, Mourvèdre 08, Mourvèdre 08.1, Mourvèdre 09.1, Mourvèdre 10, Mourvèdre 10.1, Mourvèdre 11.1 y Mourvèdre 12), aunque estos del FPS no proceden de una auténtica selección clonal, sino de viñas de las que han extraído material vegetal, que posteriormente se ha testado de enfermedades viróticas y en caso necesario, se han saneado.

4. LA MEJORA GENÉTICA DE MONASTRELL

A pesar del gran número de variedades de vid que existen a nivel mundial, ya hemos comentado que sólo un pequeño número son las que realmente se han difundido, y la lista se restringe mucho más cuando nos referimos a una zona geográfica concreta, como es el caso de las áreas de cultivo de Monastrell en el sureste español.

El mercado del vino es un mercado totalmente globalizado, en el que cualquier bodega que quiera subsistir, al menos en España, debe pensar en vender una parte importante de su producción en el exterior, ya que el descenso del consumo en nuestro país y la fuerte competencia en el mercado interior, no deja otra salida.

En este mercado tan globalizado y en un mundo en constante evolución, el sector vitivinícola debe enfrentarse a numerosos retos:

- El cambio climático con eventos cada vez más frecuentes de aumento de las temperaturas, aumento de la disponibilidad de CO₂ y reducción de las precipitaciones que influirán directamente sobre la calidad de uvas y vinos.
- El despegue de nuevos mercados consumidores, como los asiáticos, introduce cambios en los gustos de los consumidores a los que debe adaptarse la oferta.
- El interés creciente de los consumidores por los temas medio ambientales, exige cada vez más cultivos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, lo que implica el uso de menos productos fitosanitarios.

En este contexto, disponer de los recursos fitogenéticos adecuados es una condición indispensable para afrontar con éxito los desafíos del mercado. A este respecto el Departamento de Viticultura del IMIDA inició en el año 2000 un programa de cruzamientos, con el objetivo de obtener nuevas variedades descendientes de Monastrell que, heredando de ella sus buenas cualidades, aportasen además los caracteres necesarios para afrontar los retos del futuro. En concreto se fijaron los siguientes objetivos:

1. Variedades más resistentes a estreses abióticos: altas temperaturas, sequía, etc.
2. Variedades resistentes a estreses bióticos, en nuestro caso a Oídio y Mildiu.
3. Variedades capaces de dar vinos equilibrados, con alto contenido polifenólico y que satisfagan las exigencias de los consumidores.

Métodos y técnicas de mejora

Selección de parentales

La elección de los parentales debe hacerse en función de los objetivos perseguidos en el programa de mejora. Al menos uno de los padres debe ser portador de los genes que queremos seleccionar en la descendencia. De todas maneras, muchos de los caracteres de interés agronómico son de carácter cuantitativo y debido a la alta heterocigosidad de la vid, en la descendencia, como consecuencia de fenómenos de aditividad, sobredominancia o epistasia, pueden aparecer individuos que superan a sus padres en determinados caracteres buscados.

Polinización

Una vez elegidos los parentales, en las cepas del parental madre se marcarán los racimos que se vayan a emascular y cuando se inicie la floración, se eliminan las flores abiertas y se procede a la castración o eliminación de los estambres (emasculación) de unas 80 - 100 flores por racimo e inmediatamente se protegen los racimos con una bolsa para evitar polinizaciones cruzadas no deseadas. Durante el proceso de emasculación, hay que tener especial cuidado de eliminar todos los estambres, sin dañar el pistilo y el estigma de las flores. Es una labor muy delicada que requiere atención y buena vista.

El momento ideal para realizar la polinización, ocurre unos días después de la emasculación, justo cuando sobre el estigma aparece una secreción con forma de gota. Esta secreción pegajosa, fija, hidrata y favorece la germinación de los granos de polen, que a través del tubo polínico, fecundarán el óvulo. La polinización de las flores se hará empleando un pincel fino, con el polen del parental padre, que previamente habremos recogido, y se repite la operación de 3 a 5 veces cada dos días para asegurar la polinización del mayor número de flores emasculadas dentro del racimo.

La recogida del polen se realiza cuando los racimos del parental padre están en plena floración; se recogen los racimos, se extraen las anteras, se dejan secar durante 18-20 horas bajo una fuente de calor suave, como puede ser una lámpara incandescente, o bien a temperatura ambiente, y después se extraen los granos de polen presionando las anteras sobre un cedazo muy fino. Una vez extraído el polen, se introduce en viales y se colocan en un desecador en el frigorífico a 4 °C.

Una vez que han cuajado los granos de uva puede retirarse la bolsa o abrirse por la parte de abajo para que puedan airearse los racimos. El despuntado de los pámpanos en el momento del cuaje o cernido de los racimos, es una práctica de cultivo empleada por muchos viticultores, para favorecer el cuaje de las bayas, eliminando la competencia de los brotes en pleno crecimiento. Esta operación favorece también el cuaje en las flores emasculadas y polinizadas, por lo que es recomendable realizarla.

Germinación de las semillas y obtención de plantas

La recolección de los racimos se realiza cuando las pepitas estén bien maduras, con su color marrón típico. Se extraen las semillas, se lavan y se dejan secar a temperatura ambiente y después se guardan en el frigorífico a 4 °C para su estratificación, favoreciendo así la germinación. También se pueden estratificar las semillas con perlita o cualquier otro sustrato con humedad antes de realizar la plantación.

El día antes de la siembra se sacan las semillas del frigorífico y se realiza la escarificación de las semillas, para erosionar la cubierta que protege al embrión con el fin de que el agua penetre y active la germinación. Se puede realizar sumergiendo las semillas en una solución al 10% de ácido sulfúrico durante 30 segundos y lavando posteriormente muy bien las semillas con agua bajo el grifo para eliminar todo resto de ácido. Posteriormente se dejan 24 horas en agua antes de proceder a su siembra y germinación.

La siembra es conveniente hacerla en bandejas de las que se utilizan en los semilleros

de plantas hortícolas y mantenerlas en invernadero con temperatura y humedad controladas, hasta que las plantas tengan cuatro hojas verdaderas. Después se trasplantan a campo, a marco de 0'50 x 2'50 metros y se riegan por goteo. La formación se hace en espaldera con tres alambres y a partir del tercer año aparecerán los primeros racimos.

La evaluación en esta parcela se realiza durante tres o cuatro años y se estudian: caracteres fenológicos (época de brotación, floración, envero y vendimia), caracteres agronómicos (número de racimos y peso de la cosecha) y caracteres de calidad de las uvas (peso y color de las bayas, contenido en azúcares, acidez, pH, antocianos y polifenoles totales).

Los cruzamientos realizados en 2001 y 2005, y las plantas finalmente llevadas a campo se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Cruzamientos de Monastrell con Cabernet Sauvignon, Syrah, Tempranillo, Barbera y Verdejo. Número de plantas seleccionadas

Cruzamiento	Número de plantas llevadas a campo	
	2001	2005
Monastrell x Cabernet Sauvignon	271	201
Monastrell x Syrah	136	134
Monastrell x Tempranillo	119	9
Monastrell x Barbera	123	206
Monastrell x Verdejo	-	392

La evaluación de la calidad de la uva, basada en criterios de concentración, ha ido cambiando a lo largo del estudio, no sólo por los resultados obtenidos con los cruzamientos, a veces más elevados de lo previsto, sino por la propia evolución de los métodos de análisis empleados.

Se empleó como criterio de concentración, el contenido en compuestos fenólicos de la uva. Este se comenzó estudiando por el método Lamadón, que determina la composición fenólica total, expresada en gramos por kilo de uva, tanto de antocianos como de polifenoles (Lamadón, 1995). El siguiente método empleado fue el de Glories y Saint-Cricq, o de la extractabilidad, que nos da información de la composición de polifenoles totales en la uva y de antocianos y polifenoles extraíbles en el vino (Saint-

Cricq y col., 1998). El último método empleado fue el de Osvaldo Failla, que determina la composición total de polifenoles de la pepita y la composición total de antocianos y polifenoles de la piel (Failla, 2012). De los valores obtenidos podemos establecer una correspondencia entre estos métodos (tabla 2).

Tabla 2

Correspondencia entre los métodos empleados para la determinación de compuestos fenólicos: Lamadón (1995), Glories y Saint-Cricq (1998) y Osvaldo Failla (2012)

	Lamadón (g/Kg uva)	Extractabilidad (mg/L)	Osvaldo (mg/Kg uva)
Antocianos (totales)	0,9	1000	1130
Polifenoles	6,6	60 IPT	2200

De todos los cruces estudiados se llegaron a seleccionar 44 tintos y 12 blancos. En la tabla 3 se pueden ver los resultados medios obtenidos para los 44 cruces tintos, en las elaboraciones de 2013 a 2016.

Tabla 3

Datos analíticos de los 44 cruces seleccionados de uvas tintas

	IPT	IntColor	Antocianos	Kilos-Cepa	Kilos-Ha	Baumé	pH
Medias	72,0	34,3	1043	2,42	6464	14,0	3,91
Máxima	95,1	61,6	1543	4,19	11186	14,9	4,22
Mínima	46,4	15,9	416	0,91	2414	12,5	3,48

De estos 44, seguimos controlando 21 cruces tintos que destacan por encima de la media. Los resultados medios de estos cruces se representan en la tabla 4.

Tabla 4

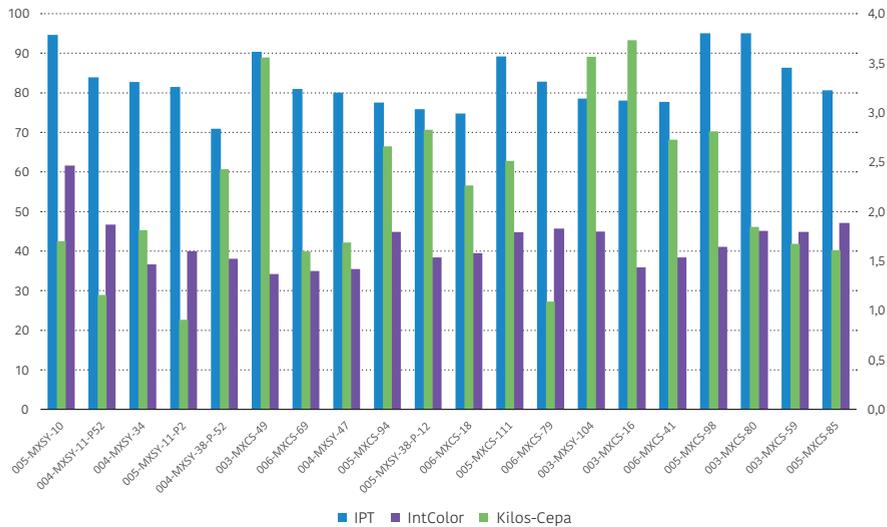
Datos analíticos de los 21 cruces preferentes de uvas tintas

	IPT	IntColor	Antocianos	Kilos-Cepa	Kilos-Ha	Baumé	pH
Medias	82,4	41,2	1281	2,15	5739	14,1	3,91
Máxima	95,1	61,6	1543	3,73	9955	14,6	4,06
Mínima	70,9	27,3	917	0,91	2414	13,4	3,66

Los criterios de selección finales tendrán en cuenta la fecha de vendimia, ya que su fecha de vendimia varía desde mediados de agosto hasta principio de octubre. Se

seguirá como primer criterio de agrupación la época de vendimia, y para cada época, los criterios de concentración. Para similares criterios de concentración se buscarán cruces con mejor equilibrio de alcohol y pH. En la figura 1 se muestran los valores medios obtenidos durante las elaboraciones de los años 2013 a 2016 de los 20 cruces con los valores de concentración más elevados.

Figura 1. Datos medios cruces seleccionados. Elaboraciones 2013 a 2016



Finalizada la evaluación de los híbridos procedentes de estos cruzamientos, en 2012 se cruzaron híbridos seleccionados de los cruzamientos Monastrell x Cabernet Sauvignon con híbridos de Monastrell x Syrah, y en 2013 se plantaron en campo (tabla 5).

Tabla 5

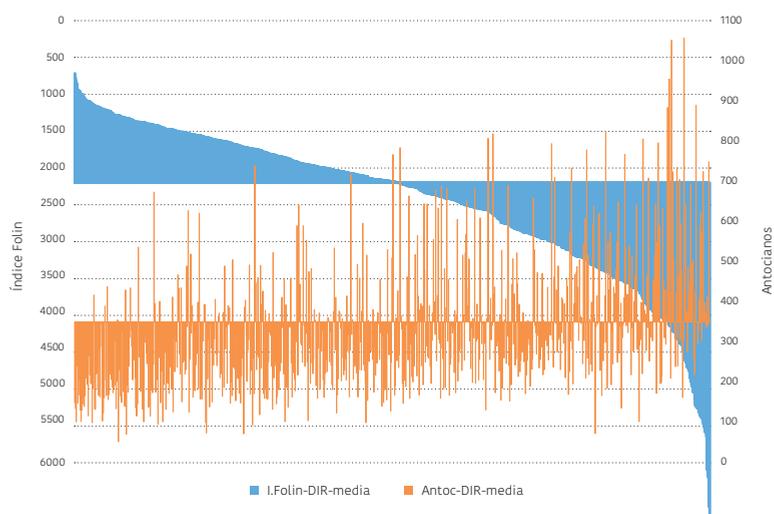
Híbridos plantados en campo de los diferentes cruzamientos entre Monastrell x Cabernet Sauvignon y Monastrell x Syrah

Cruzamiento	Número de plantas llevadas a campo
(Monastrell x Cabernet Sauvignon 80) x (Monastrell x Syrah 49)	831
(Monastrell x Cabernet Sauvignon 59) x (Monastrell x Syrah 49)	595
(Monastrell x Cabernet Sauvignon 19) x (Monastrell x Syrah 49)	398
(Monastrell x Syrah 104) x (Monastrell x Cabernet Sauvignon 56)	434

En el año 2016 se ha realizado la primera evaluación. Los criterios de selección empleados para esta segunda selección se han basado en métodos rápidos de análisis, consistentes en el triturado de la uva y medida en el centrifugado de antocianos (mg/L) y polifenoles totales, expresados como catequinas en mg/L. Estos dos análisis se realizaron en un autoanalizador CETLAB. La metodología seguida (Fernández-Fernández y col., 2014) estableció como criterio de clasificación valores de Antocianos superiores a 350 mg/L y un índice de polifenoles totales superior a 43. La equivalencia de ese valor de IPT, al método automático de análisis, es de 2400 mg/L., (Fernández-Fernández y col., 2017).

Del total de cruces plantados, se analizaron 861, el resto o no tenía producción o era insuficiente para poder realizar el análisis. En la figura 2 se detalla la dispersión de los valores obtenidos. En total hay 165 cruces que superan los dos criterios y 21 cruces que tienen más de 500 mg/L de antocianos y de 4000 mg/L de catequinas.

Figura 2. Dispersión de los valores obtenidos en los 861 cruces dobles analizados, respecto a Índice de Folin y contenido en antocianos



Además de los cruzamientos realizados en el IMIDA, en los años 70 del siglo pasado, el mejorador francés Alain Bouquet, dentro del programa de mejora de la vid del INRA, utilizó el cruzamiento entre Mourvedre y Cabernet Sauvignon, con el objetivo de obtener variedades con buen contenido polifenólico, en especial en antocianos, y de

alargar el ciclo vegeto-productivo. Fruto de este cruzamiento es la variedad Cabestrel, inscrita en el catálogo oficial de variedades de vid francés en 2013.

5. LA SELECCIÓN ASISTIDA POR MARCADORES

Los marcadores genéticos moleculares constituyen una herramienta de la biotecnología muy útil dentro de los programas de mejora. A diferencia de los marcadores genéticos de tipo morfológico tradicionalmente utilizados en la selección de plantas dentro de un programa de mejora, los marcadores genéticos moleculares cubren todo el genoma, no se ven afectados por las condiciones ambientales, y se pueden analizar en cualquier momento del desarrollo de la planta y a partir de muestras mínimas que no destruyen el individuo. Esto es debido a que tienen su origen en variaciones en la secuencia de ADN entre individuos. Su aplicación dentro de la mejora genética de plantas va desde la caracterización de la variación genética, identificación varietal, conservación y uso de recursos genéticos, hasta la generación de mapas genéticos y selección asistida por marcadores (García-Mas y col., 2000; Nuez y col., 2000; De Vienne y col., 2003).

Existen diferentes tipos de marcadores moleculares, aunque los más utilizados son los denominados microsatélites o SSR (Simple Sequence Repeats). Los SSR son regiones genómicas hipervariables constituidas por una pequeña unidad de repetición de di-tri o tetranucleótidos en tándem, aunque también son posibles algunas combinaciones más complejas. El diseño de cebadores específicos para las secuencias únicas que flanquean la región redundante permite la amplificación por PCR (Polymerase Chain Reaction) de la región repetida. La base genética del polimorfismo detectado se basa en la variabilidad del número de repeticiones en tándem entre individuos y, consecuentemente, del tamaño del fragmento amplificado expresado en pares de bases (pb). Para un mismo marcador molecular o zona del genoma, los distintos tamaños amplificados se denominan alelos. Toda la información disponible acerca de los microsatélites identificados en el genoma de la vid se encuentra en la base de datos UniSTS del NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>).

La utilidad más inmediata de este tipo de marcadores es la identificación genotípica inequívoca de los parentales implicados en un programa de mejora. Entre los descriptores OIV para variedades de vid y especies de *Vitis* (OIV, 2009), se han incluido 6 marcadores moleculares tipo SSR: OIV-801_SSR VVS2; OIV-802_SSR VVMD5; OIV-803_SSR VVMD7; OIV-804_SSR VVMD27; OIV-805_SSR VrZAG62; OIV-806_SSR VrZAG79. Para cada marcador molecular, las variedades presentan dos tamaños amplificados

en pares de bases (pb) o alelos, uno procedente de la madre y otro procedente del padre de cada variedad. En la tabla se muestra el genotipo, expresado en pb, de diferentes variedades de uva de vinificación para los 6 marcadores que se utilizan como descriptores en la OIV.

Si los alelos coinciden se dice que esa variedad es homocigota para ese marcador o región del genoma, y si son diferentes se dice que es heterocigota. Por ejemplo, Monastrell es heterocigota para todos los marcadores analizados excepto para VVMD7 que es homocigota (247-247). Por otro lado, comparando el genotipo de las variedades analizadas podemos ver el grado de parentesco entre ellas y estudiar qué variedades están genéticamente más próximas o alejadas entre sí. Atendiendo a los marcadores analizados que figuran en la tabla 6, Monastrell comparte un alelo o tamaño amplificado con Tempranillo (alelo 251 de VrZAG79), 4 con Cabernet Sauvignon, 4 con Barbera, 4 con Verdejo, y 5 con Syrah. Con esta información genotípica podemos seleccionar los parentales de un cruzamiento dirigido en función de que nos interese cruzar variedades más próximas entre sí o más alejadas genéticamente.

Tabla 6

Grado de parentesco entre las variedades analizadas, en función de la comparación de genotipos

Variedad	VVMD27	VVMD5	VrZAG62	VVMD7	VVS2	VrZAG79
Monastrell	179-189	223-237	188-204	247-247	131-151	251-261
Cabernet Sauvignon	175-189	229-237	188-194	237-237	137-151	247-247
Syrah	189-191	223-229	188-194	237-237	131-131	245-251
Barbera	185-189	223-223	192-200	247-251	131-133	243-259
Tempranillo	183-183	233-233	196-200	237-251	141-144	247-251
Verdejo	183-189	223-235	186-194	237-255	151-157	251-251

Igualmente, esta información genotípica nos permite seleccionar los marcadores adecuados para la confirmación del carácter híbrido de los individuos generados en un determinado cruzamiento dirigido. Así podemos descartar aquellos individuos que sean autofecundación de la variedad utilizada como variedad materna, y los que proceden de una variedad donante de polen distinta a la seleccionada. Tienen que ser marcadores para los que las variedades parentales no compartan ningún alelo o tamaño de amplificación. Por ejemplo, si utilizamos el marcador VVMD27 para genotipar toda la descendencia procedente de un cruzamiento entre Monastrell x Cabernet Sauvignon, en el que Monastrell (179-189) ha sido la variedad usada como madre y Cabernet Sauvignon (175-189) la usada como padre, los híbridos tendrían los siguientes genotipos para este

marcador: 175-179; 175-189; 179-189; 189-189. Y los individuos procedentes de una autofecundación de Monastrell: 179-179; 189-189; 179-189. En este caso este marcador no sería útil porque no podríamos distinguir los verdaderos híbridos con genotipo 179-189 de los individuos procedentes de la autofecundación de Monastrell con genotipo 179-189. Tendríamos que utilizar el marcador VVMD7 o el VrZAG79, que si nos permite diferenciar el carácter híbrido de los individuos procedentes de dicho cruzamiento. En el caso del cruzamiento de Monastrell x Syrah, solo sería útil el marcador VVMD7, en el caso de Monastrell x Barbera serían útiles solo VrZAG62 y VrZAG79, en el caso de Monastrell x Tempranillo serían útiles todos menos el VrZAG79, y para el cruzamiento Monastrell x Verdejo solo serían útiles el VrZAG62 y VVMD7. Si en los híbridos aparece un alelo de la madre y un alelo no presente en la variedad donadora de polen, nos indicaría la polinización con una variedad diferente a la propuesta en el cruzamiento.

Otra aplicación muy importante de los marcadores moleculares en la mejora genética de plantas es la selección de fenotipos de interés asistida por marcadores moleculares. Esta aplicación se puede realizar cuando se identifica un marcador molecular o región del genoma asociado o ligado a un determinado carácter (Figura 3). Para identificar estos marcadores ligados a los caracteres de interés, previamente hay que realizar un mapa genético en el que se posicionen y ordenen marcadores a lo largo de los 19 pares de cromosomas que presenta la vid, empleando una progenie procedente de un determinado cruzamiento en el que segreguen caracteres de interés en los programas de mejora. La evaluación fenotípica durante varias campañas de dicha progenie para los diferentes caracteres fenotípicos, junto con los datos genotípicos obtenidos al realizar el mapa genético, nos puede ayudar a identificar regiones cromosómicas responsables del control de alguno de los caracteres en estudio; estas regiones se conocen como QTL (Quantitative Trait Loci). Si hay un marcador próximo ligado al gen responsable de la expresión de dicho carácter, se puede utilizar dicho marcador para seleccionar los individuos portadores de dicho carácter antes de evaluar la expresión fenotípica del mismo. Así, se han identificado marcadores ligados a la presencia o ausencia de pepitas, al color de la baya de la uva, etc. (Cabezas y col., 2006; Walker y col., 2007; www.vivc.de), que nos permite saber antes de que la planta entre en producción si la baya tendrá o no semillas y si será blanca o tinta, etc.

En el IMIDA, el equipo de Viticultura y Enología tiene establecida en campo una progenie de 230 híbridos derivada del cruzamiento entre Monastrell y Syrah, con la que se ha desarrollado un mapa genético o de ligamiento para Monastrell y Syrah, y un mapa consenso que integra los marcadores establecidos y ordenados en ambos mapas parentales. Esta progenie está siendo utilizada para la identificación de regiones

cromosómicas responsables del control genético de caracteres de interés, y para la identificación de marcadores moleculares ligados a los mismos que permitan una selección precoz de dichos caracteres asistida por marcadores moleculares (Bayo-Canha y col., 2012; 2014; Bayo Canha, 2015).

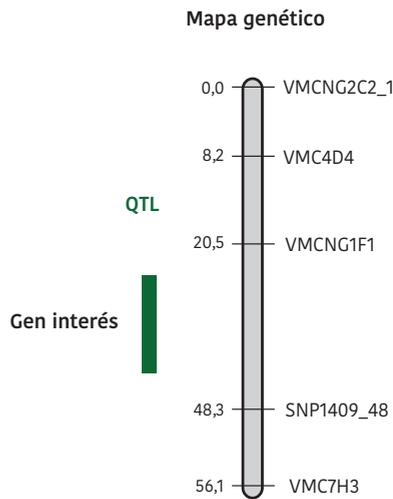


Figura 3
Selección asistida por marcadores moleculares. Se representa la identificación de un QTL o región cromosómica responsable del control de un determinado carácter (gen de interés). Los marcadores moleculares VMC4D4 y VMCNG1F1 están próximos a dicho gen, y se pueden utilizar para la selección fenotípica de dicho carácter

6. OBTENCIÓN DE HÍBRIDOS RESISTENTES A OÍDIO Y MILDIU

La vid puede verse afectada por numerosos tipos de microorganismos como por ejemplo bacterias, hongos y virus (revisado en Armijo y col., 2016). El oídio y el mildiu son dos enfermedades fúngicas que afectan a la parte aérea del cultivo provocando grandes pérdidas de cosecha. El oídio es causado por el patógeno *Erysiphe necator* cuyas conidias infectan las capas epidérmicas de las partes aéreas, mientras que el mildiu es causado por el patógeno *Plasmopara viticola*, cuyas zoosporas infectan la planta a través de los estomas (Calonnec y col., 2004; Gessler y col., 2011).

El oídio es un hongo ectoparásito cuyo micelio se desarrolla en el exterior de los tejidos de la planta y se alimenta a través de los haustorios que penetran dichos tejidos. Puede afectar a todos los órganos de la vid, produciendo en el haz de las hojas un polvillo gris que por el envés se corresponde con un pardeamiento de la epidermis. Si el ataque es grave, puede aparecer el polvillo gris también por el envés de las hojas y llegar incluso a defoliar la cepa si no se trata adecuadamente. Los racimos pueden ser afectados

incluso desde antes de la floración produciéndose la necrosis y pérdida de los órganos florales. Si el ataque se produce tras el cuajado de los racimos, el hongo necrosa la epidermis de las bayas y favorece el posterior rajado de las mismas, causando daños directos en la cantidad y calidad de la cosecha (Calonnec y col., 2004).

El mildiu es un hongo endoparásito, por lo que las esporas al depositarse sobre la epidermis de la planta emiten un tubo germinativo que penetra a través de los estomas y se establece en el interior de los tejidos. En una segunda fase de contaminación, el hongo emite al exterior micelio para reproducirse y propagar la enfermedad. Puede afectar a todos los órganos de la planta, produciendo en las hojas las características 'manchas de aceite' que darán posteriormente lugar a la presencia de micelio en el envés. Las hojas afectadas viran de color verde a marrón y se desecan totalmente, llegando incluso a la defoliación. Los racimos pueden ser atacados en el raquis y pedúnculo antes de la floración, causando que el racimo se seque total o parcialmente. El ataque del hongo en bayas se produce antes del envero causando el arrugamiento y desecación de las mismas (revisión en Gessler y col., 2011).

El control de estas enfermedades necesita tratamientos anuales con productos fungicidas que eviten la pérdida de la cosecha. En algunas zonas hablamos de más de 12 tratamientos por campaña dependiendo de las condiciones climáticas. La viticultura actual, por tanto, depende de la aplicación de grandes cantidades de fungicidas. El uso de fungicidas implica una serie de inconvenientes: a nivel económico, el cultivo es menos rentable debido al coste añadido de los fungicidas aplicados y al coste derivado de la maquinaria y personal necesarios para su aplicación; a nivel sanitario, los tratamientos pueden afectar la salud tanto de los agricultores que aplican los tratamientos como de los consumidores finales del producto; a nivel medioambiental, se produce una contaminación del medioambiente derivada de la toxicidad de los productos químicos aplicados para otros organismos beneficiosos y de la emisión de CO₂; y también puede favorecer la aparición de nuevas razas de patógenos más resistentes si se trata repetidamente con productos químicos del mismo grupo.

Según muestran las estadísticas que reflejan la aplicación de productos químicos para protección de cultivos en Europa (Eurostat 2007), los productos más utilizados son los fungicidas, seguidos de herbicidas e insecticidas, siendo la vid el cultivo al que más tratamientos químicos se le aplica. Esta tendencia debe cambiar, tanto por la demanda de la sociedad y consumidores de una agricultura sostenible más respetuosa con el medio ambiente y de productos más saludables, como por la normativa europea que cada vez será más restrictiva y exigente con la aplicación de tratamientos químicos.

Según la definición de Eldor Paul, una agricultura sostenible se puede definir como un sistema de producción agraria conservador de recursos, ambientalmente sano y económicamente viable. La agricultura sostenible persigue la obtención de alimentos o productos mediante, entre otros, la reducción del empleo de factores productivos ajenos a la explotación (fertilizantes, productos fitosanitarios, combustibles, piensos y semillas) y mediante la utilización de los potenciales genéticos de las plantas. Y en este sentido, existen fuentes de resistencia natural a oídio y mildiu en vides americanas y asiáticas que se pueden utilizar como potenciales genéticos. Existen genotipos con diferente grado de resistencia natural a oídio y/o mildiu en especies del género *Vitis* de Norte América y Asia, como *V. amurensis*, *V. cinerea*, *V. riparia*, *V. rupestris*, *V. rotundifolia* (Alleweldt y col., 1988; Wan y col., 2007), y en *Muscadinia rotundifolia* (Alleweldt y col., 1988). El grado de resistencia encontrado varía desde total hasta parcial.

Dentro de un programa de mejora, estas resistencias pueden ser introducidas en *Vitis vinifera* a través de cruzamientos dirigidos con estas especies. Disponer de variedades tolerantes permitirá la disminución del uso de productos fitosanitarios, una reducción de costes, la obtención de un producto más saludable y respetuoso con el medio ambiente y, por tanto, una viticultura más sostenible.

Siguiendo esta estrategia, diferentes grupos de investigación internacionales iniciaron distintos programas de mejora de vid para la obtención de variedades resistentes a oídio y/o mildiu, y en la actualidad se cuenta con variedades tolerantes a estas enfermedades criptogámicas como se recoge en el catálogo <http://www.icv.fr/mediatheque-viti-vinicole/guide-technique-cepages-resistants>. Gracias al esfuerzo de la comunidad científica, se han identificado genes responsables de la tolerancia a mildiu y oídio, así como marcadores moleculares ligados a dichos genes y, por tanto, útiles para la identificación y selección eficiente y precoz de los híbridos que han heredado dicha tolerancia (www.vivc.de).

La disponibilidad de estos marcadores permitirá que, tras realizar los cruzamientos, una vez germinadas las plantas en el semillero, se pueda realizar una extracción de ADN, analizar los marcadores mediante la técnica de PCR, y tras visualizar los resultados mediante electroforesis, realizar una pre-selección de los individuos de interés portadores de los alelos de resistencia o tolerancia. Este proceso, que se puede realizar en menos de un año, permite disminuir el número de plantas que van al campo para continuar su selección, disminuyendo los costes y aumentando el rendimiento, ya que las plantas que van al campo ya están preseleccionadas para el carácter de resistencia o tolerancia a oídio y/o mildiu.

Hace unos años se inició en el IMIDA un programa de mejora para obtener nuevas líneas derivadas de Monastrell tolerantes a oídio y mildiu (Ruiz-García y col., 2014). Inicialmente, el desarrollo de estas nuevas líneas se llevará a cabo introduciendo en Monastrell, mediante cruzamientos dirigidos, genes de resistencia procedentes de Regent, Kishmish vatkana y *Vitis romanetii* (Figura 4). La utilización de distintas fuentes de resistencia nos permitirá obtener una tolerancia mayor que sea además estable en el tiempo (Eibach et al, 2007). Regent es un híbrido portador de *Ren3*, gen de resistencia a oídio, y de los genes *Rpv3*, *Rpv4* y *Rpv11*, que confieren resistencia a mildiu (Fischer y col., 2004; Welter y col., 2007). Por otro lado, Kishmish vatkana es una *V. vinifera* portadora del gen *Ren1*, y el cultivar C166-043 de *Vitis romanetii* es portador del gen *Ren4*, que confieren resistencia a oídio (Hoffmann y col., 2008; Riaz y col., 2011). Kishmish vatkana y *V. romanetii* fueron proporcionadas por el Banco de Germoplasma del Encin (IMIDRA, Alcalá de Henares, Madrid), y Regent fue proporcionada por el JKI Institute for Grapevine Breeding Geilweilerhof (Siebeldingen, Germany). Actualmente este trabajo está financiado por el proyecto FEDER-1420-04, cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Para mantener la tipicidad de Monastrell, estos híbridos se retrocruzarán sucesivamente por Monastrell hasta recuperar la mayoría de los genes de interés de Monastrell. Pero también podemos seleccionar híbridos en pasos intermedios que presenten, además de la tolerancia a oídio y mildiu, caracteres agronómicos y enológicos novedosos y de interés para el sector vitícola.

Los resultados que tenemos hasta el momento son los siguientes: se han analizado 1.210 híbridos procedentes del cruzamiento de Monastrell, como variedad materna, por Regent, como variedad paterna. El 60% (724 híbridos) no presentaron mediante PCR los tamaños amplificados o alelos ligados a la tolerancia conferida por *Ren3* ni por *Rpv3*. Un 17% (210 híbridos) presentaron mediante PCR solo los alelos ligados a la tolerancia conferida al oídio por *Ren3*, un 7% (84 híbridos) solo los alelos ligados a la tolerancia conferida al mildiu por *Rpv3*, y un 16% (192 híbridos) presentaron los alelos ligados tanto a *Ren3* como a *Rpv3* y, por tanto, tolerancia a oídio y mildiu. Estos son los que se seleccionarán como parentales para los sucesivos cruzamientos por otras fuentes de resistencia.

De los marcadores moleculares disponibles en la literatura ligados a *Ren3* y *Rpv3*, hemos utilizado UDV116, VChr15CenGen06 y WVIV67 para la selección de la tolerancia a oídio (ligados a *Ren3*), y UDV108 y VVIN16-cjvh para la selección de la tolerancia a mildiu (ligados a *Rpv3*), utilizando las condiciones de PCR adecuadas para cada marcador (Di Gaspero y col., 2012 ; van Heerden y col., 2014 ; Welter y col., 2007).

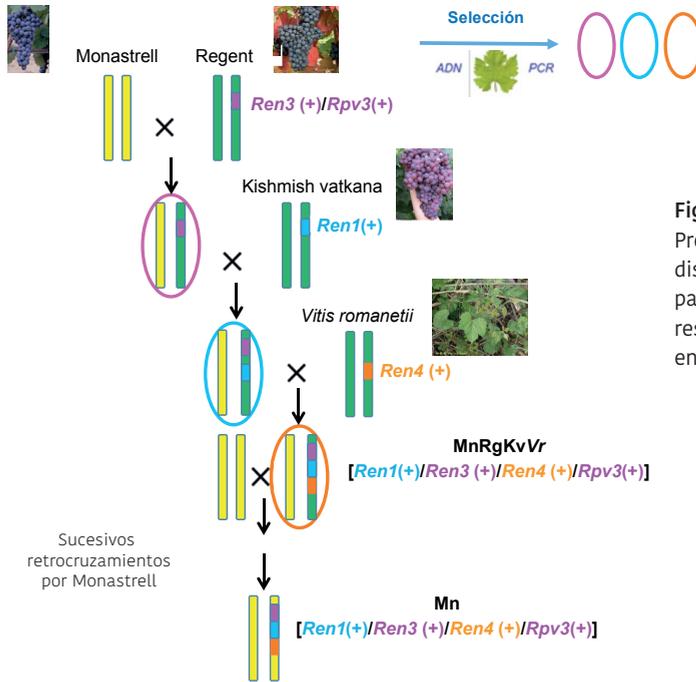


Figura 4
Programa de cruzamientos diseñado en el IMIDA para introducir genes de resistencia a oídio y mildiu en Monastrell

En la actualidad, tenemos en producción los 192 híbridos derivados de Monastrell por Regent tolerantes a oídio y mildiu (MnRom), que serán utilizados durante la campaña de 2017 para su cruzamiento por Kishmish vatkana, la segunda fuente de resistencia que queremos utilizar en nuestro programa de mejora, y continuar así con el programa hasta la selección de híbridos ‘de calidad’ tolerantes a oídio y mildiu derivados de Monastrell.

REFERENCIAS

- Alleweldt G, Possingham JV. 1988. Progress in grapevine breeding. *Theor Appl Genet* 75:669–673.
- Armijo G, Schlechter R, Agurto M, Muñoz D, Nuñez C, Arce-Johnson P. 2016. Grapevine Pathogenic Microorganisms: Understanding Infection Strategies and Host Response Scenarios. *Frontiers in Plant Science*. Vol 7. Article 382. doi: 10.3389/fpls.2016.00382.
- Bayo-Canha A, Fernández-Fernández JJ, Martínez-Cutillas A, Ruiz-García L. 2012. Phenotypic segregation and relationships of agronomic traits in Monastrell × Syrah wine grape progeny. *Euphytica* 186:393–407.
- Bayo-Canha A, Fernández-Fernández JJ, Martínez-Cutillas A, Ruiz-García L. 2014. Genetic analysis of wine grape high-quality ripening in the 'Monastrell' × 'Syrah' progeny. *Proceedings of the Tenth International Conference on Grapevine Breeding and Genetics*. *Acta Horticulturae* 1046:517–522.
- Bayo Canha. 2015. Genetic analysis of traits of interest in *Vitis vinifera* using a progeny of wine grapes: Monastrell × Syrah. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena. Departamento de Ciencia y Tecnología Agraria.
- Blouin J. 1992. *Técnicas d'analyses des moûtes et des vins*. Ed. Dujardin Salleron, Paris.
- Cabezas JA, Cervera MT, Ruiz-García L, Carreño J, Martínez-Zapater JM. 2006. A genetic analysis of seed and berry weight in grapevine. *Genome* 49:1572–1585.
- Calonnec A, Cartolaro P, Poupot C, Dubourdieu D, Darriet P. 2004. Effects of *Uncinula necator* on the yield and quality of grapes (*Vitis vinifera*) and wine. *Plant Pathol* 53:434–445.
- De Vienne D, Santoni S, Falque M. 2003. Principal sources of molecular markers. In: *Molecular markers in plant genetics and biotechnology*. Ed: Dominique de Vienne. Science Publishers, Inc. Enfield, NH, USA. pp 3–46.
- Di Gaspero G, Copetti D, Coleman C, Castellarin SD, Eibach R, Kozma P, Lacombe T, Gambetta G, Zvyagin A, Cindric P, Kovacs L, Morgante M, Testolin R. 2012. Selective sweep at the Rpv3 locus during grapevine breeding for downy mildew resistance. *Theor Appl Genet* 124:277–286.
- Eibach R, Zyprian E, Welter L, Töpfer R. 2007. The use of molecular markers for pyramiding resistance genes in grapevine breeding. *Vitis* 46:120–124.
- Eurostat. 2007. Energy, transport and environment indicators. ISBN 978-92-79-07044-0. Cat. No. KS-DK-07-001-EN-N.
- Failla O. 2012. Phenotyping trial 2012. Protocols for phenotyping berry enological traits. <http://www.diprove.unimi.it/GRAPENET/protocols.php>.
- Fernández-Fernández JJ; Martínez-Cutillas A, López JM, Gómez E, Hera ML, Navarro JF. 2001. Evaluación enológica de clones seleccionados de la variedad Monastrell. *VINEST Seminar on Scientific and Technical assistance and Technology Research and Development to Wine Areas*. 17–19. Tramariglio (Cerdeña). Italia
- Fernández-Fernández JJ, Martínez-Cutillas A, Romero I, Bautista AB, Cardenal JV, Corredor J, Carcelén JC, Fernández S, García MG, Carrión M, Lozano JM, Palencia MS. 2003. Evaluación enológica de clones seleccionados de Monastrell. XVI Reunión del grupo de trabajo de experimentación en Viticultura y Enología. INCAVI.
- Fernández-Fernández JJ. y col. 2014. Criterios de selección de cruces de Monastrell basados en análisis rápidos. 29ª Reunión Anual del Grupo de Trabajo de experimentación en Viticultura y Enología. Logroño 29. ISBN 978-84-491-0022-2.
- Fernández-Fernández, J.I. y col. 2017. Selección de cruces de Monastrell por métodos rápidos. Cosecha 2016. 32ª Reunión Anual del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. Valladolid.
- Fischer BM, Salakhutdinov I, Akkurt M. y col. 2004. Quantitative trait locus analysis of fungal disease resistance factors on a molecular map of grapevine. *Theor Appl Genet* 108:501–515.
- García-Mas J, Graziano E, Aranzana MJ, Mon-

- forte A, Oliver M, Ballester J, Viruel MA, Arús P. 2000. Marcadores de ADN: concepto, tipos, protocolos. En: Los marcadores genéticos en la mejora vegetal. Ed: F Nuez and JM Carrillo. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. I.S.B.N.: 84-7721-945-1. pp:93-151.
- Gessler C, Pertot I, Perazzolli M. 2011. Plasmopara viticola: a review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. *Phytopathol Mediterr* 50:3-44.
- Gil-Muñoz R, Vila-López R, Fernández-Fernández JI, Martínez-Cutillas A. 2005. Determinación de la composición fenólica en cruces de Monastrell durante la vendimia. XXIX Congreso Mundial de la Vid y el Vino, OIV 2006, Rioja (España).
- Gil-Muñoz R, Fernández-Fernández, JI, López Roca JM, Martínez-Cutillas A, Gómez Plaza E. 2006. Screening for interesting phenolic and chromatic characteristics among intraspecific hybrids (Monastrell x Cabernet Sauvignon). XXIII Internat. Conf. on Polyphenols. University of Manitoba, Canada.
- Gil-Muñoz R, Fernández-Fernández JI, Vila-López R, Martínez-Cutillas A. 2010. Anthocyanin profile in Monastrell grapes in six different areas from Denomination of Origen Jumilla during ripening stage. *International Journal of Food Science and Technology* 45:1870-1877.
- Gómez Plaza E, Gil-Muñoz R, Carreño EJ, Fernández-López JA, Martínez-Cutillas A. 1999. Investigation on the aroma of wine from seven clones of Monastrell grapes. *Eur Food Res Technol* 209:257-260.
- Gómez-Plaza E, Gil-Muñoz R, López-Roca JM, Ortega-Regules A, Martínez-Cutillas A. 2006. First studies on the inheritance of the anthocyanin profile in *Vitis vinifera* intraspecific hybrids (Monastrell x Cabernet Sauvignon). En: Polyphenols communications. Ed. Daayf F, El Hadrami A, Adam L, Balance G. University of Manitoba, Winnipeg, pp. 47-48. ISBN 0-9781589-0-3
- Hernández-Jimenez A, Gil-Muñoz R, López-Roca JM, Martínez-Cutillas A, Gómez-Plaza E. 2008. The inheritance of the anthocyanin and flavonol profile in *Vitis Vinifera* intraspecific hybrids. ASEV 59th Annual Meeting. Portland (Oregon).
- Hernández-Jimenez A, Gómez-Plaza E, Martínez-Cutillas A, Kennedy JA. 2009. Grape Skin and Seed Proanthocyanidins from Monastrell x Syrah Grapes. *J Agric Food Chem* 57:10798-10803. DOI:10.1021/jf903465p
- Hoffmann S, Di Gaspero G, Kovacs L, Howard S, Kiss E, Galbacs Z, Testolin R, Kozma P. 2008. Resistance to *Erysiphe necator* in the grapevine 'Kishmish vatkana' is controlled by a single locus through restriction of hyphal growth. *Theor Appl Genet* 116: 427-438.
- Lamadón F. 1995. Protocole pour l' evaluation de la richesse polyphénolique des raisins. *Revue des Œnologues* n° 76, 37-42.
- Martínez-Cutillas A, Carreño J, Fernández JI. 1996. La viticultura en Murcia: acciones emprendidas para mejorar su calidad. *Agricultura* 766:425-427.
- Martínez Cutillas A, Fernández-Fernández JI. 2001. Selección clonal y sanitaria de Monastrell. Seminar on Scientific and Technical assistance and Technology Research and Development to Wine Areas. Tramariglio (Cerdeña). Italia Progetto VINEST.
- Martínez-Cutillas A. 2009. El cambio climático y la resistencia a plagas marcan el futuro de la mejora genética de la vid. *Vida Rural Vol Julio*:45-49
- Martínez-Cutillas A, L. Ruiz-García, R. Gil-Muñoz, J.I. Fernández-Fernández. 2013. El material vegetal de vid: retos de futuro. *ACE enología* 1-5
- Montero FJ, Sánchez-Capuchino JA, Casanova R. 1986. Selección clonal sanitaria en la vinífera Monastrell. *Revista Agricultura* 652:806-810.
- Montero FJ. 1987. Una contribución al estudio de la preselección clonal y sanitaria del cultivar Monastrell en las D.O. Jumilla y Yecla. *Jornadas de Viticultura y Enología. "Selección clonal y sanitaria"*. Aspectos vitícolas y enológicos. SECH. Grupo de Viticultura y Enología. Murcia.
- Moreno A, Fernández-Fernández JI, Martínez-Cutillas A, Gil-Muñoz R. 2014. Volatile composition in intraspecific white hybrids from Monastrell wines. *MACROWINE Stellenbosch (Sudafrica)*.

- Nuez F, Carrillo JM. (Eds). 2000. Los marcadores genéticos en la mejora vegetal. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- O.I.V. 2009. Edition of the OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species. 2nd edn. Paris.
- Padilla Villalba V. 1987. Selección sanitaria de la vid. Jornadas de Viticultura y Enología. "Selección clonal y sanitaria". Aspectos vitícolas y enológicos. SECH. Grupo de Viticultura y Enología. Murcia.
- Padilla V, Martínez-Cutillas A, Hita I, García B, Padilla CV, Salmerón E, Fernández-Fernández JI. 2006. Selección clonal-sanitaria del cultivar de uva para transformación Monastrell. Evaluación agronómica y enológica. XIII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Murcia.
- Riaz S, Tenschler AC, Ramming DW, Walker MA. 2011. Using a limited mapping strategy to identify major QTLs for resistance to grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator*) and their use in marker-assisted breeding. *Theor Appl Genet* 13: 1059-1073.
- Ruiz-García Y, Gómez-Plaza E, Fernández-Fernández JI, Martínez-Cutillas A, Gil-Muñoz R. 2013. Mejora clásica de los vinos de Monastrell mediante el uso de híbridos intraspecíficos. *ENOFORUM*, Adezzo (Italia).
- Romero Cascales I, Ruiz-García Y, López-Roca JM, Martínez-Cutillas A, Gómez Plaza E. 2012. Herramientas para la mejora de la variedad Monastrell: La Semana Vitivinícola 3384:1526-1531.
- Ruiz-García L, Fuentes A, García B, Martínez JA, and Martínez-Cutillas A. 2014. Selection of new fungal disease resistant grapevine varieties generated by crosses involving Monastrell. Proceedings of the 7th International Workshop on Grapevine Downy and Powdery Mildew.
- Saint-Cricq N, Vivas N, Glories Y. 1998. Maturation phénologique: définition et contrôle. *Revue Française d'Œnologie*.
- Van Heerden CJ, Burger P, Vermeulen A, Prins R. 2014. Detection of downy and powdery mildew resistance QTL in a 'Regent' x 'RedGlobe' population. *Euphytica* 200:281-295.
- Walker A, Lee E, Bogs J, McDavid DAJ, Thomas MR, Robinson SP. 2007. White grapes arose through the mutation of two similar and adjacent regulatory genes. *Plant Journal* 49:772-785.
- Wan Y, Schwaninger H, He P, Wang Y. 2007. Comparison of resistance to powdery mildew and downy mildew in Chinese wild grapes. *Vitis* 46:132-136.
- Welter LJ, Gokturk-Baydar N, Akkurt, M. et al. 2007. Genetic mapping and localization of quantitative trait loci affecting fungal disease resistance and leaf morphology in grapevine (*Vitis vinifera* L). *Mol Breeding* 20:359-374.

3. Aspectos socioeconómicos y ambientales del cultivo de la uva Monastrell

José García García

Dr. Ingeniero Agrónomo. Investigador. IMIDA

Benjamín García García

Dr. Ciencias Biológicas. Investigador. IMIDA

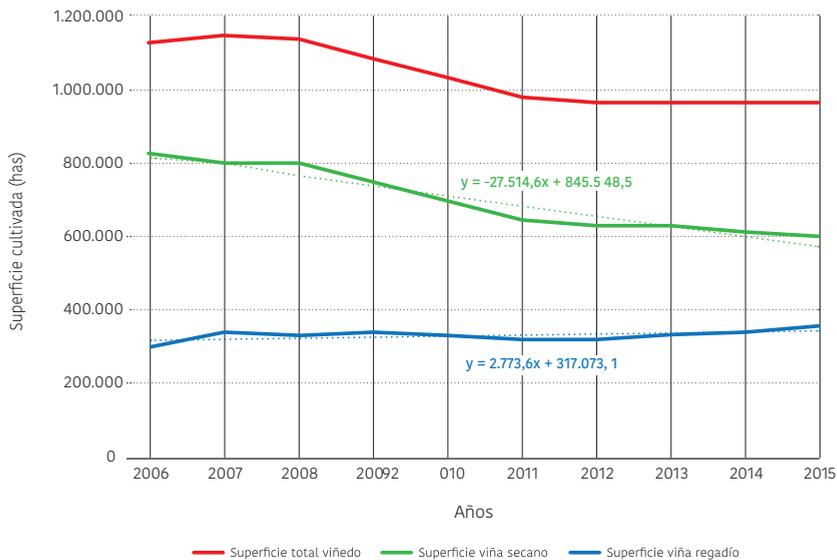
1. INTRODUCCIÓN

La importancia a nivel nacional de la viña y el vino es evidente. Queda reflejada en indicadores territoriales, económicos y sociales. España es uno de los grandes productores mundiales de vino, siendo el primero en el ranking por superficie plantada, cercana a 1 millón de hectáreas, lo que representa un tercio del viñedo comunitario y un 15% de la superficie mundial; primero por producción de vino y mosto en la campaña 2013/2014, superando a Italia y a Francia; y tercero en términos de valor tras estos dos países. Este último dato indica el camino que queda por recorrer en el sentido de aumentar la proporción de vinos de calidad en términos relativos, con la finalidad de elevar el valor de la producción. En este sentido, de la superficie total destinada a este cultivo, más del 60% está inscrito en alguna Denominación de Origen, donde se producen v.c.p.r.d. (“vino de calidad producido en una región determinada”), con una tendencia al crecimiento en detrimento de las superficies destinadas a vinos de mesa.

La notable participación en el mercado vinícola mundial se nutre de un entramado agroindustrial ampliamente difundido en el territorio español. La vid está presente en todas las provincias españolas ocupando alrededor del 6% de las tierras cultivadas (Sánchez Hernández, 2014)

El sector aporta el 8% de la Producción Vegetal y casi el 5% de la Producción de la Rama Agraria. La mano de obra que genera el cultivo del viñedo se aproxima a los 18 millones de jornales. Podemos afirmar que el sector vitícola es de gran importancia tanto por el valor económico que genera como, y sobre todo, por la población que ocupa y fija al territorio rural, así como por el papel que desempeña en la conservación medioambiental. Además, el vino tiene una gran importancia como imagen del país en el exterior (Wines from Spain, 2014).

Figura 1. Evolución de la superficie nacional de viña. Periodo 2006-2015



Tras el cese del programa comunitario de regulación del potencial de producción vitícola, el ritmo de reducción del viñedo se ha ralentizado de forma notable tanto a nivel europeo como a nivel nacional (Wines from Spain, 2014). Esta disminución de superficie no ha ido acompañada de una disminución de la producción, sino todo lo contrario, debido a un aumento en la productividad; ocasionados por los mayores

rendimientos de las superficies en producción, debidos básicamente al aumento del regadío, la puesta en marcha de nuevos sistemas de producción, con cultivo en espaldera, riego localizado y fertirrigación o la alta mecanización incluida la recolección. Por otra parte, la propia reestructuración en la práctica ha impuesto un incremento de las producciones por el regadío, las mayores densidades de cultivo y el empleo de espalderas (García García et al., 2008). El análisis de la evolución de las superficies nacionales de viñedo muestra una tendencia claramente a la baja. Sin embargo el análisis diferenciado de secano y regadío muestra una dinámica opuesta entre ambos sistemas de cultivo. Así en el periodo 2006-2015, mientras que el secano ha disminuido su superficie en un 26% el regadío la ha aumentado un 17% (Figura 1).

2. LA VITICULTURA Y LA UVA MONASTRELL EN EL SURESTE ESPAÑOL

La viticultura desempeña un papel esencial en el desarrollo socioeconómico de las regiones productoras, a menudo carentes de otras alternativas económicas viables. Esta realidad se hace más exacta en regiones con una extensión relativamente importante de secano. En el sureste español es, junto al almendro, el cultivo leñoso que tiene mayor importancia como cultivo agroforestal, de tal modo que su retirada puede plantear abandono de tierras cultivadas y los consecuentes problemas de erosión y desertización.

La viticultura actual es en muchos casos una actividad económica no viable con márgenes netos de explotación negativos y con un umbral de rentabilidad lejano al precio medio obtenido por los agricultores en los últimos años, especialmente en secano. Además comprobamos que el punto muerto de las explotaciones es muy elevado; así por ejemplo, en el sureste es superior a las 50 hectáreas y, por tanto, se necesitan superficies muy elevadas para poder mantener la viabilidad económica de la actividad. Pequeñas primas a la calidad diferenciada de la uva de secano o de riego controlado haría viable e incluso rentable la actividad y disminuiría la superficie mínima de las explotaciones (García García et al, 2008; García García, 2016).

En primer lugar debemos destacar la supremacía de la variedad Monastrell en el sureste y la relación directa con el análisis que hagamos de la viticultura de zonas áridas del mismo. Con datos del Ministerio de Agricultura (MAPAMA, 2016), provenientes de la Encuesta de Viñedo de 2015, la superficie de uva Monastrell total en España asciende a 43.049 hectáreas; el 99% de esta superficie está muy focalizada en el sureste peninsular, concretamente en el Alto y parte del Medio Vinalopó de la provincia

de Alicante, los Altiplanos de la provincia de Murcia, y el Sureste de la provincia de Albacete. Principalmente en las DO Jumilla, Alicante, Yecla, Bullas, Valencia y Almansa. Por Comunidades Autónomas destaca Murcia que cuenta con el 47% de la superficie de Monastrell, Castilla La Mancha con el 37% y finalmente la Comunidad Valenciana con el 15%. En términos globales ha cedido importancia relativa desde el año 2000, en el que ocupaba el 6% de la superficie nacional mientras que en el año 2015 ocupaba el 5%. En su zona de influencia es mayoritaria así, en la Región de Murcia, donde al igual que en todo el sureste predominan las uvas tintas (96% de la superficie), representa el 84% de estas variedades. En relación a características territoriales ocupa suelos de los montes bajos roturados, cascajosos y de escasa fertilidad. En este sentido la Monastrell es mayoritaria en el sureste por su adaptación al clima y a suelos pobres con buenos rendimientos en estas condiciones tan limitantes, dando además una respuesta de alta calidad diferenciada.

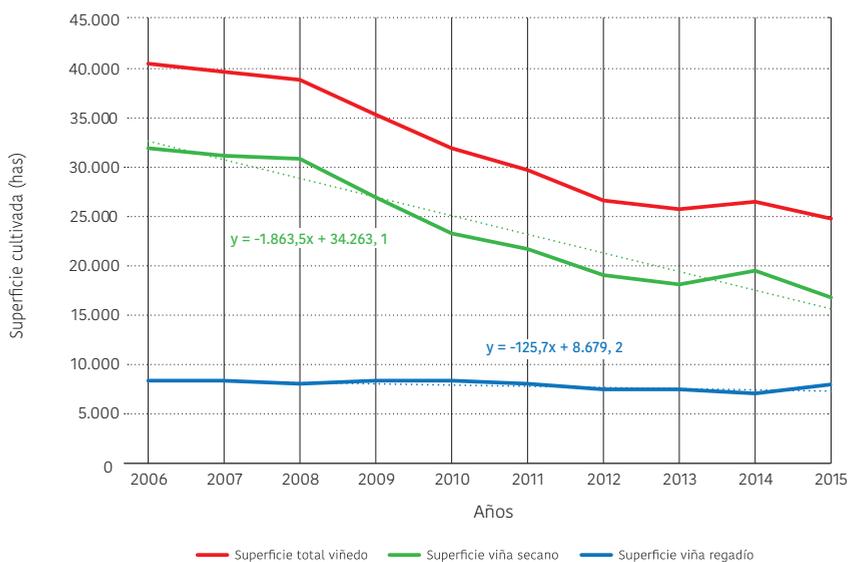
Los rendimientos medios de la viña para vinificación en el sureste en general, y en Murcia en particular, son sensiblemente menores a los valores medios nacionales, tanto en secano como en regadío, que están determinados por las bajas precipitaciones y por infradotaciones de agua de riego, respectivamente. La pérdida de superficie de cultivo es especialmente destacable en la Región de Murcia, donde la superficie de viña ha disminuido desde las 40.564 hectáreas de 2006 hasta las 24.785 hectáreas de 2015; nada menos que una disminución del 39% en 10 años, mucho más acentuada que a nivel nacional. Esta disminución queda explicada fundamentalmente por la pérdida acusada en secano (un 47% menos de superficie). En el caso del regadío, y al contrario de la tendencia nacional, que ha experimentado un aumento del 20%, ha experimentado un ligero descenso (Figura 2); es evidente en este caso la limitación del recurso agua tanto por disponibilidad como por el alto precio del mismo.

3. ECONOMÍA DEL VIÑEDO EN EL SURESTE

La importante disminución de superficie de viña en el sureste, especialmente de secano, ha estado motivada fundamentalmente por motivos económicos; la inviabilidad económica del cultivo se fundamenta en los bajos precios de la uva durante los últimos años así como en los bajos rendimientos productivos, muchas veces ligados a condiciones climáticas extremas en cuanto al régimen de ausencia de precipitaciones (años 2013, 2014, 2015, por ejemplo). Las explotaciones con posibilidad de riego, aún en caso de dotaciones muy restringidas, han podido sobrevivir y esto ha permitido que la disminución de superficie en regadío haya sido menos acusada.

La respuesta natural de los viticultores buscando la supervivencia de sus viñas ha sido la disminución de costes en el cultivo, vía reducción de fertilización, tratamientos, etc., hasta el punto de realizar un cultivo prácticamente ecológico, aun no estando en la mayoría de los casos inscritos en el Consejo Regulador de Agricultura Ecológica correspondiente según zona. Del mismo modo y de forma sostenida la evolución del tamaño de explotación de viña media ha ido en aumento, intentando mediante economías de escala buscar la viabilidad económica. Así, por ejemplo, en la Región de Murcia, según datos del Registro Vitícola (2016) la explotación media de viña tiene una superficie de 6,83 hectáreas (la mayor a nivel nacional) y el 71% del cultivo regional está en explotaciones con superficie superior a las 10 hectáreas. Aun así, como hemos indicado, la superficie de vid ha disminuido muy significativamente, fundamentalmente en secano.

Figura 2. Evolución de la superficie de viña en la Región de Murcia. Periodo 2006-2015



Otro gran problema en la órbita económica, que sin duda es esencial como una de las causas de los bajos precios de la uva, es el tradicional sistema de pago por kilogramos, aún empleado mayoritariamente en zonas del sureste; este sistema favorece a las viñas que más producen y perjudica claramente a las viñas de secano o a las de riegos deficitarios menos productivos, pero con un alto potencial de calidad.

Esta situación es especialmente grave en regiones con condiciones climatológicas muy limitantes, tales como la escasez de precipitaciones. La tendencia a la baja de los precios de la uva en los últimos años ha motivado que el margen neto sea negativo en muchas explotaciones, siendo necesario aumentar el tamaño de las explotaciones y los rendimientos medios de las mismas para poder mantener la viabilidad económica de la actividad, como ya hemos apuntado. Una especialización productiva según destino de la uva a *v.c.p.r.d.* (vinos de calidad producidos en regiones determinadas), mesa o destilación y, una consecuente diferenciación de precios en función de la calidad de la uva podría hacer viables ambas explotaciones (García García et al., 2008; García García et al., 2012).

Qué duda cabe de que la óptica productivista es una salida de corto plazo que apuesta por vinos de mesa y no por vinos de calidad amparados en Denominaciones de Origen. La existencia de más uva de baja calidad en el mercado es negativa sin las debidas estrategias comerciales de diferenciación y especialización para todos los componentes de dicho mercado, lo satura, introduce competencia desleal y abarata aún más los precios. La labor de estandarizar parámetros de calidad de la uva para que esta se pague en función de la misma está por hacer e introduciría criterios de diferenciación necesarios para un mercado justo y estable de materia prima para la elaboración de vinos de calidad (García García, 2016).

4. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL VIÑEDO

Hemos querido realizar una evaluación global desde las tres ópticas de la sostenibilidad de la actividad vitícola. Como hemos justificado, en el sureste español predomina la variedad Monastrell que imprime un carácter diferenciador a sus vinos y que puede y debe utilizarse como seña de identidad de los mismos, tanto en el mercado nacional como en el internacional. Además, esta diferenciación está ligada a un territorio con connotaciones ambientales destacables. En el año 2016 se llevó a cabo un trabajo de actualización de los costes de producción de la vid de vinificación en la Región de Murcia (García García, 2016), en relación al Acuerdo de compromisos del sector vitivinícola de la Región de Murcia (Campaña 2015/2016) del que fue firmante la Administración Regional, sindicatos agrarios, asociaciones de viticultores y bodegueros. En el Acuerdo se afirmaba: *Es interés de todos los firmantes del presente documento contribuir al mejor conocimiento del sector vitivinícola, impulsando la transparencia de las relaciones contractuales entre los distintos agentes que en él intervienen como instrumento necesario para abordar conjuntamente los retos y oportunidades que se presentan para su supervivencia y adaptación*

a las necesidades del mercado". Además, se insta al sector industrial a que el pago y las liquidaciones del producto se efectúen en función de la calidad de las uvas.

En el caso de la viña en secano se estableció una parcela tipo de 20 hectáreas en vaso con marco aproximado $2,5 \times 2,5 \text{ m}^2$, es decir, alrededor de 1.400-1.600 cepas y una producción media en viña adulta de 3.500 kg/ha.

En el caso de la viña de regadío en espaldera se ha establecido una parcela tipo de 10 hectáreas con marco aproximado $3,0 \times 1,5 \text{ m}^2$, es decir, alrededor de 2.200-2.400 cepas y una producción media en viña adulta de 7.500 kg/ha, con dotaciones de riego de $1.400 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Como se indica en la publicación, en el desarrollo de este trabajo de evaluación se integraron los condicionantes de los Reglamentos de las Denominaciones de Origen de la zona en relación a variedades de uva, marcos de plantación, producciones máximas permitidas, así como dotaciones máximas de agua en cultivo de regadío para las uvas destinadas a vinos de calidad. Es decir, las orientaciones productivas analizadas cumplen las limitaciones de los Reglamentos de las D.O. para vinos de calidad amparados en las mismas.

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL

En ambos casos (tablas 1 y 2) mostramos los costes totales unitarios sin compensar (año en plena producción) y compensados (año medio de la vida útil). Los resultados compensados son globales teniendo en cuenta todos los años de la vida útil del análisis económico. Deben utilizarse indicadores compensados para analizar la actividad desde una óptica más realista. El coste total por hectárea compensado es menor que sin compensar, puesto que los años iniciales improductivos el coste es sensiblemente menor. Por el contrario, el coste total por kilogramo producido compensado es mayor que el sin compensar, debido a la penalización que suponen los costes de los años improductivos sobre la producción media a lo largo de la vida útil de la plantación.

En la estructura de costes es destacable la diferencia existente en el inmovilizado del secano en relación al cultivo en regadío. En cultivo en espaldera el coste inmovilizado es casi el doble que en secano. Es lógico considerando la inversión superior (el triple en regadío) debida a la estructura de la espaldera y a la instalación de riego. El coste

Tabla 1
Estructura de costes del cultivo de viña en seco (20 has)

	Coste absoluto (€)	Coste relativo (€)
Nave para aperos	14	1,0%
Plantación	106	8,0%
Injertado	16	1,2%
Material vario (tijeras, azadas)	3	0,2%
Coste del inmovilizado	139	10,5%
Poda anual	130	9,8%
Poda en verde	97	7,4%
Costes de maquinaria	432	32,6%
Fitosanitarios	18	1,4%
Abonos	173	13,0%
Mantenimiento	7	0,5%
Seguro	53	4,0%
Recolección	238	18,0%
Transporte a bodega	36	2,7%
Coste del circulante	1.183	89,5%
Coste total (€/ha) s.c.*	1.322	
Coste unitario (€/kg) s.c.*	0,38	
Coste total (€/ha) compensado	1.256	
Coste unitario (€/kg) compensado	0,41	

s.c.*: sin compensar.

Son costes de los años en plena producción. Los datos compensados están corregidos incluyendo el coste de los años de establecimiento de la plantación con viña no productiva

unitario por kilogramo producido es prácticamente el mismo; pero esto ocurre si utilizo estrategias de riego controlado no muy productivistas. Si uso dotaciones elevadas obtengo producciones altas que no cumplen con las limitaciones impuestas por los organismos reguladores (DO). Así, por ejemplo, en el trabajo de Romero et al. (2015) una estrategia control con un consumo medio de 2.525 m³/ha durante el periodo 2006-2012 obtenía un promedio de 14.000 kg/ha. De esta forma se mantiene la viabilidad económica si no se paga debidamente la calidad de las uvas. Precisamente, vemos que el coste medio está en 0,40 €/kg, alejado de precios de mercado de los últimos años; sólo a base de pérdida de renta, abaratamiento hasta el extremo del cultivo en seco y de producir más kilogramos por hectárea en regadío, junto al efecto de economías de escala incrementando el tamaño medio de las explotaciones se explica que el sector vitícola en muchas áreas de España haya soportado las condiciones de inviabilidad económica de los últimos años.

Tabla 2

Estructura de costes del cultivo de viña de regadío en espaldera (10 has)

	Coste absoluto (€)	Coste relativo (€)
Nave para aperos y cabezal	18	0,6%
Cabezal de riego	47	1,7%
Red de riego	152	5,4%
Plantación	305	10,8%
Material vario (tijeras, azadas)	6	0,2%
Embalse regulador	21	0,7%
Coste del inmovilizado	550	19,5%
Poda anual	325	11,5%
Poda en verde	195	6,9%
Costes de maquinaria	477	16,9%
Fitosanitarios	100	3,5%
Abonos	162	5,7%
Herbicidas	15	0,5%
Mantenimiento	39	1,4%
Energía eléctrica	29	1,0%
Recolección	487	17,2%
Seguro	114	4,0%
Riego	256	9,1%
Transporte a bodega	76	2,7%
Coste del circulante	2.276	80,5%
Coste total (€/ha) s.c.*	2.826	
Coste unitario (€/kg) s.c.*	0,38	
Coste total (€/ha) compensado	2.670	
Coste unitario (€/kg) compensado	0,40	

s.c.*: sin compensar.

Son costes de los años en plena producción. Los datos compensados están corregidos incluyendo el coste de los años de establecimiento de la plantación con viña no productiva

Varios trabajos en los últimos años (Romero et al., 2015a; Romero et al., 2015b) muestran el buen comportamiento de la variedad Monastrell al riego deficitario aplicado a lo largo de los años e indican que la aplicación a largo plazo de estas técnicas de riego deficitario (Secado Parcial de Raíces SPR y Riego Deficitario Controlado RDC) puede ser una buena alternativa en regiones semiáridas como el sureste español con el fin de controlar un excesivo vigor, mejorar la eficiencia en el uso del agua, mantener buenas producciones y mejorar de forma sustancial la calidad

polifénolica y cromática de la uva y el vino Monastrell. Además la utilización del PRD con volúmenes moderados de agua (SPR-1) como técnica de riego deficitario en esta variedad-patrón y en estas condiciones edafoclimáticas puede resultar prometedora para mejorar la respuesta productiva e incrementar el contenido antocianico de la uva y el vino Monastrell comparado con un Riego Deficitario.

Existe un umbral de dotación de agua por debajo del cual los tratamientos más deficitarios (SPR-2 y RDC-2) no son capaces de amortizar la infraestructura destinada al riego, es decir, están infrautilizando el equipamiento de riego y son inviables económicamente.

Desde una visión social se utilizan otros dos indicadores de carácter social, uno nos muestra el empleo generado por hectárea (UTA/ha)¹ y otro la eficiencia social del uso de agua de riego en cultivo de viña en regadío (UTA/hm³). La tabla 3 expone estos resultados.

Tabla 3
Indicadores de carácter social y productivo en cultivo de viña

	UTA/ha	UTA/hm ³	Kg/m ³
Viña en secano	0,05	-	-
Viña de riego en espaldera	0,10	71	5,36

- UTA/ha: Empleo generado por hectárea

- UTA/hm³: Eficiencia social del agua

- Kg/m³: Eficiencia productiva del agua

El indicador UTA/ha refleja la importancia social de esta actividad en el medio rural, especialmente en territorios de secano, en relación al sostenimiento de población, tierras cultivadas y paisaje. Como vemos estos valores nos indican que para sostener un empleo directo necesitamos 20 y 10 hectáreas de cultivo en secano y regadío, respectivamente.

Si se compara con los demás cultivos, el sector vitivinícola requiere mucha mano de obra (CEE, 2006). La importancia social o número de empleos generados por hectárea es directamente proporcional a la producción, ya que en este cultivo la recolección representa el 18% y 17% del coste total en secano y en espaldera respectivamente

¹ UTA: Unidad de Trabajo Agrícola

(tablas 1 y 2). Los valores obtenidos concuerdan con el promedio de la Unión Europea (0,12) (CEE, 2006) y es más de dos veces superior al registrado en el conjunto de las explotaciones agrarias (0,05). Por su parte, el índice UTA/hm³ es inversamente proporcional al agua consumida, pero en cualquier caso es elevado frente a otros cultivos como cereales o cítricos (CES, 2000).

6. EVALUACIÓN AMBIENTAL

La evaluación de la sostenibilidad económica es, obviamente, un requisito fundamental para llevar a cabo las operaciones de negocio, pero la evaluación de la sostenibilidad del medio ambiente puede ser una herramienta estratégica que contribuya a aumentar el valor del producto. En las dos últimas décadas la conciencia ambiental a nivel mundial ha crecido de manera espectacular (Barber et al., 2009). Y como resultado se ha experimentado una creciente participación de todos aquellos actores que, por diversas razones, están interesados en la producción y consumo de alimentos y bebidas. Los consumidores han introducido la preocupación ambiental como un factor importante en sus procesos de compra, seleccionando aquellos productos que muestran sensibilidad hacia el medio ambiente (Barber et al., 2009) y las cadenas de distribución han respondido con prontitud a esta demanda de los consumidores.

El análisis del ciclo de vida (ACV) constituye una herramienta reconocida y aceptada a nivel científico que tiene por objeto analizar de forma objetiva, metódica, sistemática y científica el potencial impacto ambiental ocasionado por los productos desde su origen y hasta que estos son consumidos, teniendo en cuenta la extracción, transformación y transporte de las materias primas necesarias para su fabricación, así como los residuos que se generan y su destino final, bien sea al vertedero o sean reutilizados, o reciclados. El ACV, cuyo procedimiento está normalizado por la familia de normas ISO 14.040, proporciona un modelo de evaluación de los potenciales impactos ambientales a partir del cual se pueden estudiar distintos escenarios o alternativas en relación a las materias primas, procesos de transformación, energía etc., con el objeto de buscar aquella situación en la cual los potenciales impactos son menores.

El objeto de la presente evaluación ha sido realizar una primera aproximación del ACV de la producción de uva Monastrell formada en vaso en seco para identificar los componentes del sistema que más contribuyen a los impactos ambientales, y

determinar en particular el orden de magnitud del calentamiento global en relación a otros cultivos de uvas para vino. Se ha desarrollado en base al sistema productivo ya definido en el apartado de evaluación socioeconómica del cultivo en seco, con las correspondientes variables técnicas (tratamientos, abonado, labores, etc.)

Los componentes del sistema que se han identificado son el combustible consumido por la maquinaria que realiza las distintas labores, los fertilizantes y los fitosanitarios, incluyendo los procesos de elaboración y transporte. Los consumos de combustible de la maquinaria agrícola se han estimado a partir de los datos de Boto et al. (2005), y las emisiones debida a la combustión de EMEP/EEA (2016). Los procesos de extracción de materias primas, transformación y transporte del combustible, abono orgánico granulado y azufre, proceden de la base de datos Ecoinvent 3.3. (Octubre 2016).

La unidad funcional a la que se refieren los impactos ambientales es 1,1 kg de uva cosechada y puesto en la bodega, que es la cantidad estimada para obtener 0,75 litros de vino (botella comercial de vino).

Para la cuantificación de los impactos asociados con el sistema estudiado se ha empleado la metodología CML (Guinée et al., 2002). Para los cálculos se ha utilizado el software SimaPro 8.04 (PRE-Consultants), y las categorías de impacto fueron: Agotamiento abiótico (AA), agotamiento abiótico combustibles fósiles (AACF), calentamiento global (CG), agotamiento de la capa de ozono (ACO), toxicidad humana (TH), ecotoxicidad aguas continentales (EAC), ecotoxicidad aguas marinas (EAM), ecotoxicidad terrestre (ET), oxidación fotoquímica (OF), acidificación (A) y eutrofización (E). No obstante, el calentamiento global es el impacto más generalizado en este tipo de estudios -en muchos la única categoría que se utiliza, y es por lo que nos referiremos específicamente a él.

En la Figura 3 se muestra la contribución de los componentes del sistema (combustible, fertilizantes y fitosanitarios) a los distintos potenciales impactos ambientales. La contribución global de cada componente del sistema a todas las categorías de impacto es del 69% los fertilizantes, el 23% el combustible y el 8% los fitosanitarios. El combustible sólo tiene cierta relevancia sobre AACF (40%) y ACO (42%). El CG se ve afectado fundamentalmente también por los fertilizantes 85%, siendo baja la contribución del combustible (12%) y de los fitosanitarios (3%). El valor absoluto de CG es de 129 g CO₂-eq.

Figura 3. Contribución de los componentes del sistema a las distintas categorías de impacto ambiental

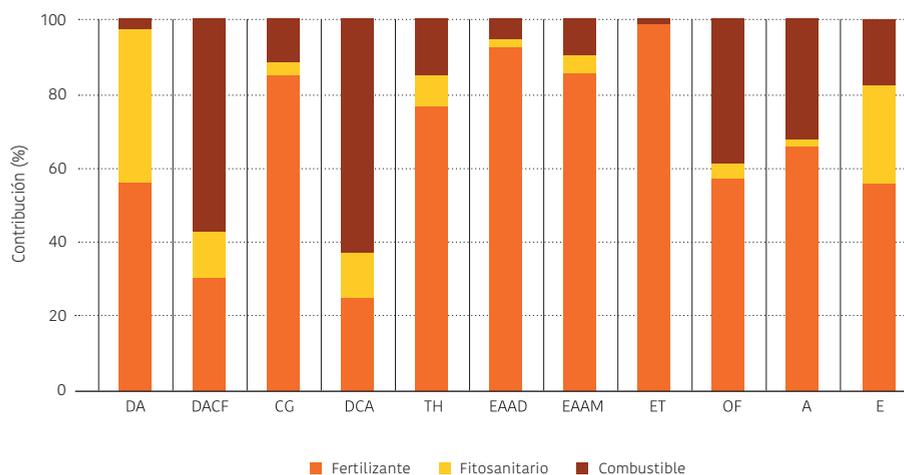


Tabla 4

Valor de calentamiento global registrado en varios cultivos de viña. Unidad funcional 0,75 litros de vino

CG (g CO ₂ -eq.)	Denominación	País	Referencia
129	Monastrell	España (Murcia)	Este estudio
Vinos tintos			
330	Monteregio di Massa Maritima	Italia (Toscana)	Bosco et al., 2011
220	Morellino di Scansano	Italia (Toscana)	Bosco et al., 2011
120	Morellino di Scansano (cooperativa)	Italia (Toscana)	Bosco et al., 2011
267	Umbria	Italia (Umbria)	Rinaldi et al., 2016
503	Rioja	España (Rioja)	Gazulla et al., 2012
Vinos blancos			
190	Bianco di Pitigliano	Italia (Toscana)	Bosco et al., 2011
297	Umbria	Italia (Umbria)	Rinaldi et al., 2016
708	Vermentino di Sardegna	Italia (Cerdeña)	Benedetto, 2013
429	Vermentino di Sardegna	Italia (Cerdeña)	Marras et al., 2015
1917	Rías Baixas	España (Galicia)	Vázquez-Rowe et al., 2012
375	Ribeiro	España (Galicia)	Villanueva-Rey et al., 2014
283	Ribeiro	España (Galicia)	Villanueva-Rey et al., 2014
803	Nova Scotia	Canadá (Nueva Escocia)	Point et al., 2012

s.c.*: sin compensar.

Son costes de los años en plena producción. Los datos compensados están corregidos incluyendo el coste de los años de establecimiento de la plantación con viña no productiva

En la Tabla 4 se muestran los valores de CG registrados en la producción de uva para vino en distintas áreas geográficas. La gran variabilidad de los resultados son debidos a múltiples factores, entre los que podemos destacar la variedad de uva; el área donde se desarrolla el cultivo, siendo el clima y el suelo de capital importancia; los aspectos agronómicos específicos (espaldera o vaso, aspectos cualitativos y cuantitativos de abonos y fertilizantes, sistema de regadío, etc.). Pero también influye sobre la variabilidad de los resultados la metodología empleada en el análisis; el nivel de detalle en el inventario de entradas y salidas al sistema; la calidad de los datos y las bases de datos de procesos y transportes. Todo ello, es determinante en el valor absoluto que se obtiene de los impactos, por lo que las comparaciones entre los resultados de distintos ACV deben interpretarse con sumo cuidado y teniendo en cuenta los detalles de cada trabajo. En cualquier caso, la intención aquí es mostrar el orden de magnitud en la que se encuentra el CG debido al cultivo de Monastrell en seco.

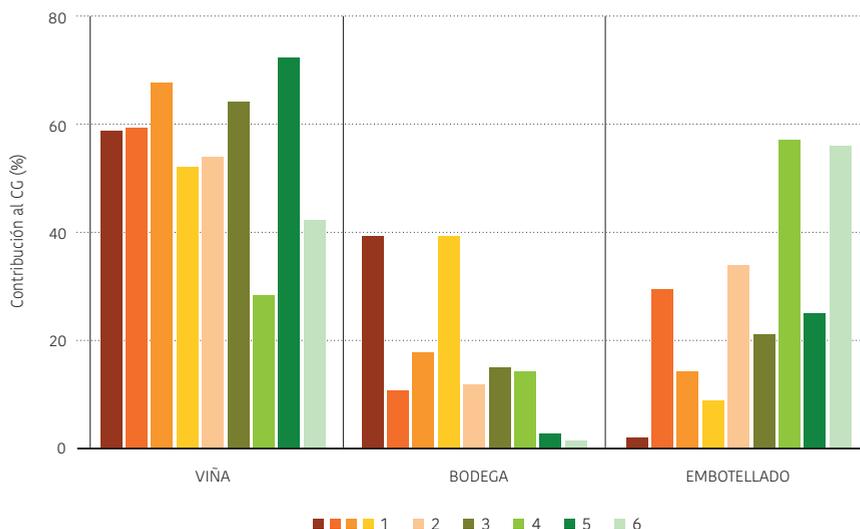
En términos generales, los resultados del análisis de contribución (Figura 3) están de acuerdo con otros estudios en cuanto a que los fertilizantes son el componente que más contribuye a los impactos ambientales y especialmente al CG, existiendo cuantitativamente una relación directa. Los abonos inorgánicos tienen, además, un mayor efecto que los orgánicos debido no sólo a los procesos de elaboración, que son más costosos ambientalmente sino, también, a que las emisiones de NO₂ (potentísimo gas de efecto invernadero) desde el suelo al aire, por lo general y en unas mismas condiciones, son mayores.

El valor de CG registrado para la uva Monastrell en seco, de 129 g CO₂-eq., se podría considerar un valor muy bajo en relación al rango que se muestra en el Tabla 1 (120-1.917 g CO₂-eq.), y se situaría por debajo de la media (unos 350 g CO₂-eq.). Y ello es debido, principalmente, a la cantidad de abono que se utiliza y a que éste, además, es orgánico. Por ejemplo, en la producción de uva para vino de Rioja en vaso (Gazulla et al., 2012), en la que se obtuvo un valor de CG de 503 g CO₂-eq., se utilizan 500 kg/ha/año de fertilizantes inorgánicos y 3.000 kg/ha/año de fertilizantes orgánicos. También, influye en este bajo valor de CG, las mínimas cantidades de plaguicidas y la ausencia de herbicidas. Por ejemplo, en el cultivo de uva en espaldera para el vino blanco Vermentino di Sardegna (Benedetto, 2013), en el que se obtuvo un valor de CG de 708 g CO₂-eq., además de fertilizantes se emplean insecticidas (50 kg/ha/año) y herbicidas (2 kg/ha/año).

Otra cuestión importante a destacar es la repercusión del cultivo de la uva en todo

el proceso, incluyendo al menos el embotellado. De los tres procesos que podemos distinguir, viña, bodega y embotellado, los valores promedio de contribución al CG son 56, 17 y 28 % respectivamente, a partir de datos de distintos autores (Figura 4), variando la producción de la viña entre el 28 y el 72%. Así que el valor del CG, u otros impactos ambientales, de la botella de vino obtenido a partir de la uva de Monastrell de secano debe ser también sensiblemente inferior al de otros vinos. Este es indudablemente un aspecto importante que habría que abordar, pero relacionando la variabilidad en las prácticas agronómicas, la calidad de la uva y los potenciales impactos ambientales asociados, con objeto de determinar aquellos escenarios más favorables desde la óptica de la sostenibilidad (social, económica y ambiental).

Figura 4. Contribución al calentamiento global de las fases Viña, Bodega y Embotellado según distintos autores: (1) Bosco et al., 2011; (2) Gazulla et al., 2012; (3) Vázquez-Rowe et al., 2012; (4) Point et al., 2012; (5) Rinaldi et al., 2016; (6) Benedetto, 2013



7. CONCLUSIONES

La uva Monastrell no sólo es potencialmente una excelente materia prima para elaborar vinos de calidad, sino que su cultivo tiene importantes repercusiones socioeconómicas en el medio rural y es, además, un elemento necesario para la

lucha contra la desertificación. Sin embargo, el cultivo está en riesgo debido a la frágil rentabilidad económica motivado por la inherente baja productividad y el bajo precio. El precio actual, en muchos casos, no es consecuente ni con sus excelentes cualidades enológicas ni con su baja repercusión sobre el deterioro ambiental global, y por tanto, parece que este es uno de los factores sobre el que habría que actuar para garantizar la sostenibilidad del sector y del área rural donde se desarrolla. Evidentemente, habría que apostar decididamente sobre la diferenciación comercial de la uva Monastrell como garantía de vinos de calidad y respetuosos con el medio ambiente.

El establecimiento de pautas de producción sostenibles en base a criterios socioeconómicos y ambientales es una estrategia fundamental hacia la consecución del objetivo de hacer viable y competitiva la actividad vitícola. Es necesario establecer sistemas de cultivo que hagan sostenible el cultivo fomentando la calidad de la uva de vinificación e implantando métodos de trabajo con efectos favorables a nivel social, económico y ambiental sobre la población y el medio rural.

REFERENCIAS

- Barber, N., Taylor, C., Strick, S. 2009. Wine consumers environmental knowledge and attitudes: influence on willingness to purchase. *International Journal of Wine Research*, 1: 59-72.
- Benedetto, G. 2013. The environmental impact of a Sardinian wine by partial life cycle assessment. *Wine Economics and Policy*, 2: 33-41.
- Bosco, S., Di Bene, C., Galli, M., Remorini, R.M, Bonari, E. 2011. Greenhouse gas emissions in the agricultural phase of wine production in the Maremma rural district in Tuscany, Italy. *Italian Journal of Agronomy*, 6: 93-100.
- Boto Fidalgo, J.A., Pastrana Santamaría, P., Suárez de Cepeda Martínez, M. 2005. Consumos energéticos en las operaciones agrícolas en España. IDAE, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Madrid, pp. 72.
- CEE. 2006. Hacia un sector vitivinícola europeo. Informe de la Comisión europea. Junio 2006, 27 pp. Available in: http://ec.europa.eu/spain/pdf/sectorvitivinicola_es.pdf
- CES (Consejo Económico y Social de Murcia). 2000. Informe sobre la situación hidrológica y socioeconómica en la Cuenca del Segura en el nuevo contexto del Plan Hidrológico Nacional. Disponible en: <https://www.cesmurcia.es/cesmurcia/paginas/publicaciones/Publicacion-Detail.seam?cid=716>
- EMEP/EEA, 2016. Air pollution emissions inventory guidebook 2016. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>
- García García, J.; García Pérez, F.; Martínez Cutillas, A. 2008. Contabilidad de costes del cultivo de uva de vinificación de secano en la Región de Murcia. *Viticultura y Enología Profesional*, nº 115, 30-36.
- García García, J.; Martínez, A.; Romero, P. 2012. Financial analysis of wine grape production using regulated deficit irrigation and partial-root zone drying strategies. *Irrigation Science*, 30: 179-188.
- García García, J., Romero Azorín, P. 2015. Evaluación económica y de la eficiencia en el uso del agua de estrategias de riego deficitario y secado parcial de raíces en viña en el sureste español. *Enovicultura*, nº 37, 2-10.
- García García, J. 2016. Actualización de la contabilidad de costes del cultivo de viña en la Región de Murcia. *Enovicultura*, nº 39, 14-23.
- Gazulla, C., Raugei, M. 2010. Taking a life cycle look at crianza wine production in Spain: where are the bottlenecks? *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15:330-337.
- Guinée, J. B., Gorrée, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., Koning, A. de, Oers, L. van, Wegener Sleeswijk, A., Suh, S., Udo de Haes, H. A., Bruijn, H. de, Duin, R. van, Huijbregts, M. A. J. 2002. Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective. IIa: Guide. IIb: Operational annex. III: Scientific background; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, 2002.
- Marras, S., Masia, S., Duce, P., Spano, D., Sirca, C. 2015. Carbon footprint assessment on a mature vineyard. *Agricultural and Forest Meteorology*, 214-215: 350-356.
- Point, E., Tyedmers, P., Naugler, C. 2012. Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada. *Journal of Cleaner Production*, 27: 11-20.
- Rinaldi, S., Bonamente, E., Scrucca, F., Merico, M.C., Asdrubali, F., Cotana, F. 2016. Water and carbon footprint of wine: methodology review and application to a case study. *Sustainability* 2016, 8, 621; doi:10.3390/su8070621.
- Romero, P.; Fernández, J.I.; Martínez, A.; Gil, R.; García, J.; Botía, P. 2015a. El secado parcial de raíces (PRD) mejora la calidad y rentabilidad de la uva y el vino Monastrell comparado con un riego deficitario controlado (RDC) en el sureste español

Romero, P., Gil, R., Fernández, J.I., Del Amor, F.M., Martínez, A., García, J. 2015b. Improvement of yield and grape and wine composition in field-grown Monastrell grapevines by partial root zone irrigation, in comparison with regulated deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 149: 55-73.

Sánchez Hernández, J.L. 2014. El valor social y territorial del vino en España (Capítulo 1). En: *La economía del vino en España y en el mundo*. Cajamar, Almería. 31-66.

Vázquez-Rowe, I., Villanueva Rey, P., Moreira, M.T., Feijoo, G. 2012. Environmental analysis of Ribeiro wine from a timeline perspective: harvest year matters when reporting environmental impacts. *Journal of Environmental Management*, 98: 73-83.

Villanueva-Rey, P., Vázquez-Rowe, I., Moreira M. T. 2014. Comparative life cycle assessment in the wine sector: biodynamic vs. conventional viticulture activities in NW Spain. *Journal of Cleaner Production*, 65:330-341.

Wines from Spain. 2014. Wine in figures. Disponible en: <http://www.foodswines-fromspain.com/spanishfoodwine/global/wine/EST2015500670.html?texto=Wine%20in%20figures>

4. El impacto del cambio climático en la variedad Monastrell

Leonor Ruiz García

Dra Ingeniera Agrónoma. Investigadora Departamento de Viticultura. IMIDA

Pascual Romero Azorín

Investigador Departamento de Viticultura. IMIDA

1. LOS CAMBIOS RECIENTES OBSERVADOS EN EL CLIMA GLOBAL Y SUS CAUSAS

El panel intergubernamental sobre cambio climático (IPCC) en el informe del año 2014 alerta que el calentamiento del sistema climático global es inequívoco. La temperatura global promedio se ha incrementado en 0,85° C desde 1880 a 2012 y advierte de que las últimas tres décadas (1983-2012) ha sido probablemente el período más cálido de la historia de los últimos 1.400 años en el hemisferio norte, con un incremento también en la variabilidad de temperaturas y precipitaciones. Por ejemplo, la temperatura media en Europa se ha incrementado en 1,7° C entre 1950 y 2004. Además, el período desde 1998 a 2012 ha sido el más seco de los últimos 500 años (Guiot y Cramer, 2016). Los estudios más recientes sobre la evolución global confirman que la temperatura del planeta sigue en aumento y que en los años 2014, 2015 y 2016 se registraron de forma consecutiva nuevos récords de temperaturas desde que se tienen medidas (Rahmstorf y col., 2017). También se han observado cambios importantes en la salinidad de los océanos y una disminución en el pH del

agua, dando lugar a un proceso de acidificación progresiva (con un incremento del 26% en la acidez del agua) desde la era preindustrial debido a la absorción de grandes cantidades de CO₂ por parte del océano.

En las últimas décadas (1992-2011) también han habido cambios importantes en el régimen de precipitaciones en muchas regiones del planeta. Las superficies de nieve y hielo han disminuido en el hemisferio norte, Groenlandia y la Antártida, y la extensión de los glaciares se han reducido en todo el mundo, alterando así el ciclo hidrológico y afectando a los recursos hídricos en términos de calidad y cantidad. También se ha observado un incremento en la frecuencia de fenómenos climáticos extremos desde 1950, incluyendo una disminución en las temperaturas frías extremas, un incremento en las temperaturas cálidas extremas y en el número de eventos con precipitaciones muy intensas en numerosas regiones del mundo: se han incrementado las olas de calor y otros fenómenos como sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales, en Europa, Asia, Australia y otras regiones del planeta.

2. IMPACTO ACTUAL Y FUTURO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA MEDITERRÁNEA Y EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

En la cuenca mediterránea la temperatura media actual es 1,3° C más alta que en el período comprendido entre 1880 y 1920 (Guiot y Cramer, 2016), incremento que no ha sido homogéneo en toda la cuenca, pues el sur y el este de la cuenca están más afectadas, fundamentalmente España, Norte de África y Oriente Medio. La temperatura media anual entre 1961 y 1990 se incrementó 1,4° C en toda la cuenca mediterránea española (superior a la media global del planeta), aumento que ha sido de 1,5° C en el sureste español, concretamente en la Región de Murcia (ORCC, 2010). Por otra parte, las precipitaciones durante este periodo han disminuido, sobre todo en la parte meridional, mientras que ha aumentado significativamente su variabilidad. En el sureste español, la reducción de recursos hídricos como consecuencia del cambio climático para la cuenca del río Segura ha sido del 11 %.

A pesar de las incertidumbres que hay en las proyecciones y simulaciones de los modelos climáticos, tanto el último informe del IPCC del año 2014, como estudios más recientes (Fraga y col., 2016 a, b; Guiot y Cramer, 2016), proyectan en todos los supuestos de escenario de cambio climático un mayor calentamiento y una mayor escasez de agua en el sur de Europa y especialmente en la Península Ibérica, que se relaciona con un mayor déficit de humedad del suelo en verano y también con un

menor enfriamiento en los meses más fríos (se esperan veranos e inviernos más cálidos), sobre todo en el sur y sureste de la Península Ibérica (Resco, 2015). Para la cuenca Mediterránea casi todas las simulaciones alertan de que el calentamiento proyectado va a exceder a la media del calentamiento global. Un calentamiento global por encima de 2° C respecto a la era preindustrial puede suponer cambios muy importantes en los ecosistemas mediterráneos, como pérdida de biodiversidad, reducción de zonas forestales y expansión de las zonas desérticas, así como adversidades importantes para la población, como disminución de recursos hídricos e incremento de la demanda de agua para riego, energía y uso doméstico (IPCC, 2014).

Los análisis más recientes proyectan que aproximadamente en un siglo el cambio climático antropogénico alterará los ecosistemas en el Mediterráneo de una forma sin precedentes en los últimos 10.000 años. Habrá cambios importantes en la vegetación y probablemente una gran expansión del desierto en el sur de Europa (concretamente el sur de España) si no se adoptan medidas y políticas de mitigación que frenen el incremento de temperatura global para final de siglo por debajo del umbral de 1,5° C (Guiot y Cramer, 2016). Por todo esto, la Península Ibérica es una de las regiones europeas con mayores impactos potenciales por incrementos del estrés térmico y de escasez de agua, que en los escenarios más pesimistas pronostican un incremento de 3-5 grados en la temperatura máxima a final de siglo, para España y en particular para la Región de Murcia predicen incrementos de temperatura de 1-2 grados a mediados de siglo, y 4-5 grados a finales de siglo. Debido al efecto de amortiguación del mar en el litoral, la elevación será mayor en el centro de la península, que podría llegar a ocasionar un incremento de las olas de calor sobre todo en la mitad sur; en estos escenarios en la Región de Murcia el incremento de temperatura será mayor en aquellas zonas más alejadas del litoral (ORCC, 2010). Estos modelos también predicen que a medio y largo plazo se producirá a nivel nacional y regional una reducción de las precipitaciones (10-40%), sobre todo en el suroeste y sureste de la Península ibérica. Esta reducción, en el sureste de la península será más importante en las zonas interiores de la cuenca hidrográfica del río Segura, más alejadas del litoral. Como consecuencia habrá un aumento de la evapotranspiración y de las necesidades hídricas de los cultivos, con consecuencias para la disponibilidad y calidad del agua, estimándose el descenso de los recursos hídricos disponibles entre un 20 y un 40% para finales de siglo (ORCC, 2010).

3. IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA VITICULTURA MEDITERRÁNEA

El análisis de los datos climáticos históricos a escala global revelan que entre 1950 y 1999 la temperatura media en las principales regiones vitivinícolas productoras de vinos de calidad se ha incrementado en 1,26° C (Jones y col., 2005), lo que puede influir de forma importante en la productividad y calidad final de la uva y el vino (Fraga y col., 2013). Por ejemplo, en los últimos 15 años se ha observado una reducción de la producción en la mayoría de las regiones vitivinícolas de Francia (Van Leeuwen y Destrac-Irvine, 2017); igualmente, el incremento de temperaturas observado en Europa desde los años 50 del siglo pasado (1,7° C desde 1950 a 2004) ya ha producido en muchas regiones vitícolas europeas, en particular en la cuenca Mediterránea, un adelanto en la fenología de la vid (brotación, envero, maduración y vendimia), una menor duración de los períodos o intervalos de crecimiento de la planta (Jones y Davies 2000), una mayor duración del período de post-cosecha (desde la vendimia hasta la caída de hoja) y más acumulación de grados día hasta caída de la hoja (Hall y col., 2016). Algunos viticultores en la Denominación de Origen de Bullas (sureste español) constatan en la última década adelantos de la vendimia de hasta 20 días en la variedad Monastrell, que es una variedad tradicionalmente tardía, confirmando lo que señalan estudios sobre otras variedades. Además, los viticultores de esta zona han observado una mayor frecuencia de años más secos y menos productivos, y una mayor incidencia de enfermedades de la madera, como la yesca. Este adelanto en la vendimia puede provocar que la maduración de la uva tenga lugar en un período más cálido de lo habitual, con posibles efectos negativos sobre la calidad de la uva y el vino (Webb y col., 2008).

Las proyecciones del cambio climático para el siglo XXI prevén importantes impactos en los viñedos a nivel mundial, aunque no serán uniformes en todas las regiones vitivinícolas. Los modelos a escala global proyectan incrementos de temperatura hasta mediados de siglo, en las principales regiones vitivinícolas de 0,42° C por década, (2,04° C en total). Estos análisis también alertan que mientras el calentamiento observado en el siglo XX a nivel global parece haber sido beneficioso para la producción de vinos de calidad, el cambio climático futuro tendrá impactos muy diferentes en función de la localización geográfica y de las variedades, llegando en algunas regiones a exceder los umbrales óptimos de temperatura para algunas variedades, haciendo impracticable su cultivo y reduciendo la obtención de vinos de calidad (Jones y col., 2005).

Los cambios proyectados para la viticultura en Europa en el período 2040-2070,

señalan la aparición de nuevas regiones para la producción vitivinícola, en latitudes mayores, hasta 55° N y el continuo adelanto en el ciclo fenológico, estimándose que la brotación y la vendimia podrían adelantarse un mes. Se espera un incremento de la aridez y un estrés hídrico severo, sobre todo en áreas del sur de Europa (sur de la Península Ibérica e Italia), reduciendo la producción y el crecimiento. Sin embargo, se prevé que el incremento de CO₂ atmosférico compense parcialmente los efectos producidos por la sequía en la producción y el crecimiento, sobre todo en el centro y norte de Europa (Fraga y col., 2016a).

Los análisis realizados para la viticultura española indican que el Cambio Climático producirá en general incrementos en la variabilidad interanual del potencial vitivinícola, que puede aumentar la irregularidad de la producción y de la calidad obtenida (Resco, 2012). En España, los climas más cálidos para el viñedo que se encuentran en la mitad sur y sureste peninsular y en las regiones más cálidas del valle del Ebro, serían las zonas que sufrirían los mayores impactos. El calentamiento global podría causar que paulatinamente estos climas más calurosos asciendan en altitud extendiéndose hacia el interior, donde además se experimentaría un mayor incremento de temperaturas a medida que la influencia marítima es menor. Un clima más cálido y seco modificará las zonas óptimas para el cultivo de la vid y limitará las variedades que se puedan cultivar en numerosas regiones, reduciendo en muchos casos las zonas climatológicamente óptimas para el cultivo de la vid. Asimismo, según las proyecciones climáticas, una reducción de la humedad en estos climas muy secos del sur y sureste peninsular y en las cuencas baja y media de los ríos Duero y Ebro, incrementaría la evapotranspiración y las necesidades hídricas del viñedo y haría del riego un factor imprescindible y necesario para la sostenibilidad del viñedo (Resco y col., 2016), en un contexto de mayor competencia y escasez de recursos hídricos. Igualmente, unas temperaturas excesivamente altas en la época de maduración tendrían efectos negativos en la calidad al ocasionar un exceso de madurez y de contenido de azúcares en la uva (Fraga y col., 2013).

Por el contrario, en las zonas vitivinícolas húmedas del norte de España el cambio climático puede tener a corto y medio plazo algunos efectos positivos, como intervalos de crecimiento de la vid más cortos, menor riesgo de heladas y de ataques de algunas plagas y enfermedades, posibilidad de cultivar un mayor número de variedades, incremento de las zonas óptimas para el cultivo de la vid y un aumento en la acumulación de carbono y biomasa, debido a una mayor temperatura y fijación de CO₂, que puede llevar asociados algunos beneficios adicionales para la producción y la calidad (Resco y col., 2016).

4. LA RESPUESTA ADAPTATIVA DE LA VID FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO: REPERCUSIONES EN LA CALIDAD DE LA UVA Y EL VINO

La respuesta fisiológica de la vid frente al cambio climático y su repercusión en la calidad de la uva y el vino han sido analizadas recientemente en diferentes variedades, tanto en condiciones controladas como en condiciones de campo, llegando a los siguientes resultados:

1. El calentamiento global (incremento de CO₂ y temperatura) produce en general un adelanto en la fenología de la vid (Edwards y col., 2017), con diferencias varietales en la respuesta fenológica al incremento de la temperatura (Sadras y col., 2012).
2. El calentamiento global provoca que la caída de las hojas se retrase y que el período de post-cosecha (desde la vendimia hasta la caída de hoja) sea más largo y más cálido, lo que puede incrementar el potencial de acumulación de carbohidratos en este período clave (Hall y col., 2016).
3. La temperatura elevada produce un desacoplamiento en la acumulación de antocianos y azúcares en las bayas, debido a un retraso en el comienzo de la acumulación de antocianos más que a una modificación en las tasas de acumulación de estos componentes. La alteración en el ratio de antocianos/azúcares puede tener consecuencias para el balance entre el color y el alcohol en vinos tintos (Sadras y col., 2012), pues la exposición a temperaturas de 35° C o mayores producen una disminución en la acumulación de antocianos en las bayas debido a dos factores:
 - a) Un incremento en la degradación de los antocianos
 - b) Una inhibición en la expresión/activación de genes relacionados con la biosíntesis de antocianos (Mori y col., 2007).

Además, las altas temperaturas también cambian la composición de antocianos, hacia una mayor concentración de antocianos acilados (de Rosas y col., 2017).

4. Un adelanto de la maduración de la uva y de la vendimia, en algunas variedades y en diferentes regiones climáticas, está más relacionado con una anticipación en el comienzo de la maduración que con el incremento en las tasas de acumulación de azúcares y se observa un mayor efecto de la temperatura

sobre la maduración de la baya cuando en la cepa hay un mayor ratio hoja/fruto (fuente/sumidero), como ocurre cuando hay escasez de frutos (Sadras y col., 2012).

5. Una elevada temperatura puede alterar algunas características sensoriales de la uva, debido a un retraso o adelanto en el desarrollo de los distintos componentes de la baya (semilla, hollejo y pulpa) o bien producir un desacoplamiento en algunos de los rasgos o características sensoriales en un mismo componente, como se produce entre los aromas y la intensidad tánica en las semillas. Esta respuesta se ha comprobado que depende también de la variedad y de las condiciones climáticas de cada año (Sadras y col., 2012).
6. En algunas variedades se ha observado que un incremento de la temperatura adelanta la madurez de la semilla, respecto del hollejo y la pulpa, con probables implicaciones enológicas importantes, como se ha comprobado para el balance entre el amargor y la astringencia del vino (Sadras y col., 2012). Un adelanto en la madurez de la semilla puede ser deseable ya que en el vino incrementa la proporción de taninos derivados del hollejo y una mejora en la calidad tánica; por el contrario, otros componentes que influyen en la percepción tánica como azúcar, acidez, alcohol y antocianos, pueden estar afectados negativamente por este adelanto en la madurez de la semilla, respecto del resto de los componentes de la baya.
7. En algunas variedades la elevación de la temperatura modifica el desarrollo de caracteres diferentes (positivos y negativos) dentro de un mismo perfil aromático (Sadras y col., 2012). Por ejemplo, en Chardonnay, una elevada temperatura produce uvas con mayor intensidad en aromas frutales, pero también favorece un mayor contenido de aromas herbáceos de la pulpa.
8. Los efectos de un incremento de la temperatura sobre el pH y la acidez del mosto y algunos atributos del vino (aromas), son complejos y dependen de la variedad y de la variabilidad climática estacional. Por ejemplo, una elevada temperatura en Chardonnay y Cabernert Franc incrementa el pH y disminuye la acidez, mientras en Syrah no varía, pues mantiene alta acidez y bajo el pH (Sadras y col., 2012).
9. Una elevada concentración de CO₂ y el incremento de la temperatura aumentan las tasas de fotosíntesis y el contenido de alcohol en el vino, y adelantan y/o

aceleran la maduración de la uva (°Brix); por el contrario, la radiación UV-B retrasa la maduración de la uva, asociada con una reducción en la fotosíntesis neta, lo cual contrarresta los efectos de elevada temperatura y concentración de CO₂ (Martínez-Lüscher y col., 2016). Asimismo, la radiación UV-B modula la acumulación de azúcares y aumenta la biosíntesis de flavonoles y antocianos en las uvas. Por tanto, la radiación UV-B puede atenuar en parte los efectos producidos por un aumento de CO₂ y temperatura debido al cambio climático (Martínez-Lüscher y col., 2016).

10. Una elevada concentración de CO₂ (sin que se eleve la temperatura) incrementa la fotosíntesis y disminuye la conductancia estomática y la transpiración, incrementándose la eficiencia intrínseca en el uso del agua a nivel de hoja y a nivel de toda la planta, que reducirá el consumo total de agua (Edwards y col., 2017). Por el contrario, una elevada temperatura (sin elevado CO₂) disminuye de forma importante la eficiencia en el uso del agua a nivel de hoja e incrementa de forma considerable el consumo de agua de la vid. Curiosamente, cuando se combinan ambos factores (elevado CO₂ y temperatura) aumenta la fotosíntesis, y la eficiencia en el uso del agua a nivel de hoja y reduce ligeramente la transpiración y parcialmente el consumo total de agua de la vid, compensando parcialmente los efectos negativos de una elevada temperatura (Edwards y col., 2017).
11. La respuesta de las distintas variedades al calentamiento global es compleja. Se ha observado que el aumento de la temperatura tiene efectos diferentes (incremento o disminución) en la producción, el crecimiento y el índice de Ravaz (producción/peso de poda) (Sadras y col., 2012). Además de las diferencias varietales, parece que esta compleja respuesta de la temperatura depende también de las particularidades climáticas anuales y estacionales de cada región vitivinícola. Se prevé que el calentamiento global reduzca la producción en regiones más cálidas y la incremente en regiones más frías, siempre que el agua no sea limitante. Igualmente se prevé que el aumento de las temperaturas extremas pueda ocasionar un mayor riesgo de plagas y enfermedades (Fraga y col., 2013) y un incremento de las pérdidas de calidad y de rendimiento por golpes de calor, sobre todo en las zonas más continentales y cálidas del centro y sur de la Península Ibérica (Resco, 2012; 2015). Teniendo en cuenta los resultados de estos estudios, en regiones vitícolas semiáridas y con temperaturas muy cálidas en verano, como el sur peninsular, un aumento de la temperatura (máximas diurnas durante la maduración) puede inhibir la síntesis de antocianos y reducir

el color de la uva y la acidez, aumentar el grado alcohólico, incrementar la volatilización de compuestos aromáticos e incrementar el riesgo de degradación organoléptica y deterioro del vino.

El incremento esperado de las temperaturas mínimas (nocturnas) que se prevén en la Península Ibérica durante el período de maduración, puede llevar asociado también una disminución en la calidad del vino (Fraga y col., 2013). Por ejemplo, en un estudio de 7 años (2006-2012) realizado sobre la variedad Monastrell en la Denominación de Origen Jumilla (Cañada del Judío, Jumilla) se registraron desde el cuajado hasta la cosecha 19 días de media con temperaturas ambientales máximas superiores a 35° C, principalmente a mediodía y primeras horas de la tarde y en períodos diarios de 5 horas o más de duración; incluso en algunos años durante el inicio de la maduración de la uva (agosto) se registraron entre 12 y 21 días con temperatura máxima superior a 35° C, que puede provocar una reducción de la síntesis y acumulación de antocianos y otros polifenoles (Mori y col., 2007; Barnuud y col. 2014). Conjuntamente, las temperaturas mínimas nocturnas durante la maduración en esta zona generalmente excedieron los 15° C y la diferencia de temperatura entre el día y la noche fue de 15° C o inferior, que también puede tener una influencia negativa en la calidad del vino (Romero y col., 2016 a, b). A este respecto, estos trabajos indican que en los años más cálidos (mayor temperatura máxima, temperatura mínima y DPV¹) se obtuvieron peores índices de calidad de uva Monastrell que en años más frescos (Figura 1 A-D). Además en esta variedad, temperaturas de las bayas por encima de 38° C al mediodía y en racimos expuestos al sol parecen ser dañinas ya que redujeron la concentración de compuestos fenólicos (Figura 1 E-H). También se observó que en esta zona de Jumilla, los racimos en sombra tuvieron niveles superiores de °Brix que los racimos completamente expuestos al sol, efecto que se acentuó más en condiciones de estrés hídrico severo (Figura 2). Estos resultados indican que en regiones semiáridas y muy cálidas como el sureste español, hay zonas que actualmente experimentan un excesivo estrés climático y no son adecuadas para producir uva y vino Monastrell de calidad. Igualmente se supone que el cambio climático agrave esta situación en el futuro, reduciendo las zonas más aptas para producir uvas y vinos de calidad. Esto va a motivar que los viñedos se localicen en zonas de mayor altitud (para compensar el efecto de las altas temperaturas) y que se seleccionen variedades con más demanda y resiliencia térmica en detrimento de otras variedades más sensibles (Fraga et al., 2016 b).

1 DPV: Déficit de presión de vapor

Figura 1. Relaciones entre índices y parámetros de calidad de uva Monastrell y parámetros climáticos y ambientales (A-D), y entre la concentración polifenólica y la temperatura de la baya (E-H). En A-D cada punto representa un año distinto (período 2006-2012) (Romero y col., 2016c)

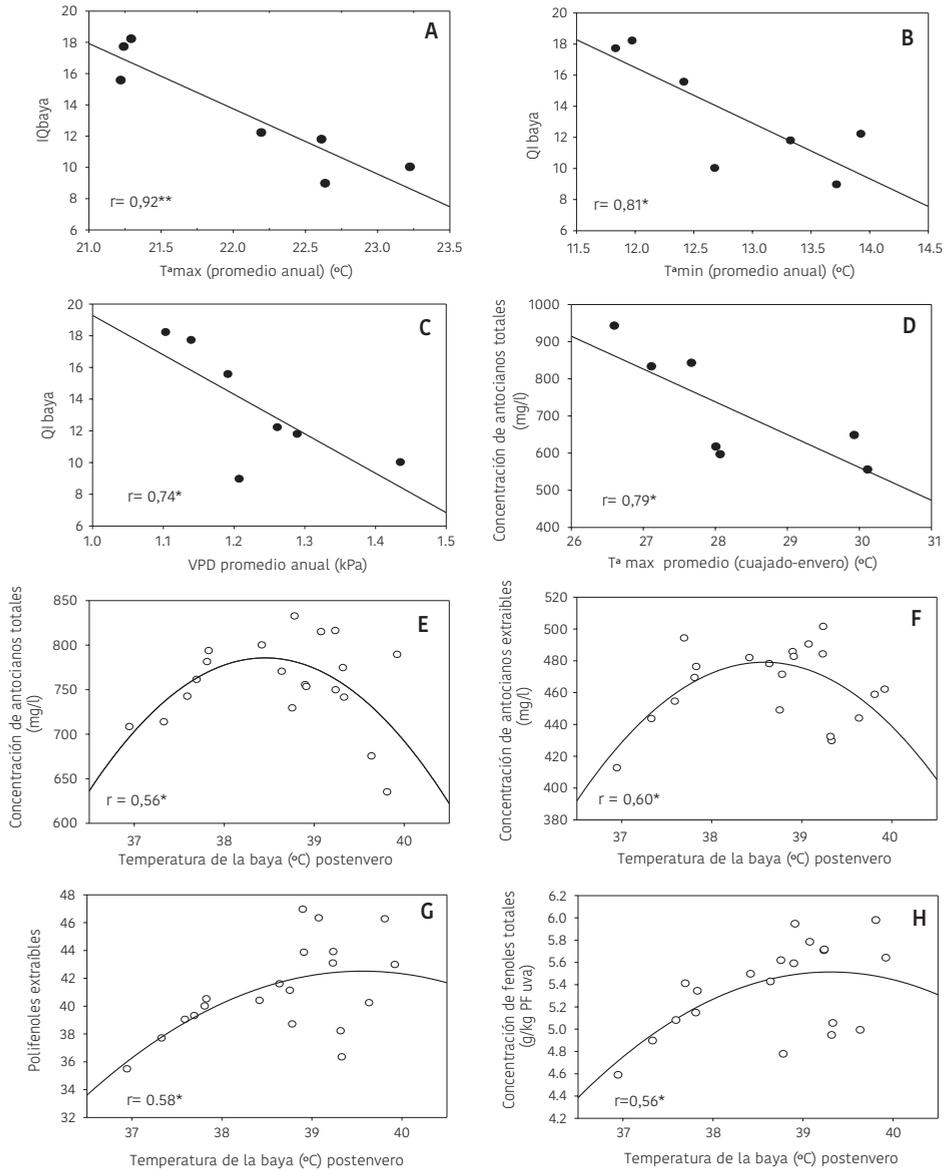
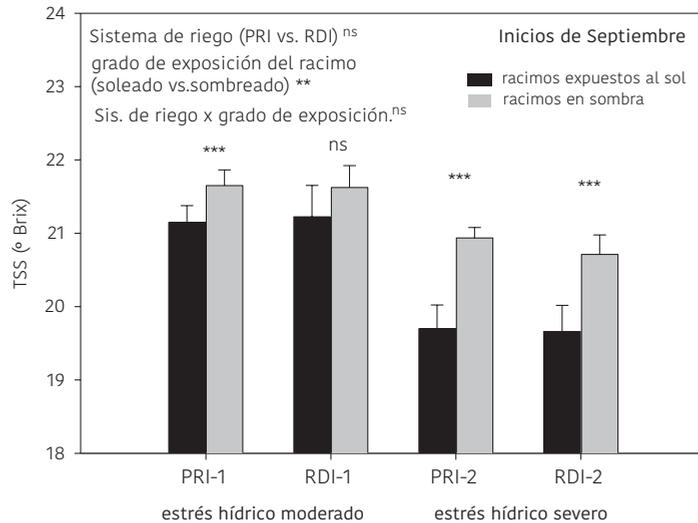


Figura 2. Efectos del grado de exposición de los racimos sobre los sólidos solubles totales (°Brix) en condiciones de estrés hídrico moderado y severo en viñas Monastrell (Romero y col., 2013)



5. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DE LA VITICULTURA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo con las proyecciones climáticas realizadas para Europa y España (Fraga y col., 2013; 2016; Guiot y Cramer, 2016; Resco y col., 2016), las regiones del sur de Europa y del arco mediterráneo, y sobre todo el sur y el este de la Península Ibérica, serían las que necesitarían realizar los mayores esfuerzos de adaptación para mantener calidad y productividad, ya que estas regiones van a experimentar un estrés hídrico más severo y cambios de mayor magnitud, que otras áreas vitivinícolas (Resco y col., 2016). El estudio llevado a cabo para explorar las posibles medidas de adaptación al cambio climático de las diferentes regiones vitivinícolas españolas, señala que la D.O. Jumilla y La Mancha son dos de las zonas más vulnerables y que pueden sufrir un alto impacto debido a un mayor incremento en la temperatura y una mayor reducción de la precipitación. En estas zonas, que en la actualidad son cálidas y semiáridas, el aumento de la aridez y la reducción de las precipitaciones previstas, van a agravar la escasez de agua, haciendo de la disponibilidad de agua para riego un factor aún más limitante para la agricultura. El incremento de la temperatura también va a generar un déficit hídrico a nivel atmosférico, con un

aumento en la tasa de evaporación, que algunos estudios sitúan en un 25% superior al actual para finales del siglo XXI (Savé y col., 2017). En este escenario, el aumento de la evapotranspiración y de las necesidades hídricas de la vid va a hacer necesario el aporte de agua a través del riego para mantener la sostenibilidad del viñedo y prevenir un estrés severo en numerosas regiones vitivinícolas y denominaciones de origen del sur peninsular (Iglesias y Garrote, 2015). En su estudio, Resco y col. (2016) señalan que en regiones altamente vulnerables, como Jumilla o La Mancha, tres de las principales medidas de adaptación al cambio climático sería combinar la selección de variedades y portainjertos de vid más tolerantes a la sequía y altas temperaturas, cambiar las prácticas de manejo del suelo e incrementar la disponibilidad de agua mediante el riego. Aunque muchos viñedos mediterráneos están cultivados en la actualidad en secano, una de las principales medidas de adaptación para el viñedo en estas zonas será necesariamente la aplicación de un riego eficiente en numerosos viñedos, con cambios importantes en las prácticas del manejo del riego mediante la implementación de estrategias, técnicas y tecnologías del riego que ahorren agua y mejoren la eficiencia en su uso y aplicación.

Mejora de la eficiencia en el uso del agua y de la calidad de uva mediante técnicas de riego deficitario

La aplicación de diferentes estrategias de riego deficitario controlado (RDC) y secado parcial de raíces (PRD) en la variedad Monastrell han dado resultados satisfactorios a la hora de obtener buenas producciones, ahorrar agua, incrementar la eficiencia en el uso del agua y mejorar la calidad de la uva y el vino en condiciones semiáridas. Romero y col., (2016a, b) compararon la aplicación de estrategias de riego deficitario (RD, Figura 3) con cantidades moderadas de agua (1.100-1.900 m³/ha/año) frente a un tratamiento control con riego convencional (2.000-3.000 m³/ha/año, 60-40 % ETc). El estudio se realizó durante siete años en viñedo Monastrell de 13-14 años de edad sobre portainjerto 1103P, con suelo arcilloso (50%), en la D.O. de Jumilla, Murcia (precipitación inferior a 300 mm). Los autores extrajeron las siguientes conclusiones:

1. Un 42% de reducción en el agua aplicada en RD redujo la producción de uva un 30-35% y aumentó la eficiencia productiva en el uso del agua (kg/m³) entre un 13% y un 19 % comparado con el control de riego convencional.
2. El RD mejoró el microclima del racimo debido a un menor desarrollo de área foliar: aumentó la temperatura de las bayas entre un 1,0° y 1,5° C, incrementó

en un 18 % el porcentaje de racimos expuestos al sol y la intensidad luminosa incidente en el racimo, el 10-26 %.

3. El RD redujo en un 21 % el tamaño de la baya, siendo los principales parámetros afectados, el peso fresco del hollejo y de la pulpa. El contenido de agua total de la baya disminuyó entre un 18 % y un 26 % en RD (principalmente en hollejo y pulpa), produciendo un efecto de concentración de los metabolitos.
4. La concentración de antocianos totales y extraíbles, flavonoles totales, intensidad de color y polifenoles extraíbles en uvas y mostos, en RD se incrementaron entre el 6 % y 29 % (dependiendo del parámetro) comparado con el tratamiento control (Tabla 1).
5. La concentración de antocianos totales en los vinos del RD se incrementó un 30-35 % y la concentración de flavonoles totales un 31-46 %, comparado con los vinos procedentes del riego control, incrementando así las propiedades nutraceuticas y medicinales con importantes beneficios para la salud (Tabla 1).
6. El RD también produjo algunas mejoras en las características cromáticas de los mostos y vinos (mayor intensidad de color) y un cambio significativo en la composición de antocianos hacia una mayor proporción de antocianos trihidroxilados y acilados.



Figura 3. Diferentes medidas de adaptación del viñedo al cambio climático compatibles con una viticultura sostenible y de bajo impacto ambiental. A) utilización de cubiertas vegetales entre las calles. B) Utilización de microorganismos beneficiosos como bioestimulantes (hongos micorrícicos arbusculares y bacterias promotoras del crecimiento). C) Aplicación de estrategias y técnicas de riego deficitario para ahorrar agua y mejorar la eficiencia en el uso del agua y la calidad de la uva y el vino.

Tabla 1

Valores medios de parámetros de calidad tecnológica y fenólica de uvas en vendimia para cada tratamiento durante el periodo experimental (2006-2012)

Parámetro	Tratamiento				
	Control	PRD-1	RDC-1	PRD-2	RDC-2
°Brix	22,65a	22,28b	22,28b	22,12c	21,80d
Solutos por baya (g)	0,35a	0,28b	0,26c	0,23d	0,23d
Acidez total (g L ⁻¹)	3,01a	2,93b	2,90b	2,88b	2,93b
°Brix/acidez total	7,60ab	7,71b	7,76b	7,74b	7,50a
Ácido málico (g L ⁻¹)	1,53b	1,42a	1,41a	1,54b	1,53b
Ácido tartárico (g L ⁻¹)	5,30	5,37	5,41	5,51	5,43
Tartárico/málico	3,47	3,79	3,84	3,58	3,58
pH	4,00a	4,05b	4,08c	4,13d	4,09c
Antocianos totales (mg L ⁻¹)	672c	755a	725b	726b	714b
Antocianos extraíbles (mg L ⁻¹)	394a	437b	445b	445b	444b
Polifenoles extraíbles	44a	47b	50c	52c	51c
Flavonoles totales (mg kg ⁻¹ PF baya)	41,12a	52,96b	46,42ab	67,53c	47,39ab
Aminoácidos totales (μmol L ⁻¹)	1909a	1961a	1390a	2722b	1899a

PRD: Partial root-zone drying irrigation / RDC: Regulated deficit irrigation. Los valores seguidos por letras distintas en cada fila son significativamente diferentes, a un nivel de probabilidad del 95% según el test de Rango múltiple de Duncan.

7. Desde un punto de vista económico, la eficiencia productiva (€/m³) también se incrementó en los tratamientos de RD comparado con el control. Sin embargo, el análisis económico también reveló que las viñas más regadas fueron económicamente más rentables, con mayor eficiencia económica (€/m³) y menores costes de producción, que las viñas en RD.
8. Se estableció también un rango de umbrales óptimos para mantener durante el período de crecimiento, tanto de parámetros fisiológicos como agronómicos, que pueden ayudar a incrementar el contenido polifenólico de la uva y el vino y optimizar el cultivo de la Monastrell en condiciones semiáridas:
 - a) Ratio producción/peso de poda: 5,0-5,5 kg/kg
 - b) Ratio área foliar total/producción: 1,8-2,0 m²/kg
 - c) Índice de Toda²: 1,5-2,0 m²/kg/m
 - d) Potencial hídrico de xilema al mediodía: -1,20 y -1,35 MPa

² Índice de Toda: Superficie foliar externa (m²)/Producción de uva (kg)/Longitud del pámpano (m), (SFE/P/Lp).

e) Conductancia estomática al vapor de agua: 0,12-0,15 mol/m²/s

f) Eficiencia intrínseca en el uso del agua a nivel de hoja (A/g_s): 85-90 μmol/mol

Las conclusiones de este estudio demostraron que en zonas muy cálidas y secas, como la D.O. Jumilla, una buena estrategia de adaptación al cambio climático para la variedad Monastrell (injertada sobre portainjertos vigorosos, como el 1103P) puede ser la aplicación de estrategias de riego deficitario controlado con volúmenes de agua moderados entre abril y octubre (1.400-1.500 m³/ha/año), con riegos frecuentes en función del período fenológico (3-5 veces/semana) y permite mantener un funcionamiento óptimo de la viña desde un punto de vista fisiológico bajo estas condiciones climáticas, semiáridas. Estos volúmenes de agua son suficientes para obtener altas producciones en la variedad Monastrell (8.000-10.000 kg/ha/año) próximas a los máximos rendimientos autorizados por la D.O. Jumilla, con una eficiencia productiva cercana a 7 kg/m³, manteniendo una buena calidad tecnológica y mejorando la concentración polifenólica de la uva y el vino (Romero y col., 2016b).

Los volúmenes de agua considerados, aplicados mediante técnicas de riego deficitario llevan asociados otros beneficios agronómicos como son:

1. Control del excesivo vigor en variedades y patrones muy vigorosos.
2. Reducción moderada en la aplicación de fertilizantes, se recomienda baja aportación de fertilizantes: N: 30 kg/ha, P: 20 kg/ha, K: 30 kg/ha, Mg: 16 kg/ha.
3. Permite alcanzar un compromiso entre producción, calidad y mejora de la eficiencia en el uso del agua.
4. Mantiene un cierto nivel de transpiración en las hojas, que produce un efecto de refrigeración térmica de la planta, regulando la temperatura y evitando alcanzar temperaturas muy altas y dañinas.

Asimismo, estas estrategias y técnicas de riego deficitario que reducen los “inputs” y que son eficientes a largo plazo pueden integrarse fácilmente en prácticas de manejo del viñedo medioambientalmente más sostenibles como la viticultura orgánica o ecológica.

No obstante, un reciente estudio en Portugal donde se simuló a medio plazo (2041-2070) la aplicación de un riego deficitario eficiente, como posible medida de adaptación del viñedo al cambio climático, desarrollado con la variedad Aragonez (Tempranillo o

Tinta-Roriz), concluyó que el riego alivió el impacto del cambio climático al reducir significativamente las pérdidas proyectadas de la producción, pero en algunas de las zonas más cálidas y secas las producciones disminuyeron todavía de forma considerable incluso con riego, lo que se atribuyó a efectos sinérgicos de un estrés térmico e hídrico (Fraga y col., 2018)

Como medida de adaptación al nuevo escenario climático, la viticultura va a tener que llevar a cabo una serie de cambios y ajustes profundos en su sistema de producción tradicional; frente las condiciones adversas, se pueden adoptar diferentes medidas para mantener la sostenibilidad del viñedo.

Mejora de la eficiencia en el uso del agua mediante la selección de material vegetal mejor adaptado a las nuevas condiciones climáticas

Variedades

Una medida de adaptación a medio y largo plazo puede ser la sustitución del material vegetal por otras variedades de vid o por clones de la misma variedad, seleccionados por su mejor tolerancia a las nuevas condiciones climáticas. La prospección, recuperación y caracterización de variedades de vid alternativas se presenta como una interesante opción para aumentar la diversidad de nuestros viñedos y poder afrontar las amenazas del cambio climático. Se trata de aprovechar la diversidad genética natural de la vid como una opción para afrontar el cambio climático. Otra alternativa, que se está utilizando en diferentes programas de mejora de la vid a nivel internacional, es la creación de diversidad genética mediante la realización de cruzamientos dirigidos entre variedades de vid, con el objeto de obtener y seleccionar nuevas variedades mejor adaptadas al nuevo escenario climático.

A este respecto, tanto con el uso de la diversidad genética natural existente de vid, como con la obtenida mediante los cruzamientos dirigidos, una de las medidas en las que se ha puesto más énfasis a la hora de la elección de las variedades que podrían estar mejor adaptadas, sería la selección de variedades con requerimientos térmicos más elevados y resistentes a altas temperaturas y sequía. Algunos autores han propuesto variedades como Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Malbec, Merlot, Syrah, Grenache, Sangiovese, Touriga-Franca, Touriga-Nacional y Aragonez, como adaptadas a climas más cálidos, muchas de ellas cultivadas actualmente en regiones mediterráneas (Fraga y col., 2016b). Diversos estudios han propuesto el uso

de variedades de vid más tardías, para poder contrarrestar el adelanto en el ciclo fenológico observado, así como variedades de vid con altos ratios tartárico/málico, ya que estarían mejor adaptadas a climas más cálidos al poder compensar la pérdida de acidez (sobre todo de ácido málico) producida por altas temperaturas (Duchene, 2016). Se están haciendo esfuerzos en programas para desarrollar y seleccionar nuevas variedades de vid que sean más resistentes a altas temperaturas, que estén mejor adaptadas a las condiciones climáticas cambiantes, mediante la identificación de genes relacionados con la fenología (brotación), el metabolismo del azúcar y la señal del ácido abscísico (envero y comienzo de maduración) (Duchene y col., 2012).

Estudios realizados dentro del programa de mejora de uva para vinificación en el IMIDA, realizados en el sureste de España (Bullas y Cehégín), han permitido la selección de híbridos de Monastrell por Cabernet Sauvignon y por Syrah, que presentan una buena aptitud enológica (Fernández-Fernández, 2015) y diferentes épocas fenológicas tanto para el envero como para la maduración y fecha de vendimia, que podrían adaptarse mejor a las condiciones de sequía del sureste español. Actualmente se está llevando a cabo un estudio de 12 de estos híbridos, para determinar la tolerancia a la sequía de los mismos (Ruiz-García, 2017), injertados sobre R110 y se están ensayando con tres niveles de tratamientos de riego: control (30% de la ETc), deficitario moderado (15% de la ETc) y deficitario severo (solo agua de lluvia y riegos de socorro). Se espera que los resultados de este ensayo permitan seleccionar los híbridos derivados de Monastrell que, además de una buena aptitud enológica y agronómica, presenten una mayor tolerancia a la sequía y por tanto, estén mejor adaptados a las condiciones climáticas del Levante español.

Por otro lado, recientes avances sobre la caracterización de la variabilidad genética de la vid en el control del uso del agua y del estado hídrico, apuntan a que la tolerancia al déficit hídrico de la vid puede venir dado por diferentes mecanismos fisiológicos inducidos bien por el patrón y/o bien por la variedad (Simmoneau et al., 2017). Estos mecanismos fisiológicos relevantes, que favorecen el mantenimiento de un estado hídrico óptimo de la vid en situaciones de baja disponibilidad de agua, se pueden agrupar en tres categorías:

1. Limitación de la pérdida de agua: fuerte control estomático, regulación del área foliar, entre otras.
2. Control del transporte de agua en la planta: mantenimiento de la conductancia hidráulica de la raíz y en la planta.

3. Incremento de la absorción de agua: mayor desarrollo radicular, mayor capacidad de absorción de agua, mayor expresión de proteínas de membrana, acuoporinas etc.

Los autores proponen que estas adaptaciones fisiológicas son importantes y deben tenerse en cuenta en los programas de selección, adaptación y mejora del material vegetal de la vid.

En relación a la variedad Monastrell, autóctona del Levante español y la más ampliamente cultivada en el sureste, es evidente que se encuentra bien adaptada a estos climas rigurosos y secos de altas temperaturas y ciclos de sequía recurrentes y que existe un potencial enorme en esta variedad por ser patrimonio del Levante español, así como por su importante potencial enológico, como demuestran los vinos de alta calidad y valor que se elaboran actualmente con uva Monastrell en diferentes lugares del mundo. Los vinos de esta variedad pueden ofrecer además una alternativa y un carácter diferenciador muy positivo, respecto de los vinos elaborados con variedades más ampliamente extendidas internacionalmente, por lo que consideramos que en un futuro se debe apostar por la mejora o adaptación de esta variedad Monastrell a la nueva situación climática.

Desde un punto de vista fisiológico, nuestros resultados muestran que la variedad Monastrell presenta características de tolerancia a la sequía, que le confieren una alta capacidad de adaptación al estrés hídrico:

- Reducción del diámetro de la raíz y una mayor proporción en la densidad de raíces muy finas y absorbentes (diámetro inferior a 0.5 mm).
- Sistema fotosintético resistente al estrés, cierre estomático temprano, incremento de las señales raíz-parte aérea [incremento de ácido abscísico (ABA) en raíces y de ABA y otras hormonas en savia xilemática y en uvas].
- Significativo incremento en la eficiencia de intercambio gaseoso, cierta capacidad de ajuste osmótico, tasas bajas y constantes de respiración radicular.
- Reducción de la conductancia hidráulica de la raíz y de la planta.
- Reducción del área foliar y de la superficie transpiratoria.

- Intensa caída de hojas cuando el estrés hídrico es muy severo, con el fin de reducir el consumo de agua, así como conseguir un mayor ratio de biomasa raíz/parte aérea.

Además muestra un comportamiento anisohídrico para el potencial hídrico e isohídrico para el contenido relativo de agua (Romero y col., 2010, 2013, 2014, Romero y Martínez-Cutillas, 2012). Sin embargo, apenas hay estudios de los efectos de la variabilidad climática sobre la fisiología, la producción y la calidad de la uva y el vino en la variedad Monastrell (Romero y col., 2016 c, d).

Otras variedades de vid más productivas, autorizadas en las Denominaciones de Origen en el sureste español (Cabernet Sauvignon, Merlot, Tempranillo) que no se encuentran tan bien adaptadas a las condiciones climatológicas tan secas y cálidas, tendrán que hacer en el futuro mayores esfuerzos de adaptación al cambio climático. Incluso algunas variedades, como Cabernet Franc y Tempranillo, en las condiciones climáticas del sureste español, no muestran buenas cualidades enológicas, con bajos valores de °Baumé, IPTs o acidez total y altos de pH (Martínez-Cutillas, 2003), y pueden ser más susceptibles al calentamiento global (Buesa y col., 2017).

Portainjertos

La necesidad de realizar una viticultura medioambientalmente más sostenible unida a los riesgos asociados con el cambio climático ha estimulado la búsqueda de portainjertos más eficientes y tolerantes a la sequía (Fraga y col., 2013; Brancadoro, 2017).

Con el objetivo de estudiar la tolerancia a la sequía de portainjertos comerciales (1103P, 140RU, 161-49, 41B y 110R), durante el período 2012-2016, se desarrolló en la D.O. Bullas (Murcia, España) un ensayo experimental para establecer el más adecuado. En las condiciones edafoclimáticas del sureste español, con una precipitación media 302 mm/año, para mejorar la eficiencia en el uso del agua se ensayaron estrategias de riego deficitario al evaluar la producción de uvas y vinos Monastrell se han obtenido resultados de interés (Romero y col., 2016e; 2017; Navarro y col., 2017):

1. En la zona edafoclimática del estudio (Bullas y Cehegín), la aplicación de volúmenes bajos de riego (880 m³/ha/año), es suficiente para producir uva y vino Monastrell de calidad. Todos los portainjertos se regaron con los mismos volúmenes de agua, en riego deficitario y se obtuvieron altas producciones, entre 8.000 kg/ha con los patrones menos vigorosos (161-49) y 16.000 kg/ha en

los más productivos y vigorosos (140RU). Asimismo, se consigue una eficiencia productiva en el uso del agua muy alta que oscila entre 9 y 18 kg/m³ dependiendo del patrón.

2. Las diferencias de vigor y desarrollo vegetativo entre portainjertos se reflejaron también en cambios importantes en el microclima en el entorno de los racimos y en la temperatura de las bayas. El portainjerto 140RU fue el que alcanzó menores temperaturas media y máxima diarias, así como una menor intensidad luminosa, en la zona de los racimos durante la maduración. Por el contrario, portainjertos menos vigorosos como 110R y 161-49, en determinados períodos fenológicos tuvieron temperaturas media y máximas diarias superiores y una mayor intensidad luminosa en la zona de los racimos, lo cual puede haber repercutido de forma importante en la calidad de la uva y vino (Tablas 2 y 3).
3. El portainjerto 140RU, muy productivo y vigoroso, también mostró un buen estado hídrico de la planta, mejor que otros patrones, gran desarrollo de área foliar y producción y una buena tolerancia a la sequía. Sin embargo, aunque también mostró una buena calidad tecnológica, en general tuvo un mayor tamaño de baya y una baja concentración polifenólica en la uva, el mosto y el vino. La alta productividad y el exceso de vigor observado en patrones como el 140RU, incluso en años muy secos y cuando se aplican bajos volúmenes de riego, sugieren que se podría reducir más el riego anual en este patrón, con el fin de controlar la producción y reducir el exceso de vigor, lo cual podría redundar también en un aumento de la calidad de la uva y del vino. Calculamos que podría reducirse a 600-700 m³/ha/año el riego necesario, aplicando técnicas de riego deficitario controlado, aunque se necesitaran estudios adicionales para confirmar esta hipótesis
4. Portainjertos de vigor alto (1103P) y medio (41B) alcanzaron producciones altas, (8.900-10.200 kg/ha), alta eficiencia productiva (11 kg/m³) y eficiencia intrínseca, pero a expensas de una peor calidad tecnológica y polifenólica de la uva y el vino y una reducción generalizada del potencial fenólico de la uva (Tablas 1 y 2). Estos portainjertos mostraron niveles de estrés hídrico elevado y temperaturas muy altas en las bayas durante el final del envero e inicio de la maduración, que pudo repercutir negativamente en la calidad final. Por tanto, no se recomienda la utilización de estos patrones para producir uva y vino Monastrell de calidad, en las condiciones edafoclimáticas del ensayo.

Tabla 2

Potencial fenólico de la uva Monastrell con diferentes portainjertos y sistemas de riego en 2015 y 2016

Año 2015								
Factores	Patrón	Antocianos totales	Antocianos extraíbles	Polifenoles extraíbles	Flavonoides totales (mg kg ⁻¹ FW)	IMC	Mp	IPT
Riego	PRD	395	170	42,6	1704	54,4	84,8	21,3
	RDC	338	153	40,6	1666	53,2	86,0	20,3
Patrón	1103P	326a	160	43,1b	1656ab	48,9a	85,4	21,5b
	110R	376ab	170	43,8b	1527a	52,7ab	84,7	21,9b
	140 RU	303a	133	35,1a	1586a	53,6ab	86,2	17,5a
	161-49	466b	187	42,1b	1806bc	58,9c	84,5	21,1b
	41B	360ab	157	43,8b	1848c	54,9b	86,3	21,9b

Año 2016								
Factores	Patrón	Antocianos totales	Antocianos extraíbles	Polifenoles extraíbles	Flavonoides totales (mg kg ⁻¹ FW)	IMC	Mp	IPT
Riego	PRD	561	259	70,4	1220	52,8	68,8	35,2
	RDC	583	258	69,0	1069	57,4	69,9	34,5
Patrón	1103P	570ab	235a	63,6ab	1021ab	60,3	69,7	31,8ab
	110R	601ab	260ab	70,2ab	1234b	55,1	69,9	35,1ab
	140 RU	521a	215a	68,0a	897a	54,5	68,0	29,0a
	161-49	659b	313b	79,6b	1359b	54,4	67,3	39,8b
	41B	510a	270ab	77,4b	1211b	51,1	71,8	38,7b

En el mismo año, los valores seguidos por letras distintas en una columna son significativamente diferentes a un nivel de probabilidad del 95% según el test de Rango Múltiple de Duncan. IMC, índice de madurez celular; Mp, madurez de pepita; IPT, índice de polifenoles totales

- Con patrones poco vigorosos (161-49 y 110R) se alcanzaron producciones anuales más bajas (8000 - 8900 kg/ha). Estos portainjertos mostraron menor desarrollo vegetativo, con alta calidad tecnológica de la uva y el contenido polifenólico de la uva y el vino. Esto coincide con otros estudios donde señalan al portainjerto 110R como tolerante a la sequía y con buen potencial cualitativo (Van Leeuwen y Destrac-Irvine, 2017).
- En nuestro estudio, el patrón 161-49 fue el portainjerto más ventajoso desde un punto de vista cualitativo, además de obtener buenas producciones (8000 kg/ha/año) y alta calidad tecnológica de la uva (Tablas 2 y 3) y el vino, comparado con el resto de portainjertos, contribuyendo a una mejora sustancial de la calidad final observada. Por tanto, se recomienda el uso de este portainjerto con el fin de maximizar la calidad polifenólica de la uva y vino Monastrell, ya que

se encuentra bien adaptado a estas condiciones edafoclimáticas y muestra un buen comportamiento con las técnicas de riego deficitario.

7. Desde un punto de vista cualitativo, aunque el sistema de riego tuvo mucha menos influencia que el portainjerto en la calidad tecnológica y polifenólica de la uva y el vino, en algunos años se observaron cambios positivos y significativos en la calidad de la uva y el vino en plantas regadas mediante PRD, comparado con las regadas mediante RDC. La aplicación del PRD incrementó significativamente la concentración de antocianos totales, el grado alcohólico, los IPTs y los taninos totales, aunque dependió del año.
8. Las interacciones significativas encontradas entre el sistema de riego y el portainjerto, en numerosos parámetros medidos tanto de calidad tecnológica como de calidad fenólica y nutracéutica, indican que la respuesta cualitativa del portainjerto dependió mucho del sistema de riego utilizado. Así, la aplicación de PRD sobre los portainjertos de bajo vigor (R110, 41B y 161-49) produjo uvas con mayor contenido en ácido tartárico y antocianos totales y extraíbles, mientras que con los patrones más vigorosos (140RU y 1103P) estos parámetros aumentaron cuando se aplicó riego deficitario controlado.

Por tanto, a la vista de estos resultados, se admite que el portainjerto puede influir de manera determinante en la productividad y calidad final de la uva y del vino Monastrell en las condiciones edafoclimáticas del sureste español, probablemente debido a diferencias importantes en el desarrollo del sistema radicular entre portainjertos.

Clones

La selección clonal permite escoger variantes somáticas (clones) de una determinada variedad para afrontar nuevos retos productivos, proponiéndose también como una medida de adaptación al cambio climático. Un clon surge con el paso del tiempo ya que la variedad se adapta a las condiciones geoclimáticas de una zona en concreto, por tanto, permite la selección de genotipos que presentan mayor tolerancia a las nuevas condiciones climáticas.

Estos clones aparecen de manera espontánea en la vid, pudiéndose entonces seleccionar, caracterizar y certificar para su explotación a nivel comercial. Cabe destacar que esta variación somática ha sido una importante fuente de diversidad genética durante los procesos históricos de domesticación y evolución, dando

origen a parte de la variabilidad presente hoy en día para muchos de los caracteres buscados en los procesos de mejora actuales. Hoy en día existen diversas iniciativas encaminadas al análisis de clones para la selección de nuevos genotipos con mejores aptitudes productivas y mejor adaptación a las nuevas condiciones ambientales, presentándose como una solución a las necesidades actuales y futuras del viñedo.

Tabla 3

Composición fenólica de los vinos de los diferentes portainjertos después de fermentación alcohólica en 2014 y 2015

Año 2014							
	Portainjerto					Sistema de riego	
	140RU	1103P	110R	41B	161-49	PRD	RDC
Grado alcohólico (°)	15,58	15,21	15,67	15,33	15,67	15,74	15,25
Antocianos totales (mg/l)	416	384	398	399	405	410	391
IPT	41	43	46	43	44	45	41
Taninos totales (g/l)	1,25	1,44	1,72	1,54	1,47	1,65	1,32
Intensidad de color	5,63	5,49	6,47	6,19	5,88	6,21	5,66
Malvidina 3-monoglucósido (mg/l)	92,48a	85,20ab	82,05b	82,32b	89,35ab	88,35	84,21
Quercetina 3-galactósido (mg/l)	2,15b	2,73ab	3,35a	3,37a	3,55a	3,20	2,86
Quercetina 3-glucurónido (mg/l)	10,65	12,27	14,65	13,65	14,75	14,37	12,01
Quercetina 3-glucósido (mg/l)	18,25b	23,12ab	29,25a	27,03ab	31,50a	28,67	22,99
Miricetina 3-glucósido (mg/l)	45,72	47,13	52,37	53,53	55,20	53,48	48,1
Piceido total (mg/l)	2,10b	1,79b	2,22ab	2,65a	1,92b	2,22	2,05
Resveratrol 4-O-glucósido (mg/l)	4,97bc	4,85c	5,30b	6,64a	5,00bc	5,35	5,35
Resveratrol total (mg/l)	2,67ab	2,18c	2,64ab	3,08a	2,41bc	2,54	2,65

Año 2015							
	Portainjerto					Sistema de riego	
	140RU	1103P	110R	41B	161-49	PRD	RDC
Grado alcohólico (°)	14,43ab	13,89c	14,00bc	13,71c	14,61a	14,03	14,22
Antocianos totales (mg/l)	206	220	209	208	239	209	223
IPT	37	40	40	34	37	36	39
Taninos totales (g/l)	1,27c	2,01a	1,23c	1,66b	1,64b	1,49	1,63
Intensidad de color	9,00b	9,83ab	9,28b	9,23b	11,28a	9,78	9,67
Malvidina 3-monoglucósido (mg/l)	64,55b	68,68b	71,77b	72,85b	92,70a	73,67	74,55
Quercetina 3-galactósido (mg/l)	1,75c	1,88bc	2,48a	2,37a	2,27ab	2,03	2,27
Quercetina 3-glucurónido (mg/l)	6,47b	7,35ab	8,65a	8,02ab	8,85a	7,67	8,07
Quercetina 3-glucósido (mg/l)	3,42abc	2,98c	4,22a	3,92ab	3,20bc	3,37	3,73
Miricetina 3-glucósido (mg/l)	6,83ab	6,18b	8,92a	8,60a	6,90ab	6,63	8,34

Los valores seguidos por letras distintas en una fila son significativamente diferentes a un nivel de probabilidad del 95% según el test de Rango Múltiple de Duncan. IPT, índice de polifenoles totales

Hay pocos estudios realizados en clones de Monastrell, que evalúen la tolerancia a la sequía o a altas temperaturas y la eficiencia en el uso del agua, sobre todo a nivel fisiológico; sin embargo se han realizado algunos esfuerzos por determinar los clones de Monastrell que mejor se comportan en las condiciones de cultivo (secano o riego de apoyo) en el sureste español (Jumilla y Bullas), estudiando el potencial fenólico de cada clon y evaluando su comportamiento enológico para producir vinos de calidad. Los estudios realizados hasta la fecha en clones Monastrell han mostrado una alta variabilidad intraclonal tanto en parámetros productivos como enológicos. A este respecto, un estudio sobre clones de Monastrell realizados en un viñedo experimental en la D.O. de Bullas, conducido en espaldera y riego por goteo, mostró que el clon influye de forma significativa en la producción y la calidad de uvas y vinos, así como en las características cromáticas y en la composición aromática de los vinos (Gómez-Plaza y col., 1999). Los resultados demostraron que los clones 4, 373 y 372 fueron los mejores, seguidos de los clones MA-77 y 188, ya que dieron buenas producciones (10.000 - 13.000 kg/ha) e incrementaron de forma significativa la calidad tecnológica y la concentración de fenoles totales y de antocianos en uvas y vinos (Martínez-Cutillas, 2003; Ruiz-García y col., 2013).

Uso de microorganismos beneficiosos como estrategia para aumentar la tolerancia al déficit hídrico y la absorción de nutrientes en vid

Las raíces de vid forman asociaciones con hongos micorrízicos arbusculares (MA) siendo además altamente dependientes de esta simbiosis, ya que estas plantas desarrollan un sistema radicular de baja densidad de raíces y pelos radiculares. La vid bajo condiciones de estrés (limitación de nutrientes o agua) consigue grandes beneficios de los hongos MA (Trouvelot y col., 2015) (Figura 3). Los hongos MA incrementan el crecimiento y mejoran la nutrición de la vid debido a que favorecen el acceso a los nutrientes del suelo. Asimismo, incrementan la tolerancia a estreses abióticos tales como hídrico, salino, clorosis y toxicidad por metales pesados. También protegen contra estreses bióticos, tales como enfermedades de las raíces y producen glicoproteínas y una densa red de hifas que incrementa la estabilidad del suelo. Además se ha observado que la inoculación de la viña con hongos micorrízicos arbusculares de la especie *Glomus versiforme* incrementa significativamente la resistencia de la viña contra la infección por nematodos (Li y col., 2006).

Las viñas micorrizadas aumentan su biomasa y la absorción de nutrientes cuando están asociadas a hongos MA (Schreiner, 2007), hongos que también están involucrados en

cambios en la producción de antioxidantes, como los compuestos fenólicos, de gran importancia para la vinificación. Recientemente se ha comprobado que la inoculación de viñas con hongos MA mejora la madurez fenólica, incrementado el contenido de antocianos y la actividad antioxidante, bajo condiciones de elevada temperatura, demostrando un posible efecto protector de estos hongos contra el calentamiento global (Torres y col., 2016). Esto sugiere que los hongos MA podrían ser importantes en los cambios bioquímicos de las bayas, factores muy significativos en la calidad del vino. Con una mayor comprensión de esta asociación simbiótica, los viticultores podrían ser capaces de incorporar hongos MA en el manejo de los cultivos, disminuyendo los 'inputs' y mejorando la producción y calidad de las bayas. La inoculación con hongos micorrízicos arbusculares del género *Glomus* ha dado resultados muy satisfactorios en viñas (Camprubí y col., 2008).

Una solución alternativa e innovadora al problema de la carencia hídrica a la que se enfrentan nuestras plantaciones de vid, como consecuencia del cambio climático, podría ser la utilización de hongos micorrízicos arbusculares, posibilidad que cada vez es más real gracias a los estudios dirigidos a este fin que se han incrementado considerablemente en los últimos años. Teniendo en cuenta la problemática de la escasez hídrica en el sureste de España, actualmente se realizan esfuerzos para evaluar la utilización de hongos MA en la variedad Monastrell, para conseguir paliar los efectos negativos de la deficiencia hídrica y como una medida de adaptación al cambio climático.

La micorrización es un proceso que se da de forma natural en casi todos los viñedos, como hemos observado frecuentemente. Los trabajos están dirigidos a forzar y acelerar el proceso de infección y micorrización de la viña, para obtener a corto plazo estos beneficios, mediante la inoculación de los hongos, en forma de esporas, micelios etc., a las raíces de las plantas. Esto se puede hacer fácilmente bien mediante la aplicación del hongo a través del sistema de riego, si la plantación está ya establecida, o bien directamente en las raíces de la planta, incrementado el contacto del hongo con la raíz en el momento de la plantación si son plantaciones nuevas. Existen en la actualidad preparados comerciales específicos para la micorrización en plantas de vid o como alternativa la adquisición en viveros especializados de plantas de vid micorrizadas y certificadas.

Los inconvenientes de esta técnica es que a veces no se produce la infección de la planta a corto plazo, debido por ejemplo, a que no haya carencia de algún nutriente en el suelo, que se haya producido un excesivo lavado del suelo por lluvia abundante o riego en el

momento de la inoculación o que no se haya alcanzado un estrés hídrico suficiente en la planta para favorecer la infección del hongo y se vea impedida la micorrización. En este sentido, se ha observado que el riego deficitario moderado promueve la colonización de las raíces finas de la vid por hongos micorrícicos arbusculares en ambientes áridos (Schreiner y col., 2007), lo que sugiere que aunar ambas prácticas agronómicas puede ser de gran interés para incrementar la sostenibilidad y eficiencia del viñedo.

Otros microorganismos beneficiosos que se están utilizando en viñedos para mejorar la adsorción de nutrientes y el crecimiento de la viña son las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Se ha observado que la inoculación de las raíces de diferentes portainjertos de vid (1103P y 41B) con cepas de rizobacterias de las especies *Bacillus subtilis* OSU-142 y *Azospirillum brasilense* Sp 245 incrementa el contenido de clorofilas en las hojas y estimula también el desarrollo vegetativo de la planta y la adsorción de nutrientes y además estas cepas actúan más eficientemente y provocan más efectos beneficiosos que otras cepas bacterianas. Los autores concluyeron que el uso de estas bacterias tiene un considerable potencial para reducir la necesidad de fertilización inorgánica (Sabir y col., 2012).

Uso de cubiertas vegetales para la mejora del manejo del suelo del viñedo

El mantenimiento del suelo con cubierta vegetal también ha sido propuesta como una medida a corto plazo de adaptación del viñedo frente al cambio climático (Fraga y col., 2013). Con esta técnica agronómica toda la superficie del viñedo o parte de ella (Figura 3) permanece protegida con vegetación espontánea o sembrada de forma temporal o permanente, dependiendo de los objetivos que se quieran obtener. Las principales ventajas producidas en el suelo mediante el empleo de esta técnica son: protección contra la erosión, reducción de la escorrentía, reducción de la costra superficial y de la probabilidad de formación de suela de labor, mejora de la estructura del suelo, de la porosidad y la permeabilidad, incremento de la materia orgánica, de la relación C/N y de la actividad microbiana del suelo (Ibañez y col., 2013). También se ha comprobado que el uso de cubiertas vegetales favorece la implantación de hongos micorrícicos arbusculares en el viñedo (Trouvelot y col., 2015).

Además se ha observado que las cubiertas vegetales pueden modificar espacial y temporalmente el régimen hídrico del viñedo y que este puede adaptarse para limitar la competencia existente por el agua; a este respecto, las cubiertas vegetales influyen en el desarrollo radicular de la cepa, favoreciendo el desarrollo de raíces en superficie y a cierta profundidad, con una mayor densidad (Ibañez y col., 2013).

La presencia de cubierta vegetal puede ser también una herramienta adecuada para controlar los excesos de rendimiento y vigor de las cepas, por la competencia establecida con el viñedo, sin comprometer la calidad (Trigo-Córdoba y col., 2015). Otro aspecto ventajoso de las cubiertas vegetales es que reducen el riesgo de ataques de podredumbre a través de un mejor microclima de racimos y puede contribuir al control de plagas mediante el aumento de la diversidad biológica y el equilibrio en el balance entre plagas y depredadores que proporciona la cubierta como soporte de esta biodiversidad. También se han observado, en los ensayos realizados en entornos mediterráneos, otros efectos de las cubiertas vegetales sobre la calidad del mosto y del vino como son: tendencia a la reducción de la acidez, incremento en el contenido y composición de antocianos y polifenoles, intensidad de color, y taninos (Trigo-Córdoba y col., 2015), disminución del contenido total de nitrógeno y de sus compuestos derivados y reducción del nitrógeno fácilmente asimilable, que puede conducir a desarrollo de fermentaciones alcohólicas más lentas (Ibañez y col., 2013). En cuanto a las características sensoriales del vino, los estudios realizados indican una preferencia hacia los vinos procedentes de los tratamientos de cubiertas vegetales frente al tratamiento de laboreo; además, estos vinos tintos presentan un perfil más aromático, complejo y estructurado y con un potencial polifenólico más alto que los vinos elaborados con uva de viñedos mantenidos con suelo desnudo (Ibañez y col., 2013).

Además de la sostenibilidad ambiental, hay que hacer mención a la posibilidad de una sostenibilidad económica a través de la implantación de cubiertas vegetales; la inversión realizada puede ser compensada por la reducción de los costes ambientales, por la menor necesidad de laboreo, con la consiguiente reducción de los costes energéticos, así como por la reducción en la aplicación de plaguicidas y herbicidas.

El mayor inconveniente para el empleo de las cubiertas vegetales, como técnica de manejo del suelo en el viñedo, es el exceso de competencia ejercida sobre la vid por el sistema radicular de las especies vegetales que conforman la cubierta. Este hecho ha limitado su uso en regiones semiáridas con escasa disponibilidad de agua, frente a regiones más húmedas y de pluviometría alta (Trigo-Córdoba y col., 2015).

La decisión de instalar una cubierta de una especie u otra, total o localizada, permanente o temporal, obedecerá a criterios como el grado de competencia que se desee establecer entre el viñedo y la cubierta, para moderar en mayor o menor medida el vigor y el rendimiento de la cepa, la disponibilidad de agua y nutrientes, la profundidad del suelo, los costes, etc. (Ibañez y col., 2013).

A pesar de la falta de investigación y experimentación sobre el uso de cubiertas vegetales en ambientes semiáridos y muy poco lluviosos, como la región de Murcia u otras zonas del sureste, las experiencias obtenidas en otras regiones vitivinícolas españolas con diferentes variedades de vid nos pueden dar algunas claves para poder adaptar de forma óptima el uso de las cubiertas vegetales a las condiciones mediterráneas más áridas y cálidas del sureste español y a la variedad Monastrell:

1. En los primeros años del viñedo, se desaconseja el uso de cubiertas vegetales o bien restringir la extensión de esta cubierta de forma que no suponga una limitación para el desarrollo de las cepas. Los viñedos más antiguos se ven menos afectados por el uso de las cubiertas vegetales que los viñedos más jóvenes, posiblemente debido al desarrollo radicular de la planta.
2. En las condiciones edafoclimáticas del sureste español, el uso de cubiertas vegetales se puede adaptar mejor en viñedos en regadío (con prácticas de riego deficitario controlado), para que el viñedo tenga cierta disponibilidad de agua, reducir la competencia con la cubierta vegetal y controlar el vigor en portainjertos que muestren un exceso de producción y vigor (ejemplo 140RU o 1103P).
3. En condiciones de cultivo mediterráneo es más recomendable utilizar cubiertas vegetales temporales durante la parada vegetativa (noviembre-marzo), para controlar erosión y reducir evaporación, y durante brotación-verano (abril-julio), para controlar el crecimiento vegetativo de la vid. Después la cubierta vegetal puede ser enterrada como enmienda o segada y triturada sobre el terreno a modo de 'mulching', para que no interfiera con la cepa durante la fase de maduración y acumulación de fotoasimilados en el racimo (Ibañez y col., 2013).
4. Se recomienda sembrar especies de crecimiento rápido y poco competitivas (gramíneas como cebada o centeno han dado buenos resultados), con una densidad de plantación de 70-100 kg/ha; una alternativa sencilla y económica puede ser utilizar como cobertura la flora adventicia o espontánea, aunque necesita ser controlada mediante siega de forma periódica. En estas zonas semiáridas, no es recomendable la utilización de especies más competitivas y que interaccionan mucho con la vid, como las leguminosas.
5. La utilización de una cobertura localizada en el centro de las calles, dejando la línea de plantación a ambos lados de la cepa libre de vegetación y con un sistema mixto en calles alternas, una calle labrada y la otra mantenida con

cubierta vegetal, puede constituir una etapa inicial, para reducir el efecto de competencia de la cubierta vegetal y aprovechar sus beneficios.

Debido al importante papel que ejerce la cubierta vegetal en el estado hídrico del viñedo, algunos estudios plantean el interés de las cubiertas vegetales como una herramienta auxiliar para la gestión del estrés hídrico en viñedos de zonas mediterráneas, aunque otros estudios han mostrado que el estrés hídrico generado con cubiertas vegetales es similar al de viñedos sin esa cubierta (Celette y col., 2008). De todos modos, son necesarios más estudios sobre los efectos de las cubiertas vegetales en el viñedo, incluyendo análisis socioeconómicos y medioambientales, en las condiciones semiáridas del sureste español.

Se ha propuesto también como medida de adaptación la técnica de acolchado o 'mulching', a base de sarmientos de poda triturados, para reducir la evaporación del agua del suelo y mejorar la infiltración del agua de lluvia. Estudios recientes en la variedad Tempranillo cuantificaron que el acolchado orgánico a base de triturados de sarmientos de poda redujo la ETc de la vid algo más de un 17% (Buesa y col., 2017).

REFERENCIAS

- Barnuud NN, Zerihun A, Gibberd M, Bates B. 2014. Berry composition and climate: responses and empirical models. *Int. J. Biometeorol.* 58:1207-1223.
- Brancadoro L. 2017. Nuevos portainjertos. La respuesta de VCR a las nuevas técnicas vitícolas y al cambio climático. *Enoviticultura* 44:18-29.
- Buesa I, Sanz F, Pérez D, Yeves A, Martínez A, Chirivella C, Bonet L, Intrigliolo DS. 2017. Manejo del agua y la vegetación en el viñedo mediterráneo. *Documentos Técnicos nº 10.* Cajamar, 68 pp.
- Camprubí A, Estaun V, Nogales A, Pitet M, Calvet C. 2008. Response of the grapevine rootstock Richter 110 to inoculation with native and selected arbuscular mycorrhizal fungi and growth performance in a replant vineyard. *Mycorrhiza* 18:211-216.
- Celette F, Gaudin R, Gary C. 2008. Spatial and temporal changes to the water regime of a Mediterranean vineyard due to the adoption of cover cropping. *European J. Agron.* 29:153-162.
- De Rosas I, Ponce MT, Malovini E, Deis L, Cavagnaro B, Cavagnaro P. 2017. Loss of anthocyanins and modification of the anthocyanin profiles in grape berries of Malbec and Bonarda grown under high temperature conditions. *Plant Science* 258:137-145.
- Duchene E, Butterlin G, Dumas V, Merdinoglu D. 2012. Towards the adaptation of grapevine varieties to climate change: a glance at the situation in Alsace. *Agro. Sust. Dev.* 25:93-99.
- Duchene E. 2016. How can grapevine genetics contribute to the adaptation to climate change?. *OENO One* 50:113-124.
- Edwards EJ, Unwin D, Kilmister R, Treeby M. 2017. Multi-seasonal effects of warming and elevated CO₂ on the physiology, growth and production of mature, field grown, Shiraz grapevines. *OENO One* 51: 127-132.
- Fernández-Fernández JI. 2015. Nuevos cruces de Monastrell por Cabernet Sauvignon, Syrah, Tempranillo y Barbera. Resumen de las cosechas 2013-2014. XXVI Jornada de transferencia de resultados de investigación. Grupo de Investigación en Viticultura y Enología IMIDA – UMU. Jumilla (<http://www.imida.es/documents/>)
- Fraga H., Malheiro, A.C., J., Mountinho-Pereira, J.A. Santos. 2013. An overview of climate change impacts on European viticulture. *Food and Energy Security* 1:94-110.
- Fraga H, García de Cortazar I, Malheiro AC, Santos JA. 2016a. Modelling climate change impacts on viticultural yield, phenology and stress conditions in Europe. *Global Change Biology* 22:3774-3788.
- Fraga H, Santos JA, Malheiro AC, Oliveira AA, Mountinho-Pereira J, Jones GV. 2016b. Climatic suitability of portuguese grapevine varieties and climate change adaptation. *Int J Clim* 36:1-12.
- Fraga H, García de Cortázar-Atauri I, Santos JA. 2018. Viticultural irrigation demands under climate change scenarios in Portugal. *Agricultural Water Management* 196:66-74.
- Gómez-Plaza E, Gil-Muñoz R, Carreño-Espín J, Fernández-López JA, Martínez-Cutillas A. 1999. Investigation on the aroma of wines from seven clones of Monastrell grapes. *Eur. Food Res. Technol.* 209:257-260.
- Guiot J, Cramer W. 2016. Climate change: The 2015 Paris agreement thresholds and Mediterranean basin ecosystems. *Science* 354:465-468.
- Hall A, Matthews AJ, Holzapfel BP. 2016. Potential effect of atmospheric warming on grapevine phenology and post-harvest heat accumulation across a range of climates. *Int. J. Biometeorol.* 60:1405-1422.
- Iglesias A, Garrote L. 2015. Adaptation strategies for agricultural water management under climate change in Europe. *Agricultural Water Management* 155:113-124.
- Ibañez, S., Andreu-Lahoz L, García S, Giralt-Vidal LL., Mirás-Avalos JM., Ramírez P., Sagues A., Yuste J. 2013. Guía de mantenimiento del suelo en viñedo mediante cubiertas vegetales. 27ª Reunión del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología. Publicación del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente, 71 pp.

- IPCC. 2014. Fifth Assessment Report. Climate change 2014. Synthesis Report. Summary for Policymakers. 31 pp. (disponible en www.ipcc.ch).
- Jones GV, Davis RE. 2000. Climate influences on grapevines phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. *Am. J. Enol. Vitic.* 51:249-261.
- Jones GV, White MA, Cooper OR, Storchmann K. 2005. Climate change and global wine quality. *Climatic Change* 73: 319-343.
- Li HY, Yang GD, Shu HR, Yang YT, Ye BX, Nishida I, Zheng CC. 2006. Colonization by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus versiforme* induces a defense response against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in the grapevine (*Vitis amurensis* Rupr.), which includes transcriptional activation of the class III chitinase gene VCH3. *Plant Cell Physiology* 47:154-163.
- Martínez-Cutillas 2003. Influencia del material vegetal y de las técnicas de elaboración sobre la calidad de los vinos de Murcia. Informe de INIA. Unidad de I+D de Producciones Extensivas. 7pp.
- Martínez-Lüscher J, Sánchez-Díaz M, Delrot S, Aguirreolea J, Pascual I, Gòmes E. 2016. Ultraviolet-B alleviates the uncoupling effect of elevated CO₂ and increased temperatura on grape Berry (*Vitis vinifera* cv. Tempranillo) anthocyanin and sugar accumulation. *Aus. J. Grape Wine Res.* 22:87-95.
- Mori K, Goto-Yamamoto N, Kitayama M, Hashizume K. 2007. Los of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. *J. Exp. Bot.* 58:1935-1945.
- Navarro JM, Fernández-Fernández JI, Pérez-Pérez JG, Arques E, Romero P. 2017. Calidad de la uva Monastrell cultivada sobre diferentes portainjertos en el sureste español. VIII Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas 7-9 Junio 2017, Coimbra, Portugal. Libro de Resúmenes, p113.
- Observatorio Regional del Cambio climático (ORCC). 2010. Informe sobre el Cambio Climático en la Región de Murcia. Iniciativas para una economía baja en carbono. Consejería de Agricultura y agua. 141pp. (disponible en www.orcc.es).
- Rahmstorf S, Foster G, Cahill N. 2017. Global temperature evolution: recent trends and some pitfalls. *Environ. Res. Lett.* 12:054001.
- Resco P. 2012. El impacto del cambio climático en el viñedo en España. Informe Dpt. De Economía y Ciencias Sociales Agrarias. ETSIA, UPM, 70 pp.
- Resco P. 2015. Viticultura y Cambio Climático en España: Vulnerabilidad en las distintas regiones y estrategias de adaptación frente al desarrollo de nuevas políticas. Tesis doctoral, ETSIA, UPM, 194 pp.
- Resco P, Iglesias A, Bardají I, Sotés V. 2016. Exploring adaptation choices for grapevine regions in Spain. *Regional Environmental Change* 16:979-993.
- Romero P, Fernández-Fernández JI, Cutillas A. 2010. Physiological thresholds for efficient regulated deficit-irrigation management in winegrapes grown under semiarid conditions. *Am J Enol Viticult* 61:300-312.
- Romero P, Martínez-Cutillas A. 2012. The effects of partial root-zone irrigation and regulated deficit irrigation on the vegetative and reproductive development of field-grown Monastrell grapevines. *Irrigation Science* 30:377-396.
- Romero P, Muñoz R, Del Amor F, Valdes E, Fernández JL, Martínez-Cutillas A. 2013. Regulated deficit irrigation based upon optimum water status improves phenolic composition in Monastrell grapes in wines. *Agric Water Manag* 121:85-101.
- Romero P, Pérez-Pérez JG, Del Amor F, Martínez-Cutillas A, Dodd IC, Botía P. 2014. Partial root zone drying exerts different physiological responses on field-grwon grapevine (*Vitis vinifera* L.) in comparison to regulated deficit irrigation. *Functional Plant Biology* 41, 1087-1106.
- Romero P, Fernández-Fernández JI, Gil Muñoz R, Botía P. 2016a. Vigour-yield-quality relationships in long-term deficit-irrigated wine grapes grown under semiarid conditions. *Theor. Exp. Plant Physiol.* 28:23-51.
- Romero, P. García-García J, Fernández-Fernández JI, Gil Muñoz R, del Amor F, Martínez-Cutillas A. 2016b. Improving berry and wine quality attributes and vineyard economic efficiency by long-term deficit irrigation practices under semiarid conditions. *Sci. Hort.* 203:69-85.

- Romero P, Fernández-Fernández JI, Botía P. 2016c. Interannual climatic variability effects on yield, berry and wine quality indices in long-term deficit irrigated grapevines, determined by multivariate analysis. *International Journal of Wine Research* 8:3-17.
- Romero, P., Fernández-Fernández JI, Bravo-Cantero AF, Ayala MC, Botía P. 2016d. Climate Influences on Yield, Berry and Wine Quality in Monastrell Wine Grapes in a Warm Winegrowing Region (Jumilla Area, SE Spain). *Geoinformatics and Geostatistics: An overview*. 4, 3.
- Romero P, Fernández-Fernández JI, Botía P, Navarro JM. 2016e Efecto del portainjerto de vid en la calidad fenólica de la uva y su relación con las propiedades organolépticas del vino Monastrell. *Actas de horticultura. II Jornadas del Grupo de Viticultura de la SECH*. pp.69-74.
- Romero P, Martínez-López FJ, Robles JM, Botía P. 2017. Producción y eficiencia en el uso del agua de la variedad Monastrell cultivada sobre diferentes portainjertos en el sureste español. VIII Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas 7-9 Junio 2017, Coimbra, Portugal. Libro de resúmenes, p.112.
- Ruiz-García Y, Romero-Cascales I, Bautista-Ortín AB, Gil Muñoz R, Martínez-Cutillas A, Gómez-Plaza E. 2013. Increasing bioactive phenolics in grapes. Response of six monastrell grape clones to two different elicitor treatments. *Am. J. Enol. Vitic.* 64:459-465.
- Ruiz-García L. 2017. Estrategias de adaptación de la Monastrell al cambio climático. II Jornadas empresas, asociaciones y cooperativas del sector vitícola. Centro Sociocultural Roque Baños. Jumilla, 17 de enero de 2017.
- Sabir A, Atilla-Yazici M, Kara Z, Sahin F. 2012. Growth and mineral acquisition response of grapevine rootstocks (*Vitis* spp.) to inoculation with different strains of plant-growth promoting rhizobacteria (PGPR). *J. Sci. Food Agric.* 92:2148-2153.
- Sadras VO, Moran MA, Petrie PR 2012. A window into hotter and drier futures: phenological shifts and adaptive practices. Final Report to the Australian Grape and Wine Research & Development Corporation, Project SAR0901. SARDI Research Report Series No. 671. 258 pp.
- Savé R, Grau B, Funes I, Biel C, Aranda X, Borrás G, Mauri F, Vicente-Serrano S, Zabalza-Martínez J, Pla E, Pascual D, Cantos G, Matéu R, De Herralde F. 2017. La movilidad del cultivo de la vid, ¿una adaptación al cambio climático?. *Enovicultura* nº 45, Marzo-Abril, 20-29.
- Schreiner PR. 2007. Effects of native and non-native arbuscular mycorrhizal fungi on growth and nutrient uptake of 'Pinot noir' (*Vitis vinifera* L.) in two soils with contrasting levels of phosphorus. *Appl. Soil Ecol.* 36:205-215.
- Schreiner PR, Tarara JM, Smithyman RP. 2007. Deficit irrigation promotes arbuscular colonization of fine roots by mycorrhizal fungi in grapevines (*Vitis vinifera* L.) in an arid climate. *Mycorrhiza* 17:551-562.
- Simonneau T, Lebón E, Coupel-Ledru A, Marguerti E, Rossdeuttcch L, Ollat N. 2017. Adapting plant material to face water stress in vineyards: Which physiological targets for an optimal control of plant water status?. *OENO ONE* 51:167-179.
- Torres N, Goicoechea N, Morales F, Antolín MC. 2016. Berry quality and antioxidant properties in *Vitis vinifera* cv. Tempranillo as affected by clonal variability, mycorrhizal inoculation and temperature. *Crop & Pasture Science* 67:961-977
- Trigo-Córdoba E, Bouzas-Cid Y, Orriols-Fernández I, Díaz-Losada E, Mirás-Avalos JM. 2015. Influence of cover crop treatments on the performance of a vineyard in a humid region. *Spanish Journal of Agricultural research* 13:1-12.
- Trouvelot S, Bonneau L, Redecker D, Tuinen DV, Adrian M, Wipf D. 2015. Arbuscular mycorrhiza symbiosis in viticulture: a review. *Agro. Sus. Dev.* 35:1449-1467.
- Van Leeuwen C, Destrac-Irvine A. 2017. Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard. *OENO ONE* 51:147-154.
- Webb LB, Whetton PH, Barlow EWR. 2008. Climate change and wine grape quality in Australia. *36:99-111.*

5. Bioquímica y aptitud enológica de Monastrell

Encarna Gómez-Plaza

Ana Belén Bautista Ortín

Departamento de Tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología. Universidad de Murcia

Rocío Gil Muñoz

Departamento de Viticultura. IMIDA

1. CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FENÓLICA EN LA UVA DE LA VARIEDAD MONASTRELL

Monastrell es una variedad de uva tinta muy bien adaptada a las condiciones edafoclimáticas del Sureste de España, con un alto contenido en compuestos fenólicos en su hollejo, pero que presenta una cierta dificultad para la extracción de estos durante la vinificación, dificultad que no se muestra en variedades como Cabernet Sauvignon y Syrah, lo que lleva a veces a la necesidad de recurrir a determinadas técnicas enológicas para incrementar esta transferencia. Los compuestos polifenólicos más importantes de las uvas tintas (antocianos y taninos) se encuentran situados en las vacuolas de las células de la piel y en las semillas y es durante la maceración cuando estas sustancias pasan al mosto.

Antocianos

Los antocianos son los principales compuestos responsables del color de las uvas

y los vinos producidos por ellas. Estos compuestos se encuentran en forma libre en el hollejo de la baya. Hay diferentes tipos de antocianos que normalmente son detectados en las variedades del género *Vitis vinifera*. La concentración de estos compuestos cambia con la variedad, estado de maduración, condiciones estacionales, área de producción y prácticas vitícolas; pero es comúnmente aceptado que dicha composición está estrechamente ligada a su herencia genética; así que, desde un punto de vista cualitativo, el perfil antociánico de una variedad es independiente del área de producción, de tal manera que puede utilizarse como una herramienta útil en la clasificación taxonómica de las diferentes variedades.

Monastrell es una variedad que posee una alta concentración de antocianos en el hollejo. Su perfil se caracteriza por tener un elevado porcentaje de antocianos que no tienen ningún ácido unido, llamados no acilados frente a un bajo porcentaje de antocianos unidos a ácidos del tipo acético, cumárico o cafeico llamado acilados. Los porcentajes de la suma de antocianos de los primeros pueden variar entre 73-86% según estudios realizados en diferentes zonas y añadas. También se ha demostrado que incluso dos clones de Monastrell pueden presentar pequeñas diferencias en su composición cualitativa de antocianos. Por otro lado, al igual como ocurre en todas las variedades de *Vitis vinifera*, la malvidina es el antociano mayoritario en la uva. En Monastrell se ha encontrado que en el momento de la recolección, la malvidina alcanza el porcentaje más alto (38-60%).

Gil-Muñoz et al. (2010) realizaron un estudio en el que describieron el perfil de la variedad Monastrell en diferentes áreas de la Denominación de Origen Jumilla durante el período de maduración. Los resultados mostraron que el perfil antociánico de la variedad es independiente de la localización en la que sea cultivada.

En un estudio del perfil antociánico en Monastrell, se demostró que el porcentaje de antocianos no acilados era alrededor del 89% (Van-Leeuwen & Seguin, 1994). El hecho de que tenga un bajo porcentaje de compuestos acilados puede repercutir en la calidad del vino final, ya que los antocianos acilados contribuyen a una mayor estabilidad del color en el tiempo, puesto que pueden participar en reacciones de copigmentación intramolecular, estabilizando y aumentando el color. Por tanto, Monastrell sería considerada una variedad con un perfil que implica aplicar más control y prácticas cuidadosas para conseguir la estabilidad del color del vino.

Diferentes factores edafoclimáticos, además de la variedad, pueden afectar al contenido de antocianos en la uva. Según varios autores, la luz, la temperatura y los

efectos interactivos de estos dos parámetros influyen mucho en la acumulación de antocianos en las pieles de las bayas (Guidoni et al., 2002; Bogs et al., 2006). En las regiones de clima cálido, como es la zona donde predomina la variedad Monastrell, un alto grado de exposición solar de los racimos no conduce a una acumulación óptima de antocianos en las bayas, ya que las temperaturas relacionadas pueden ser demasiado altas (Kliewer, 1977, y Spayd et al., 2002). Por otra parte, se ha demostrado que la acumulación de antocianos en las uvas puede mejorarse disminuyendo la carga del cultivo, la proporción de área foliar, con técnicas que bajen la temperatura cerca del racimo (Pirie y Mullins, 1977). Spayd et al. (2002) indicaron un rango óptimo de temperatura para la síntesis de estos compuestos comprendido entre 30-35°C.

La acumulación de antocianos en el hollejo comienza en el envero y alcanza su máxima concentración alrededor del momento de la vendimia. Algunos estudios han descrito un descenso en el contenido total de antocianos justo antes de la vendimia (Downey et al. 2004) y/o durante la sobremaduración (Somers, 1976). Este descenso puede ser debido a la conversión de antocianos en otros compuestos más polimerizados. Abert Bian et al. (2006), mostraron que el máximo contenido de antocianos en las uvas Monastrell se alcanzó, aproximadamente, 30 días después del envero y este máximo fue seguido por una disminución en la concentración de estos compuestos. Otros autores, tales como Fernandez-Lopez et al. (1995) demostraron que la pigmentación en la uva Monastrell se desarrolla rápidamente durante el proceso de maduración y es en la segunda semana después del envero cuando el color de la uva es prácticamente azul oscuro, aunque hay que tener en cuenta que la acumulación y distribución de los antocianos en el hollejo puede variar de un año a otro en función de las condiciones climáticas. En otro estudio, realizado por Ortega-Regules et al. (2008), se comparó la síntesis de antocianos durante el periodo de maduración de Monastrell con la de otras tres variedades, Merlot, Syrah, Cabernet Sauvignon, observando que la síntesis en Monastrell fue más lenta, alcanzando su máxima concentración un mes más tarde debido a que esta variedad tiene un período de maduración más largo.

En la tabla 1, Gil-Muñoz et al. (2010) muestran el perfil de la variedad Monastrell en diferentes áreas de la Denominación de Origen Jumilla durante el período de maduración.

Aunque se observó una gran variabilidad de resultados en las diferentes zonas, se pudo observar que zonas como Rubializas (campañas 2007 y 2008) y Agueros (campaña 2008) tuvieron una mayor síntesis de diferentes tipos de antocianos durante las dos estaciones estudiadas. Por otra parte, se encontraron diferencias significativas (P

<0,05) entre las distintas zonas para todos los parámetros, lo que indica que la zona era más influyente que los parámetros climáticos y podría ser un factor discriminante para la composición de antocianos durante el periodo de maduración.

Tabla 1

Cambios en el perfil antocianico de la uva Monastrell en función de la localización

	% Acil	% No-acil	% Acet	% Cum	% Di-OH	% Tri-OH	Total (mg/kg uva)
El Carche	16.4 ab	83.2 ab	4.3 a	12.1 ab	31.3 ab	68.6 ab	681.0 ab
C. Albatana	15.2 ab	84.3 ab	4.5 a	10.9 ab	30.6 ab	69.3 ab	1022.0 b
Rubializas	14.1 a	85.5 b	3.4 a	10.8 ab	37.1 b	62.8 a	940.6 ab
C. Vistalegre	18.6 b	80.8 a	4.3 a	14.3 b	22.4 a	77.5 b	448.2 a
C. Agrío	13.4 a	86.1 b	3.9 a	9.6 a	35.1 b	64.8 a	1050.5 b
Agüeros	14.5 ab	84.9 ab	4.2 a	10.2 a	35.0 b	64.9 a	1161.3 b

Abreviaturas: Acil: Antocianos unidos a un ácido; No-acil: Antocianos no unidos a ningún ácido; Acet: Antocianos unidos al ácido acético; Cum: antocianos unidos al ácido cumárico; Di-OH: Antocianos con dos grupos hidroxilo; Tri-OH: Antocianos con tres grupos hidroxilo.

También se ha observado que el perfil antocianico de una variedad cultivada en una zona varía ligeramente de un año a otro, probablemente como consecuencia de la modulación de la biosíntesis de antocianos por las condiciones climáticas durante el periodo de maduración (Ryan and Revilla, 2003). En lo que respecta a la influencia del factor añada sobre el contenido de antocianos, en otro estudio realizado en Monastrell durante dos estaciones consecutivas se encontró que las mayores cantidades de antocianos se registraron durante la primera campaña, que correspondió al año más frío y las más bajas durante la segunda campaña, que correspondió al año más cálido. Romero-Cascales et al. (2005) afirmaron que la concentración de antocianos está fuertemente influenciada por las condiciones climáticas y que las diferencias interanuales en una variedad podrían ser mayores que las diferencias entre variedades en el mismo año. El efecto de la temperatura sobre la biosíntesis de los antocianos ha sido ampliamente estudiado y las altas temperaturas se han correlacionado con una caída en los niveles de antocianos. Kliewer (1970, 1977) declaró que la temperatura óptima para la síntesis de antocianinas está entre 17 y 26 °C. Temperaturas muy altas pueden comprometer la síntesis de antocianos, y esto explicaría el menor contenido de antocianos medido en las pieles de las uvas de la segunda campaña.

Otro factor que afecta al contenido total de antocianos es el tamaño final de la baya, que afecta indirectamente a la concentración fenólica del mosto, ya que esta concentración depende de la proporción superficie de piel/volumen de baya. El tamaño de baya es

de fundamental importancia en la calidad de los vinos, ya que los compuestos más importantes liberados durante el proceso de vinificación se encuentran en el hollejo, y por tanto a un mayor tamaño de baya resultará una menor relación hollejo-pulpa como resultado del efecto de la dilución. En estudios realizados en Monastrell en diferentes zonas y con diferentes variedades se pudo observar las diferencias obtenidas en cuanto a su tamaño de baya y por tanto el efecto dilución en la concentración total de antocianos. Si lo comparamos con otras variedades podemos hablar de tamaño de baya para Cabernet Sauvignon en torno a 0.67 g/baya o Syrah en torno a 0.84 g/baya; en cambio en Monastrell podemos hablar de valores superiores a 1.0 g/baya pudiendo variar en un rango comprendido entre 1.2 y 1.9 g/baya dependiendo de la localización.

Tabla 2

Peso medio de la baya dependiendo de la variedad y localización

Peso por 100 bayas (g)			
Monastrell Jumilla			
Monastrell Bullas	167,7	El Carche	148,6
Cabernet Sauvignon	67,9	C. Albatana	120,9
Syrah	84,2	Rubializas	168,7
Merlot	67,9	Vistalegre	186,4

Taninos

Los taninos son junto con los antocianos, las moléculas más significativas de algunas de las características organolépticas de los vinos tintos, sobre todo color y sabor. Su estudio es importante para evaluar el potencial de una variedad y las técnicas enológicas a aplicar. Sin embargo han sido mucho menos estudiados que otros compuestos como los antocianos, porque las técnicas para su identificación y análisis son mucho más complejas. Así, por ejemplo no se conoce su mecanismo de biosíntesis, los datos que existen con respecto a los efectos edafoclimáticos sobre su formación son contradictorios, apenas hay estudios sobre la influencia de diversas técnicas enológicas sobre su limitada extractabilidad ni como se podría favorecer (o limitar en su caso) su transferencia al vino. Los estudios de Mercurio et al. (2010) y Kassadra y Kennedy (2011) han mostrado cómo el precio que puede llegar a alcanzar un vino está muy relacionado con la cantidad de compuestos fenólicos, especialmente taninos, presentes en los vinos.

Esta familia de compuestos forman un conjunto muy diverso de moléculas que varían en tamaño, formados así desde pocas moléculas hasta más de 30 unidades (Adams, 2006). Los taninos se encuentran tanto en pieles como en semillas, aunque el tamaño promedio de los taninos de la piel es mucho mayor que el de los taninos de semilla, y los taninos de piel contienen unos compuestos denominados epigallocatequina, mientras que los taninos de semilla generalmente no los contienen (Adams, 2006). Por otro lado, en las uvas, la concentración de taninos es superior en las semillas que en el hollejo, donde además tienen un menor grado medio de polimerización (GPm) y un mayor porcentaje de unidades unidas al ácido gálico.

Los taninos en el hollejo de la uva de Monastrell pueden alcanzar concentraciones cuyo rango está comprendido entre 200-700 mg/kg en función de la añada, condiciones climatológicas y localización. Las concentraciones pueden llegar a ser similares a las alcanzadas por otras variedades tales como Syrah, pero menores a las alcanzadas por Cabernet Sauvignon. El grado medio de polimerización de estos taninos oscila entre 14 y 17.

Los taninos de las semillas presentan valores superiores a los encontrados en el hollejo, duplicándose para el caso de Monastrell estando en valores comprendidos entre 1200 y 1800 mg/kg, siendo similares a los obtenidos en otras variedades como Syrah y superiores a los encontrados en Cabernet Sauvignon. El grado medio de polimerización (GPm) de estos taninos alcanza valores comprendidos entre 6.1 y 7.6, y su porcentaje de galoilación varía entre 13 y 18%.

En general, se ha considerado tradicionalmente que los taninos de las pepitas presentan sensaciones sensoriales de notable acidez y astringencia, mientras que los taninos de los hollejos presentan estructuras complejas, con altos grados de polimerización que varían poco durante el período de maduración y que por tanto comunican sensaciones muy apreciadas de tipo más suaves, carnosas y grasas (Ribéreau-Gayon y Glories, 1980). Por ello, es importante conocer cómo evolucionan estos compuestos, tanto en el hollejo como en la semilla, durante este periodo, por su importante implicación en la calidad final del vino. Varios estudios han demostrado que los taninos de la piel empiezan a acumularse en la floración, alcanzan un máximo alrededor del envero y disminuyen hacia la madurez (Downey et al., 2003; Obreque-Slier et al., 2010). La variación en la concentración de estos compuestos durante la maduración y las diferentes extractibilidades de estos en el mosto-vino deben considerarse cuando se utilizan uvas en diferentes etapas de maduración en la elaboración de vinos (Bordiga et al., 2011). Parece que la síntesis de taninos en la

uva está altamente influenciada por la variedad, lo que conduce a diferencias que podrían jugar un papel significativo en las propiedades tecnológicas y sensoriales de los vinos resultantes (Mattivi et al., 2009). El contenido máximo en taninos, tanto en semillas como en hollejo se encuentra al final del envero, disminuyendo a partir de este momento tanto en hollejo como en semillas. También se ha observado que los taninos de la piel aumentan de tamaño durante las últimas etapas de maduración y experimentan reacciones con pectinas y antocianos, lo que puede afectar a la textura y la sensación en boca de los vinos tintos, así como a la estabilidad del color (Kennedy et al., 2001).

Los taninos de las semillas mostraron el mismo patrón en las diferentes variedades durante el período de maduración mostrando un descenso en todas ellas, aunque fue la variedad Monastrell la que mostró el mayor descenso de todos. En el momento de la vendimia, Merlot presentó los valores más altos y Monastrell (procedente de la zona de Bullas) los valores más bajos.

Diferentes factores edafoclimáticos, localización de la parcela y añada pueden afectar a la concentración de estos compuestos tanto en el hollejo como en la semilla, al igual que ocurre con los antocianos. En un estudio realizado por Ortega-Regules et al. (2008) sobre la variedad Monastrell localizada en dos parajes diferentes (Bullas y Jumilla) se observó cómo los taninos de las semillas mostraron un descenso durante el proceso de maduración, pero la variedad Monastrell cultivada en Jumilla mostró los valores más altos durante las primeras semanas de muestreo; en cambio la variedad Monastrell cultivada en Bullas mostró los valores más bajos. Las diferencias observadas en la misma variedad cultivada en dos lugares diferentes es algo ya observado por otros autores en otras variedades como Pinot Noir (Downey et al. 2004). Asimismo, Moreno-Pérez et al. (2013) realizaron un estudio de la variedad Monastrell en cuatro zonas diferentes, tres de ellas pertenecientes a la D.O. Jumilla (Cañada del Judío, Albatana, Montealegre) y una perteneciente a la D.O. Bullas (Chaparral) durante 2008. Los resultados mostraron una mayor concentración de taninos en la piel en las uvas pertenecientes a la zona de la Cañada del Judío y una menor concentración en las uvas pertenecientes al Chaparral. Las otras dos áreas presentaron valores intermedios. En cuanto a los taninos de las semillas, en todos los casos obtuvieron valores superiores a los encontrados en el hollejo, las mayores concentraciones fueron encontradas en la zona del Chaparral, cuando los resultados fueron expresados en mg/kg o $\mu\text{g/g}$ pero si se expresaban como $\mu\text{g/baya}$, las concentraciones fueron superiores en las uvas localizadas en las zonas de Montealegre y Albatana. Con respecto a su composición, las uvas pertenecientes a

la Cañada del Judío presentaron el valor más alto de GPM y las pertenecientes a la zona de Albatana el mayor porcentaje de galoilación.

En otro estudio realizado por Busse-Valverde et al. (2010) se analizó el perfil tánico en Monastrell cultivada a tres altitudes diferentes pertenecientes a la D.O. Bullas. Los resultados mostraron grandes diferencias entre el contenido encontrado en los taninos del hollejo para las tres zonas estudiadas durante el periodo de maduración. En el momento de la vendimia las uvas de las zonas 1 (menor altitud) y 2 (altitud intermedia) mostraron concentraciones similares en taninos, mientras que en la zona 3 (mayor altitud) la concentración fue menor. Estos resultados ponen de manifiesto que la altitud tiene un efecto sobre los taninos contrario a lo observado para los antocianos, cuya concentración se ve incrementada al aumentar la misma. Para los taninos de las semillas, la mayor concentración fue la encontrada en la zona 1 y los valores más bajos para la uva de la zona 3.

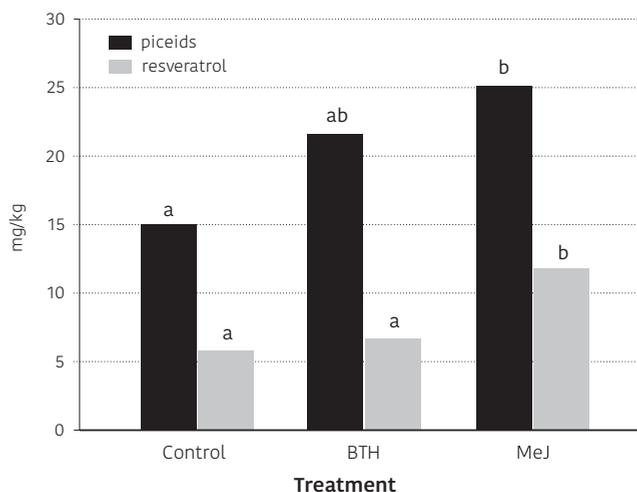
Estilbenos

Los estilbenos son polifenoles no flavonoides que se encuentran en una gran variedad de plantas de las familias *Liliaceae*, *Pinaceae*, *Myrtaceae*, *Gnetaceae*, *Moraceae*, *Cyperaceae*, *Dipterocarpaceae*, *Leguminoseae*, *Fagaceae* y *Vitaceae* (Harborne, 1999). Si nos centramos en la *Vitaceae* vemos que existen varios géneros en los que se han encontrado estilbenos, concretamente en *Cyphostemma*, *Cissus*, *Pharthenocissus*, *Ampelopsis* y *Vitis* (Pawlus et al., 2012). El gran interés que despiertan es debido a su posible influencia positiva sobre la salud humana.

La síntesis de estilbenos se ve afectada por distintos factores, variando ampliamente la concentración de estos en el caso específico de la uva, el zumo y el vino (Gürbüz et al. 2007; Bavaresco y Vezzulli, 2006). Uno de los factores que influye en su síntesis está asociado a la genética de la propia planta. Dentro de una misma especie se pueden observar diferencias en las concentraciones de estos compuestos entre distintas variedades (Cantos et al., 2002; Guerrero et al., 2010). Otros factores que pueden afectar a la capacidad de inducción de estilbenos en uva son el grado de madurez, existiendo una correlación negativa entre el estado de madurez y la capacidad de inducción de síntesis de resveratrol (Jeandet et al., 1991) y los factores edafoclimáticos (Bais et al., 2000; Andrés-De Prado et al., 2007). Recientemente algunos autores han comprobado que existe un aumento de la biosíntesis de estilbenos durante el periodo de maduración (Gatto et al., 2008).

La variedad Monastrell, dado su contenido en estilbenos, pueden clasificarse entre las variedades con una alto contenido en resveratrol (Gatto et al., 2008), que es el estilbeno con mayor actividad biológica.

Figura 1. Efecto del tratamiento de elicitors sobre la concentración de estilbenos en Monastrell



Debido a la importancia que tienen estos compuestos para la salud humana, en los últimos años se han buscado diferentes estrategias para aumentar su contenido en la uva. Entre ellas se ha utilizado el uso de los llamados elicitors, compuestos capaces de simular una situación de estrés en la planta y por tanto desencadenar una reacción de defensa dando lugar a su vez a la síntesis de estilbenos. En un estudio realizado por Cantos et al. (2003) se utilizó la radiación de ultravioleta en uvas de la variedad Monastrell, incrementando los niveles de estilbenos hasta dos veces y medio. En otro estudio realizado por Ruiz-García et al. (2013) se observaron algunas diferencias significativas en uvas tratadas con dos elicitors (benzotiadiazol y metil jasmonato) durante dos añadas consecutivas. En general, comparando ambos años, el contenido de estilbenos fue mayor en 2014 que en 2015, probablemente debido a las mayores temperaturas y menores precipitaciones durante este año, lo que habría provocado esa situación de estrés en las plantas. Las bajas precipitaciones se han asociado con una mayor concentración de estilbenos en planta (Bavaresco, 2003). Por otro lado, una mayor presencia de estilbenos en las uvas podría ser una protección frente a las infecciones por hongos, limitando así el uso de fungicidas convencionales.

2. LA VINIFICACIÓN DE MONASTRELL. EL PROBLEMA DE LA EXTRACTABILIDAD

Como ya se ha comentado anteriormente, los antocianos son los principales compuestos responsables del color de los vinos tintos. Los taninos son igualmente importantes en la calidad del vino tinto, ya que ellos participan en la estabilización del color y en las sensaciones de astringencia y amargor (Gawel, 2008; Vidal et al., 2004). Estas sensaciones dependen del grado medio de polimerización de los taninos, es decir, del tamaño medio de estos compuestos y especialmente de la composición de los mismos, de tal manera que la astringencia es mayor al incrementar el grado medio de polimerización y el porcentaje de galoilación de los taninos. En cambio, la presencia de unidades de epigallocatequina en los taninos parece disminuir esta percepción en el vino (Vidal et al., 2003). Por ello, los taninos de los hollejos se han considerado mejores organolépticamente que los taninos de las semillas y la utilización de diferentes técnicas de elaboración han buscado ayudar a modular la proporción de taninos de hollejos y semillas en los vinos.

Durante el proceso de maceración, los compuestos fenólicos pasan al mosto-vino. Se trata esencialmente de un proceso de difusión y la extensión del mismo depende de la variedad, de su concentración en las uvas y el método de elaboración (Ortega-Regules et al., 2006; Busse-Valverde et al., 2010). En cambio, parece ser que los taninos de las semillas solo aparecerán cuando el proceso de maceración está más avanzado, cuando los lípidos de las semillas son eliminados por la hidratación y por la presencia de altos contenidos de etanol.

Por tanto, esta diferente dinámica de extracción hay que tenerla en cuenta para aplicar diferentes métodos de extracción durante la vinificación: uso de enzimas pectolíticas, nieve carbónica, maceración prefermentativa en frío ... (Busse-Valverde et al., 2011; Hernández-Jiménez, et al., 2012).

A la hora de valorar esa dinámica de extracción, una característica de la variedad Monastrell es que es difícil conseguir extraer los compuestos fenólicos para que pasen del hollejo al mosto, presentan una falta de extractabilidad, como numerosos estudios realizados por nuestro grupo de investigación han demostrado.

Para entender este fenómeno, se muestran en la tabla 3 los contenidos en antocianos y taninos de la variedad Monastrell y se compara con dos variedades muy extendidas y conocidas como son Cabernet Sauvignon y Syrah, cultivadas en las mismas zonas y bajo las mismas prácticas culturales.

La tabla muestra que Syrah es la variedad que ese año presentó los valores más altos de antocianos, seguida de Cabernet Sauvignon y Monastrell. Con respecto a taninos del hollejo, Cabernet Sauvignon muestra los valores más altos y no se encontraron diferencias significativas en el contenido en tanino de semilla.

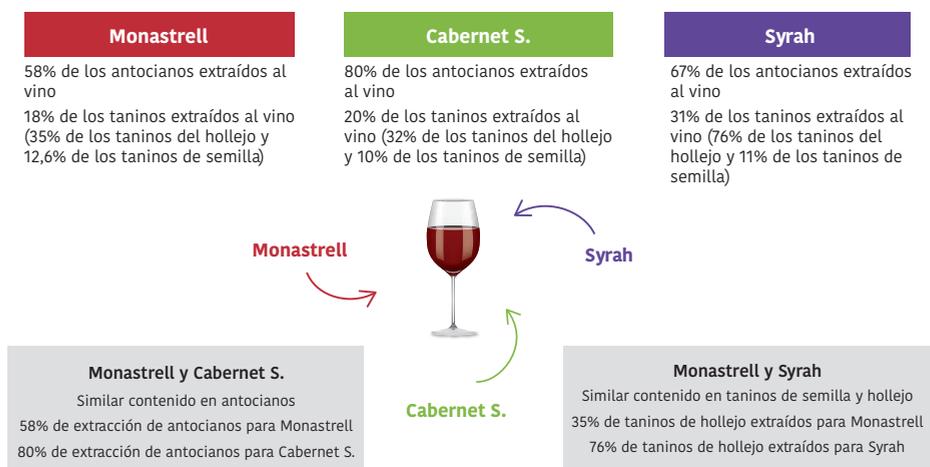
Tabla 3

Contenido en antocianos y taninos en las uvas de Monastrell, Cabernet Sauvignon y Syrah (mg/Kg)

	Monastrell	C. Sauvignon	Syrah
Antocianos	937,6a	945,9 a	1554,6 b
Taninos hollejo	667,1a	1329,1 b	547,7 a
Taninos semilla	1464,3 a	1690,7 a	1644,9 a

Estas uvas se vinificaron bajo las mismas condiciones (la maceración fermentativa duró diez días en todos los casos) y se determinó el contenido fenólico al final de la fermentación alcohólica. Los resultados se resumen en el la figura 2.

Figura 2. Extractabilidad de compuestos fenólicos de las uvas al vino en tres diferentes variedades



Monastrell presenta el valor más bajo de extracción de taninos y antocianos. Diversas preguntas sobre las causas que pueden originar estas diferencias surgen al observar estos resultados. Una causa podría ser la diferente estructura del hollejo de estas tres variedades, ya que por microscopía óptica se pudo observar como hay diferencias significativas, especialmente en el número de capas de células y en el espesor de las paredes, muy grande en el caso de las uvas Monastrell. Eso ya puede sugerir esa mayor dificultad en la extracción de compuestos fenólicos.

Asimismo, la existencia de interacciones de los compuestos fenólicos presentes en el mosto y las paredes celulares de la pulpa y el hollejo, en suspensión en el mosto, también puede explicar estas diferencias. Estudios previos han mostrado cómo las paredes celulares tienen un potencial de adsorción de compuestos fenólicos y este potencial es especialmente alto para Monastrell, por tanto las paredes celulares presentes en el mosto tras el estrujado pueden ligar una gran cantidad de antocianos y taninos.

Figura 3. El fenómeno de la extractabilidad, posibles soluciones

<p>¿Cómo podemos mejorar la extractabilidad en Monastrell?</p>	<p>Elección de las técnicas enológicas más adecuadas dependiendo del tipo de vino que se quiera obtener y, por tanto, en función del contenido final de compuestos fenólicos que se desee</p>
<p>¿Podríamos recuperar los compuestos fenólicos ‘perdidos’?</p>	<p>Estudio de técnicas que pudieran facilitar la liberación de estos compuestos fenólicos ligados: ultrasonidos, uso de enzimas específicos,...</p>
<p>¿Se pueden evitar esas diferencias entre variedades?</p>	<p>Las diferencias varietales no se pueden evitar Es necesario adaptar las prácticas culturales y enológicas para cada variedad, conociendo sus características y el tipo de vino que se puede obtener</p>

3. INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS ENOLÓGICAS EN LA EXTRACCIÓN POLIFENÓLICA DE LA UVA MONASTRELL

Dado el problema descrito de la falta de extractabilidad de los compuestos de la uva Monastrell, el uso de diferentes técnicas enológicas puede ayudar a modular el contenido de estos compuestos en el vino, incrementándolo o disminuyéndolo en función del estilo de vino que se desee obtener (Sacchi et al., 2005). A continuación presentamos los

resultados de diversos estudios donde se han aplicado técnicas enológicas diferentes en la elaboración de vinos de Monastrell y los resultados observados.

Tiempo de maceración

Es el tiempo de contacto de las partes sólidas de la uva (hollejos y semillas) con el mosto-vino, durante el cual tiene lugar la difusión de compuestos fenólicos. Diferentes estudios han demostrado que solo una parte del contenido de estos compuestos en la uva están presentes posteriormente en el vino (Bindon et al., 2010; Busse-Valverde et al., 2010), lo cual puede ser debido por un lado, a una extracción limitada de estos compuestos o bien, a que una gran parte de los compuestos extraídos sean retenidos por el material de pared celular presente en el medio durante dicho proceso (Bindon et al., 2010; Bautista-Ortín et al., 2014 a; Bautista-Ortín et al., 2015).

La extracción de antocianos y taninos puede describirse como una difusión (Boulton, 1995). Concretamente, los antocianos y taninos del hollejo comienzan a solubilizarse conjuntamente desde el inicio de la maceración, alcanzando los antocianos su máxima concentración durante los primeros días de maceración (González-Neves et al., 2008), mientras que la extracción de taninos se prolonga mucho más en el tiempo. Por el contrario, los taninos de las semillas presentan una difusión más lenta, ya que requieren la disolución de la cutícula y ello se ve más favorecido con la presencia de etanol (Canals et al., 2005; González- Manzano et al., 2004; Del Llaudy et al., 2008).

Los taninos de alto peso molecular del hollejo son los más difíciles de extraer (Fournand et al., 2006), aunque parece ser que la presencia de antocianos en el vino tinto puede favorecer la extracción y retención en solución de grandes cantidades de taninos oligoméricos y poliméricos (Kantz y Singleton, 1991; Singleton y Trouslade, 1992), debido a la formación de aductos antociano-tanino.

Los tiempos cortos de maceración son generalmente empleados para la obtención de vinos jóvenes, los cuales son de consumo rápido, ya que pocos días de contacto son suficientes para obtener una buena extracción de color y de aromas, evitando también la extracción de taninos muy astringentes procedentes de las semillas (Gil-Muñoz et al., 1999; Gómez-Plaza et al., 2001; Del Llaudy et al., 2008). Tiempos más largos son empleados para la obtención de vinos que van a ser sometidos a un proceso de envejecimiento en bodega, y así poder garantizar la estabilidad del color (Auw et al., 1996). En el caso de la variedad Monastrell, la máxima concentración de

antocianos en el vino se encuentra normalmente entorno al día 8 de maceración, siendo esta extracción más lenta y menor (con respecto al contenido en antocianos de sus uvas) que la observada durante la elaboración de otras variedades (Bautista-Ortín et al., 2004; Bautista-Ortín et al., 2016b), lo cual está relacionado con esa falta de extractabilidad que presentan las uvas de la variedad Monastrell y que ya ha sido comentado anteriormente. La aplicación de tiempos más largos de maceración produce un descenso en el contenido de antocianos (Bautista-Ortín et al., 2004; Bautista-Ortín et al., 2016b), lo cual puede ser debido a procesos de adsorción por levaduras y paredes celulares de la uva y reacciones de oxidación y de condensación con taninos (Bourzteix et al., 1970).

En el caso de la extracción de taninos durante la maceración fermentativa de la uva Monastrell, el trabajo de Bautista-Ortín et al. (2016b) puso de manifiesto que los del hollejo muestran una rápida extracción durante los 8 primeros días de maceración, estabilizándose durante algunos días, para descender después de 18 días de maceración. Al igual que ocurre con los antocianos, estos compuestos muestran diferente cinética de extracción comparados con otras variedades, además de ser extraídos en menor cantidad. En el caso de los taninos de las semillas, su extracción se incrementa a lo largo de la maceración, no encontrándose además diferencias en cuanto a la cinética de difusión y el contenido de estos compuestos comparados con otras variedades (Bautista-Ortín et al., 2016b; Busse-Valverde et al., 2010).

El porcentaje de galolización, una característica de los taninos que se relaciona con su amargor, muestra una evolución similar a la extracción de taninos de las semillas, alcanzándose valores más altos que los mostrados por otras variedades (Bautista-Ortín et al., 2016 b). Esto puede hacer que los vinos de Monastrell muestren una mayor sensación de astringencia y amargor en boca, frente a los vinos de otras variedades, cuando se utilizan tiempos de maceración largos. De hecho, la aplicación de maceraciones superiores a 15 días da, en general, vinos con características cromáticas peores (Bautista-Ortín et al., 2004) y con menor calidad e intensidad aromática y gustativa (Bautista-Ortín, 2005), siendo vinos poco aptos para su comercialización como vinos jóvenes aunque podrían ser adecuados para una crianza larga.

Aplicación de sangrados parciales

Consiste en modificar la relación sólido/líquido, disminuyendo el contenido de mosto tras el estrujado, o bien incrementando el contenido de hollejo. Un incremento en

esta relación puede dar vinos con un mayor contenido de compuestos fenólicos, color y aroma (Gawel et al., 2001), siendo por tanto una buena herramienta para aquellas variedades de uva pobres en compuestos fenólicos o con dificultad para su extracción.

Distintos estudios realizados han mostrado que la eliminación de un 20 % del mosto después del estrujado dio lugar a vinos de Monastrell mas coloreados, debido a una mayor extracción de antocianos y de polifenoles totales durante el proceso de maceración, aunque sangrados inferiores (10 %) no mejoraron las características cromáticas del vino (Bautista-Ortín et al., 2004). El tamaño de la baya parece ser un factor bastante limitante en el efecto de esta técnica, siendo necesario aplicar sangrados mayores conforme se incrementa el tamaño de la baya, lo cual puede ocurrir algunos años con condiciones climáticas adversas.

Maceración prefermentativa en frío

Consiste en la maceración de las partes sólidas de la uva con el mosto a baja temperatura (3-10 °C) y en ausencia de alcohol con el objetivo de favorecer la liberación de aquellos compuestos presentes en el hollejo (antocianos, taninos, aromas y polisacáridos) y evitar por tanto la difusión de taninos de las semillas, los cuales son más astringentes y amargos (Delteil et al., 2004). La aplicación de esta técnica permite, además, acortar el tiempo de maceración fermentativa, dando vinos de gran intensidad de color y aroma (Álvarez, et al., 2005).

La maceración prefermentativa en frío (MPF) se aplicó a uvas Monastrell (10° C durante 10 días) vendimiadas en el punto de madurez óptimo (Busse-Valverde et al., 2011) observándose que la técnica consigue una difusión importante de antocianos y de taninos al mosto, los cuales siguen extrayéndose durante la maceración alcohólica. La extracción de los taninos durante la MPF tiene lugar desde el hollejo de la uva, mientras que aquellos extraídos durante la maceración fermentativa son liberados principalmente de las semillas, al observarse durante la misma un descenso en los valores del grado medio de polimerización y un incremento del porcentaje de galoilación. Lo que sí han demostrado los estudios y es algo importante a tener en cuenta al aplicar esta técnica, es que aunque durante el periodo prefermentativo no hay extracción de taninos de semilla, esta extracción es muy importante durante la maceración fermentativa y el contenido en taninos de semilla, si esta maceración fermentativa es larga, puede ser demasiado alto. Posiblemente esto puede ser debido a que durante el tiempo de contacto de las semillas con el mosto a baja temperatura

se produzca un reblandecimiento de la cutícula, viéndose más favorecida la salida de taninos de las mismas en presencia de alcohol (Busse-Valverde et al., 2010).

Congelación del mosto con nieve carbónica

La congelación de la uva estrujada provoca un incremento del volumen intracelular produciendo la disgregación de las paredes celulares y favoreciendo la liberación de los compuestos fenólicos contenidos en el interior de éstas. Esta técnica se ha ensayado también en uvas Monastrell. La congelación de la masa estrujada muestra una liberación importante de antocianos, incrementándose solo ligeramente el contenido de taninos, y el origen de este incremento se debe fundamentalmente a una mayor extracción de taninos del hollejo. (Busse-Valverde et al., 2011). Otros estudios han mostrado que el efecto de esta técnica sobre el contenido y composición de los taninos en el vino parece depender del área geográfica de la uva Monastrell (Moreno-Pérez- et al., 2013).

La mayor liberación de compuestos fenólicos tras la aplicación de la congelación del mosto tendría que ir asociada a una mayor degradación de las paredes celulares del hollejo, reflejándose en un mayor contenido de polisacáridos en el vino, aunque esta técnica, al igual que la maceración prefermentativa en frío, no producen ningún efecto sobre la composición o concentración de polisacáridos en vinos de Monastrell (Apolinar-Valiente et al., 2014a).

Enzimas pectolíticos

El uso de enzimas de maceración es una práctica común usada en bodega. Ellas permiten la degradación de las paredes celulares de la uva, favoreciendo la extracción o difusión de los compuestos fenólicos durante la etapa de maceración (Amrani Joutei & Glories, 1995) al incrementar la porosidad de dichas paredes por hidrólisis parcial de los polisacáridos (pectinasas, hemicelulosa, y celulosa). Las enzimas usadas inicialmente eran pectinasas, constituidas principalmente por las actividades poligalacturonasa, pectín esterasa y pectín liasa, pero después se incorporaron también pequeñas cantidades de celulasa, hemicelulasa y proteasa y así conseguir una mayor ruptura de la pared e incrementar no solo la extracción del color (Gil & Vallés, 2001; Clare et al., 2002), sino también de taninos (Canal-Llaubères & Pouns, 2002; Ducasse et al., 2010).

La aplicación de preparados enzimáticos comerciales ha mostrado su eficacia en maceraciones cortas de uvas Monastrell, aunque un incremento en la maceración disminuye las diferencias observadas respecto al vino testigo (Bautista-Ortín et al., 2005; Romero-Cascales et al., 2008), poniendo de manifiesto que los preparados enzimáticos podrían ser más útiles en maceraciones cortas. Además, los vinos tratados muestran mayores valores de fenoles totales y taninos totales al final del proceso de elaboración y mayor estabilidad del color durante el envejecimiento (Bautista-Ortín et al., 2005; Romero-Cascales et al., 2008). Los valores más altos de fenoles totales pueden ser debidos principalmente a la mayor extracción de taninos por parte de los preparados enzimáticos (Romero-Cascales et al., 2005, 2008). Parte del aumento de taninos liberados es debida a la acción de los enzimas tanto sobre las paredes celulares del hollejo durante los primeros días de maceración, liberando taninos más grandes, como de las semillas, ya que los enzimas también pueden degradar las paredes celulares de las mismas, siendo dicha degradación mayor en presencia de etanol (Busse-Valverde et al., 2011; Bautista-Ortín et al., 2013). Por ello, en el vino tratado terminado se obtiene un mayor contenido de taninos, pero con pocas diferencias en cuanto a su composición respecto al vino control (Busse-Valverde et al., 2010).

Los enzimas de maceración también producen cambios importantes en la concentración y composición de los polisacáridos y oligosacáridos en vinos de Monastrell (Apolinar-Valiente et al., 2014a), liberación que puede mejorar las sensaciones organolépticas del vino y la estabilización del color (Vidal et al., 2004; Escot et al., 2001).

Taninos enológicos

El uso de taninos enológicos es una práctica muy habitual en bodega que puede contribuir a mejorar el color del vino y su estabilidad. Por ello existen en el mercado una gran variedad de estos productos que se diferencian en su origen y por tanto, en su composición (Zamora, 2003). Los taninos enológicos pueden ser clasificados en dos grupos principalmente: taninos condensados (prociandinas) y taninos hidrolizables (galotaninos y elagitaninos). Algunos de los efectos positivos de los taninos enológicos incluyen la estabilización del color, mejora en la estructura, control de la actividad lacasa y de los aromas a reducción (Crespy & Urban, 2002; Crespy, 2003 a,b; Zamora, 2003).

Diversos estudios realizados han mostrado que la adición de taninos enológicos de diferente naturaleza (condensado y galotanino) tras el estrujado de uvas de Monastrell (Bautista-Ortín et al., 2005) da vinos con mayores valores de antocianos totales durante los primeros días de maceración, y mayor intensidad de color, manteniéndose las diferencias respecto a la vinificación control durante el avance del proceso de elaboración y en el vino en botella.

Algunos vinos sufrieron, después de un tiempo de envejecimiento en botella, un descenso importante en la intensidad de color, mostrando valores inferiores a los del vino control, pero con un contenido en fenoles totales y un valor de tono más alto. El aumento importante en los valores de tono puede ser relacionado con un incremento en el contenido de taninos poliméricos, debido a un desequilibrio en la relación antociano/tanino del vino tras la adición de estos preparados comerciales. Por tanto, es fundamental la adición cuidadosa de estos compuestos para no dar un enriquecimiento excesivo en taninos que deprecie la calidad cromática y gustativa de los vinos. Así, cuando los taninos enológicos se aplican sobre uvas Monastrell maduras y con un alto contenido de antocianos, se observa un efecto positivo ya que en este caso sí que se ven más favorecidas las reacciones de estabilización de estos pigmentos, dando además vinos con un mejor perfil organoléptico (Bautista-Ortín, 2005; Bautista-Ortín et al., 2007a).

Por tanto, el uso de taninos enológicos debe ser tratado con gran precaución durante la vinificación de uvas Monastrell, ya que su efecto puede depender de las características de la uva en el momento de vendimia y esto puede cambiar de año en año. Pero no hay que olvidar que posiblemente, el mejor momento de adición de estos preparados comerciales no sea tras el estrujado como ha sido sugerido por los comerciantes hasta ahora, sino cuando el contenido de paredes celulares en el medio sea menor, ya que de esta manera habrá menos pérdida de estos compuestos por su interacción con dicho material celular (Bautista-Ortín et al., 2014 a).

REFERENCIAS

- Abert Bian, M.; Tomao, V.; Olivier, P.; Lacombe, J.M.; Dangles, O. 2006. Comparison of anthocyanin composition during ripening of Syrah grapes grown using organic and conventional agricultures practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 5230-5235.
- Adams, D. 2006. Phenolics and ripening in grape berries. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57, 249-256.
- Alvarez, I.; Alexandre, J. L.; García, M. J.; Lizama, V. 2005. Impact of prefermentative maceration on the phenolic and volatile compounds in Monastrell red wines. *Analytica Chimica Acta*, 563, 109-115.
- Amrani Joutei, K.; Glories, Y.; Mercier, M. 1994. Localisation des tanins dans la pellicule de baie de raisin. *Vitis*, 33, 133-138.
- Andrés-de Prado, R.; Yuste-Rojas, M.; Sort, X.; Andres-Lacueva, C.; Torres, M.; Lamuela Raventos, R.M. 2007. Effect of soil type on wines produced from *Vitis vinifera* L. Cv. Grenache in commercial vineyards. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 779-786.
- Apolinar-Valiente, R.; Romero-Cascales, I.; Williams, P.; Gómez-Plaza, E.; López-Roca, J.M.; Ros-García, J.M.; Doco, T. 2014a. Effect of winemaking techniques on polysaccharide composition of Cabernet Sauvignon, Syrah and Monastrell red wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 20, 62-71.
- Apolinar-Valiente, R.; Williams, P.; Mazerolles, G.; Romero-Cascales, I.; Gómez-Plaza, E.; López-Roca, J.M.; Ros-García, J.M.; Doco, T. 2014b. Effect of enzyme additions on the oligosaccharide composition of Monastrell red wines from four different wine-growing origins in Spain. *Food Chemistry*, 156, 151-159.
- Auw, J.M.; Blanco, V.; O'Keefe, S.F.; Sims, C.A. 1996. Effect of processing on the phenolics and color of Cabernet Sauvignon, Chambourcin and Noble wines and juices. *American Journal of Enology and Viticulture*, 47, 279-286.
- Bais, A.J.; Murphy, P.J.; Dry, I.B. 2000. The molecular regulation of stilbene phytoalexin biosynthesis in *Vitis vinifera* during grape berry development. *Australian Journal of Plant Physiology*, 27, 425-433.
- Bautista-Ortín, A.B.; Martínez-Cutillas, A.; Ros-García, J.M.; López-Roca, J.M.; Gómez-Plaza, E. 2005. Improving colour extraction and stability in red wines: the use of maceration enzymes and enological tannins. *International Journal of Food Science and Technology*, 40, 1-12.
- Bautista-Ortín, A.B. 2005. Técnicas enológicas para la obtención de vinos de Monastrell de alto contenido polifenólico. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, España.
- Bautista-Ortín, A.B.; Busse-Valverde, N.; López-Roca, J.M.; Gil-Muñoz, R.; Gómez-Plaza, E. 2014b. Grape seed removal: effect on phenolics, chromatic and organoleptic characteristics of red wine. *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 34-41.
- Bautista-Ortín, A.B.; Busse-Valverde, N.; Fernández-Fernández, J.I.; Gómez-Plaza, E.; Gil-Muñoz, R. 2016b. The extraction kinetics of anthocyanins and proanthocyanidins from grape to wine in three different varieties. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 50, 91-100.
- Bautista-Ortín, A.B.; Cano-Lechuga, M.; Ruiz-García, Y.; Gómez-Plaza, E. 2014a. Interactions between grape skin cell wall material and commercial enological tannins. Practical implications, *Food Chemistry*, 152, 558-565.
- Bautista-Ortín, A.B.; Fernández-Fernández, J.I.; López-Roca, J.M.; Gómez-Plaza, E. 2007a. The effects of enological practices in anthocyanins, phenolics compounds and wine colour and their dependence on grape characteristics. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 546-552.
- Bautista-Ortín, A.B.; Jiménez-Pascual, E.; Busse-Valverde, N.; López-Roca, J.M.; Ros-García, J.M.; Gómez-Plaza, E. 2013. Effect of wine maceration enzymes on the extraction of grape seed proanthocyanidins. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 2207-2212.
- Bautista-Ortín, A.B.; López-Roca, J.M.; Fernández-Fernández, J.I.; Gómez-Plaza, E. 2004. Wine-making of high colored wines:

- extended pomace contact and run-off of juice prior to fermentation. *Food Science and Technology International*, 10, 287-295.
- Bautista-Ortín, A.B.; Romero-Cascales, I.; Fernández-Fernández, J.I.; López-Roca, J.M.; Gómez-Plaza, E. 2007b. Influence of the yeast strain on Monastrell wine colour. *Innovative Science & Emerging Technologies*, 8, 322-328.
- Bautista-Ortín, A.B.; Ruiz-García, Y.; Marín, F.; Apolinar-Valiente, R.; Molero, N.; Gómez-Plaza, E. 2015. Remarkable proanthocyanidin adsorption properties of Monastrell pomace cell wall material highlight its potential use as an alternative fining agent in red wine production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63, 620-633.
- Bautista-Ortín, A.B.; Alejandro Martínez-Hernández, A.; Ruiz-García, Y.; Rocío Gil-Muñoz, R.; Gómez-Plaza 2016a. Anthocyanins influence tannin-cell wall interactions. *Food Chemistry*, 206, 239-248.
- Bavaresco, L. 2003. Role of viticultural factors on stilbene concentrations of grapes and wine. *Drugs under Experimental and Clinical Research*, 29, 181-187.
- Bavaresco, L.; Vezzulli, S. 2006. Stilbene phytoalexin physiology in grapevine (*Vitis* spp.) as affected by viticultural factors. *Recent Progress in Medicinal Plants*, 11, 389-410.
- Bogs, J.; Ebabi, A., McDavid, D.; Robinson, S.P. 2006. Identification of the flavonoid hydro-lases from grapevine and their regulation during fruit development. *Plant Physiology*, 140, 179-291.
- Bordiga, M.; Travaglia, F.; Locatelli, M.; Coisson, J. D., Arlorio, M. 2011. Characterisation of polymeric skin and seed proanthocyanidins during ripening in six *Vitis vinifera* L. cv. *Food Chemistry* 127, 180-187. Bindon, K.; Smith, P.; Holt, H.; Kennedy, J. 2010. Interaction between grape-derived proanthocyanidins and cell wall material. 2. Implications for vinification. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 10736-10746.
- Boulton, R. 1995. Red wines. En: *Fermented Beverage Production*, Lea, A. y Piggott, J. (Eds.), Blackie Academic and Professional, Chapman & Hall, London, pp. 121-158.
- Bourzteix, M.; Mourges, J.; Aubert, S. 1970. Influence de la duree de maceration sur la constitution en polyphenols et sur la degustation des vins rouges. *Connaissance Vigne Vin*, 4, 447-460.
- Busse-Valverde, N.; Gómez-Plaza, E.; López-Roca, J.M., Gil-Muñoz, R. y Bautista-Ortín, A. 2011. The extraction of anthocyanins and proanthocyanidins from grapes to wine during fermentative maceration is affected by the enological technique. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10), 5450-5455.
- Busse-Valverde, N.; Gómez-Plaza, E.; López-Roca, J.M.; Gil-Muñoz, R.; Fernández-Fernández, J.I.; Bautista-Ortín, A.B. 2010. Effect of different enological practices on skin and seed proanthocyanidins in three varietal wines. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 58: 11333-11339.
- Canal-Llaubères, R.M. y Pouns, J.P. 2002. Les enzymes de maceration en vinification en rouge. Influence d'une nouvelle preparation sur la composition des vins. *Revue des Oenologues*, 104, 29-31.
- Canals R.; Llaudy MC.; Valls J.; Canals JM.; Zamora F. 2005. Influence of ethanol concentration on the Extraction of color and phenolic compounds from the skin and seeds of Tempranillo grapes at different stages of ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4019-4025.
- Cantos, E.; Espín, J.C.; Tomás-Barberán, F.A. 2002. Postharvest stilbene-enrichment of red and white table grape varieties using UVC irradiation pulses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 6322-6329.
- Cantos, E.; Espín, J.C.; Fernández, M.J.; Oliva, J.; Tomás-Barberán, A. 2003 Postharvest UV-C-Irradiated grapes as a potencial source for producing stilbene-enriched red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51, 1208-1214.
- Castro López, L.R.; Gómez-Plaza, E.; Ortega-Regules, A.; Lozada, D.; Bautista-Ortín, A.B. 2016. Role of cell wall deconstructing enzymes in the proanthocyanidins-cell wall adsorption-desorption phenomena. *Food Chemistry*, 196, 526-532.
- Clare, S.; Skurray, G.; Theaud, L. 2002. Effect of a pectolytic enzyme on the colour of red wine. *The Australian and New Zealand Grape-*

grower and Winemaker, 456, 29-35.

Couasnon, M.B. 1999. Une nouvelle technique: La macération préfermentaire à froid-extraction à la neige carbonique. Première partie: Résultats œnologiques. *Revue des Oenologues*, 92, 26-30.

Crespy, A. y Urban, N. 2002. Tanins de pépins de raisin: bilan de trois années d'expérimentation. *Revue des Oenologues*, 105, 11-14.

Crespy, A. 2003a. Etude de l'élimination de composés soufrés par tanisage avec des tanins de pépins de raisin. *Revue des Oenologues*, 108, 38-39.

Crespy, A. 2003b. Etude de la résistance à la décoloration des vins roses après sulfitage par ajout de tanins de raisin (pépins et pellicules). *Revue des Oenologues*, 108, 33-35.

Del Llaudy, M.C.; Canals R.; Canals, J.M.; Zamora, F. 2008. Influence of ripening stage and maceration length on the contribution of grape skins, seeds and stems to phenolic composition and astringency in wine-simulated macerations. *European Food Research and Technology*, 226, 337-344.

Delteil, D. 2004. La macération préfermentaire à froid (MPF) des raisins méditerranéens et rhodaniens. *Revue des Oenologues*, 112, 29-32.

Downey, M.; Harvey, J.; Robinson, S. 2003. Analysis of tannins in seeds and skins of Shiraz grapes throughout berry development. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 9, 15-27.

Downey, M.; Harvey, J.; Robinson, S. 2004. The effect of bunch shading of Berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes. *Australian Journal of Wine and Grape Research*, 10, 55-73.

Ducasse, M.A.; Canal-Llauberes, R.M.; Lumley, M. Williams, P.; Souquet, J.M.; Fulcrand, H.; Doco, T.; Cheynier, V. 2010. Effect of maceration enzyme treatment on the polyphenol and polysaccharide composition of red wine. *Food Chemistry*, 118, 369-376.

Escot, S.; Feuillat, M.; Dulau, L.; Charpentier, C. 2001. Release of polysaccharides by yeasts and the influence of released polysaccharides on colour stability and wine astringency. *Australian Journal of Grape and Wine Research*,

7, 153-159.

Flanzy, C. 1999. Fundamentos científicos y tecnológicos. Mundi-Prensa, Madrid.

Fernández-López, J.A.; Almela, L.; López-Roca, J.M. 1995. Studies of the anthocyanin makeup in the Monastrell grape variety. *Anales de Química*, 91, 380-387.

Fournand, D.; Vicens, A.; Sidhoum, L.; Souquet J.; Moutounet, M.; Cheynier, V. 2006. Accumulation and extractability of grape skin tannins and anthocyanins at different advanced physiological stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 7331-7338.

Gatto, P.; Vrhovsek, U.; Muth, J.; Segala, C.; Romualdi, C.; Fontana, P.; Pruefer, D.; Stefani, M.; Moser, C.; Mattivi, F.; Velasco, R. 2008. Ripening and genotype control stilbene accumulation in

Gawel, R. 2008. Red wine astringency: a review. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 4, 74-95.

Gil, J. y Valles, S. 2001. Effect of macerating enzymes on red wine aroma at laboratory scale: exogenous addition or expression by transgenic wine. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49, 5515-5523.

Gil-Muñoz, R.; Gómez-Plaza, E.; Martínez, A.; López-Roca, J.M. 1999. Evolution of phenolic compounds during wine fermentation and post-fermentation: influence of grape temperature. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12, 259-272.

Gil-Muñoz, R.; Fernández-Fernández, J.I.; Vila-López, R.; Martínez-Cutillas, A. 2010. Anthocyanin profile in Monastrell grapes in six different areas from Denomination of Origin Jumilla during ripening stage. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1870-1877

Gómez-Plaza, E.; Gil-Muñoz, R.; López-Roca, J.M.; Martínez-Cutillas, A.; Fernández-Fernández, J.I. 2001. Phenolic compounds and color stability of red wines. Effect of skin maceration time. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52, 271-275.

Gómez-Plaza, E.; Olmos, O.; Bautista-Ortín, A.B. 2016. Tannin profile of different Monastrell wines and its relation to projected market prices. *Food Chemistry*, 204, 506-512.

- González-Manzano, S.; Rivas-Gonzalo, J.C.; Santos-Buelga C. 2004. Extraction of flavan-3-ols from grape seed and skin into wine using simulated maceration. *Analytical Chimica Acta*, 513, 283-289.
- González-Neves, G.; Gil, G.; Barreiro, L. 2008. Influence of grape variety on the extraction of anthocyanins during the fermentation on skins. *European Food Research and Technology*, 226, 1349-1355.
- Guerrero, R.F.; Puertas, B.; Fernández, M.I.; Palma, M.; Cantos-Villar, E. 2010. Induction of stilbenes in grapes by UV-C: Comparison of different subspecies of *Vitis*. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11, 231-238.
- Guidoni, S.; Allara, P.; Schubert, A. 2002. Effect of cluster thinning of berry skin anthocyanin composition of *Vitis vinifera* cv. Nebbiolo. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 224-226.
- Gürbüz, O.; Göçmen, D.; Dagdelen, F.; Gürsoy, M.; Aydın, S.; Sahin, I.; Büyükuysal, K.; Usta, M. 2007. Determination of flavan-3-ols and trans-resveratrol in grapes and wine using HPLC with fluorescence detection. *Food Chemistry*, 100, 518-525.
- Hernández-Jiménez, A.; Kennedy, J.; Bautista-Ortín, A.B.; Gómez-Plaza, E. 2012. Effect of ethanol on grape seed proanthocyanidin extraction. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63, 57-61.
- Kantz, K. y Singleton, V. L. 1991. Isolation and determination of Polymeric Polyphenols in wines using Sephadex LH-20. *American Journal of Enology and Viticulture*, 42, 309-316.
- Kassara, S.; Kennedy, J. 2011. Relationship between red wine grade and phenolics. 2. Tannin composition and size. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 8402-8412.
- Kennedy, J.A.; Hayasaka, Y.; Vidal, S.; Waters, E.J.; Jones, G.P. 2001. Composition of grape skin proanthocyanidins at different stages of berry development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 5348-5355.
- Kennedy, J. 2008. Grape and wine phenolics: observations and recent findings. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 35, 107-120.
- Kliewer, W.M. 1977. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 96-103.
- Kliewer, W.M. 1970. Effect of day temperature and light intensity on coloration of *Vitis vinifera* L. grapes. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 95, 693-697.
- Mattivi, F.; Vrhovsek, U.; Masuero, D.; Trainotti, D. 2009. Differences in the amount and structure of extractable skin and seed tannins amongst red grape varieties. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15, 27-35.
- Mercurio, M.D.; Damberg, R.G.; Cozzolino, D.; Herderich, M.J.; Smith, P.A. 2010. Relationship between red wine grades and phenolics. 1. Tannin and total phenolics concentrations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 12313-12319.
- Morata, A.; Gómez-Cordovés, M.C.; Suberviola, L.; Bartolomé, B.; Colomo, B.; Suárez, J.A. 2003. Adsorption of anthocyanins by yeast cell walls during the fermentation of red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 4084-4088.
- Moreno-Pérez, A.; Fernández-Fernández, J.I.; Bautista-Ortín, A.B.; Gómez-Plaza, E.; Martínez-Cutillas, A.; Gil-Muñoz, R. 2013. Influence of winemaking techniques on proanthocyanidin extraction in Monastrell wines from different areas. *European Food Research and Technology*, 236, 473-481.
- Obreque-Slier, E.; Peña-Neira, A.; López-Solis, R.; Zamora-Marin, F.; Ricardo-da Silva, J.M.; Laureano, O. 2010. Comparative study of the phenolic composition of seeds and skins from Carmémère and Cabernet Sauvignon grape varieties (*Vitis vinifera* L.) during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 3591-3599.
- Oliva, J.; Azorín, P.; Cámara, M.A.; Barba, A. 2001. Incidencia de la adición de distintos taninos enológicos en el color de vinos tintos de Monastrell. *Alimentación, equipos y tecnología*, 156, 87-92.
- Ortega-Regules, A.; Romero-Cascales, I.; Ros-García, J.M.; López-Roca, J.M.; Gómez-Plaza, E. 2006. A first approach towards the relationship between grape skin cell-wall composition and anthocyanin extractability. *Anal. Chim. Acta*. 563, 26-32.

- Ortega-Regules, A.; Ros-García, J.M.; Bautista-Ortín, A.B.; López-Roca, J.M.; Gómez-Plaza E. 2008. Differences in morphology and composition of skin and pulp cell walls from grapes (*Vitis vinifera* L.): technological implications. *European Food Research and Technology*, 227, 223-231.
- Oszmanski, J.; Romeyer, F.; Sapis, J.; Macheix, J. 1986. Grape seed phenolics: extraction as affected by some conditions occurring during wine processing. *American Journal of Enology and Viticulture*, 37, 7-12.
- Pardo, F.; Salinas, R.; Alonso, G.; Navarro, G.; Huerta, M.D. 1999. Effect of diverse enzyme preparations on the extraction and evolution of phenolic compounds in red wines. *Food Chemistry*, 67, 135-142.
- Pawlus, A.D.; Waffo-Téguo, P.; Mérillon, J.M. 2012. Stilbenoid chemistry from wine and the genus *vitis*, a review. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 46, 571-11
- Pirie, A.; Mullins, M.G. 1977. Interrelationships of sugars, anthocyanins, total phenols and dry weight in the skin of grape berries during ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 204-209.
- Ribéreau-Gayon, P.; Glories, Y. 1980. Structure of condensed phenolic compounds in *Vinifera* grapes and wine. Influence of ripening and infection by *Botrytis cinera* on phenolic content. In *The Grape and Wine Centennial Symposium*, Rautz, J., Ed.; ASEV: Universidad de California, Davis, 1980, pp. 228-233.
- Romero-Cascales, I.; Fernández-Fernández, J. I.; Ros-García, J.M.; López-Roca, J.M.; Gómez-Plaza, E. 2008. Characterisation of the main enzymatic activities present in six commercial macerating enzymes and their effects on extracting colour during winemaking of Monastrell grapes. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1295-1305.
- Romero-Cascales, I.; Ortega-Regules, A.; López-Roca, J.M.; Fernández-Fernández, J.I.; Gómez-Plaza, E. 2005. Differences in anthocyanin extractability from grapes to wines according to variety. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56, 212-219.
- Ruiz-García, Y.; Hernández-Jiménez, A.; Gómez-Plaza, E.; López-Roca, J.M.; Romero-Cascales, I.; Martínez-Cutillas, A.; Gil-Muñoz, R. 2013. Application of BTH and Methyl Jasmonate during the Ripening of Grapes (*Vitis vinifera* L.) and Its Effects on the Stilbene Content: Preliminary Results. XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on Emerging Health Topics in Fruits and Vegetables.
- Ryan, J.M.; Revilla, E. 2003. Anthocyanin composition of Cabernet-Sauvignon and Tempranillo grapes at different stages of ripening. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51, 3372-3378
- Sacchi, K.L.; Bisson, L.F.; Adams, D.O. 2005. A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56, 197-206.
- Singleton, V.L. y Trouslade, E.K. 1992. Anthocyanin-tannin interactions explaining differences in polymeric phenols between white and red wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 43, 63-70.
- Somers, T.C. 1976. Pigment development during the ripening of the grape. *Vitis*, 14, 269-277.
- Spayd, S.E.; Tarara, J.M.; Mee, D.L.; Ferguson, J.C. 2002. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* c.v Merlot berries. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 171-182.
- Van Leeuwen, C.; Seguin, G. 1994. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* variété Cabernet franc, Saint-Emilion, 1990). *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 28, 81-110.
- Vasserot, Y.; Caillet, S.; Maujean, A. 1997. Study of anthocyanin adsorption by yeast lees. Effect of some physicochemical parameters. *American Journal of Enology and Viticulture*, 48, 433-437.
- Vidal, S.; Francis, L.; Williams, P.; Kwiatkowski, M.; Gawel, R.; Cheynier, V.; Waters, E. 2004. The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in a wine like medium. *Food Chemistry*, 85, 519-525.
- Zamora, F. 2003. El tanino enológico en la vinificación en tinto. *Enólogos*, 25, 26-30.

6. Vinificación- Elaboración de vinos tintos y rosados de Monastrell

Luis Sánchez Sánchez

*Enólogo - Writen with Wine®
Bodegas Ribera del Júcar. Jumilla*

*No es mi intención repetir un tratado de viticultura y enología en cuanto al proceso de elaboración de vinos tintos y rosados para la variedad Monastrell, ni establecer el protocolo acertado para la vinificación y elaboración de los vinos de Monastrell. Tan solo comentar y trasladar estos conocimientos, desde la experiencia iniciada en mi entorno natal de Jumilla y su variedad Monastrell, continuada y ampliada en distintas zonas, con diferentes variedades y de nuevo culminada con la experiencia más amplia y que más me ha ocupado en la última década y media, con la elaboración de la singular y peculiar **Monastrell**.*

1. INTRODUCCIÓN

Los vinos obtenidos con la variedad Monastrell son parte innegable de la riqueza de la vitivinicultura internacional, aportan singularidad y diferenciación. Su naturaleza y características les convierten en una clara opción dentro del amplio abanico de oferta en los mercados, son moldeables dentro del “*ni mucho, ni poco*”, son capaces de mostrarse con delicadeza, fruta y untuosidad desde la concentración, complejidad y fruta madura más enriquecedora, a la ligereza, fineza y sabrosidad junto a la fruta más fresca y nítida.

¿Un buen vino o gran vino, nace o se hace?

La respuesta no es sencilla, pero en términos generales conociendo las peculiaridades del fruto tras los avatares de todo un ciclo vegetativo de más o menos 9 meses, durante el que se han aplicado prácticas de cultivo vitícola propias de la variedad y de la zona, adaptadas a la finca o parcela; junto con la riqueza de conocimientos, la ex-

perencia, las intuiciones, las herramientas y medios disponibles según las variables de cada año, llega el momento decisivo de efectuar la vendimia y disponer el mejor fruto posible para su vinificación y elaboración. Es entonces cuando formalmente podemos concluir que:

“El buen vino se hace y el gran vino nace y se hace”

Lo descrito a continuación podría ser de aplicación a cualquier otra variedad. Desde la perspectiva de la enología, los procesos para la vinificación y elaboración de vinos tintos son comunes y disponen de amplias opciones para el proceso, ya sean culturales, artesanales, industriales, tecnológicos, etc. Pero no habrá resultados coherentes y diferenciales sin el conocimiento de las tres consideraciones esenciales:

1. Variedad
2. Clima
3. Suelo

Encontrar el sentido y la sensibilidad para conjugar estos factores con la forma de labor en el viñedo, el protocolo de vinificación/elaboración y la disposición de los medios adecuados, será determinante para dar valor a la variedad Monastrell y a los vinos de Monastrell obtenidos. Vinos, no simplemente vino, porque son muchas las manifestaciones de la Monastrell y muchas las caracterizaciones que se pueden dar en sus vinos. Esta es la riqueza y posiblemente la grandeza de una variedad adaptada en tan amplia y heterogénea zona geográfica, con tantas posibilidades de expresión como zonas, subzonas, parajes, parcelas ... que ocupa.

2. LA VARIEDAD MONASTRELL

Es la uva tinta del Mediterráneo, autóctona de nuestra zona levantina, auténtico pecio del interior de las costas que bañan a la Península Ibérica, en otro tiempo considerada final hacia un occidente de conquistas, migraciones, expansiones culturales y comerciales. NON PLUS ULTRA, no más allá o final del mundo conocido.

El concepto de variedad autóctona no es absoluto y no significa que se trate necesariamente de cepas originarias de la zona, sino que por adaptación, por selección natural del medio o por mutaciones se ha obtenido un material vegetal que en muchos casos

ha perdido su conexión ampelográfica con el material vegetal de la zona geográfica inicial.

La existencia de variedades autóctonas significa una perfecta adaptación al ecosistema del medio, unido a la contribución del hombre (portainjerto, marco de plantación, poda, conducción, etc.), alcanzando generalmente una vida media más prolongada y una mejor resistencia ante los accidentes meteorológicos.

Una misma variedad en áreas con diferentes ecosistemas, climas y suelos, mantiene unas características comunes similares y produce vinos que tienen propiedades análogas, pero también ofrecen diferencias. Para elaborar el vino, un gran vino, se debe definir un perfil coherente de caracterización de las uvas para predecir el potencial probable y obtener estilos de vinos con autenticidad diferencial, que respeten su origen y puedan competir en un mercado de economía global.



Figura 1. Antes, ...suelo, clima y Monastrell

A lo largo del tiempo, las denominaciones de origen protegidas Jumilla, Yecla, Bullas y Alicante, el mayor viñedo de Monastrell del mundo. Ahora sí, PLUS ULTRA, más allá de sinonimias, diferentes localizaciones geográficas y matices sobre su morfología y composición, hemos aprendido que en términos generales la uva Monastrell “es de baya esférica, de tamaño pequeño-medio y color negro-azulado intenso, de piel gruesa rica en antocianos, pulpa carnosa, muy dulce e incolora, ...”. Es esta consideración la que nos debe guiar para obtener la mejor maduración posible de las uvas, definiendo el momento óptimo de vendimia, haciendo un seguimiento exhaustivo de acuerdo con el perfil y objetivos de los vinos que queremos elaborar. Además es necesario especificar y aplicar protocolos de vinificación-elaboración, que en gran medida determinarán el estilo y equilibrio del vino, siendo necesario reflexionar, modificar y adaptar esos protocolos a los características y necesidades de la uva Monastrell vendimiada para satisfacer las exigencias diferenciales y de los propios consumidores.

Para ello podríamos fijar tres fases a desarrollar en estudio y con conocimiento de detalle:

..., hay un antes, un durante y un después ...

3. EL ANTES: LA NATURALEZA, EL ENTORNO Y EL TRABAJO DE CAMPO

Un buen vino comienza en la vid y en el fruto de esta. Es muy importante conocer bien el reto que supone el entorno geográfico y climático de la zona de producción de los distintos viñedos de procedencia de su materia prima. Las peculiaridades de la Monastrell ofrecen una gran oportunidad; conocer su adaptación en cada caso, los diferentes tipos de suelos, la densidad de plantación, el portainjerto, el régimen de lluvias de cada año, la insolación y las temperaturas alcanzadas, las prácticas culturales del propio viticultor respecto a carga/nivel de producción, tipo de poda, aclareos, despuntes, estado fitosanitario de la vid, tratamientos aplicados a la planta, abonados, riegos, etc.

Es necesario conocer lo mejor posible las condiciones por las que ha pasado la viña durante el ciclo vegetativo de cada año y que han rodeado al desarrollo y maduración de las uvas. Ese complejo conjunto de variables tienen una influencia fundamental en la calidad y características del vino finalmente obtenido.



Figura 2. Antes, ...entorno, paraje, parcela,...

Para preparar adecuadamente la elaboración de un vino de Monastrell es necesario situarse en el entorno complejo del origen de las uvas, en la amplitud geográfica que

abarca su cultivo en la zona y en las particularidades de cada paraje, viñedo o parcela, documentar y reflexionar todo lo acontecido en su desarrollo. Es conveniente determinar, registrar y evaluar los datos correspondientes al desarrollo del ciclo vegetativo y contenidos de los distintos compuestos acumulados durante la maduración de la uva, para determinar y definir el perfil objetivo del vino a elaborar. Con toda esta información, integrada con la propia experiencia de elaboraciones de vendimias anteriores, estaremos en condiciones de elaborar de modo competitivo grandes vinos en los que se combinen cultura y pasión.

4. EL DURANTE: MADURACIÓN, VENDIMIA Y VINIFICACIÓN EN BODEGA

Seguimiento de la maduración del fruto y elección del momento óptimo de vendimia

Tradicionalmente la valoración de la calidad de la uva se ha hecho estimando el *Grado Alcohólico Probable*, por conversión del Grado Baumé o del °Brix, determinados en el mosto de los granos de uva muestreados. Posteriormente se ha avanzado en el empleo de otros parámetros, en la denominada *Madurez Técnica*, para conocer mejor otras características que afectan al desarrollo de la vinificación y a la calidad del vino: equilibrio azúcar/acidez, relación Índice de Color/Índice de Polifenoles Totales (IC/IPT); posteriormente se han incluido también las determinaciones de nitrógeno asimilable y potasio, para comprobar la asimilación de estos compuestos durante la maduración, por su importancia en el desarrollo de la fermentación de las uvas.



Figura 3. Durante, ...fruto, maduración,...

Análisis de la Madurez Técnica:

- Grados Baumé / Índice de Color / Índice Polifenoles Totales
- Acidez Total / pH / Acido Málico / Nitrógeno Asimilable / Potasio

En la actualidad no solo se busca el grado y color, como única característica de estima, sino que se valora la concentración y calidad de los compuestos polifenólicos que se encuentran en la piel, al objeto de obtener vinos con una adecuada estructura, equilibrados, con buena armonía. Es la llamada Madurez Fenólica.

Análisis Maduración Fenólica:

- Antocianos, Antocianos Extraíbles, Potencial Total Antocianos (PTA), Potencial Total Polifenoles (PTP), Riqueza Fenólica y Compuestos Fenólicos Totales (CFT)
- Índice de Maduración Celular (IMC) e Índice de Maduración de la Pepita (IMP)

Si importante es cuantificar, para conocer estos parámetros de manera objetiva, para optimizar entre el grado, la pérdida o transformación de ácidos y la concentración de polifenoles (antocianos, taninos) que tiene lugar en la maduración, no menos importante, aunque subjetiva, es la cata de las uvas sobre el terreno; se convierte en la herramienta determinante para fijar el momento de la maduración. La cata de varios granos elegidos estratégicamente en la viña nos dará información sobre:

- **Piel u hollejo**, coloración, sabor, rotura-textura, acidez, tanino-astringencia y grado de adherencia a la pulpa.
- **Pulpa**, color, aroma, sabor, azúcar-acidez y grado de adherencia al hollejo.
- **Pepita**, color, rotura-textura, tanino-astringencia

Uniendo la cata de las uvas en el campo y los análisis obtenidos en el laboratorio, teniendo como consideración preferente su expresión frutal, el nivel de complejidad y todo en su conjunto, llegamos a determinar el estado de maduración y con ello planificar el momento óptimo de la vendimia y la vinificación de un estilo de vino.

Vendimia y transporte de la uva a bodega

Tanto la vendimia como el transporte a bodega deben realizarse de manera cuidadosa, intentando romper el menor número de granos posible y evitando pisar o apretar la uva; por ello consideraremos una vendimia ideal, la realizada de forma manual y transportada de forma que mantenga al máximo la integridad de los granos, de especial importancia considerando las temperaturas existentes en las fechas de vendimia en las zonas de cultivo de la Monastrell. Una vez cortada, cuanto antes se lleve a la bodega, mejor. Es recomendable que desde el corte del racimo en la cepa hasta la entrada en bodega transcurran menos de dos horas, pues puede comenzar oxidación y fermentación por proliferación de levaduras y bacterias indeseables, principalmente cuando la temperatura ambiente es elevada.

Recepción y caracterización de la uva en bodega

En el momento de recepcionar la uva en bodega, debemos realizar los análisis pertinentes para conocer su composición y determinar las condiciones óptimas de vinificación para aprovechar al máximo las características organolépticas de la vendimia.

En las muestras de mosto tomadas en el momento de recepción en la tolva, se deben determinar: °Bé, acidez total, pH, ácido málico, ácido glucónico, potasio, nitrógeno, intensidad de color e Índice de polifenoles totales, que se puede realizar mediante espectroscopía de infrarrojos (FTIR)¹ dada su inmediatez y fiabilidad.

En bodegas que elaboren grandes cantidades de uva, es posible establecer y aplicar técnicas de análisis digital de imágenes, que permite valorar múltiples características: limpieza de la vendimia cuantificando la presencia de hojas, sarmientos, etc.; evaluación del nivel sanitario, con determinación de la presencia de uvas alteradas por *Botrytis*, oídium, granizo, etc.; nivel de maduración, así como el análisis del color de las uvas y la caracterización y diferenciación de las diferentes variedades de uva. Podemos establecer cuatro niveles de control/caracterización en función de:

1. Estado sanitario de las uvas.
2. Parámetros químicos de maduración.

¹ FTIR= Fourier Transform Infrared Spectroscopy, infrarrojos por transformada de Fourier. La técnica FTIR genera espectros con patrones que proporcionan información estructural.

3. Déficit o exceso de maduración.
4. Condiciones de recolección, transporte, etc.

A partir de estos controles, a modo orientativo se puede establecer una relación entre el sentido dado al fruto, respecto al objetivo de perfil marcado para el vino a elaborar, clasificando las uvas en diferentes niveles, como:

- a. Muy buena
- b. Buena
- c. Normal
- d. Deficiente

Despalillado y estrujado

La uva descargada en la tolva se somete a continuación al despalillado y estrujado.

El despalillado elimina el raspón, parte leñosa soporte de las bayas o granos de uva, que pueden aportar al mosto sabores herbáceos de tipo vegetal, así como taninos verdes, rudos y ásperos, que podrán generar una importante merma en la calidad final del vino.

Una opción, que se aplica en ciertas elaboraciones, consiste en la selección en mesa, que permite realizar la limpieza sistemática eliminando restos vegetales, racimos con deficiencias sanitarias y granos con madurez incompleta, conservando exclusivamente los racimos sanos y las bayas enteras. En esta línea de trabajo, cada día son más las bodegas que adquieren despalilladoras de visión óptica que con criterio definido, sustituyen el trabajo manual en la selección con procedimientos automatizados.

El estrujado consiste en romper todos los granos por aplastamiento y facilitar la salida del mosto, la separación de las partes sólidas de las líquidas, así como la maceración de los hollejos con el mosto y la extracción de pigmentos y taninos. La intensidad del estrujado es fundamental para el desarrollo de la vinificación y para alcanzar los objetivos de calidad en el vino; debe realizar un aplastamiento ligero y suave, evitando el prensado de las pieles, dilaceración de raspones y aplastado de las pepitas.

Particularmente considero que la fase de estrujado genera amplios inconvenientes y

debe aplicarse con extremo cuidado para evitar que afecte a la calidad del proceso, su aplicación debe considerarse con mucha precaución y actuar en función del estado sanitario y de maduración de las uvas, evaluando las ventajas e inconvenientes, en el caso particular de esta variedad:

- La mayor presencia de mosto en el manejo y encubado significará mayor disolución de oxígeno.
- La mayor rotura de los hollejos conducirá a pérdida de integridad en el proceso de remontado y en la maceración.
- Una mayor disgregación e incremento de partículas en suspensión incrementará la turbidez, así como la formación de lías, dificultando la floculación y su separación en el vino.
- La supresión del estrujado limitará la oxidación inicial del mosto y una mayor presencia de lías, poco deseable para la calidad final del vino.

Para ayudar a evitar la oxidación y procesos microbiológicos indeseables, tras el despalillado y estrujado, se debe realizar un sulfitado con SO_2 de acuerdo con el estado de sanidad y maduración de la uva. Con uvas tintas sanas, buenas instalaciones, con facilidad de practicar limpiezas rigurosas, no es necesaria la dosificación superior a 30-50 mg/kg.

Encubado y fermentación

Con la uva en el depósito hay que fijar un OBJETIVO estableciendo el protocolo de fermentación a seguir; objetivo que debe ser coherente con el *SENTIDO de las uvas* y en función de este, el SENTIDO O PERFIL del vino que queremos y podemos darle al producto final; esto puede constituir el principal y más determinante acierto o error a cometer. Estableceremos el protocolo de vinificación a aplicar en función del análisis de las variables y equilibrios resultantes en cada cosecha. Para un paraje/terreno o parcela, estableceremos un criterio de valoración con todos los datos de análisis cuantitativo de muestras del viñedo, estado sanitario, análisis de uva en el momento de recepción, cata-análisis organoléptico de uvas-mosto y adecuaremos el protocolo en función de los medios disponibles de la bodega.

La fermentación es un proceso biológico muy complejo, que se produce generalmen-

te de forma espontánea, mediante el cual, los azúcares contenidos en el mosto de uva por la acción de las levaduras son transformados, fundamentalmente, en alcohol etílico, con desprendimiento de anhídrido carbónico y generación de calor.

Para la elección de la levadura a utilizar, lo ideal es disponer de cepas de levaduras propias autóctonas seleccionadas, mejor adaptadas al entorno propio del viñedo a vinificar, con la finalidad de que el vino obtenido tenga personalidad propia, en cuanto a suelo, clima y variedad, en coherencia con las necesidades de la bodega, la calidad del producto y la filosofía de valor diferencial que se desea transmitir frente a otras bodegas de la competencia. El trabajo de selección y conservación de esta levadura autóctona es complicado y costoso a la vez que interesante y determinante.

En las levaduras seleccionadas, bien sean autóctonas del propio entorno, como de selección comercial-tecnológica, valoraremos las siguientes características:

- Fase de latencia, arranque o fase exponencial de crecimiento, fase estacional y fase final o muerte: condiciones indispensables para una fermentación rápida y precisa.
- Necesidades en nutrientes, nitrógeno fácilmente asimilable (NFA) imprescindible para la correcta cinética de la levadura en fermentación y evitar accidentes de paradas al final de la misma.
- Capacidad de multiplicación a temperaturas bajas y altas.
- Buen potencial aromático.
- Buena extracción de polisacáridos y polifenoles, para mejorar sabor y estructura.
- Baja producción de acidez volátil y compuestos sulfhídricos.
- Capacidad para transformación: porcentaje de transformación del azúcar de las uvas en alcohol.
- Efecto Killer, secreción de la “toxina Killer” de efecto letal para otras levaduras.

El carácter exotérmico de la fermentación alcohólica genera una importante cantidad de calor, que provoca el incremento de la temperatura en los depósitos, por lo que su control, en las diferentes fases, es esencial para lograr el estilo de vino que se desea

obtener, como objetivo. El clima cálido en las zonas de cultivo de la Monastrell, hace que en el periodo de vendimia la temperatura diurna frecuentemente alcance 30-32° C, lo que exige intervenir para extraer ese calor y mantener la temperatura en los límites recomendables, adecuando el rango al protocolo de objetivo, para el perfil de vino que en cada caso se establezca:

- Para lograr la temperatura establecida en recepción-encubado (12-14° C), el recurso para el enfriamiento de las uvas recepcionadas en tolva es el tratamiento de la "uva-pasta" en un intercambiador tubular o la adición nieve carbónica.
- Las vendimias seleccionadas y transportadas en cajas o palots se almacenan durante 24-48 horas en cámara frigorífica a 10-12° C, que además de reducir la temperatura, favorece la difusión de antocianos y taninos al mosto. Posteriormente se realizan las operaciones de selección, despallado y estrujado. El tratamiento de pre-refrigeración puede complementarse, eventualmente, con el paso por el intercambiador tubular.
- La regulación de la temperatura durante el desarrollo de la fermentación, que en función de los objetivos establecidos en los protocolos de vinificación puede establecerse entre 16° y 30° C, se realiza con el apoyo de las camisas de refrigeración instaladas en los depósitos.
- Completada la fermentación, se podrá aplicar un proceso de maceración pos-fermentativa, enfriando suave y gradualmente hasta la temperatura final de fermentación a un nivel de 6° C/8° C o inferior.

No se deben sobrepasar las condiciones establecidas y por tanto es muy importante el control de temperatura y la eliminación del calor para retener los compuestos procedentes de los hollejos o generados por la acción de las levaduras, de enorme trascendencia en las características organolépticas del vino final.

Remontados y maceración con los hollejos

En los depósitos que contienen la vendimia estrujada, y como consecuencia de la diferencia de densidad, se produce la separación entre líquido y sólidos. Esta separación se acentúa al iniciarse la fermentación, porque el CO₂ que se genera impulsa las partículas sólidas hacia arriba. En la superficie se forma el *sombrero*, capa de sólidos agregados que se compacta progresivamente.

La vinificación de los vinos tintos tiene como factor fundamental la maceración y extracción de los hollejos, que son muy ricos en compuestos, entre los que podemos destacar los fenólicos (antocianos y taninos) y los aromáticos.

La presencia de estos compuestos en el hollejo de la uva vendimiada no garantiza su presencia en el vino, que dependerá de las características propias de las uvas y de los tratamientos aplicados en la maceración.



Figura 4. Durante, ...remontado

En particular, las uvas de la variedad Monastrell que tienen altos contenidos de estos compuestos, muestran dificultades de extracción, por lo que es necesario aplicar técnicas dirigidas a este fin, durante la maceración y fermentación y en función del vino objetivo a obtener.

Para transferir estos compuestos lo más acertadamente en calidad y cantidad al mosto-vino durante la vinificación, se realizan remontados o volteos del mosto sobre los hollejos, bombeando mosto desde la parte inferior del propio depósito sobre la parte superior para "regar o duchar" el sombrero; de este modo el líquido sobrenada durante un tiempo sobre las partes sólidas, que se humedecen, empapan y se favorece la extracción. Con esta técnica se logra:

- a. Mayor maceración de sólidos (hollejos, pepita) y líquidos (mosto-vino).
- b. Mayor extracción de compuestos fenólicos (antocianos, taninos) y aromas.

En la extracción de polifenoles hay que primar más la CALIDAD que la CANTIDAD. El objetivo debe dirigirse a lograr la extracción óptima, que aporte las cualidades organolépticas que buscamos como objetivo en cada vino.

La operativa de remontado puede ser automática o manual, ambas mediante una bomba e instalación por conducción fija o con manguera flexible, con sistemas temporizadores de duración y pausa.

Como se expone en los "Cuadros de protocolo de los remontados", la aplicación de

esta técnica puede presentar diferentes variables; en primer lugar debemos considerar las características de la uva vendimiada, en nuestro caso la variedad Monastrell, así como su estado. Otros aspectos a decidir son:

- Momento en que se debe realizar cada remontado, puesto que la extracción de los polifenoles se comporta de modo diferente según se realice en medio acuoso o hidroalcohólico y en consecuencia las características de los compuestos extraídos serán diferentes, aspectos que tienen un particular interés en las vendimias de Monastrell.
- Tipo de maceración que se decide realizar: larga, media o corta.

En función de la etapa en que se realiza, es posible fijar tres tipos de remontados:

Remontados y maceración en la fase pre-fermentativa

Se realizan con el objetivo de homogeneizar la temperatura, así como decidir si se realiza maceración en frío, determinando temperatura y tiempo así como elegir la opción cualitativa de más o menos tiempo de duración de la misma y rango de temperatura (10 - 14º C) de maceración en frío. Es necesario obtener una muestra homogénea del volumen total para determinar la composición y equilibrio de la vendimia mediante análisis químico-organoléptico y efectuar las correcciones que se consideren oportunas:

- a. La corrección de acidez/pH con ácido tartárico favorece la extracción de compuestos aromáticos, antocianos y parte de los taninos hidrosolubles de los hollejos.
- b. Con la adición de nutrientes y levaduras se favorece el correcto desarrollo de la fermentación y a partir de las cualidades propias de la Monastrell, potenciar o marcar un mayor y mejor carácter a los vinos finales.
- c. Es importante que el mosto esté bien protegido y sobre todo que no haya remontados abiertos (es necesario mantener la atmósfera rica en CO₂), para no oxidar compuestos aromáticos y antocianos.

Los análisis habituales para el seguimiento correcto de la fermentación/extracción son:

- Inicial tras la homogeneización: Densidad-Acidez Total, pH, Sulfuroso Total, Acido Málico, Potasio, Nitrógeno, Índice de Color e IPT.
- Cada 12/24 horas: Densidad, Acidez Total, pH.

- Cada 48 horas: a los análisis que se realizan cada 12/24 horas, se deben añadir: Acido Málico, Potasio, Nitrógeno, Índice de Color e IPT.

Remontados y maceración en la fase fermentativa

Una vez iniciada la fermentación, se deben establecer los diferentes criterios de remontados en función del gradiente de temperatura y de la densidad (1,100, 1,060, 1,040, 1,020, 1,010,... g/ml) que marca la evolución de la fermentación, en base al perfil de la uva y el estilo de vino deseado, determinando el proceso de vinificación más efectivo para mejorarlo con la máxima extracción de aromas afrutados y taninos de calidad, aportados por los hollejos y las pepitas.

Paralelamente para fijar el criterio y relacionar los resultados respecto al protocolo seguido, se debe establecer el volumen movido (litros), ciclos y el porcentaje respecto al volumen total de litros en el depósito, en los distintos momentos de fermentación.

Inicialmente la extracción mejora con mayor número de remontados pero cortos, siempre mejor *"muchos pocos, que pocos mucho"*, teniendo en cuenta que: a mayor número de remontados, más maduramos el vino y a menor número de remontados, más frescor y fruta, pero menor extracción de antocianos y taninos.

En esta fase, en un rango de 1080-1060 g/ml de densidad, podemos incorporar uno o dos ciclos de *delestage* al día, en función de las características y expectativas de la uva. La técnica del *delestage* consiste en extraer todo el mosto, dejando los hollejos en el depósito, devolviéndolo sobre los mismos transcurridas dos horas de pausa en el ciclo, provocando un removido o rotura del sombrero, continuando con los remontados establecidos. Con la aplicación de esta técnica en fermentación, refrigeramos el mosto, aportamos oxígeno y si se analiza el nitrógeno asimilable en el momento, podemos corregir sus necesidades, asegurando un buen nivel de implantación de la levadura y una buena cinética de fermentación, además de prevenir ralentizaciones o paradas de fermentación. Estos son factores determinantes que inciden directamente en la calidad final de los vinos.

A medida que avanza la fermentación mantendremos el criterio inicial, pero disminuyendo la duración de los remontados y posteriormente el número de remontados. Si los antocianos son solubles en una solución acuosa a medida que aumenta el alcohol y la temperatura, empezará a aumentar la extracción de tanino del hollejo y pepita, pero a partir de 8,0-10,0 % de alcohol, se acelera la extracción de tanino de pepita y se pro-

duce un incremento del pH, debido a la extracción de mayores cantidades de potasio.

Si la opción elegida es elaborar un vino más accesible, ligero, fresco, vivo y afrutado, la decisión debe ser desvinar con una densidad de 1,015-1,010 g/ml, refrigerando el mosto a una temperatura de 18 - 20° C, para concluir la fermentación sin hollejos y limitar la extracción, continuando la fermentación del mosto-vino con control de temperatura, de forma que no supere los 22 - 24° C.

Remontados y maceración en la fase pos-fermentativa

La decisión de seguir macerando después de finalizar la fermentación alcohólica dependerá del equilibrio antocianos/taninos y del perfil de vino obtenido en el momento, para buscar más extracción de color y taninos, manteniendo los niveles de fruta. El principal objetivo de la maceración es obtener equilibrio y armonía entre la estructura tánica y la untuosidad. El mero hecho de prolongar la maceración puede proporcionar un aumento 10-15 % de polifenoles totales y de polisacáridos, aumentando la untuosidad del vino. Además hay que tener cuidado porque puede haber adsorción y precipitación de antocianos perdiéndose algo de color y produciéndose un aumento del ratio antocianos/taninos excesivo, proveniente de las pepitas; además disminuirían los aromas afrutados y aumentaría la agresividad, sobre todo si se tiene un bajo índice de madurez de las pepitas, que aportarían taninos más verdes y astringentes.

Al dar por finalizada la fermentación alcohólica, si se decide seguir macerando, se deben adoptar medidas preventivas ante el posible desarrollo de bacterias indeseables (lácticas o acéticas). Para ello se cierra el depósito con atmósfera lo más inerte posible, al abrigo de oxígeno. Los remontados o duchas del sombrero en este periodo aportan alcohol y CO₂ que previenen estos desarrollos; sin embargo si se realizan aportaciones adicionales de CO₂ al espacio de cabeza, ayudaran a lograr este objetivo.

En base a estos preceptos, se debe establecer un protocolo de secuencia de duración de remontado (tiempos/litros) y reposo o intervalo (pausa), entre cada remontado según el momento de fermentación y el grado de consecución, realizando una maceración mayor o menor antes del desvinado, para acercarse al objetivo al sentido o tipología que queremos dar al vino.

En los **“Cuadros de protocolo de los remontados”** que se reflejan a continuación, se expone una propuesta orientativa, que para conseguir una eficaz diferenciación establecen los niveles de remontado y maceración en los tres tipos siguientes:

Figura 5. Protocolo de Remontado/Maceración Larga

A. REMONTADOS MACERACIÓN LARGA

30.000 Kg. UVA - ± 15.000 lt. MOSTO

Inicio T° C = < 16/18°C > máx. 28°/30°C	Densidad	Tiempo PAUSA HORAS	Nº REMONTADOS	Minutos REMONTADOS	Total Minutos Remontados	Litros x Minuto Bomba 600,00	Volumen Ciclo Litros Depósito 15.000
DÍA HORAS T° C							
PREFERMENTACIÓN							
1º	24 HORAS < 20°C	1,100					
	LLENADO-HOMOGENIZACIÓN	—	1	20	20	12.000	0,8
	CORRECCIÓN ÁCIDA	—	1	20	20	12.000	0,8
	REPOSO	2/4	—	—	—	—	—
	ADICIÓN NUTRIENTE+LEVADURA	—	1	20	20	12.000	0,8
	REPOSO	2/4	—	—	—	—	—
FERMENTACIÓN							
2º	24 22°C	↓	2	6	10	60	36.000
3º	OPCIÓN DELESTAGE CON CONTROL DE TEMPERATURA	↓	2	6	10	60	36.000
4º	OPCIÓN DELESTAGE CON CONTROL DE TEMPERATURA	↓	2	6	8	48	28.800
5º	OPCIÓN DELESTAGE CON CONTROL DE TEMPERATURA	↓	2	6	8	48	28.800
6º	24 26°C	1,040	2	6	6	36	21.600
7º	24 24°C	↓	2	6	6	36	21.600
8º	24 28°C	1,020	3	4	6	24	14.400
9º	24 30°C	1,010/1,005	12	3	4	12	7.200
10º	24 < 1,000	STOP Y CERRAR + CO ₂	—	4	4	4	2.400
POSFERMENTACIÓN							
	22/24°C	DECIDIR MACERACIÓN O DESCUBE					
					388	232.800	15,52

Figura 6. Protocolo de Remontado/Maceración Media

B. REMONTADOS MACERACIÓN MEDIA

30.000 Kg. UVA - ± 15.000 lt. MOSTO

Inicio T° C = < 16/18°C > máx. 24°/26°C	Densidad	Tiempo PAUSA HORAS	Nº REMONTADOS	Minutos REMONTADOS	Total Minutos Remontados	Litros x Minuto Bomba 600,00	Volumen Ciclo Litros Depósito 15.000	
DÍA HORAS T° C								
PREFERMENTACIÓN								
1º	24 INICIO < 20°C	1,100						
	LLENADO-HOMOGENIZACIÓN	—	1	20	20	12.000	0,8	
	CORRECCIÓN ÁCIDA	—	1	20	20	12.000	0,8	
	REPOSO	2/4	—	—	—	—	—	
	ADICIÓN NUTRIENTE+LEVADURA	—	1	20	20	12.000	0,8	
	REPOSO	2/4	—	—	—	—	—	
FERMENTACIÓN								
2º	24 20°C	↓	2	6	8	48	28.800	
3º	OPCIÓN DELESTAGE CON CONTROL DE TEMPERATURA	↓	2	6	8	48	28.800	
4º	OPCIÓN DELESTAGE CON CONTROL DE TEMPERATURA	↓	2	6	6	36	21.600	
5º	24 22°C	1,060	2	6	6	36	21.600	
6º	24 24°C	↓	2	6	4	24	14.400	
7º	24 26°C	↓	2	6	4	24	14.400	
8º	24 26°C	1,020	2	6	2	12	7.200	
	OPCIÓN DESVINADO	1,015/1,010	SEGUIR FERMENTACIÓN SIN CONTACTO CONHOLLEJOS CON CONTROL DE TEMPERATURA 20/22°C					
9º	24 26°C	1,010/1,005	12	1	4	4	2.400	
10º	24 < 1,000	STOP Y CERRAR + CO ₂	—	4	4	4	2.400	
POSFERMENTACIÓN								
	18/20°C	DECIDIR MACERACIÓN O DESVINADO						
					296	177.600	11,84	

Figura 7. Protocolo de Remontado/Maceración Corta

C. REMONTADOS MACERACIÓN CORTA							
30.000 Kg. UVA - ± 15.000 lt. MOSTO							
Inicio T° C = < 14/16°C > máx. 22°/24°C	Densidad	Tiempo PAUSA HORAS	Nº REMONTADOS	Minutos REMONTADOS	Total Minutos Remontados	Litros x Minuto Bomba 600,00	Volumen Ciclo Litros Depósito 15.000
DÍA	HORAS	T° C					
PREFERMENTACIÓN							
1º	24	INICIO < 16°C	1,100				
		LLENADO-HOMOGENIZACIÓN	—	1	16	16	9.600
		CORRECCIÓN ÁCIDA	—	1	16	16	9.600
		REPOSO	2/4				
		ADICIÓN NUTRIENTE+LEVADURA	—	1	16	16	9.600
		REPOSO	2/4				
FERMENTACIÓN							
2º	24	18°C		2	6	6	36
3º	24	OPCIÓN DELESTAGE CON CONTROL DE TEMPERATURA		2	6	6	36
4º	24	OPCIÓN DELESTAGE CON CONTROL DE TEMPERATURA		2	6	4	24
5º	24	20°C	1,060	2	6	4	24
6º	24	22°C	1,040	2	6	2	12
7º	24		1,020	2	6	2	12
8º	24	22°C	1,020	3	4	2	8
		OPCIÓN DESVINADO	1,015 / 1,010	SEGUIR FERMENTACIÓN SIN CONTACTO CONHOLLEJOS CON CONTROL DE TEMPERATURA 18/20°C			
9º	24	24°C	1,010/1,005	12	1	4	4
10º	24		< 1,000	STOP Y CERRAR + CO ₂		4	3
POSFERMENTACIÓN							
		16/18°C	DECIDIR MACERACIÓN O DESVINADO				
					207	124.800	8,32

Desvinado o descube

Concluida la fermentación alcohólica y decidido que se ha alcanzado el final de la maceración con los hollejos, se debe proceder a separar el vino de las partes sólidas trasladándolo a un depósito de almacenamiento, mientras que las partes sólidas (hollejos y pepitas), se someterán al prensado. En este momento, refrigerar el vino a temperatura de 18-22º C representa una ayuda importante para la floculación de las lías más gruesas. A continuación se realizará un primer trasiego, que ayudará a disminuir la turbidez y reducir el consumo de oxígeno por parte de las lías.

Realizado este primer trasiego se debe considerar la conveniencia de aportar oxígeno

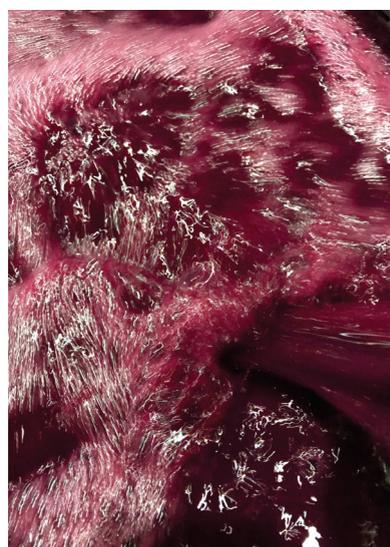


Figura 8. Durante, ...descubado

de manera controlada; con ello se elimina anhídrido carbónico, minimiza la reducción propia en el vino joven, potencia los aromas, estabiliza y fija el color mediante la polimerización de antocianos/taninos, disminuye su astringencia y suaviza su estructura. De esta forma el vino queda en mejor disposición para el desarrollo de la fermentación maloláctica.

Fermentación maloláctica

Es la transformación que tiene lugar en los vinos del ácido málico en ácido láctico, con desprendimiento de anhídrido carbónico por la acción de las bacterias lácticas. Se desarrolla en los vinos al finalizar la fermentación alcohólica si las condiciones son favorables, o varios meses después si las condiciones de temperatura, contenido alcohólico y sulfuroso, o un pH bajo no la propician, pues estos compuestos a determinadas concentraciones, así como su acción conjunta dificultan su progreso. Generalmente se realiza de manera espontánea por las propias bacterias existentes en el vino; en las condiciones de zona cálida que madura la Monastrell, el contenido de ácido málico está comprendido entre 1 y 2 gr/litro, mientras que en latitudes más al norte y frías su contenido puede llegar hasta 5 gr/litro, ralentizando y dificultando el desarrollo de la fermentación maloláctica. Cuando hay dificultades para la iniciación espontánea, se recurre a la inoculación de bacterias seleccionadas, opción que puede asegurar más regularidad y estabilidad al proceso, pero no necesariamente es la mejor opción. Como se ha expuesto para las levaduras de la fermentación alcohólica, una bacteria "autóctona" seleccionada en el entorno de la variedad Monastrell y su vinificación, proporcionará por adaptación un carácter y equilibrio más definido junto a valor diferencial. En cualquier caso ha de realizarse un seguimiento analítico del proceso en tiempo y parámetros de ácido málico, acidez total, pH, color y acidez volátil, para poder concluir la idoneidad resultante de las bacterias empleadas en la fermentación maloláctica. En los vinos de Monastrell se desarrolla mayoritariamente de manera espontánea, no requiere reforzar con bacterias añadidas y es más deseable porque proporciona un carácter y equilibrio más definido junto a valor diferencial.

En esta etapa, los vinos modifican su composición y equilibrio, aportando notas organolépticas características de la fermentación maloláctica, se produce una desacidificación y una subida del pH, quedándose más suaves y aromáticos, menos astringentes o agresivos en la boca. En general se considera que en los tintos es muy interesante, pues además de la formación de ácido láctico se forman gran cantidad de componentes aromáticos en pequeña proporción dejando un vino diferente, más accesible.

5. EL DESPUÉS: LA ELABORACIÓN EN BODEGA

Trasiegos y deslie

Una vez realizada la fermentación maloláctica comienza propiamente la elaboración de los vinos tintos, trasegando a un nuevo depósito y enfriando para facilitar que se vayan depositando todas las lías en el fondo del depósito y retirarlas. Previamente se procede a sulfitar con SO₂ para estabilizar biológicamente frente a levaduras y bacterias viables que permanecen en suspensión, así como para evitar oxidación en el proceso.

Tras realizar los trasiegos que se consideren oportunos (1 - 3) para disponer del vino lo más limpio posible, con el grado de turbidez adecuada para asegurar su sanidad y estabilidad, debemos realizar nuevamente la cata del vino. En esta etapa muestran su cara o perfil más definitivo, con sus virtudes o carencias; es el momento de la evaluación del equilibrio resultante, desde las características de las uvas de la cosecha, a lo adecuado de los protocolos aplicados en la vinificación.

Caracterización del perfil del vino

Como en fases anteriores, para mantener un tipo de cronología y poder relacionar todo el trabajo desde la clasificación de las uvas, protocolos de fermentación/remontados/ maceración y clasificación de vinos obtenidos, definimos tres niveles de perfil de vino:

- A. **Premium:** Vino estructurado. Apto para largas crianzas en roble.
- B. **Calidad:** Vino estructurado. Apto para crianzas en roble más cortas.
- C. **Joven:** Vino ligero, fácil, equilibrado, primando fruta sobre estructura. Adaptando su coupage.

La propuesta que se expone, corresponde a resultados reales de las vinificaciones de uva Monastrell, realizadas en cantidades de 1.5–2.0 millones de kilos, que fueron elaborados en las vendimias de los años 2010, 2011, 2012 y 2013.

Los niveles clasificados A / B / C, están vinculados y relacionados con la caracterización de las uvas, ...con el tipo de protocolo de remontado y con la caracterización de los vinos.

La aplicación se realiza en función de los equipos e instalaciones disponibles para la vinificación y de los objetivos fijados a partir de los protocolos definidos, para elaborar el

tipo de vino objetivo (vinos estructurados, con delicadeza y buena expresión de fruta), así como de las características de la uva vendimiada, realizando su clasificación previa por el conocimiento histórico del viñedo, condiciones de desarrollo durante el ciclo vegetativo, estado sanitario, madurez y equilibrio en su composición química.

Los datos analíticos de las uvas, obtenidos aplicando la técnica de análisis por infrarrojo por transformada de Fourier (FITR), permiten realizar los diferentes controles necesarios en las distintas etapas de la vinificación y la elaboración: control de calidad de la vendimia, desarrollo y evolución de las fermentaciones, caracterización y evolución de los vinos, etc.: Los datos analíticos de las tablas 1, 2, 3 y 4, correspondientes a las cosechas 2010, 2011, 2012 y 2013, son valores promedio reales del conjunto de cada una de las vendimias. No debemos intentar relacionar los datos globales de la vendimia con las clasificaciones resultantes después de la vinificación y la elaboración; los porcentajes de cada categoría de vino son resultado de la evaluación de cada uno de los lotes recibidos en la bodega, así como del desarrollo de estos procesos, que como valor medio en cada categoría dan como resultado los datos reproducidos.

Tabla 1. Monastrell cosecha 2010

Análisis de uva										
Bé	Ac. Glucónico	Acidez Total	pH	Ac. Málico	Potasio	Nitrógeno	IPT	I. Color		
13,36	0,12	5,62	3,58	1,81	1790	214	13,54	2,12		
Clasificación-Análisis de vinos obtenidos										
Tipo	Litros (%)	Alc. (%)	A. Vol.	A. Total	pH	Ac. Málico	Ac. Láctico	SO ₂ - L	IPT	IC
Premiun	18,60	15,45	0,43	5,92	3,64	0,51	1,18	18	55,69	11,76
Calidad	57,88	13,76	0,41	5,52	3,62	0,17	1,63	22	50,70	9,83
Joven	23,54	13,46	0,36	5,68	3,57	0,32	1,69	26	45,61	8,68

Tabla 2. Monastrell cosecha 2011

Análisis de uva										
Bé	Ac. Glucónico	Acidez Total	pH	Ac. Málico	Potasio	Nitrógeno	IPT	I. Color		
13,43	0,01	5,19	3,64	1,58	1640	185	13,54	1,84		
Clasificación-Análisis de vinos obtenidos										
Tipo	Litros (%)	Alc. (%)	A. Vol.	A. Total	pH	Ac. Málico	Ac. Láctico	SO ₂ - L	IPT	IC
Premiun	18,00	15,08	0,42	6,10	3,66	0,19	1,35	16	61,52	14,42
Calidad	38,33	15,37	0,53	5,47	3,78	0,25	1,44	29	59,57	8,97
Joven	43,67	13,61	0,40	5,73	3,68	0,37	1,60	17	50,67	7,52

Tabla 3. Monastrell cosecha 2012

Análisis de uva										
Bé	Ac. Glucónico	Acidez Total	pH	Ac. Málico	Potasio	Nitrógeno	IPT	I. Color		
13,23	0,01	4,81	3,7	1,59	1639	194	13,41	1,59		
Clasificación-Análisis de vinos obtenidos										
Tipo	Litros (%)	Alc. (%)	A. Vol.	A. Total	pH	Ac. Málico	Ac. Láctico	SO2 - L	IPT	IC
Premiun	23,46	15,33	0,41	5,42	3,64	0,24	1,58	22	65,52	13,67
Calidad	76,54	13,79	0,34	5,00	3,68	0,10	1,85	31	53,11	8,30
Joven	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4. Monastrell cosecha 2013

Análisis de uva										
Bé	Ac. Glucónico	Acidez Total	pH	Ac. Málico	Potasio	Nitrógeno	IPT	I. Color		
12,87	0,62	5,87	3,61	2,84	1549	220	12,16	1,58		
Clasificación-Análisis de vinos obtenidos										
Tipo	Litros (%)	Alc. (%)	A. Vol.	A. Total	pH	Ac. Málico	Ac. Láctico	SO2 - L	IPT	IC
Premiun	35,52	14,52	0,29	6,32	3,58	0,68	1,86	18	58,16	13,75
Calidad	27,28	13,63	0,23	6,17	3,62	0,38	1,80	22	49,05	10,02
Joven	37,20	13,36	0,30	6,45	3,60	0,49	1,26	28	47,11	8,61

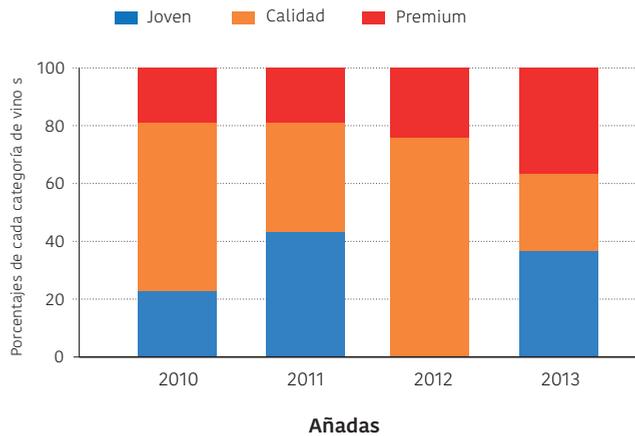
Bé: Grados Baumé / Ac. Glucónico: (g/l) / Acidez Total: (g/l) / pH / Ac. Málico: (g/l) / Potasio: (mg/l) / Nitrógeno: (mg/l) / IPT: Índice de Polifenoles Totales / Índice de Color: Intensidad de color / Litros (%): Porcentaje en volumen de cada categoría / Alc (%): % contenido de alcohol / Ac. vol.: Acidez volátil (g/l) / Ac. Total: Acidez Total (g/l) / Ac. Málico (g/l) / Ac. Láctico: (g/l) / SO2 L: Contenido de anhídrido sulfuroso libre (mg/l)

La evaluación cualitativa, correspondiente a catas realizadas en los meses de noviembre-diciembre para determinar la clasificación en cada una de las categorías (Premium, Calidad, Joven), se determina en función de la cata de caracterización de un amplio número de muestras correspondientes a pequeños lotes. Considerando el carácter varietal de la Monastrell y su expresión organoléptica (aroma, estructura, sabor, cuerpo y la armonía del conjunto), se clasifican en los tres niveles considerados de perfil del vino.

Analizando los resultados de las elaboraciones obtenidas en estas cuatro vendimias (Figura 9) se observan importantes diferencias, con progresivo incremento de los porcentajes correspondientes al vino de tipo "Premium", que pasa desde el 18.60 % en el año 2010, hasta el 35.52 % en 2013. La evolución del vino tipo "Calidad" ha sido inversa, descendiendo desde el 57.88 % en el año 2010, hasta el 27.28 % en 2013, con la

excepción de la vendimia de 2012, en que esta categoría ha absorbido por completo todo el volumen que no está considerado como "Premium".

Figura 9. Distribución por categorías de los vinos de cada vendimia



Con estos datos de calificación de los vinos elaborados. ¿Es posible afirmar qué cosecha ha sido la mejor? ¿Es la cosecha 2013 la MEJOR o quizás la 2012? ¿Es posiblemente la cosecha 2010 la MEJOR por su reparto de calidades? ¿Es la cosecha 2011 la PEOR?

Este resultado es la respuesta a la interacción de los múltiples factores que inciden en la vinificación y elaboración de los vinos: el análisis de las condiciones existentes en el ciclo vegetativo del viñedo, las variables que caracterizan a la uva recepcionada en la bodega, el mayor o menor acierto en la aplicación de los protocolos y en las decisiones adoptadas en cada momento. Pero el resultado final se encuentra en los propios vinos, en la acertada calificación última en la correcta categoría y la mayor o menor aprobación por el consumidor.

No hay regla fija, ni cosecha igual, en el mejor de los casos...*"se parece a tal o cual cosecha"*, pero con matices y en el matiz está la diferencia.

Con la caracterización de los distintos vinos, entramos en el proceso de elaboración y establecimiento del perfil o estilo del vino, diferenciamos la expresión más auténtica e identitaria del terruño, separándolo de las posibles mezclas o *coupage*, consideramos cada cosecha en estructura, equilibrio y caracterización organoléptica, determinamos la posible crianza a aplicar en barricas en previsión de la evolución del vino en el tiem-

po, seguimos su conjunción/armonización en depósito, comprobamos y aseguramos la estabilidad físico-química-microbiológica y fijamos el momento de embotellado y el tiempo de reposo en botella hasta su comercialización.

5. VINIFICACIÓN-ELABORACIÓN DE VINOS ROSADOS

La Monastrell siempre ha sido considerada una uva muy apta y diferenciada para la elaboración de vinos rosados particularmente ricos en aromas de frutas, muy suaves, equilibrados y afrutados en boca, frente a uvas de latitudes más al norte de nuestra geografía. De nuevo en su definición genérica ...“de piel gruesa, rica en antocianos, con poca cantidad de taninos y pulpa carnosa, muy dulce e incolora” encontramos la clave para su elaboración, que obedece a la selección de vendimias ajustadas en maduración, seleccionando los viñedos con microclimas más frescos, de ciclo más largo o pausado, situados a mayor altitud, aireados, en donde las temperaturas diurnas altas de la zona se suavizan y el diferencial de temperatura noche/día ajusta más el rango a valores inferiores del 50% más deseable, sobre todo para la obtención en calidad/cantidad de aromas afrutados singulares de la variedad Monastrell.

La vinificación-elaboración de vinos rosados se fundamenta sobre la base de lograr vinos de tonalidades vivas, atenuados colores atractivos fresa-frambuesa pálidos, de una paleta de aromas intensos a frutas, de boca fresca y afrutada, equilibrados de acidez, redondos a suaves y golosos, con el empleo de la tecnología ajustada al mayor respeto por la expresión e identidad de la variedad de uva a vinificar.

La variedad Monastrell ha mostrado y demostrado en las últimas dos décadas, a pesar de su condición de “uva de zona cálida”, su aptitud y contribución para elaborar vinos rosados. Los rosados de Monastrell son de aroma y sabor afrutado intenso, frescos, de acidez ajustada, equilibrados, a la vez que finos y suaves, con leve sensación de dulzor que en armonía facilita y hace apetitoso su consumo en distintos momentos, dentro de una amplia y variada gama gastronómica.

Recepción y caracterización de la uva en bodega

En el momento de recepción de la uva, los análisis y caracterización que realizamos son de manera idéntica a los descritos en las uvas para la vinificación de vinos tintos. La integridad de las uvas es todavía más importante para rosados, la vendimia ha de

realizarse manualmente, transportarse asegurando la menor rotura de granos con el consiguiente lagrimeo de mosto y dada la condición de clima cálido de la zona de la Monastrell, a la menor temperatura posible; para esto podemos recurrir a transporte refrigerado con la uva en palot, refrigerar la uva en bodega en cámara frigorífica antes de despalillar y/o enfriar mediante intercambiador después de realizar el despalillado. La temperatura favorable de proceso la situaríamos entre 8º C y 10º C, con ello evitamos la cesión anticipada de antocianos, con lo que ejercemos mejor control sobre la intensidad de color del vino final.

Despalillado y estrujado

El despalillado en la vinificación de vinos rosados puede ser una opción, se puede hacer o no; dado que el raspón va a estar poco tiempo en contacto con el mosto no le va a aportar sabores de savia (herbáceos) y por el contrario va a facilitar la esponjosidad de la pasta a la hora del prensado. Con frecuencia se despalilla a costa de prensar con más lentitud.

En cuanto al estrujado es totalmente prescindible, como apuntaba para la vinificación de vinos tintos, menor rotura o desmenuce de hollejos, es menor cantidad de partículas en suspensión con menor generación de lías y por consiguiente menor turbidez, menos riesgo de oxidación y para rosados la menor cesión de color de los hollejos al mosto. El mejor trato de la uva durante el proceso, minimiza la extracción de polifenoles necesaria para calidad y que ajustaremos a continuación en el prensado.

Para ayudar a evitar la oxidación e inhibir la actividad de levaduras y bacterias, es el momento de proceder al sulfitado, que al igual que para vinos tintos, se realizará en función del estado de sanidad y maduración de la uva y en una dosis comprendida entre 40 y 60 mg/kg de uva.

Prensado de las uvas

Las uvas pasan a la prensa para obtener el mosto. Mediante el prensado separamos los hollejos y pepitas recogiendo el mosto lo más limpio posible, con la menor turbidez, apto para fermentar como si de una vinificación de vino blanco se tratara. El proceso ha de realizarse de la manera más inerte posible, al abrigo de oxígeno.

Si hemos refrigerado previamente las uvas debemos mantener la cadena de frío, para

lo cual podemos recurrir antes del prensado, en la propia prensa, a dosificar nieve carbónica (CO₂ sólido); con ello desplazamos oxígeno, disminuyendo el desarrollo de oxidaciones, extraemos más compuestos aromáticos de los hollejos y controlamos la cesión de color al mosto.

Para mejorar el potencial aromático afrutado del mosto, podemos realizar una breve maceración pelicular en depósito o bien en la propia prensa, dejando que las uvas estén en maceración durante algunas horas (4-6 horas) antes del prensado. Tenemos que definir y seleccionar la gama de intensidad de color rosado deseada para el vino final, pues aromas afrutados y color estarán en función del tiempo y condiciones de la maceración. La maceración, como en vinos tintos, determinará el equilibrio y cuerpo del vino, aportando características y fijando el tipo aromático que junto a la levadura, nos dará el perfil y estilo de vino.

El prensado ha de realizarse por etapas. Para obtener el mejor mosto rosado debemos optimizar el programa de la prensa en el sentido de “muchos pocos”, presiones de menos a más, etapas ajustadas a tiempos y evolución de rendimiento de las uvas en prensa y sobre todo a la CALIDAD del mosto obtenido. El objetivo del prensado es obtener la mayor cantidad de mosto de la mejor calidad.

La extracción de polifenoles es un factor limitante. Para la obtención de un vino rosado de calidad es importante controlar su disolución en el mosto, con el paso del tiempo oxidan los aromas, madurando y reduciendo la frescura, fruta y la vida del vino, por lo que a partir de un determinado nivel, no compensa más extracción de los compuestos aromáticos, frente a más extracción de polifenoles; para ello debe realizarse el análisis de turbidez y del IPT² en cada una de las etapas del prensado, de forma que, para el conjunto de mosto obtenido, la turbidez sea la menor posible, inferior a 800 NTU³ y que el contenido de polifenoles alcancen como máximo el valor 14 de IPT.

Corrección y limpieza del mosto: desfangado estático

Con el mejor mosto obtenido de uvas sanas en el depósito, refrigerado a 8-10° C, lo más limpio posible, equilibrado en color y cuerpo según el perfil deseado, procedemos a efectuar las correcciones de acidez total, pH y SO₂ (Fig.1) necesarias para su equilibrio, caracterización y control de microorganismos, realizando la limpieza del

2 IPT=Índice de Polifenoles Totales.

3 NTU=Nephelometric Turbidity Unit, unidad de medición para la turbidez.

mosto mediante desfangado/clarificación estática. De este modo eliminamos partículas vegetales en suspensión que hayan quedado después del prensado, pectinas y sustancias coloidales que dan turbidez y conseguiremos mejorar las características organolépticas, en especial aromas. Esta técnica disminuye de manera significativa la flora microbiana (levaduras), por lo que se deberán inocular levaduras seleccionadas comerciales, de acuerdo con el perfil de vino de la variedad Monastrell que deseamos obtener, para preparar el mosto para el desarrollo de la fermentación alcohólica.

Existen distintos procedimientos o procesos para la limpieza del mosto como centrifugación, flotación de las partículas mediante burbujas de gas nitrógeno y filtración, etc. La aplicación de uno u otro dependerá fundamentalmente de la disponibilidad de instalación de la bodega y/o del criterio de calidad en cuanto al mejor tratamiento del mosto; el más utilizado, con menores requerimientos y cualitativamente más inocuo, adoptando los cuidados necesarios frente al oxígeno, es el desfangado estático; siempre y en cualquiera de los casos se trata de conseguir un mosto lo más limpio posible, con una turbidez inferior a 200 unidades NTU.

Para efectuar un buen desfangado se pueden utilizar enzimas o preparados enzimáticos de alta actividad pectolítica, elegidos en función de la calidad, características y sanidad de las uvas y del perfil o estilo del vino a elaborar. Los enzimas favorecen la rápida floculación, reducen el tiempo de desfangado, incluso a bajas temperaturas, con reducción en costes de refrigeración; se logra compactación de las lías, limpieza y calidad del mosto; además, también facilitan la clarificación posterior de los vinos. En función del tipo de enzimas empleado, su preparación y homogeneización, temperatura del mosto y en general de las diferentes acciones a realizar en su aplicación al mosto, la floculación y el desfangado se logrará en un tiempo comprendido entre 24 y 36 horas. Realizadas las comprobaciones por análisis de la turbidez (NTU), estabilizada la temperatura a 10-12° C y el contenido de SO₂ establecido, para evitar desarrollo de levaduras e inicio espontáneo y no controlado de la fermentación, se procederá a trasegar el mosto limpio, separándolo del sedimento de partículas o lías producidas, al depósito donde se desarrollará su fermentación.

Levaduras seleccionadas y fermentación

Después del desfangado, el mosto queda empobrecido en levaduras autóctonas y nutrientes (NFA) imprescindibles y fundamentales para el buen desarrollo de la fermentación; el contenido de nitrógeno fácilmente asimilable para asegurar el buen desarrollo

de las levaduras no debe de ser inferior a 200 mg/litro y en función de las necesidades requeridas de la levadura a utilizar. En la elección de la levadura debemos considerar características de la cosecha en curso, rango de temperatura óptimo para su desarrollo, que para la fermentación de rosados se sitúa entre 12° y 18° C (Fig.1) y estilo de vino. Con estos condicionantes se debe elegir la cepa de levadura más adecuada, sobre todo en el mejor aprovechamiento de los precursores aromáticos extraídos de la uva y en general se valoran las características expuestas para los vinos tintos.

Para la inoculación o adición de la levadura al mosto se deben seguir meticulosamente las indicaciones propuestas para esas levaduras, en relación con la rehidratación y preparación, cuidando especialmente que en el momento de su incorporación al depósito de fermentación, la temperatura del cultivo o preparado no sobrepase en 5-6° C la temperatura del mosto, para garantizar un buen desarrollo e implantación de las levaduras.

Fermentación - Control de temperatura

El control de la temperatura de fermentación es de la mayor importancia para obtener la mejor calidad en los vinos rosados, es necesario que la fermentación se desarrolle en el rango de temperaturas entre 12° y 18° C; por debajo de esta temperaturas las levaduras disminuyen mucho el poder fermentativo y por encima desaparecen una serie de aromas primarios de fermentación muy afrutados y específicos

que van a determinar la calidad final del vino obtenido. Iniciada la fermentación, es necesario controlar el descenso de densidad y cuando ha alcanzado valores inferiores a 1,080 g/ml, después de transcurridas 24-48 horas, se puede realizar un leve removido de lías finas, evitando agitar las gruesas situadas en el fondo del depósito, siguiendo el protocolo (Fig.11). Con esta acción se favorece una ligera oxigenación, el aporte de nutrientes y por consiguiente, mejor grado de implantación de la levadura. El paso siguiente que se considera una buena práctica que favorece la calidad es incorporar un regulador de la actividad fermentativa a base de celulosa unido a gel de sílice y bentonita, que actúa de soporte y absorbe metabolitos tóxicos que generan

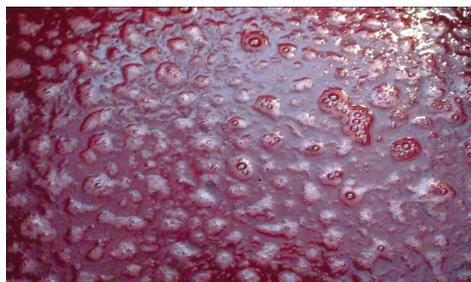


Figura 10. Fermentación de vino rosado

las levaduras; esta práctica en casos con finales de fermentación lentos o dificultosos (densidad inferior a 1,010 g/ml), ayudará a aumentar la actividad de las levaduras y concluir con éxito la fermentación, a la vez que por floculación del vino terminado, facilitará la limpieza de partículas en suspensión.

El protocolo de vinificación (Figura 11) establece durante el desarrollo de la fermentación alcohólica, el control y regulación de la temperatura a ejercer (12-18° C), con el objetivo de optimizar la valorización del potencial del mosto para obtener el mejor vino rosado, con las mejores cualidades y particularmente con la mejor expresión de la fruta. Concluida la fermentación, que estableceremos con densidades inferiores a 0,995 g/ml, se dejará reposar durante 24-48 horas antes de efectuar el trasiego, Durante este reposo se debe enfriar el vino hasta 12-14° C, para eliminar lías gruesas, que se favorecerá con la ayuda de clarificantes.

Figura 11. Protocolo de vinificación para vinos rosados

55.000 Kg. UVA - ± 35.000 lt. MOSTO								
Inicio T° C = 8/10°C > máx. 16°/218°C	Densidad	Tiempo PAUSA HORAS	Nº REMONTADOS	Minutos REMONTADOS	Total Minutos Remontados	Litros x Minuto Bomba 600,00	Volumen Ciclo Litros Depósito 35.000	
DÍA	HORAS	T° C						
PREFERMENTACIÓN								
1º	24	INICIO < 10°C	1,090					
		LLENADO-HOMOGENIZACIÓN INERTE	—	1	20	20	12.000	0,3
		CORRECCIÓN ÁCIDA + SO ₂	—	1	20	20	12.000	0,3
		REPOSO	1/2					
		ADICIÓN ENZYMAS DESFANGADO	—	1	40	35	21.000	0,6
		REPOSO	24/36					
2º	24	10°C						
3º	24	TRASIEGO DESFANGADO + CO ₂						
		ADICIÓN NUTRIENTES + LEVADURA		1	40	35	21.000	0,6
FERMENTACIÓN								
		REPOSO HASTA INICIO FERMENTACIÓN						
4º	24	12°C	1,080					
5º	24	REMOVIDO DE LIAS FINAS		1	10	10	6.000	0,2
6º	24	14°C	1,070					
		ADICIÓN COADYUDANTES CELULOSA + BENTONITA			20	20	12.000	0,3
7º	24	16°C	1,060					
		REMOVIDO DE LIAS FINAS		1	10	10	6.000	0,2
8º	24	16°C	1,040					
9º	24	16°C	1,020					
10º	24	17°C	1,010					
11º	24	18°C	1,005					
12º	24	16°C	< 0,9950					
		CERRAR + CO ₂						
		DECIDIR AZÚCARES REDUCTORES EN FINAL FERMENTACIÓN						
13º	24	16°C						
POSFERMENTACIÓN								
14º		12/14°C	DECIDIR TRASIEGO LIAS FINAS Y CONTROL DE TEMPERATURA					
					150	90.000	2,57	

En estas etapas se deben minimizar las pérdidas de CO₂ que limitará la acción del oxígeno y que con una temperatura adecuada (10-12º C) ayudará a la conservación del vino en los depósitos, manteniéndolo con más frescura y viveza.

Durante los días posteriores, efectuar un leve y suave removido (batonage) de las lías finas facilitará mejor el equilibrio entre la acidez y la untuosidad del vino y protegerá su carácter afrutado y su persistencia; asimismo contribuye a suavizarlo, estabiliza el color y en general otras características del vino. Al mismo tiempo, se evitará el desarrollo de reducciones sulfhídricas logrando vinos más francos, limpios y nítidamente más afrutados.

Fermentación maloláctica

La fermentación maloláctica en los vinos rosados, como en los blancos, puede ser una transformación málico/láctico no deseada, al ser unos vinos de consumo más rápido apreciando en ellos su frescor y frutuosidad bien armonizada, incluso con un ligero ataque ácido en boca, dado que se toman mucho más fríos que los vinos tintos. Su conservación a baja temperatura, (12º C) y un ajuste apropiado del SO₂ contribuirá a mantener las bacterias lácticas a raya impidiendo su desarrollo.

Elaboración y embotellado

Los vinos rosados se caracterizan por el consumo rápido, en el año de cosecha, por lo que estabilizarlo mediante clarificación, comprobar la estabilidad proteica y tartárica en previsión de la precipitación de bitartratos y la adecuada filtración antes del embotellarlo, incluso con pequeñas cantidades de CO₂ disuelto (0,5-1,0 gr/lit.) procedente de la fermentación, permitirá una comercialización en plenitud de frescura y con carácter afrutado.

7. LA CATA

Durante este recorrido sobre la vinificación y elaboración de los vinos de Monastrell, de manera más implícita o explícita hay un factor determinante y muy importante: LA CATA, tanto de las uvas como del mosto/vino en transformación. Nada se puede definir, dirigir, avanzar y confirmar sin someter en la sucesión de cada etapa la uva/

mosto/vino a los sentidos. El vino es fruto de la vid y de su fruta, la uva. La cata es el encuentro con toda su secuencia vital, está en el antes, durante y después en el tiempo. La aplicación del sentido empírico, la intuición, el conocimiento de las condiciones y variables habidas en la cosecha en curso y los análisis físico-químicos, modificarán o confirmarán lo adecuado del protocolo aplicado.

El análisis sensorial, cata o degustación, aunque tienen algunos matices diferenciales, se refieren al mismo hecho y es *“someter el vino a nuestros sentidos para poder conocerlo y determinar su equilibrio y caracteres organolépticos”*. Esto permitirá posteriormente, descubrirlo, sentirlo y juzgarlo.

Los análisis físico-químicos y microbiológicos, a pesar de las avanzadas técnicas de laboratorio que se conocen hoy en día, solo permiten conocer el esqueleto o el armazón del vino. Sólo el análisis sensorial permite, a través de los sentidos, entrar en contacto “íntimo” con el vino, conocerlo a fondo y conociéndolo, disfrutarlo.

Con todo lo anteriormente expuesto, a modo de conclusión y entendiendo la variedad Monastrell como base, que las variables de cada cosecha inciden en la clasificación final de la tipicidad y calidad, por lo que no hay que interpretar los procesos y protocolos en clave de términos absolutos. Es necesario insistir en encontrar y reflexionar sobre el SENTIDO de las uvas, definir el PERFIL de los vinos y aplicar todo sobre la base del conocimiento del CARÁCTER Y SENSIBILIDAD particular de la uva MONASTRELL.

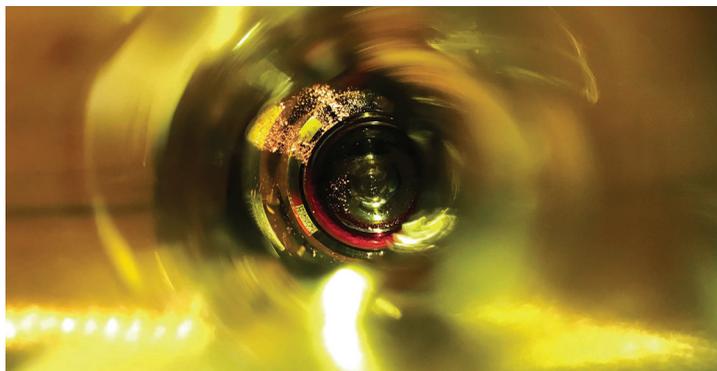


Figura 12. Después, ...fondo de botella

7. Los vinos de excelencia de Monastrell

Chris Ringland¹

B. App. Sci. (Oen)

Winemaker. Ringland Vintners. Flaxman Valley. South Australia

Bodegas El Nido & Gil Family Estates. Jumilla

María Teresa Riquelme Torres

Bodegas El Nido & Gil Family Estates. Jumilla

1. INTRODUCCIÓN

La valoración de la calidad de los vinos constituye un permanente debate, en especial cuando se consideran los vinos de “alto nivel”. Los concursos de vinos, trofeos, opiniones de los críticos y prescriptores y puntuaciones de las redes sociales realizan importantes aproximaciones a la opinión general, pero no logran crear una opinión unánime, como consecuencia de la diversidad de las preferencias.

Al reflexionar sobre los niveles superiores, se utilizan múltiples denominaciones con significados “más o menos equivalentes” aunque también buscan crear ciertas diferencias: Premium, Extra-Premium, Cult Wine, icónicos, míticos, emblemáticos, etc.

¹ Natural de Nueva Zelanda, ha elaborado vino desde 1977. Se graduó con una Licenciatura en Enología (B.App.Sci) en 1985, de la Universidad de South Australia - Roseworthy Campus. Ha trabajado como enólogo en Nueva Zelanda, donde completó su formación. Encontró la oportunidad de establecerse en Barossa Valley, Sur de Australia, en 1987. Inicialmente trabajó en la bodega de Saltram para coger experiencia (Angaston - Barossa), y en el invierno de 1988, fue invitado a trabajar con Robert O'Callaghan, propietario y fundador de una de las bodegas con más prestigio de Barossa Valley, donde aprendió la filosofía del vino y trabajó durante 18 años. Al mismo tiempo tuvo la oportunidad de elaborar su famoso Shiraz "Three Rivers", que ganó notoriedad considerable a fines de la década de los 90. A partir de esta fecha, por esta reputación, fue invitado a asesorar sobre técnicas de vinificación en diferentes zonas vitivinícolas de Europa.

Históricamente, se han aceptado como vinos de alta gama, ciertos vinos franceses que están respaldados por un sistema de reconocimiento de calidad institucionalizado, que tiene su origen en la primera clasificación de Burdeos, conocida como Les Grands Crus Classés de 1855, ligada a los chateaux, al terroir y a la tradicional valoración de la marca, aunque desde el año 1647 ya existieron diferentes propuestas de clasificación.

Este concepto fue perfeccionado y consolidado al ordenar el sistema vinos con denominación de origen controlada, en el que las características de la identidad constituyen un aspecto fundamental, ligado a territorio, terroir, prácticas de cultivo y también a las variedades. De este modo, historia, tradición, terroir, se unen para formar un entorno de prestigio y exclusividad, situando ciertos vinos de estos territorios en un status superior y en consecuencia con un precio mayor.

Posteriormente, la regulación de las denominaciones de origen también fue desarrollada en otros países, tanto de Europa como fuera de ella, en los que han mostrado diferentes niveles de implantación, organización y reconocimiento en el mercado.

En las zonas emergentes, el Nuevo Mundo vitivinícola, se carece de este patrimonio histórico por lo que, junto a una auto-identificación, han necesitado una validación externa de la calidad ante el mercado; ha sido necesario elaborar vinos de gran calidad, mostrarlo ante los mercados y que sirvan como referencia sobre la calidad potencial de una región. Con el fuerte desarrollo de la producción vitivinícola que en el último tercio del siglo XX se produjo en California, en la década de 1970 las bodegas desarrollaron la diferenciación del mercado capitalizando la mejorada reputación de sus vinos, produciéndose el punto de inflexión como resultado de la histórica cata celebrada en París en 1976, en la que los vinos californianos superaron a los franceses.

Este hecho impulsó en California la puesta en marcha de numerosos proyectos de elaboración de vinos de gran calidad; coincidiendo con este desarrollo, en la década de 1990 se promocionó el término "Cult Wine", en principio limitado a vinos de Napa Valley, elaborados con Cabernet Sauvignon o mezclas al estilo de Burdeos. Estos vinos tienen como características comunes, la singularidad, estar elaborados por bodegas de nueva creación y con producciones muy reducidas, costes, altas puntuaciones de los críticos y habitualmente con frecuentes comentarios en los medios de comunicación y en las redes sociales.

Rápidamente, junto a Cabernet Sauvignon y las mezclas tipo Burdeos, vinos elabora-

dos con otras variedades se incorporaron a ese nicho de vinos de excelencia, como Pinot Noir, Syrah, mezclas tipo Ródano, etc. y entre las variedades blancas Chardonnay.

Al mismo tiempo, éstas iniciativas también tuvieron éxito en otros países, como Australia, España, Italia, Chile, etc. con una oferta de vinos de alta calidad que compiten con altos precios en los mercados internacionales.

Sin embargo, la fantasía de los "Cult Wines" ha decaído. Como efecto de las alteraciones en la economía mundial la demanda de estos vinos ha disminuido; se desea beber un buen vino, vinos excelentes, pero gastar precios excesivos parece innecesario.

Surge la cuestión del modo en que se debe actuar para la elaboración de un vino de nuevo diseño de alta calidad y que alcance el adecuado reconocimiento en las escalas superiores del mercado. Es necesario habilitar los mejores medios para lograr el éxito:

- En primer lugar, una adecuada selección del viñedo, en terreno con buen drenaje, vides de vigor limitado, que produzcan bayas de pequeño tamaño, que proporcionaran color y aromas intensos.
- Parcelas de superficie limitada, que proporcionaran mayor homogeneidad del cultivo y de las uvas y permitirá un mejor manejo y control durante el cultivo, vendimia y vinificación.
- Un estricto control y regulación de la vinificación y crianza, para resaltar las mejores cualidades de las uvas.
- La adecuada presentación y promoción en el mercado hará posible el alto reconocimiento de los prescriptores y de los aficionados.

Estas condiciones que no se pueden conseguir de forma generalizada, determinan que son vinos de producciones limitadas, con altos costes de elaboración y en consecuencia de difusión y consumo limitado, en ocasiones con un elevado precio de adquisición.

2. LA MONASTRELL DE EXCELENCIA

Independientemente de las técnicas comerciales, dirigidas a fomentar el mercado de un grupo reducido de consumidores, tradicionalmente se ha puesto de manifiesto que la variedad Monastrell posee cualidades que permiten obtener, sola o en combinación con otras variedades, vinos de muy alta calidad, con uvas obtenidas de viñedos situados en las zonas adecuadas y con el cultivo debidamente realizado para resaltar las características más idóneas para la elaboración de los vinos deseados.

Estos vinos Premium los podemos encontrar en los diferentes países en que está implantada la variedad: España, Francia, California, Australia, y Sudáfrica; en todos los casos con producciones y difusión reducidas. Son vinos que reúnen características de calidad específicas, que demandan condiciones vitivinícolas especiales. En estos términos surge la pregunta: ¿cómo podemos desarrollar el proyecto de un vino de excelencia con la variedad Monastrell?

Génesis de un proyecto de Monastrell de excelencia

En 2001 me contactó Jorge Ordóñez, distribuidor e importador español de vinos, con la propuesta de estudiar la posibilidad de crear nuevas empresas vitivinícolas en España.

A pesar de que vivo y trabajo en Barossa Valley, Australia del Sur, yo había estado involucrado en el desarrollo de un proyecto vitivinícola en Puglia, Italia, desde 1999. Debido a mis habituales viajes a Italia, para probar vinos e inspeccionar viñedos, fue una evolución natural para conocer el potencial y las oportunidades similares en España.

En julio de 2001 durante 2 semanas recorrimos diferentes regiones de España, para explorar los viñedos y conocer a los viticultores; era el momento ideal para ver los viñedos, mientras los viticultores preparaban la vendimia.

En Jumilla contactamos con Miguel y Ángel Gil, que estaban proyectando el desarrollo de su propio proyecto vitivinícola. Consideraron que muchos grandes viñedos antiguos de Monastrell en la región estaban siendo subutilizados y que había un enorme potencial para crear excelentes vinos tintos para satisfacer la demanda de vinos de alta calidad, españoles en el mercado americano.

También nos reunimos con Loren Gil, quien se convertiría en el director comercial del proyecto. Proporcionó una excelente traducción al inglés, para que compartir las ideas sobre el enfoque de los vinos que íbamos a elaborar.

Se inspeccionaron muchos viñedos alrededor de Jumilla, que puso de manifiesto el importante potencial para crear un gran vino, (C. Ringland).

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

Ninguna empresa de vinificación puede desarrollarse sin la sólida base de viñedos de gran calidad. De hecho, cuando se analiza la posibilidad de un nuevo proyecto, debe realizarse enteramente sobre la base de los viñedos. La Bodega y la vinificación son

únicamente un simple proceso de traducción de la expresión de la uva.

Al abordar formalmente el establecimiento del nuevo proyecto, únicamente teníamos viñedos. No había Bodega.

Además de realizar la mejor selección de los viñedos, es necesario proporcionar el equipo de vinificación esencial y las técnicas, que ya se habían desarrollado y contrastado en Barossa Valley.

El proyecto se puso en marcha con la primera vendimia, en el año 2002.

4. FILOSOFÍA ENOLÓGICA

La vinificación es a la vez un trabajo y un arte. Vendimiar la uva, un producto de origen natural, y transformarla en vino es el trabajo. La forma en que el enólogo elige transformar la uva, junto con la influencia de los conocimientos enológicos (contexto cultural) sobre el resultado deseado, es el arte.

Históricamente, Jumilla ha tenido la reputación de producir vinos potentes (fuertes). Esto es lo mismo que ocurre en Barossa Valley. Los inviernos son fríos y húmedos y los veranos calurosos y secos.



Figura 1. La selección de viñedos es fundamental para producir vinos de calidad

Al iniciar el nuevo proyecto comprendimos que los viñedos de Bodegas El Nido permitirían producir un vino potente, que fuera capaz de madurar en la bodega por un largo espacio de tiempo. Considerando esta apreciación, decidimos aportar técnicas de vinificación orientadas a mejorar nuestro objetivo.

Una producción limitada en el viñedo es un factor esencial, porque permite obtener uvas más concentradas, que aportan más color y aroma, permitiendo elaborar vinos de gran intensidad, concentración y con un final suave. El método es limitar el rendimiento:

Comenzamos a visitar y evaluar varios viñedos posibles en Jumilla más de un año antes de que decidiéramos comenzar a hacer vino. Conocer el potencial. Pasamos muchos días viajando por los viñedos, evaluando la maduración de la uva. Esto nos permitió seleccionar los viñedos potenciales para que Miguel pudiera negociar la compra de la uva el próximo año. Naturalmente, la variedad Monastrell fue el foco principal, y fue importante conocer las diversas zonas geográficas que rodean a Jumilla (altitud, geografía, suelos, etc.), buscando diversidad de viñedos y complejidad de la expresión de la fruta en el coupage final del vino nuevo.

Otra cuestión esencial es realizar la recolección cuando las uvas hayan alcanzado completamente la maduración. La vendimia es el día más importante del año para el viticultor y el enólogo. La riqueza en azúcar no representa toda la calidad de las uvas, otros componentes enriquecen sus características. Una parte muy importante del color y del aroma se consigue en los últimos días, cuando la intensidad del sol disminuye y se producen diferencias de temperatura entre el día y la noche.

Debido a la edad y el tamaño pequeño de muchos de los viñedos de Monastrell, se considera necesario realizar la vendimia de forma manual para todo el proyecto de Bodegas El Nido, depositando las uvas en cajas de plástico de 20 kg. La lluvia durante los meses de vendimia en Jumilla puede crear muchos problemas de Botrytis en la variedad Monastrell; con la experiencia a lo largo de los años, se ha observado la importancia de clasificar y verificar manualmente todas las uvas antes del estrujado.

5. ESTABLECIMIENTO DE LA BODEGA

La maquinaria empleada para la vinificación que se utiliza habitualmente en Barossa Valley, no requiere de una bodega de grandes instalaciones. De hecho, en Barossa

Valley frecuentemente se realiza la fermentación en el exterior, al aire libre.

La primera vendimia de Bodegas El Nido se elaboró en una vieja bodega abandonada. El antiguo equipo había sido retirado y el edificio era esencialmente una gran nave abierta. Lo único que se necesitaba era un buen suministro de agua, electricidad para hacer funcionar la estrujadora, bombas y prensa, así como una carretilla elevadora.

Debido a la urgencia en instalar la bodega antes de la vendimia del 2002, se decidió fabricar los depósitos para la fermentación en el Sur Australia, donde ya tenían experiencia en su construcción, y enviarlos a España, junto con algunas barricas de roble americano, que interesaba utilizar.

Para la fermentación, se optó por depósitos abiertos de acero inoxidable de poca profundidad, con capacidad inferior a 5.000 Kg de uva. Los fermentadores deben ser de pequeña capacidad por tres razones:

1. Los volúmenes pequeños tienen una mayor relación superficie volumen, por lo que son más fáciles de mantener frescos durante la fermentación inicial.
2. La fermentación con poca profundidad proporciona una mayor superficie de contacto entre el sombrero flotante de orujos y el mosto de uva, mejorando así la suave maceración y extracción de aromas y color de las pieles en el nuevo vino en elaboración.
3. Vinificar un mayor número de pequeñas fermentaciones independientes, que se pueden realizar a partir de un mismo viñedo, proporciona sutiles diferencias entre ellas, creando así una mayor complejidad, cuando los diferentes lotes se unen después del período inicial de fermentación sobre los hollejos.

Después de realizar la supervisión de las uvas en mesa de selección, el objetivo, es despalillar y estrujar ligeramente las uvas; a continuación bombear el mosto directamente a estos fermentadores.

El mosto en fermentación se bombea suavemente sobre el sombrero de los hollejos dos veces al día, para favorecer la extracción del color. Durante la elaboración, se permite que el mosto en fermentación se caliente bastante, también para mejorar la extracción.

La fermentación en contacto con los hollejos se produce únicamente, durante un tiempo corto, sin superar más de siete días en total.

La experiencia como enólogo en Barossa Valley, ayudó en la elección del tipo de levaduras a emplear, porque sabía que algunos de los viñedos de Monastrell alcanzarían un gran potencial de alcohol; teniendo en cuenta nuestro objetivo de elaborar vinos con un gran cuerpo, procedentes de uvas adecuadamente maduras, con crianza en madera durante varios años, es importante emplear una cepa de levadura que fuera capaz de fermentar fácilmente, con buena tolerancia al alcohol y baja producción de acidez volátil.

La adición de nutrientes es recomendada para ayudar a las levaduras durante la fermentación y evitar problemas con los compuestos de sulfuro y los fermentos adheridos, obteniendo con ello resultados muy favorables.

A continuación, el vino nuevo en fermentación se separa de los hollejos, y el orujo se transfiere suavemente (preferiblemente mediante ayuda de palas) a una prensa vertical de jaula. El plato de la prensa se baja dentro de la jaula hasta la superficie de los hollejos, y la presión se aplica suave y lentamente de modo que la presión extraiga el vino sin alterar la integridad de las pieles y las semillas. Esta es la mejor manera de evitar la extracción de taninos duros y astringentes.

El prensado debe ser muy suave, aunque sea muy laborioso. Esta es otra razón por la que es conveniente realizar las fermentaciones en pequeños volúmenes.

La experiencia anterior en Barossa Valley, indica la importancia de utilizar prensas verticales de jaula, para la obtención de vinos tintos potentes, con una estructura rica y suave, y gran potencial de envejecimiento. Es muy importante no extraer excesivamente los taninos de los hollejos de las uvas y de las pepitas.

La presión final del plato no debe exceder 275 Kpa y todo el proceso debe realizarse en unas 6 horas.

El vino escurrido y el vino de la prensa se mantienen separados y se dejan reposar en pequeños tanques durante un día, con el fin de eliminar las lías más gruesas antes de ser trasladados a barricas, donde terminará la fermentación una vez transformado todo el azúcar, desarrollando posteriormente la fermentación maloláctica.

6. EVOLUCIÓN DEL VINO

Para elaborar un vino con un gran cuerpo, capaz de desarrollar adecuadamente una gran crianza, se deben utilizar únicamente barricas nuevas de roble.

Por la experiencia conseguida en Barossa Valley, se optó por emplear barricas de roble americano, tostadas, fabricadas en Barossa Valley, por sus características únicas y su construcción duradera.

Durante la preparación y fabricación de las barricas, el ambiente seco y de baja humedad en Sur de Australia, produce un efecto único en el aroma de los tablonces de roble americano. Se tarda hasta tres años para lograr el nivel de aromatización correcto antes de que se pueda cortar y ensamblar la madera, para formar las barricas.

Este tipo de roble americano produce el compuesto aromático cis-lactona, que tiene un aroma sutil de coco, que combina muy bien con las ricas y especiadas características de las bayas maduras de Monastrell.

Para mejorar el perfil de crianza en roble, se decidió también el empleo de algunas barricas nuevas de roble de diferentes tonelerías francesas.

Los nuevos vinos se ponen en barricas para el desarrollo de una fermentación maloláctica natural. Debido a la fortaleza de los vinos obtenidos, junto con los fríos inviernos de Jumilla, esta tarda a veces, más de un año en completarse.

En junio de 2004, el vino de las barricas de la añada 2002 estaba preparado para su evaluación y elección del primer coupage, y prepararlo para el embotellado. Después de probar todos los grupos de barricas se decidió que se podían crear dos vinos. El vino principal, que debía convertirse en el primer "Clio", combinaría los barriles con viñedos más abiertos en la expresión de las uvas y con una estructura ligeramente más elegante. El coupage final estuvo compuesto por 70% de Monastrell y 30% de Cabernet Sauvignon.

Grandes regiones productoras de vino alrededor del mundo comparten algo en común. Aparte de los factores climáticos, que proporcionan excelentes condiciones de crecimiento para el tipo de uva indígena (o introducida).

Es necesario que exista una diversidad geológica y geográfica de la tierra, para proporcionar una compleja variedad de viñedos.

Un grupo más pequeño de barricas procedía de viñedos con rendimientos más bajos, con más potencia y mayor estructura. Estas fueron seleccionadas para el primer coupage de "El Nido". La composición era una mayor proporción de Cabernet Sauvignon y menos de Monastrell.

De este modo, se puede observar que se había empezado a crear el estilo y la personalidad de ambos vinos. Esto no se decidió por adelantado, era necesario esperar y permitir que los viñedos, las uvas, los vinos elaborados, nos dijeran lo que iba a surgir.

El enólogo puede optar por elaborar un viñedo individual / cuvée varietal, o pueden elaborar vinos de una selección de sub-regiones, sitios y viñedos para crear la combinación más idónea.

Los tipos de barricas a emplear deben ser revisadas frecuentemente, adaptándose a cada variedad de uva y cada expresión del viñedo. Es importante identificar las relación viñedo/barrica, para que podamos seguir usándolas en las añadas futuras, para continuar y confirmar la personalidad del vino.

Naturalmente, el riesgo de fracaso en una vendimia concreta es mucho mayor con el enfoque de un sitio individual.

Otras ventajas del enfoque multi-viñedos son un mayor potencial de complejidad y menor riesgo de pérdida completa, por ejemplo, una violenta tormenta de verano, con granizo.

Tras la experiencia en Jumilla en las últimas 15 cosechas, la complejidad de las subregiones dentro de la DOP proporciona ventajas distintas para el cultivo de la Monastrell. Aparte de las diferencias en la geología, los viñedos maduran a diferentes ritmos, y esto hace que sea más fácil planificar la entrada en la bodega.

También hay algo geográficamente único en Jumilla. Está lo suficientemente lejos del Mediterráneo, hacia el interior, a suficiente altitud para proporcionar un grado de continentalidad al clima, con noches frías, una brisa de las montañas ayudando a mantener las vides y la uva madura libre de enfermedades. La cordillera del Carche ofrece una barrera única, que separa Jumilla del clima costero. Muy a menudo, en las mañanas durante el verano y el otoño se puede ver una acumulación de nubes y niebla en la región de Jumilla, que no se puede producir más al este.

Más que cualquier otra cosa, para hacer un gran vino es necesario tener el deseo y la determinación de crear un gran vino. A muchos viñedos en todo el mundo nunca se les permite lograr su mayor potencial, a menudo debido a la gestión descuidada, reducción de costes o deseo de obtener ganancias a corto plazo.

La uva Monastrell, cuando está completamente madura, tiene taninos que evolucionan de forma elegante en el vino. La ayuda de la suave oxidación proporcionada por pequeños barricas de roble permite crear un vino de extraordinario potencial de envejecimiento.

Grandes, raras botellas de vino viejo no son para ocasiones cotidianas. Sirven como un símbolo de la durabilidad de la unión y la amistad. El vino es uno de los pocos productos naturales del mundo moderno que puede proporcionar esta satisfacción.

Las experiencias de elaboración

En las primeras vendimias se adoptaron las combinaciones más satisfactorias de vinos procedentes de algunos viñedos seleccionados y el tipo de barricas de roble.

Para la elaboración de estos vinos, además de la Monastrell, se eligieron algunos viñedos muy seleccionados de Cabernet Sauvignon, que podrían utilizarse para incrementar la complejidad y el potencial de envejecimiento del vino.

La cosecha del año 2002 fue muy buena en Jumilla y en toda España en general, lo que desde el principio proporcionó una gran oportunidad para contrastar que las uvas maduraban en condiciones ideales en los viñedos que habíamos seleccionado.

La vendimia 2003 fue más compleja, con una maduración más lenta y más lluvias hasta el comienzo de la vendimia. Afortunadamente, las condiciones en Jumilla fueron lo suficientemente buenas como para permitir la adecuada evolución de la Monastrell y la Cabernet Sauvignon, hasta su plena madurez. Y la vendimia se desarrolló con un tiempo en general suficientemente fresco.

Debemos considerar que elaborar una cosecha difícil al principio fue beneficioso, nos enseñó mucho sobre el comportamiento de la uva Monastrell en las diferentes condiciones y por qué ha sido una uva tan importante en esta región mediterránea durante tantos siglos.

7. VINOS INSPIRADORES Y EJEMPLARES. GRANDES VINOS DE MONASTRELL

La uva Monastrell se ha implantado perfectamente en varias regiones alrededor del mundo, las cuales comparten condiciones climatológicas similares a Jumilla y al Sur de España, como se ha expuesto en el capítulo de antecedentes. La variedad Monastrell (Mataro) fue una de las variedades pioneras en Australia, pues se encontraba entre las variedades seleccionadas por James Busby (1831), estableciéndose perfectamente en el Sur de Australia: Barossa Valley, McLaren Vale, Clare Vale y regiones de Riverland.

Existen vinos de Monastrell/Mourvedre/Mataro, que han alcanzado gran renombre internacional (Excelencia, icónicos, Cult wines, etc). Las elaboraciones de Mourvedre del Sur del Ródano, y muy especialmente de Bandol, han ejercido una fuerte inspiración para obtener las mejores cualidades de esta variedad. Los vinos de Domaine Tempier y Chateau Pibarnon son maravillosos ejemplos, y sus vinos son famosos por su longevidad y la gran complejidad que obtienen con el paso del tiempo.

La experiencia adquirida desde 1991 en elaboraciones de mezclas de Mataro con otras variedades (RBJ "theologicum" Grenache-Mourvedre) ha proporcionado un amplio conocimiento de las cualidades de esta variedad. Actualmente en Australia, una nueva generación de enólogos están elaborando vinos Mataro 100%, como Veritas Bull's Blood (Rolf Binder), Tim Smith Wines y Kym Teusner, que alcanzan altas valoraciones en la apreciación de sus cualidades.

Como algunos ejemplos de California incluyen, Bonny Doon Vineyard (Randall Grahm), Alban Vineyards y Sine Qua Non, así como el extraordinario viñedo de Evangelho (Frank Evangelho), en donde también ha colaborado Chris Ringland. El interés por los viñedos viejos de Mourvedre, continúa creciendo en Contra Costa County, en un área al este de San Francisco Bay, en donde aumenta su valoración y la superficie cultivada.



Figura 2. a. Cata para la selección del coupage. **b.** Bodegas El Nido. **c.** Los grandes vinos exigen el trabajo directo y próximo del enólogo

8. Vinos dulces actuales

Mariano López Fernández

*Enólogo Master en Viticultura y Enología
Bodegas Castaño. Yecla*

Pedro José Azorín Soriano

*Enólogo
Bodegas La Purísima. Yecla*

1. ANTECEDENTES

Se considera como vino dulce el que contiene azúcares residuales en cantidad igual o superior a 45 g/l (determinado analíticamente como glucosa más fructosa), exclusivamente como resultado de la fermentación alcohólica parcial, de uva o mosto de uva; es decir, el azúcar debe ser únicamente de origen natural acumulada durante la maduración de la uva.

Este azúcar residual estará presente como resultado de una paralización de la fermentación que ha podido ser inducida porque la elevada concentración de azúcar ha detenido la actividad de las levaduras o por la aplicación de prácticas enológicas (adición de alcohol, frío, etc.)

Para conseguir altos contenidos de azúcar en las uvas pueden aplicarse técnicas especialmente dirigidas a este fin, tanto en el viñedo como sobre la uva vendimiada (OIV, 2016). La adecuada aplicación de ciertas técnicas vitícolas, permiten orientar el desarrollo de las uvas con las características idóneas para la elaboración de vino con

cualidades específicas, orientadas en este caso fundamentalmente a favorecer altos contenidos de azúcar, además de otros factores de calidad, mediante el control del rendimiento y del vigor de las viñas. Esto se puede lograr con la adecuada actuación sobre diferentes factores de desarrollo y prácticas de cultivo, como: suelo y clima, clones, portainjertos, densidad de plantación, así como el modo de conducción del viñedo.

Otras posibilidades para incrementar la concentración de azúcar se basan en las actuaciones realizadas en la uva vendimiada. Estas técnicas, algunas practicadas desde la antigüedad, pueden ser:

- Pasificación natural, al sol o en local protegido y con ventilación natural
- Pasificación con control de las condiciones del aire: caudal, velocidad, temperatura, etc.
- Selección de las uvas, en función del grado de maduración, realizada en campo o en bodega
- Crioselección en el viñedo, en los lugares y épocas en que se produce la congelación de las bayas, con posterior prensado y separación parcial del agua congelada
- Crioselección de las uvas tratadas a temperaturas de congelación en cámaras adecuadas

La elaboración de vinos dulces se realiza desde la antigüedad, tanto por la apreciación de sus características organolépticas, como porque el alto contenido de azúcar y alcohol proporcionaban estabilidad al vino y favorecían su conservación en épocas en que no existían otras técnicas de estabilización que permitieran su adecuado transporte y comercialización. Por ello, las elaboraciones al estilo de los "*vinos griegos*", dulces y aromatizados, eran muy apreciadas tanto en la Grecia antigua como en otros países de la cuenca mediterránea.

Posteriormente; la expansión colonizadora de Europa occidental, con el gran desarrollo de los viajes marítimos, en los que destacó particularmente Inglaterra, promovió el comercio de los vinos producidos en las regiones próximas a los puertos donde tenía establecidas sus bases comerciales y marítimas, como Cádiz, Málaga, Oporto, Madeira, etc. caracterizados por tener un alto contenido en azúcar y alcohol, que en muchos casos se elaboraban con crianza oxidativa en barricas o depósitos de madera.

Los desarrollos de los conocimientos y de las tecnologías han permitido superar

aquella exigencia y permite que las elaboraciones estén fundamentalmente dirigidas por las características organolépticas y la demanda del mercado.

El Reglamento (CE) 607/2009 (Anexo XIV, Parte B) que concreta la diferenciación de los vinos (distintos de los vinos espumosos) en función del contenido en azúcar, expresado en términos de fructosa y glucosa, incluida cualquier sacarosa, establece los siguientes términos:

- Seco: Si su contenido en azúcar no es superior a: 4 gramos por litro
- Semiseco: Si su contenido en azúcar excede el máximo previsto anteriormente pero no excede: 12 gramos por litro
- Semidulce: Si su contenido en azúcar es superior al máximo previsto anteriormente pero no es superior a 45 gramos por litro
- Dulce: Si su contenido en azúcar es igual o superior a 45 gramos por litro

Además de estos contenidos de carácter general, establece ciertas especificaciones sobre los límites en función del contenido de acidez total de los vinos.

Estas diferencias en el contenido de azúcar residual vienen determinadas por la *"fermentación alcohólica, total o parcial"*; además el Reglamento 479/2008 enumera y define los distintos tipos de vino en función de las prácticas enológicas aplicadas para detener la fermentación. En el *"Vino de licor"* se admite la adición de alcohol neutro de origen vínico, destilado de vino o de pasas; pero en el *"Vino de uvas pasificadas"* y el *Vino de uvas sobremaduradas"* se establece que serán elaborados sin aumento artificial del grado alcohólico natural, (Cuadro I).

Por otra parte, el desarrollo de la reglamentación comunitaria del sector vitivinícola, en particular en relación a las denominaciones de origen e indicaciones geográficas protegidas, así como al empleo de los *"términos tradicionales protegidos"* y al etiquetado, debemos destacar los siguientes aspectos:

- El Reglamento (CE) 607/2009, incluye la mención *"vino dulce natural"* reservada a los vinos de licor con denominación de origen protegida, obtenidos a partir de ciertas variedades entre las que se incluye la Monastrell (Reglamento 606/2009, Apéndice 3), de mostos con una riqueza natural inicial en azúcares de 212 g/l como mínimo y obtenidos mediante adición de alcohol, de destilado o de aguardiente.

- El Real Decreto 1363/2011 sobre etiquetado de determinados productos vitícolas, en el Anexo III que recoge las “Menciones relativas a los métodos de elaboración de vinos”, incluye como “Vino Naturalmente dulce”, a los vinos con denominación de origen protegida elaborados sin aumento artificial de su graduación y con el alcohol procedente en su totalidad de la fermentación, con un grado alcohólico volumétrico natural superior a 15% vol. y un grado alcohólico volumétrico adquirido no inferior a 13% vol. Y también a los vinos con indicación geográfica protegida de uva sobremadurada.

2. SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS UVAS

La elaboración de los vinos dulces presenta una primera fase común para todos, que consiste en la selección de las uvas en el campo, con la elección de las parcelas adecuadas, que permitan una buena maduración de las uvas, sin riesgos de alteraciones favorecidas por la climatología o por enfermedades. Generalmente se tiene preferencia por uvas procedentes de viñas muy viejas y de secano, cultivadas por encima de los 500 metros de altitud en las que existe una autorregulación de la producción, que casi siempre es capaz de llegar a su plenitud y mantener la concentración de azúcares, aromas, acidez y polifenoles, que con las adecuadas prácticas de vinificación llegarán a dar esos excelentes vinos.

La vendimia se realiza con las uvas en un estado avanzado de maduración, con contenidos de azúcar superiores a 250 g/l, cantidad que en muchos casos puede superarse ampliamente, siendo superiores a los 300-320 g/l. Una vez que los racimos alcanzan la plena maduración, las pérdidas de agua por evapotranspiración no son compensadas por las aportaciones a través del raspón, por lo que pierden peso, inician la pasificación y la concentración y transformación de sus componentes. Aunque los compuestos fenólicos alcanzan el mayor contenido entorno a la maduración y disminuye ligeramente posteriormente, en las uvas sobremaduras es mayor la capacidad de transferencia de estos compuestos al mosto y al vino, como consecuencia de la mayor actividad de las enzimas sobre las pectinas de la pared celular.

En la recepción en bodega se realiza la selección de la vendimia, desechándose los racimos que no cumplen los parámetros de calidad establecidos; se separan los racimos o partes de racimo defectuosos, así como los granos rotos, podridos o marchitos, así como los restos de hojas, sarmientos, etc., que rebajarían la calidad del vino elaborado.

CUADRO I

Reglamento (CE) No 479/2008 del Consejo de 29 de abril de 2008 por el que se establece la organización común del mercado vitivinícola. - Anexo IV - Categorías de productos vitícolas

Vino de licor

Es el producto:

a) con un grado alcohólico adquirido no inferior al 15 % vol. ni superior al 22 % vol.;

b) con un grado alcohólico total no inferior al 17,5 % vol., con la excepción de determinados vinos de licor con una denominación de origen o una indicación geográfica que figuren en la lista que se adopte con arreglo al procedimiento contemplado en el artículo 113, apartado 2;

c) obtenido a partir de:

- mosto de uva parcialmente fermentado,
- vino,
- una mezcla de esos dos productos, o
- mosto de uva o una mezcla de este producto con vino, en el caso de los vinos de licor con una denominación de origen protegida o una indicación geográfica protegida que figuren en la lista que se adopte con arreglo al procedimiento contemplado en el artículo 113, apartado 2;

d) que tenga un grado alcohólico natural inicial no inferior al 12 % vol., con la excepción de determinados vinos de licor con una denominación de origen o una indicación geográfica protegida que figuren en la lista que se adopte con arreglo al procedimiento contemplado en el artículo 113, apartado 2;

e) al que se hayan añadido:

i) solos o mezclados:

- alcohol neutro de origen vínico, incluido el alcohol producido por destilación de pasas, con un grado alcohólico adquirido no inferior al 96 % vol.,
- destilado de vino o de pasas, con un grado alcohólico adquirido no inferior al 52 % vol. ni superior al 86 % vol.,

ii) así como, en su caso, uno o varios de los productos siguientes:

- mosto de uva concentrado,

- una mezcla de uno de los productos señalados en la letra e), inciso i), con uno de los mostos de uva señalados en el primer y cuarto guiones de la letra c);

f) en el caso de determinados vinos de licor con una denominación de origen protegida o una indicación geográfica protegida que figuren en la lista que se adopte con arreglo al procedimiento del artículo 113, apartado 2, al cual se hayan añadido, no obstante lo dispuesto en la letra e):

i) bien productos enunciados en la letra e), inciso i), solos o mezclados, o

ii) uno o varios de los productos siguientes:

- alcohol de vino o alcohol de pasas con un grado alcohólico adquirido que no sea inferior al 95 % vol. ni superior al 96 % vol.,

- aguardiente de vino o de orujo de uva con un grado alcohólico adquirido que no sea inferior al 52 % vol. ni superior al 86 % vol.,

- aguardiente de pasas con un grado alcohólico adquirido que no sea inferior al 52 % vol. e inferior al 94,5 % vol.,

iii) y, en su caso, uno o varios de los productos siguientes:

- mosto de uva parcialmente fermentado procedente de uva pasificada,

- mosto de uva concentrado obtenido por aplicación directa de calor que se ajuste, exceptuando por esta operación, a la definición de mosto de uva concentrado,

- mosto de uva concentrado,

- una mezcla de uno de los productos señalados en la letra f), inciso ii), con uno de los mostos de uva señalados en el primer y cuarto guiones de la letra c).

Vino de uvas pasificadas

Es el producto:

a) elaborado sin aumento artificial del grado alcohólico natural, a partir de uvas secadas al sol o a la sombra para su deshidratación parcial;

b) con un grado alcohólico total de al menos 16 % vol. y un grado alcohólico adquirido de al menos 9 % vol.

c) con un grado alcohólico natural de al menos 16 % vol. (o un contenido de azúcar de 272 gramos/litro).

Vino de uvas sobremaduras

Es el producto:

a) elaborado sin aumento artificial del grado alcohólico natural;

b) con un grado alcohólico natural superior al 15 % vol.;

c) con un grado alcohólico total no inferior al 15 % vol. y un grado alcohólico adquirido no inferior al 12 % vol.

Los Estados miembros pueden estipular un período de envejecimiento para este producto.

3. DESPALILLADO Y ESTRUJADO

Después de la selección se efectúa el despalillado separando el raspón, operación que evita, en el vino elaborado, la presencia de aromas herbáceos y sensaciones de astringencia en boca. A continuación se realiza un estrujado suave, para favorecer el inicio de la fermentación y la extracción de los compuestos presentes en los hollejos.

4. ENCUBADO Y MACERACIÓN

A continuación se introduce la vendimia en depósitos de acero inoxidable de 15.000-20.000 l de capacidad, realizando un estrecho control de su evolución para que se desarrolle a temperaturas moderadas, entre 23 -25° C, con objeto de conservar mejor las sustancias aromáticas.

En la elaboración, es frecuente someter la vendimia a una maceración pre-fermentativa con los hollejos en depósito frío, para potenciar la extracción de pigmentos y aumentar la intensidad de color y cuerpo del vino elaborado. Al mismo tiempo, permite enriquecer el perfil aromático por la potenciación de los aromas varietales.

5. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

Una vez realizada la selección y transcurrida la maceración pre-fermentativa, en los casos en que se realiza, debe iniciarse la fermentación alcohólica. Con las condiciones de cultivo, con condiciones ambientales muy secas y con muy escasos tratamientos fitosanitarios en el viñedo, las uvas vendimiadas poseen una rica flora de levaduras autóctonas, que permiten el desarrollo efectivo de la fermentación que aportarán las peculiaridades específicas de la variedad, terreno y modo de elaboración.

En algunos casos se pueden utilizar levaduras seleccionadas que aportarán las características propias de esa selección; debido a la elevada riqueza en azúcar de estos mostos.

La vinificación de estos mostos con altas concentraciones de azúcar puede provocar el retraso en el inicio y lento desarrollo de la fermentación, así como detención anticipada de las mismas; por ello, además de considerar los aportes de las levaduras respecto a las características organolépticas del vino, se deben seleccionar por su

resistencia a los altos contenidos de azúcar en el mosto, así como por su capacidad de transformación en alcohol.

Con ligeras diferencias entre las elaboraciones realizadas por cada enólogo o las diferentes bodegas, o en función de las condiciones de cada vendimia, la etapa de fermentación alcohólica tiene una duración de 2-3 semanas, periodo durante el que se realizan remontados, para favorecer la extracción de los polifenoles de los hollejos.

6. PARADA DE LA FERMENTACIÓN

Esta es la fase de elaboración que marca las diferencias entre ambos tipos de vinos: "*Vino Naturalmente Dulce*" y "*Vino Dulce Natural*".

Vino naturalmente dulce

Para la elaboración de *vinos naturalmente dulces*, se parte de uvas sobremaduradas, elegidas en función de las condiciones agroclimáticas del cultivo y de los objetivos y preferencias de vinificación. Los parámetros analíticos, por término medio, pueden ser:

- Azúcares: 250 - 320 g/l
- Densidad: 1108 - 1130
- °Bé: 14.0 - 16.6
- Acidez Total: 4.0 - 6.0 g/l (Ac. tartárico)

Las condiciones climatológicas durante la época de maduración y vendimia en las zonas de cultivo de la variedad Monastrell, permite obtener uvas sobremaduradas con estas características, de alta calidad, sin necesidad de realizar tratamientos posteriores a la vendimia para incrementar la concentración de azúcares.

La fermentación alcohólica se debe desarrollar a temperatura moderada hasta alcanzar el equilibrio deseado entre el contenido de azúcar residual y el alcohol formado; una vez alcanzadas las características deseadas en el desarrollo de la fermentación, sin que los mostos hayan desarrollado totalmente el proceso de transformación del azúcar en alcohol, es necesario que se interrumpa para mantener la adecuada ar-

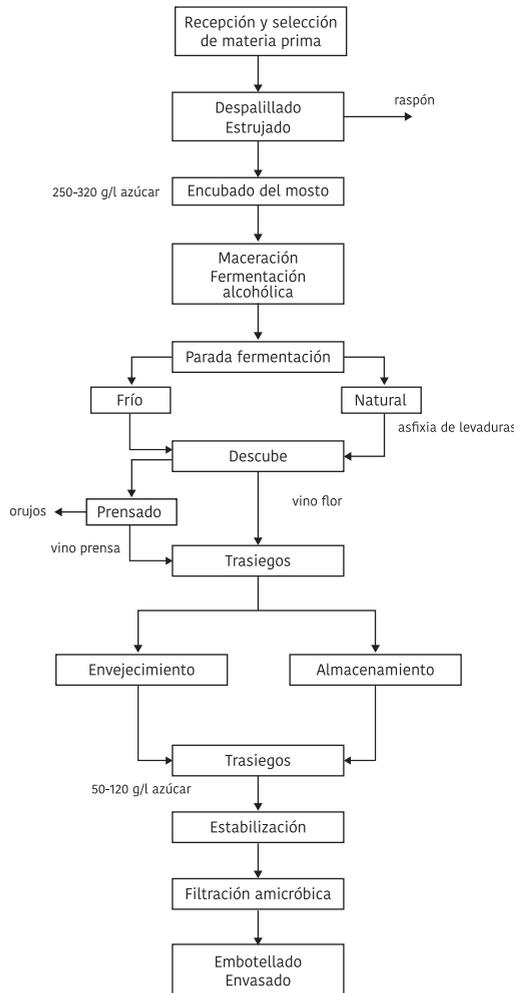


Figura 1. Esquema de vinificación del Vino Naturalmente Dulce

monía entre el dulzor y aroma vínico y de contenido en extracto. Como valores orientativos podemos indicar que la fermentación se detiene cuando el vino ha alcanzado al menos 12,5 % de alcohol, manteniendo un contenido de azúcar residual superior a 110 g/l.

La inhibición de la fermentación puede producirse de forma natural, al paralizarse la actividad de las levaduras como consecuencia de la combinación de los altos contenidos de azúcar y alcohol, que frenan su desarrollo; no obstante, para garantizar la estabilidad de estos vinos, es conveniente la aplicación de las técnicas enológicas apropiadas, como los trasiegos periódicos y favorecer la decantación natural, para eliminar las sustancias sólidas en suspensión y reducir la presencia de levaduras, acción que se puede favorecer con la adición de sustancias que hacen precipitar las partículas en suspensión, como bentonita (5-12 g/Hl) o gelatina (5-6 g/Hl).

Las características organolépticas y la calidad del vino obtenido están fuertemente determinadas por la elección del momento en que se detiene la fermentación, ya sea de forma natural o por decisión del enólogo; además es necesario controlar que la paralización del proceso fermentativo es real y efectiva, que no continúa lentamente de un modo que podríamos denominar *oculto*.

Vino dulce natural

Las primeras etapas de la elaboración son similares a las que se desarrollan en la vinificación de los *vinos naturalmente dulces*; la diferencia se establece en las técnicas utilizadas para la paralización de la fermentación alcohólica. En los vinos dulces naturales la actividad de las levaduras se detiene por la adición de "alcohol neutro de origen vínico", de acuerdo con el Reglamento (CE) No 479/2008. Esta adición se realiza a partir del momento en que debido a la actividad de las levaduras, propias de la vendimia o seleccionadas, el grado alcohólico ha alcanzado el 5.0–7.0 %. Con esta aportación se eleva el contenido en alcohol hasta 15.0–16.0 %.

La paralización de la fermentación alcohólica puede realizarse tanto sobre el mosto-vino después de realizar el descube y el prensado de los hollejos, o bien se agrega el alcohol y se prolonga la maceración con los hollejos durante 2-3 semanas, que permiten obtener vinos con más color y extracto, que admiten un mayor envejecimiento.

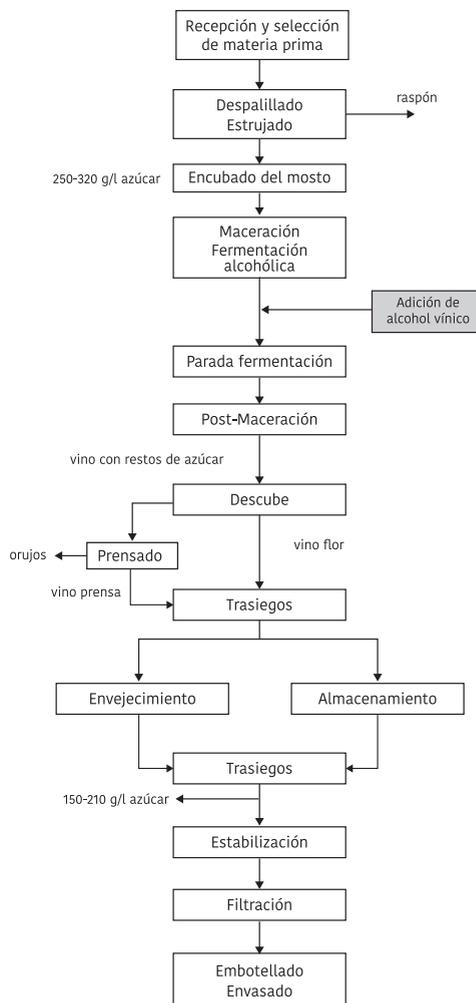


Figura 1. Esquema de vinificación del Vino Dulce Natural

7. DESCUBE Y TRASIEGOS

A continuación, antes de separar los hollejos, se puede realizar una maceración en frío, a 14–15° C, durante un plazo que se prolongará durante el tiempo deseado, que normalmente puede alcanzar 15–16 días. De éste modo se consigue una mayor

extracción de pigmentos y extracto, que realizada adecuadamente permite obtener vinos de más larga vida y que opcionalmente podrán someterse a un tiempo de crianza en madera.

A continuación se realiza una etapa de estabilización en depósitos de acero inoxidable a baja temperatura, para favorecer la decantación de las partículas sólidas, clarificación que se favorece con la adición de bentonita o gelatina.

8. ENVEJECIMIENTO, ESTABILIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO

La terminación del vino se puede complementar con la permanencia en *barricas, normalmente de varios años*, para limitar la aportación de aromas de la madera y preservar el carácter afrutado de estos vinos. Las posibilidades de estabilización y almacenamiento son muy amplias, en función de los objetivos buscados respecto a las características del vino y de la evolución de cada cosecha.

El vino obtenido puede permanecer durante algún tiempo en barricas de diferente origen y cualidades, lo que se aplicará a todo el vino elaborado o únicamente una fracción del mismo, conservarse en depósito refrigerado o embotellarse directamente. La estabilización puede prolongarse, ya sea en depósito refrigerado o en la botella durante un tiempo más o menos amplio, que puede llegar a varios años, antes de su comercialización.

Realizados los controles y tratamientos necesarios obteniéndose vinos dulces que pueden tener las siguientes características:

- Grado alcohólico adquirido: 12.5 – 17.0
- Grado alcohólico total (%): 18.0 – 28.0
- Acidez total en ácido tartárico (g/l): 4.0 – 6.0
- Densidad (g/ml): 1.020 – 1.070
- pH: 3.5 – 3.8
- Sulfuroso total (mg/l): 100 – 150
- Azúcares totales (g/l): 100 - 190

Vinos dulces actuales

En función del manejo de las condiciones del proceso de vinificación se obtendrán vinos de estilos diferentes, según el procedimiento empleado en los que se han sustituido las opciones tradicionales de envejecimiento oxidativo, por las opciones de vinos en los que se respetan los aromas y sabores afrutados.

REFERENCIAS

OIV – 2016. Código Internacional de Prácticas Enológicas. Edición 06/2016. OIV - 18, Rue D'Aguesseau - 75008 Paris. (www.oiv.int)

Real Decreto 1363/2011, de 7 de octubre (BOE 01/11/2011), por el que se desarrolla la reglamentación comunitaria en materia de etiquetado, presentación e identificación de determinados productos vitivinícolas.

Reglamento (CE) N° 606/2009 de la Comisión de 10 de julio de 2009, que fija determinadas disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) no 479/2008 del Consejo en lo relativo a las categorías de productos vitícolas, las prácticas enológicas y las restricciones aplicables (L 193/1-24.7.2009).

Reglamento (CE) No 607/2009 de la Comisión de 14 de julio de 2009 por el que se establecen determinadas disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) no 479/2008 del Consejo en lo que atañe a las denominaciones de origen e indicaciones geográficas protegidas, a los términos tradicionales, al etiquetado y a la presentación de determinados productos vitivinícolas. (L 193/60 – 24.7.2009).

9. Los vinos espumosos de Monastrell

Juan Miguel Benítez

Enólogo

Bodegas Alceño. Jumilla

Fernando Riquelme

Dr. Ingeniero Agrónomo

1. INTRODUCCIÓN

La producción de gas durante la vinificación es una simple consecuencia de la propia fermentación alcohólica, en la cual las levaduras transforman fundamentalmente el azúcar en alcohol etílico y anhídrido carbónico. A lo largo de la historia, se han conocido y consumido vinos con un cierto contenido de gas como resultado del proceso de elaboración, cuando en el vino elaborado han quedado cantidades de azúcar que continuarán su transformación y que por las condiciones de almacenamiento (envases, temperatura, tiempo) han conservado parte del gas que se desprenderá en forma de burbujas en el momento de servirlo y consumirlo.

Este tipo de elaboración fue perfeccionado en la región de Champagne a finales del siglo XVII por Pierre Perignon, monje de la Abadía Benedictina de Hautvillers; a él se debe el estudio y mejora de la elaboración de estos vinos, introduciendo dos importantes innovaciones: el tapón de corcho y la botella de vidrio resistente a la presión interior. Al mismo tiempo modifica y perfecciona el ensamblaje, a través de la selección de las uvas para obtener los vinos más equilibrados.

El Reglamento (CE) No 479/2008 del Consejo, considera como **vino espumoso** el producto: obtenido mediante primera o segunda fermentación alcohólica de uvas frescas, de mosto de uva o de vino; que al descorchar el envase, desprende dióxido de carbono procedente exclusivamente de la fermentación y que a 20° C en envases cerrados alcanza una sobrepresión debida al dióxido de carbono disuelto, igual o superior a 3 bares y que el grado alcohólico volumétrico total del vino base destinado a la elaboración es de 8,5 % vol. como mínimo¹, cuyas prácticas enológicas autorizadas, así como las restricciones aplicables están contempladas en el Reglamento (CE) No 606/2009 de la Comisión. Este Reglamento define asimismo las prácticas enológicas autorizadas y restricciones aplicables a los vinos espumosos, a los vinos espumosos de calidad y a los vinos espumosos de calidad de tipo aromático.

Además, con el fin de preservar las características especiales de calidad de los vinos, las denominaciones de origen o indicación geográfica, pueden desarrollar y aplicar normas de elaboración y calidad más estrictas.

La producción de vinos espumosos ha experimentado un constante crecimiento en los últimos años, que ha representado un incremento del 40 % entre 2003 y 2013, alcanzando un volumen de 17'6 mhl, mientras que para los vinos tranquilos, este aumento ha sido únicamente del 7 %. Cinco países producen el 74 % del vino espumoso: Francia (20 %), Italia (18 %), Alemania (15 %), España (10 %) y Rusia (10 %), aunque la producción está experimentando un intenso proceso de diversificación, con importantes incrementos en Rusia, USA, Ucrania, Argentina, Hungría y Brasil, (OIV's Focus, 2014).

Por todo ello, entre los vinos espumosos podemos encontrar una amplia gama, definiéndose características específicas según los sistemas utilizados para obtenerlos, regiones de producción, denominaciones o apelaciones de origen y uvas empleadas. Esto hace que marquen grandes diferencias entre ellos, pero presentan un denominador común, el gas carbónico es de origen natural y procede exclusivamente de la primera fermentación o la fermentación de un vino base.

El procedimiento tradicional se perfeccionó con el transcurso de los años y se implantó en la mayor parte de las zonas vitivinícolas del mundo; método que se

¹ Para el Vino espumoso de calidad la sobrepresión debida al dióxido de carbono disuelto debe ser igual o superior a 3.5 bares; y el grado alcohólico volumétrico total del vino base debe ser del 9 % vol. como mínimo; así mismo, para los vinos base destinados a la elaboración de vinos espumosos de calidad de determinadas denominaciones de origen protegida, se establecen exigencias específicas respecto al grado alcohólico volumétrico.

realiza esquemáticamente con las siguientes etapas: preparación del vino base, la segunda fermentación en botella, removido, conservación en rima y “en punta”, eliminación de heces, adición del licor de expedición y conservación. Posteriormente se han desarrollado variaciones como el método de trasvase, el Granvas y el método continuo o ruso, orientados a reducir los costes de elaboración, pero que no han logrado alcanzar el prestigio del método clásico.

Un reducido número de países, regiones y variedades engloban la mayor parte de la producción, entre las que podemos destacar:

- **Francia:** Champagne representa el 15% de la producción mundial de vino espumoso, donde las variedades fundamentales son: Pinot Noir, Pinot Meunier y Chardonnay. Los Crémant d´Alsace, Bourgogne, Limoux y Loire, elaborados con: Pinot Blanc, Pinot Noir, Pinot Gris, Chardonnay, Chenin, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, ...
- **Italia:** Prosecco elaborado con la variedad Glera y Asti Spumante, con la variedad Moscato Blanco.
- **Alemania:** Sekt, elaborado con Riesling, Pinot Noir, Pinot Gris, Pinot Blanc, Chardonnay, ...
- **España:** Cava, con una producción de 1'82 mhl, representa el 98'8 % (Mapama, 2016), de los espumosos elaborados en España, tiene como variedades principales: Macabeo, Xarel Lo, Parellada y Chardonnay.
- **Rusia:** que experimenta un intenso incremento en su producción, destaca con las variedades: Chardonnay, Riesling, Sauvignon Blanc.

2. EL ESPUMOSO DE MONASTRELL

Aunque tradicionalmente la producción de vinos espumosos se ha realizado con un núcleo específico de variedades cultivadas en cada una de las regiones, cada vez son más las producciones de vinos espumosos elaborados con el objetivo de enriquecer la oferta y valorizar las cualidades de las variedades autóctonas de cada zona. En esta línea de desarrollo, junto a las variedades tradicionales, principales o autorizadas, existen otras variedades que poseen muy buenas características y que adecuadamente vinificadas proporcionan vinos espumosos de calidad con características específicas (identidad propia) y calidad. Algunas de estas variedades corresponden a

nuevos ensayos, mientras que otras están consideradas como secundarias o complementarias de las consideradas principales.

En España, la variedad Monastrell está específicamente autorizada para la elaboración de vinos espumosos en diversas denominaciones de origen, como Alicante, Catalunya, Cava, Valencia, etc. con la que se pueden elaborar los diferentes tipos de vino espumoso: blanco, rosado y tinto. La mayor parte de los espumosos comercializados, tanto en vinos rosados como en elaboraciones en blanco (blanc de noirs) se presentan en combinación con otras variedades, como Pinot Noir, Garnacha, Trepát, Xarel·lo, combinaciones en las que Monastrell no es la variedad principal; pero son escasos los vinos espumosos elaborados exclusivamente con Monastrell.

Desde hace años crece el interés de los elaboradores de vino espumoso por el empleo de esta variedad, debido a su demanda en el mercado y a sus posibilidades de diversificación por las cualidades enológicas y organolépticas. Por otra parte, la evolución de la demanda de vinos rosados se suma como coadyuvante en las posibilidades de desarrollo, que enriquece la diversidad de la oferta de los vinos espumosos.

La variedad de la uva y sus cualidades enológicas es un factor fundamental en las características y la calidad de los vinos, que se expresará con el correcto cultivo y elaboración, atendiendo a las peculiaridades de la Monastrell.

3. LA PRODUCCIÓN DE LAS UVAS DE MONASTRELL

La elaboración de espumosos rosados de la variedad Monastrell representa abordar una nueva estrategia de mercado en la industria enológica basada en la diversificación de la producción de vino espumoso rosado, poco desarrollada y que ofrece amplias posibilidades por las cualidades de esta variedad.

La elaboración de los vinos espumosos de Monastrell se debe realizar a partir de un vino base con una acidez relativamente alta y graduación alcohólica moderada; deben ser vinos frescos en boca y ricos en aromas afrutados y sutiles. Para alcanzar estos objetivos se deben seleccionar las parcelas de alto rendimiento, localizadas en zonas frescas, evitando una fuerte maduración de las uvas, dirigiendo el control y manejo de su cultivo a lograr las características deseadas para este tipo de vinificación.

Es ampliamente conocido que la variedad Monastrell muestra diferentes caracterís-

ticas en función de la localización de las parcelas, influido por las características particulares del suelo y de la climatología local. No existe una amplia experiencia sobre las cualidades de los clones de Monastrell orientados a la elaboración de vinos espumosos, pero el rendimiento y la composición de la uva están influenciados por el clon empleado en el viñedo. Como norma general se deben utilizar los clones que aporten mayor acidez, mayor rendimiento y menor contenido de antocianos y taninos (Jones et al., 2014).

La vendimia debe realizarse tempranamente, para conseguir un pH bajo y alta acidez, pues en caso contrario se obtendrían vinos saturados en aromas de fruta y con menor complejidad aromática, pero si la recolección se anticipa demasiado, producirán vinos con intensas notas herbáceas. Además, en un estudio realizado con variedades blancas (Macabeo, Xarel. lo, Parellada and Chardonnay), se indica que adelantar la fecha de vendimia puede mejorar las características de la espuma del vino espumoso, circunstancia que parece comprobarse también en los vinos espumosos rosados de Monastrell (Esteruelas et al., 2015).

Romero y col. (2015) en ensayos con la variedad Monastrell en Jumilla (Murcia), realizados para comparar la eficiencia de las dosis y tratamientos de riego, han comprobado que en los viñedos con mayor producción en la vendimia, las uvas tenían mayor acidez total y mayor nivel de antocianos totales, con menor Intensidad de Color.

4. ELABORACIÓN DEL VINO BASE

Como se ha indicado, la elaboración del vino base se debe realizar a partir de uvas vendimiadas cuando han alcanzado la madurez o un poco anticipadamente. La ven-

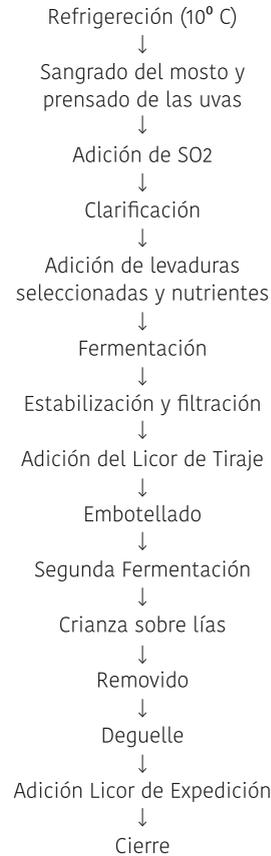


Figura 1. Etapas de producción de vino fermentado en botella

dimia, el transporte y las operaciones de prensado y sangrado deben efectuarse con el máximo cuidado para evitar defectos de amargor, aroma vegetal y oxidaciones. Los parámetros recomendables de maduración, para vendimiar las uvas destinadas a la elaboración de vinos espumosos rosados de Monastrell son: °Baumé (12'0 - 12'5), acidez total (5'5 - 5'6 g/l) y pH (3'30 - 3'45).

La vendimia debe realizarse prestando la mejor atención, preferiblemente en cajas, con un rápido transporte a la bodega, realizando a la recepción una ligera aplicación de sulfuroso (6'0 g/Hl), sometiéndola a continuación a refrigeración (10° C).

¿Se trabaja con racimos enteros o con estrujado previo?

La extracción del mosto se realiza preferentemente mediante sangrado, con el que se logra la máxima calidad y posteriormente mediante un prensado suave y progresivo, con 1'2 kg como presión máxima.

Se puede realizar el prensado suave de los racimos enteros para evitar la extracción excesiva de antocianinas, que implicaría una intensa transferencia de pigmentos desde los hollejos al mosto. Se deben utilizar prensas neumáticas o verticales; las más adecuadas son las prensas neumáticas. El empleo de presión elevada favorece la oxidación, el pardeamiento y la pérdida de color en los vinos, así como afectar a la formación de espuma del vino terminado.

Las características principales que deben tenerse en cuenta en la vinificación del vino base son:

1. Graduación alcohólica final moderada, que permita una adecuada toma de espuma: 11'5 %, como máximo.
2. Acidez relativamente elevada, 6'0-7'0 g/l para proporcionar una adecuada sensación fresca en boca, así como hacer posible un largo envejecimiento potencial. Para lograrla, en las zonas cálidas de cultivo de la Monastrell, la vendimia se realiza antes de que la uva llegue al grado de maduración apropiado para los vinos tintos.
3. Reducir al mínimo la maceración del mosto con los hollejos, para obtener vino base poco coloreados, nada tánicos y en consecuencia poco oxidables.

Fermentación del mosto para obtener el vino base

La práctica habitual en la elaboración de los vinos espumosos, blancos, rosados y blanc de noir, es realizar la “vinificación en virgen”, únicamente se realizaría la vinificación en presencia de los hollejos para la elaboración de los vinos espumosos tintos.

El mosto debe acondicionarse adecuadamente para el correcto desarrollo de la fermentación, mediante acidificación, aplicación de enzimas, desfangado, trasiegos, adición de levaduras y nutrientes.

En la actualidad se pueden encontrar en el mercado levaduras que utilizadas en la fermentación de los vinos base consiguen que no aumente excesivamente la graduación alcohólica a partir del contenido de azúcar de la uva. Deben ser levaduras que en la fermentación produzcan compuestos que ayudan a suavizar los vinos en el paladar por la aportación de ácidos grasos, manoproteínas y glicerina.

Acidificación

La acidificación del mosto se debe realizar por adición de ácido tartárico, como máximo con 1'5 g/l, (Kemp et al., 2015).

Enzimas pectolíticas, desfangado, trasiegos

En las operaciones previas a las elaboraciones de vinos rosados presenta gran interés la aplicación de enzimas dirigidas a lograr preferentemente algún objetivo tecnológico concreto, aunque las preparaciones enzimáticas pueden mostrar actividades diversas, pero con diferencias cuantitativas. En la elaboración del vino base, la elección debe estar orientada a facilitar la extracción durante el sangrado y acortar los ciclos de prensado, así como facilitar la clarificación y reforzar el perfil aromático de los vinos. Después del tratamiento enzimático se realizarán el desfangado y trasiego, que proporcionarán un mosto sin partículas en suspensión y evitará la turbidez y el desarrollo de olores y sabores inadecuados.

Adición de nutrientes y levaduras

Para la multiplicación y desarrollo de las levaduras es necesario que el mosto tenga el nivel conveniente de nutrientes, fundamentalmente nitrógeno asimilable, pues puede presentar deficiencias motivadas por las condiciones de cultivo o por las propias técnicas de vinificación. En la elaboración del vino base, rosado de Monastrell, es necesario complementar el contenido de estos nutrientes para asegurar el desarrollo de la fermentación alcohólica; por otra parte son precursores de los compuestos aromáticos e influyen en la calidad de la espuma del vino espumoso. Esta adición se debe realizar en forma de nitrógeno asimilable por las levaduras, normalmente en forma de amonio y aminoácidos, como fosfato diamónico, complementado por tiamina y *cortezas de levaduras*, que aportan factores esenciales para el crecimiento y la actividad de las levaduras.

Realizar la fermentación con una determinada cepa de levadura producirá vino base con cualidades enológicas específicas que fijaran las características finales del vino espumoso, efecto que también puede estar condicionado por otros factores enológicos. En la actualidad la mayoría de los enólogos utilizan cepas de levaduras seleccionadas en función de los objetivos de cada vinificación. Considerando las características de los mostos de Monastrell, las levaduras se deben seleccionar con reducida capacidad de transformación del azúcar en alcohol, rápido inicio de entrada en fermentación y con alta aptitud que mantengan y potencien el carácter de esta variedad (Torrens et al., 2008).

La fermentación se realizará en depósitos con óptimas condiciones de limpieza, con control de temperatura para que se desarrolle a 14-16 ° C.

Fermentación maloláctica

La fermentación maloláctica únicamente se realiza en los vinos que tengan una acidez elevada, pero en las condiciones de cultivo de la Monastrell y su vinificación del sureste de España, zona en donde está más ampliamente implantada, no se considera necesaria.

5. EMBOTELLADO Y SEGUNDA FERMENTACIÓN

Datos analíticos exigidos para los vinos base

Las características que debe cumplir el vino base son:

- Graduación alcohólica: 10'0 - 11.0 %
- Acidez total (Ac. Tartárico): 5'5 – 6'0 g/l
- Acidez volátil (Ac. Acético): < 0.60 g/l
- Anhídrido sulfuroso: < 140 mg/l
- pH: 2.8-3.3

Para un eficaz desarrollo de las levaduras y facilitar su actividad es necesario establecer condiciones más favorables, que se consiguen con la adición del Licor de Tiraje (Borrull et al., 2015), que se prepara como pie de cuba para el desarrollo de la segunda fermentación en las botellas.

Antes de ser embotellado, el vino base debe estar perfectamente limpio y estabilizado frente a precipitaciones tartáricas y proteicas, pues una vez introducido en la botella no se podrán realizar tratamientos. La estabilización se realiza disminuyendo la temperatura del vino base por debajo de 0° C y posterior filtrado del vino, junto con la adición de estabilizantes para prevenir la formación de cristales de sales de tartárico.

El licor de tiraje debe contener azúcar suficiente para que en la fermentación se produzca CO₂ suficiente para generar una presión de 5-6 bares, de modo que después de la operación de degüelle la presión final en las botellas sea de 3'5-4'0 bares.

La composición del licor de tiraje incluye: vino base, levaduras seleccionadas, activadores de la fermentación, junto con el azúcar indicada (20-25 g/l). Además se deben añadir clarificantes (bentonita), para facilitar una buena floculación y compactación de las lías durante la crianza en las botellas, se logre la formación de espuma de calidad y se facilite la separación de las lías en la operación del degüello.

Las levaduras que se añaden con el Licor de Tiraje, para la segunda fermentación deben tener buena capacidad para multiplicarse y desarrollar la fermentación a baja

temperatura (12-15° C) y alta presión (6 bares), resistencia al alcohol, CO₂ y SO₂, así como bajos niveles de pH. Además es conveniente que muestren una moderada aptitud para la transformación en alcohol, para limitar el incremento a 1'0-1'5 %, así como para la total fermentación del azúcar. Finalmente, es importante su capacidad para inducir el proceso natural de autólisis, así como de floculación y aglomeración, sin adherencia al cristal de la botella.



Figura 2. Botellas cerradas con tapón corona

Desarrollo de la segunda fermentación

Para el desarrollo de la segunda fermentación, las botellas se cierran con tapón corona, insertando debajo un pequeño cilindro de plástico (bidule), donde las lías se acumularán para facilitar su eliminación.

La fase fundamental (más intensa) de esta 2ª fermentación se desarrolla durante los 20-30 días iniciales, controlando adecuadamente la temperatura (14-17° C), pues la temperatura inferior a 10° C se produce una toma de espuma difícil y por encima de 20° C, se incrementa la mortalidad de las levaduras.

Crianza sobre lías

A partir de este momento las botellas permanecen en la fase de rima, conservándolas a temperatura alrededor de 15° C para que la fermentación sea lenta y se consiga una buena integración de la burbuja, proceso que puede durar hasta 2 meses, pero para lograr la adecuada integración de las burbujas, estabilidad de la espuma y proporcionarles mejor estructura, cuerpo y complejidad aromática, el tiempo total de permanencia en botella debe prolongarse al menos durante nueve meses.

Removido. Degüelle y adición del Licor de Expedición

Tras la fermentación de rima hay que proceder a eliminar las lías y para ello pasan las

botellas a posición vertical, esto se realiza con una serie de movimientos para conseguir que las lías se depositen en el cuello, a esta fase se le llama fase de pupitre, que son los elementos tradicionalmente utilizados con este objetivo, aunque actualmente el proceso se emplean sistemas mecanizados que realizan el proceso automáticamente (*giropalets*).

Posteriormente se realiza el degüelle para la eliminación de los sedimentos del cuello de la botella; se congela el vino situado en el cuello de la botella y al retirar el tapón corona, los sedimentos salen por la presión ejercida por el anhídrido carbónico. A continuación se procede al rellenado con el licor de expedición, que definirá la calidad y características específicas finales del vino espumoso.



Figura 3. Botellas en rima, para el desarrollo de la segunda fermentación



Figura 4. Botellas en la tradicional fase de pupitre

6. LOS ESPUMOSOS TINTOS DE MONASTRELL

Tradicionalmente la elaboración de los vinos espumosos se realiza por vinificación de variedades de uvas blancas o mediante el sistema "*blanc de noir*" de variedades tintas y mediante la producción de vinos espumosos rosados, mientras que las elaboraciones en tinto han sido muy reducidas.

Esta orientación de las elaboraciones la podríamos justificar en la tradición, pero también puede tener su origen en las dificultades que presenta la elaboración del espumoso a partir de un vino base tinto. Los compuestos fenólicos presentes en este tipo de vinificación dificultan el inicio de la segunda fermentación en botella; además afectan a las características de la espuma, con probable influencia en la generación espontánea y explosiva durante el degüelle o en el descorchado del vino por el consumidor (*gushing*).

Sin embargo la producción de vino espumoso tinto ha sido una constante a lo largo de la historia, tanto con algunas de las variedades utilizadas en las elaboraciones tradicionales, como con otras diferentes; de este modo son muchas las referencias conocidas de este tipo de vinos: y en los últimos años se ha incrementado el interés por ellas, siguiendo el método tradicional, con el objetivo de presentar innovaciones y ampliar la oferta con variedades tintas, como: Pinot Noir, Cabernet Sauvignon, Merlot, Shiraz, Tempranillo (Tinta Roriz), Garnacha, Monastrell, Baga, Touriga Nacional, Castelhao, Lambrusco, etc. Así la dispersión geográfica es amplia, se ha extendido por todo el mundo, con producciones y demandas crecientes, tanto en Europa como en USA, Australia y Asia.

El vino espumoso tinto que más ha destacado y probablemente de mayor producción es el *Sparkling Shiraz*, con un estilo característicamente australiano que comenzó a elaborarse en las últimas décadas del siglo XIX, adquiriendo gran popularidad y creciente mercado, comercializándose inicialmente con la denominación "*Sparkling Burgundy*" aunque posteriormente debió abandonar aquella designación.

Estos vinos que en las primeras etapas eran tintos espumosos dulces, que combinaban los sabores de frutas con las grandes burbujas, de igual modo que en California, han evolucionado a vinos más secos, complejos, gracias a la cuidadosa aplicación del método tradicional y a las largas crianzas que les aporta cremosidad y la finura e integración de las burbujas. Se elabora con distintas variedades, aunque actualmente la predominante es la Shiraz, que presenta un intenso color rubí, gran complejidad aromática, equilibrio en taninos y acidez que combinan perfectamente con diferentes comidas (Riquelme, M.T., 2012). Las características de los vinos *Sparkling Shiraz* difieren ampliamente de los espumosos tradicionales europeos (Champagne, Cava, etc); tienen graduación alcohólica superior (13'0 – 14-5 %), respecto al contenido en azúcar se ha reducido en las elaboraciones de los últimos años, con valores que los sitúan en la categoría de secos o incluso brut (valores de 15-25 g/l) y crianza en botella muy prolongada, siendo habituales 12, 24, 36 meses o superiores (Stelzer, 2017).

En España la producción de vinos espumosos tintos se ha abordado con diferentes variedades, con múltiples trabajos orientados a determinar las mejores características de las uvas, así como perfeccionar la aplicación de las técnicas enológicas en la elaboración de este tipo de vinos, como Garnacha, Monastrell, Tempranillo y Trepát (Martínez, 2015; Kemp et al., 2015; Girbau et al., 2002a; Girbau et al., 2002b).

Diferentes bodegas han emprendido la elaboración de vinos espumosos de Monastrell, con el objetivo de valorizar las cualidades de esta variedad, ofreciendo innovaciones y diversidad, como muestran las características de los diferentes vinos, que abarcan rangos amplios tanto en su graduación alcohólica (10'0 - 13'0 %) como en el contenido en azúcar (20'00 - 32'0 g/l). Asimismo la apreciación organoléptica nos ofrece características diversas en unos casos son vinos ligeros, sabrosos, incluso dulces, con aromas de fruta madura (cereza, ciruela, mora, guinda), mientras que otros se presentan secos, potentes, con recuerdos de especias, tomillo, higos. Respecto a las características de las burbujas podemos observar desde una producción rápida y potente, casi explosiva, a otros vinos en que se presenta más pausada, continua y fina.

La riqueza de posibilidades de estas elaboraciones, como en todos los vinos, permite seleccionar las características en función de los deseos del enólogo, de la bodega, definiendo el *vino objetivo*, en función de la intención y de su aceptación en el mercado.

REFERENCIAS

- Borrull, A., Poblet, M. and Rozés, N. (2015). New insights into the capacity of commercial wine yeasts to grow on sparkling wine media. Factor screening for improving wine yeast selection. *Food Microbiology* 48: 41-48.
- Esteruelas, M., González-Royo, E., Kontoudakis, N., Orte, A., Cantos, A., Canals, JM. and Zamora, F. (2015). Influence of grape maturity on the foaming properties of base wines and sparkling wines (Cava). *J Sci Food Agric* 2015; 95: 2071-2080.
- Girbau-Sola, T., López-Barajas, M., López-Tamames, E. and Buxaderas, S. (2002a). 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. and Buxaderas, S. (2002b). Foam Aptitude of Trepát and Monastrell Red Varieties in Cava Elaboration. 1. Base Wine Characteristics. *J. Agric. Food Chem.* 50, 5596-5599.
- Jones, J. Kerslake, F.K., Close, D.C. and Damberg, R.G. (2014). Viticulture for Sparkling Wine Production: A Review. *Am. J. Enol. Vitic.* 65, 4: 407-416.
- Kemp, B., Alexandre, H., Robillard, B. and Marchal, R. (2015). Effect of Production Phase on Bottle-Fermented Sparkling Wine Quality. *J. Agric. Food Chem.* 63: 19-38.
- Kemp, B., Alexandre, H., Robillard, B. and Marchal, R. (2015). Effect of Production Phase on Bottle-Fermented Sparkling Wine Quality. *J. Agric. Food Chem.* 63, 19-38.
- Mapama. (2016). Datos de las Denominaciones de Origen Protegidas de Vinos (DOPs) - Campaña 2014/2015.
- Martínez, L. (2015). Estudio químico-sensorial de vinos espumosos elaborados con variedades de uvas tradicionales de vinos tranquilos. Tesis Doctoral. Universidad de La Rioja. Logroño.
- OIV's Focus (2014). The sparkling wine market.
- Reglamento (CE) No 479/2008 del Consejo de 29 de abril de 2008 por el que se establece la organización común del mercado vitivinícola.
- Reglamento (CE) No 606/2009 de la Comisión de 10 de julio de 2009 que fija determinadas disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) no 479/2008 del Consejo en lo relativo a las categorías de productos vitícolas, las prácticas enológicas y las restricciones aplicables.
- Riquelme, M.T. (2012). Los espumosos tintos australianos: Sparklin Shiraz. *La Semana Vitivinícola* n° 3371 (24-03-12).
- Romero, P., Gil Muñoz, R., Fernández-Fernández, J.I., del Amor, F., Martínez-Cutillas, A. and García-García, J. (2015). Improvement of yield and grape and wine composition in field-grown Monastrell grapevines by partial root zone irrigation, in comparison with regulated deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 149 (2015) 55-73.
- Stelzer, T. (2017). Australian Sparkling Report.
- Torrens, J., Urpí, P., Riu-Aumatell, M., Vichi, S., López-Tamames, E. and Buxaderas, S. (2008). Different commercial yeast strains affecting the volatile and sensory profile of cava base wine. *International Journal of Food Microbiology* 124: 48-57.

10. El Fondillón de Alicante

Primitivo Quiles Román

Propietario – Gerente de Bodegas Primitivo Quiles

La huerta de Alicante produce todo género de frutos, entre los cuales se distingue el vino por su crecida cantidad y maravillosa calidad. Todo él o la mayor parte, la embarcan las naciones septentrionales, y lo pagan a un precio muy subido. Este mismo vino, pasados algunos años, es el celebradísimo Fondellol de Alicante, que es el mejor de cuantos vinos generosos se conocen.

(Josef Castelló: Descripción geográfica del Reino de Valencia.1783).

El verdadero Alicante debe hacerse de uvas Monastrell, i de ellas resulta aquel vino tinto, espeso, de sabor dulce ..., tan estimado en todas las naciones.

(Antoni Josef Cavanilles: Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reino de Valencia. 1792-1794)

1. INTRODUCCIÓN

El Fondillón o Fondellol en valenciano, es el Vino Noble de Alicante, entendiéndose como tal aquel que ha conseguido su alta graduación alcohólica de manera natural, sin la necesidad por tanto de someterse a la adición de alcohol o fortificación para no alterar su estabilidad. Ha de elaborarse al 100% con la variedad Monastrell procedente de viñedos ubicados únicamente en Alicante y envejecerse siguiendo los métodos tradicionales, todo ello bajo las rigurosas directrices marcadas por la Denominación de Origen Protegida Vinos de Alicante, cuya fundación data de 1932, siendo una de las más antiguas de España.

Esa alta graduación alcohólica natural es conseguida por la sobremaduración de las uvas en la propia cepa lo que propicia a la vez el más alto nivel de aromas y sabores de la variedad Monastrell, que matizados durante la fermentación y posterior crianza en escala de soleras se convierte con el paso de los años en ésta singular joya enológica.

La definición del diccionario de la RAE: Asiento y madre de la cuba cuando, después de

mediada, se vuelve a llenar, hace referencia al sistema de “escala de soleras” tradicionalmente utilizado para su envejecimiento. Mediante éste sistema cuando se lleva a cabo el embotellado, una parte de cada tonel es trasegada al siguiente, rellenando la merma con vino viejo procedente de la mejor selección de uva Monastrell, variedad principal en Alicante.

2. APROXIMACIÓN HISTÓRICA DEL VINO EN ALICANTE

Para entender algunas claves de este vino es conveniente hacer una aproximación histórica a su origen y posterior desarrollo, para lo cual hay que referirse a la propia historia del vino en Alicante.

La relación de Alicante con el vino se remonta muchos siglos atrás; según los estudios del arqueólogo Don Enrique Llobregat: existían vides en la ladera de la Serra Grossa que mira a la Condomina 1.800 años antes de Cristo. En Alicante ya se elaboraba vino en el siglo VII a.C., como acredita el yacimiento arqueológico de L'Alt de Benimaquí de Denia, que constituye hasta el momento la producción de vino documentada más antigua de la Península Ibérica (*C.Gómez Bellard-P.Guérin-J.Pérez Jordá: Témoignage d'une production de vin dans l'Espagne préromaine, Bulletin de Correspondance Hellénique, suppl. XXVI, 1993, 379-395*).

El hallazgo de los vestigios de una prensa de vino en el yacimiento de El Tossal de Les Basses en la ciudad de Alicante, datado en el siglo I a.C., también revela la producción de vino en aquella época. El historiador griego Diodoro Sículo ya menciona al vino de Lucentum (Alicante) en el mismo siglo. Durante la etapa islámica se siguió con el cultivo de la vid, como lo evidencia el hecho de que uno de los tributos exigidos por el príncipe islámico Abd al-Aziz al magnate godo Teodomiro que habitaba en el campo de Elche, era la entrega de mosto.

El “*tint alicant*” como ya era conocido en la Inglaterra de la Edad Media fue el precedente del Fondillón. Era un vino afamado en Europa por su gran calidad y su primera referencia data del siglo XIII, concretamente de 1214, cuando tuvo lugar la primera feria de vinos en París con representación de los mejores vinos del mundo que procedían de Francia, Italia, España, Portugal, Grecia y otras áreas del Mediterráneo, en la que el comité de degustación presidido por el Rey Felipe Augusto, designó como los cinco mejores vinos a los siguientes: *El vino de Chipre, el Málaga, La Malvasía, el Alicante y la Goutte-D'Or de París*. (*Guide du Vin. Raymond Dumay. 1967*).

Una de las teorías sobre el origen de la Monastrell en Alicante la encontramos en la obra del escritor y enólogo Joan C. Martí *Els Vins de l'arc mediterrani, D'Alacant a Montpel·ler: La Monastrell fue introducida en el Reino de Valencia por los almogávares, los guerreros mercenarios que eran contratados por los distintos reinos de la Corona de Aragón para defender sus fronteras y actuar en diversas campañas militares y que la trajeron a la vuelta de la expedición catalano - aragonesa al Oriente que tuvo lugar entre 1302 y 1310 y en la que participaron muchos alicantinos (en 1275 se calcula en unos 8000 el número de almogávares que habitaban las zonas de montaña entre Xixona y Alicante). Se trataba de gente cuya actividad también era la agricultura y la ganadería y en su estancia en tierras griegas conocieron el cultivo y la elaboración de la variedad de vid Monesthassa (que derivaría en Monastrell) y a su vuelta trajeron bayas que plantaron profusamente en la huerta de Alicante y otras comarcas del reino como el Camp de Morvedre (Sagunto) de donde procede su nombre en francés (Mourvèdre). Pero fue en la huerta de Alicante, con un clima mediterráneo similar al de su origen, con inviernos suaves y veranos atemperados por la influencia de la brisa marina de la bahía y protegida de los vientos de poniente por las sierras prelitorales, donde la Monastrell encontró su paraíso y se plantó y cultivó de manera extensiva dando pronto unos vinos con cuerpo, grado y color que alcanzaban con facilidad los 16° o más.*

El Fondillón nació pues en la desaparecida huerta de la ciudad de Alicante y más tarde se extendió a la comarca vecina del Vinalopó donde actualmente se encuentra su producción. Uno de los factores clave para entender el surgimiento de este vino es el fenómeno de la sobremaduración de la uva en la propia cepa. Este hecho mucho menos frecuente en otras latitudes, ha sido habitual en Alicante debido a la bondad de un clima propicio de escasa lluvia (menos de 400 mm).

La *Enfiteusis* era una figura del Derecho Romano que se utilizaba en los contratos de arrendamiento de tierras. En ella se establecía que el contrato no finalizaba, es decir el arrendatario seguía teniendo el derecho a la explotación del terreno, mientras éste estuviera en producción. Con el paso del tiempo y aunque las viñas se iban diezmando, el viñador seguía cultivando y recolectando el mermado fruto de aquellas cepas con el fin de no perder sus derechos. De modo que una vez acabada la vendimia normal se despedía a la cuadrilla y el viñador llevado por su austeridad, procedía a recolectar de modo familiar las viñas de *Enfiteusis* que estaban dispersas, eran viejas y de menor producción, provocando así una sobremaduración en la propia cepa. Estrujaban la vendimia en el lagar y obtenían un mosto denso que ponían a fermentar en los toneles más viejos de las bodegas. La fermentación era tan lenta que en ocasiones no finalizaba hasta la primavera. El resultado era un vino con alta graduación alcohólica natural, condición fundamental para obtener el Fondillón.

Ese *tinto Alicante* era un vino con estructura y de alta graduación alcohólica natural lo que favoreció que su consumo se extendiese en las navegaciones oceánicas que se generalizaron a partir del siglo XV. *El mayor problema de estas largas travesías como nos describe Joan C. Martí, era evitar las graves enfermedades en la tripulación, sobre todo el escorbuto, y para ello mezclaban el agua con el tinto alicante que por su contenido en alcohol y ácido tartárico, actuaba como conservante del agua potable. También era adecuado como alimento debido a su contenido de ácido cítrico y azúcar, ya que como hoy era un vino abocado.*

Otro factor esencial es la crianza oxidativa. Mientras otros vinos no soportaban ni unos meses de navegación, este *"tint alicant"* *envejecido en las bodegas de los barcos a veces durante años, se convertía en un vino mucho más concentrado y con un bouquet enriquecido por lo que pronto extendió su fama y cotización. El mar se convirtió en su mejor aliado y propició que alcanzara su fama internacional.*

La gran actividad generada por el comercio del vino convirtió al puerto de Alicante en uno de los más importantes del Mediterráneo. El viajero alemán Hyeronimus Münzer, doctor en medicina, geógrafo y astrónomo, durante su estancia en Alicante (1494-95) pudo contemplar en el puerto *hasta veintiséis naves de Vizcaya, Flandes y otras naciones que se hallaban fondeadas a la espera de estibar el tan celebrado vino de Alicante. (Itinerarium per Hispaniam, 1494-95).*

Francisco Martínez Montañó, cocinero mayor del rey Felipe II, siglo XVI, cuenta que los príncipes japoneses que visitaron al monarca, reconocieron el Fondillón que habían llevado los navegantes españoles a Oriente. Y al degustarlo, exclamaron: *¡Pero si es el famoso fondillón de Alicante, que tanta fama tiene en el mundo!*

En 1560 el parlamento inglés decretó que a partir del primer día de septiembre de 1561 no se podría vender ningún vino de Alicante sin permiso de la reina Isabel I, ya que la venta debía ser ofrecida primero a ella.

El término "Fondillón" aparece definido por primera vez en la Historia en el Diccionario de Covarrubias de 1611; "Fondillón": *El asiento y madre de la cuba cuando mediada se vuelve a rehenchir y suele conservarse por muchos años, y el vino de Fondillón de ordinario es fuerte y generoso.*

Un testimonio elocuente sobre la utilización del vino de Alicante en las grandes navegaciones oceánicas lo encontramos en libro sobre el viaje emprendido por el Capitán

Thomas James, navegante y explorador inglés, en busca del “Paso del noroeste”: *Nunca dudé que pudieseis estar débiles en primavera y por tanto reservé un tonel de vino «Alicant» para esa época, poniendo siete partes de agua y una de vino, hicimos una bebida suave poco mejor que el agua. Cada tripulante tenía una pinta al día de «Alicant» para su uso. (Capitán Thomas James. The Strange and Dangerous Voyage of Captaine Thomas James, in his intended Discovery of the Northwest Passage into the South Sea. 1633).*

El Fondillón también estuvo presente en las bodegas de personajes ilustres o de reyes como lo atestigua el testimonio de El Duque de Saint-Simon, cronista oficial de la corte del “Rey Sol” Luis XIV de Francia, cuando relata en unas memorias que tituló “*Journal de la maladie du Roi*” como en los últimos días de su vida, su Majestad tomaba bizcochos mojados en Fondillón.

La exportación de vinos sin duda fue la actividad que hizo que el puerto de Alicante alcanzase un altísimo desarrollo desde el siglo XVI al XX; de todos ellos, el Fondillón llegó a ser reconocido como uno de los mejores introductores que Alicante tuvo en Europa. En general la cifra de embarques llegó a ser tan celebrada por su volumen, que de ella hasta se ocupó Daniel Deföe, autor de Robinson Crusoe, publicada en 1719, cuando le hace decir a éste que *sus viñas eran capaces de producir tantas barricas de vinos como puede haber en el puerto de Alicante*, queriendo con ello significar la importancia de su cosecha.

En *El conde de Montecristo* de Alejandro Dumas publicada en 1844 también queda reflejada la relevancia de nuestro vino cuando el autor nos relata en una escena cómo el conde le pregunta al marqués de Cavalcanti, buen conocedor del arte del vino, lo siguiente:

—¿Queréis tomar alguna cosa? ¿Un vaso de Jerez, de Oporto, de Alicante?

—De Alicante, puesto que tanto insistís, es mi vino predilecto.

—Lo tengo excelente; con un bizcochito, ¿verdad?

Amedee de Marteau cronista contemporáneo y amigo de Alejandro Dumas, citó al Fondillón como “*verdadero néctar y posiblemente el mejor vino de España*”, (MARTEAU, 1852, pág. 300). Referencia de Javier Carmona en su tesis *Fondillon from a glorious past to an uncertain future*.

La bodega Pérez Verdú Hnos. de Monóvar, que llegó a tener sucursal en Londres, puso en el mercado una caja de doce botellas de Fondillón en 1890 por valor de 400

pesetas; un sello valía un céntimo de peseta, es decir, la caja de Fondillón costaba 40.000 veces más que un sello, unos 15.000 € en la actualidad. No hay constancia de un vino más caro que el Fondillón en aquella época.

En la segunda mitad del siglo XIX apareció la plaga de la filoxera, que contaminó el grueso del viñedo en Europa y que supuso un antes y un después en la historia del vino europeo, pero que paradójicamente provocó una fuente considerable de riqueza para la industria del vino de Alicante, ya que afectó durante los primeros años principalmente al viñedo de Francia cuyos viticultores para abastecer su demanda, tuvieron que acudir a otras regiones productoras, y principalmente se dirigieron a Alicante. La cifra de negocio debida a la demanda francesa de vino de Alicante era de tal magnitud que se hizo necesario un tratado entre los gobiernos español y francés para garantizarla. A finales del siglo XIX había en Alicante cerca de 100.000 hectáreas de viñedo, cantidad insuficiente para atender la creciente demanda principalmente francesa, motivo por el cual el cultivo de la Monastrell se extendió hacia el oeste traspasando los límites de la provincia de Alicante.

En 1892 se acabó el tratado con Francia y pocos años después llegó la filoxera finalmente a Alicante y estos hechos junto a otros factores como la industrialización, provocaron una seria crisis en la industria del vino en Alicante que hizo descender drásticamente el número de bodegas productoras y que en consecuencia mermó muy considerablemente la producción de todo el vino de Alicante incluida por supuesto la de Fondillón.

Diez años más de tratado con Francia, decía Julio de Vargas en El Liberal de Madrid, y Alicante hubiera podido enlosar con luises de oro su magnífico paseo de la Explanada (J. de Vargas: Alicante Murcia 1895, pags. 23 y 28).

No obstante con frecuencia en las bodegas familiares se encontraba el llamado “*tonell del racó*” (tonel del rincón) que había sido cuidado durante generaciones siendo así que en nuestra familia se conservó y comercializó siempre hasta nuestros días la solera de “El Abuelo” iniciada en 1892, así denominada en homenaje al fundador de nuestra bodega Primitivo Quiles Verdú; compuesta por un tonel de 1700 litros que es actualmente la más antigua que se sigue comercializando y de la que se obtienen unas 200 botellas por cada tiraje realizado.

“Taste astó Don Primitivo que es Fondello!” (pruebe esto Don Primitivo que es Fondillón). Expresión frecuente con la que los corredores de vino que venían a la

bodega a ofrecer sus partidas ponderaban su muestra en los años 40 y 50 del siglo pasado.

A finales de los años 60 del pasado siglo XX salió al mercado nuestra solera iniciada en 1948 con la pretensión y la ilusión de que el Fondillón pudiera volver a tener una presencia significativa tanto en la mente de los consumidores como en la de los nuevos productores alicantinos, siendo el primer Fondillón de la “Nueva Era” en aparecer. Lo que verdaderamente se consiguió y quizá inspiró a otros productores de Alicante en esta labor de recuperación que con tanto afán inició nuestra familia. La idea fue poner de nuevo en el mercado una solera con una producción significativa y que pudiera estar al alcance del público general, más allá de nuestra solera de El Abuelo, cuya vocación era de exclusividad por su corta producción. A partir de los años 70 del siglo pasado se fue despertando el interés de otros productores alicantinos y fueron algunas otras bodegas las que felizmente comenzaron a elaborar su propio Fondillón.

3. REGULACIÓN REGLAMENTARIA

Esta larga trayectoria en la elaboración y valoración del Fondillón, ha contribuido a perfeccionar sus cualidades y ha permitido alcanzar un vino de características específicas, como consecuencia de la perfecta articulación de los cuatro factores fundamentales que inciden en su elaboración: clima, terreno, variedad y el paso del tiempo, expresado en los largos períodos de envejecimiento en toneles de roble.

Por ello el Reglamento (UE) Nº 401/2010 que establece la aplicación de denominaciones de origen e indicaciones geográficas protegidas, a los términos tradicionales de los productos vitivinícolas, de conformidad con aspectos relativos a: método de elaboración, de envejecimiento, calidad, historia, etc., define y reserva la denominación Fondillón para:

Vino de “Alicante” con DOP, elaborado con uvas de la variedad Monastrell, sobremaduradas en la cepa y con excepcionales condiciones de calidad y sanidad. En la fermentación se utilizarán únicamente levaduras autóctonas y la graduación alcohólica adquirida (mínima de 16 % vol.) deberá ser, en su totalidad, natural. Envejecido al menos diez años en barricas de roble.

Por ello el término tradicional Fondillón se aplica de un modo exclusivo a los vinos de estas características elaborados en la zona de producción de la Denominación de

Origen Protegida Alicante, cuyas características están definidas en la Orden 5/2011, de 16 de noviembre, de la Conselleria de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua, por la que se aprueba el texto del reglamento y pliego de condiciones de la Denominación de Origen Protegida Alicante y su Consejo Regulador.

Tabla 1

Características analíticas del Fondillón

Grado Alcohólico Total Mínimo (% Vol.)	16
Grado Alcohólico Adquirido Mínimo (% Vol.)	16
Azúcares Totales expresados en términos de glucosa y fructosa (g/l)	< 40
Acidez Total Mínima (g/l en Ac. Tartárico)	3.5
Acidez Volátil Máxima (Ac. Acético en g/l)	1.5
Dióxido Azufre Total Máximo (SO ₂ en mg/l) Vinos con < 5 g/l azúcar	150
Dióxido Azufre Total Máximo (SO ₂ en mg/l) Vinos con ≥ 5 g/l azúcar	200

4. LA ELABORACIÓN DEL FONDILLÓN

La elaboración del Fondillón se encuentra detalladamente regulada en el Manual de Elaboración del Fondillón de Alicante (CRDOP Alicante 2014), que aprobado por el Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida Alicante, establece las normas específicas aplicables a la producción de este vino.

Zona de producción

De acuerdo con la reglamentación de la Unión Europea y el propio reglamento de la Denominación de Origen Protegida Alicante, la producción del Fondillón está limitada a las zonas amparadas bajo esta denominación, que controla y garantiza la calidad, las prácticas y la tipicidad del producto. En la actualidad son únicamente nueve las bodegas registradas específicamente en el Consejo Regulador como productoras de Fondillón, aunque por el interés existente en el sector, en un futuro ésta cifra se incrementará. Todas estas bodegas están ubicadas en el Valle del Vinalopó (Medio y Alto), que en la actualidad se ha constituido como la zona de producción, reemplazando a la antigua *“Huerta de Alicante”*, como consecuencia de la desaparición del cultivo del viñedo en esa comarca, que se inició con la llegada de la filoxera y posteriormente por la evolución demográfica y el desarrollo urbanístico.



Figura 1. Bodegas elaboradoras de Fondillón

El Fondillón, como ocurre en todos los vinos, es el resultado de la interacción de múltiples factores de la naturaleza tales como la variedad de uva, temperatura, orografía, pluviometría, grado de insolación, etc., que junto con el factor humano del que dependen las prácticas vinícolas tradicionales o modernas empleadas en el proceso, conforman un medio ambiente específico distinto al de zonas limítrofes, buscando obtener un equilibrio armónico del conjunto y dando lugar a las diferentes tipificaciones.

Las características del viñedo en Alicante vienen marcadas decisivamente por la cercanía al mar. El clima es netamente mediterráneo y el área donde se ubica el grueso del viñedo de Monastrell se encuentra en la comarca del río Vinalopó, influenciada por los vientos que penetran desde el mar hacia el interior del valle del mismo nombre y que suavizan las temperaturas extremas tanto en invierno como en verano configurando así un microclima único en donde la variedad Monastrell expresa todo su potencial.



Figura 2. Distribución geográfica de las bodegas elaboradoras de Fondillón

La textura de los suelos es areno-franca y arenosa, con una alta porosidad y permeabilidad que posibilita el correcto drenaje reduciendo la proliferación de hongos fitopatógenos y son fácilmente penetrables por el sistema radicular. Son suelos pobres en materia orgánica y ésta se mineraliza muy fácilmente. El pH se sitúa por debajo

de 8,5 calificándose de básico (Informe Proyecto Zonificación Vitivinícola, Universidad Miguel Hernández). Todo ello supone un desarrollo muy favorable y natural del ciclo vegetativo de la vid desde el inicio hasta la vendimia.

La producción de Fondillón requiere del uso de viñas viejas de más de 50 años, cuyas raíces se han desarrollado con el tiempo y facilitan la nutrición mineral y de agua, pudiendo por tanto superar mejor las condiciones de sequía tan habituales en Alicante. Este mayor volumen de madera favorece además la acumulación de reservas y en consecuencia la regularidad de las maduraciones. Los rendimientos son escasamente de 1 kg por cepa con lo que los granos presentan una extraordinaria concentración de todos los compuestos generados.

La vendimia

La vendimia se realiza a finales de noviembre, en ocasiones incluso en diciembre, buscando una sobremaduración de la uva en la propia planta; aunque solamente se elabora cuando las uvas alcanzan la calidad necesaria y por ello no todos los años se logran las condiciones para que esto se produzca. Se recomienda que las uvas posean un nivel de azúcar superior a 15º Baumé.

Una fruta madurada en la propia planta provoca una mayor concentración y absorción de compuestos que evolucionarán con el paso de los años hacia un vino de aromas intensos, finura y estructura potente como el Fondillón.

A partir del momento en que las uvas han alcanzado el grado de maduración, en las parcelas que se consideran idóneas se realiza la vendimia escogiendo los racimos que reúnen el nivel

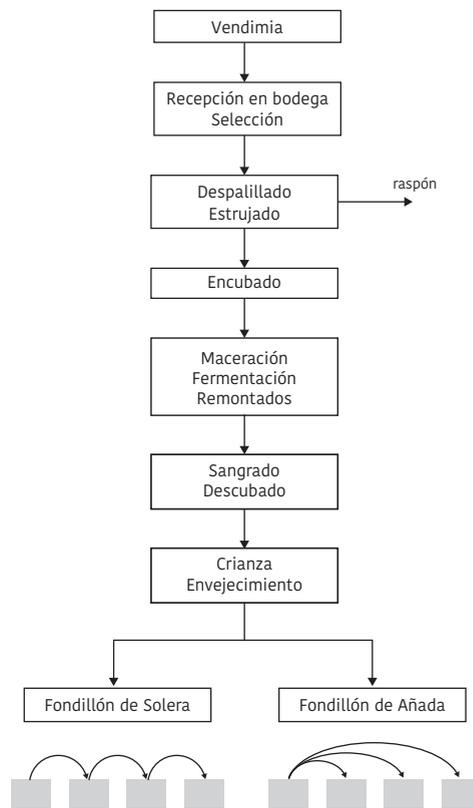


Figura 3. Esquema de elaboración del Fondillón

de calidad necesario, se recomienda la recolección manual en cajas, sin utilización de la vendimia mecanizada.

La clasificación y limpieza se complementará en la mesa de selección en la recepción en la bodega, eliminando los racimos o granos que presenten deficiencias, así como restos de hojas, sarmientos, etc.

Despalillado – Estrujado

Después de la selección, las uvas se someten al despalillado y a un suave estrujado. Mediante el despalillado separamos el raspón, para lograr vinos suaves y agradables al evitar las aportaciones de características astringentes y leñosas, así como la adsorción de pigmentos y azúcar sobre los mismos, contribuyendo a evitar la pérdida de color y de alcohol. Por otra parte, la realización del estrujado en el grado que determine el enólogo, que rompe el hollejo y libera el mosto, facilitará la extracción de los compuestos polifenólicos de los hollejos, así como el inicio y desarrollo de la fermentación, funciones que podrían encontrar dificultades por las condiciones de sobremaduración de estas uvas.

Encubado y fermentación

La vendimia despalillada, estrujada y sulfitada, según las decisiones adoptadas, se introduce en los depósitos para el progreso de la fermentación, que se desarrollará simultáneamente con la maceración y extracción de los diversos compuestos presentes en los hollejos, que contribuirán a las características de estructura, olor, sabor y aroma del vino.

La fermentación se inicia y desarrolla muy lentamente, como consecuencia del alto contenido de azúcar de las uvas y puede durar hasta 40 - 45 días o más, dependiendo de las características de la vendimia, pero se debe realizar exclusivamente por levaduras autóctonas. Al finalizar la fermentación se logra un vino con intenso color y rico en polifenoles, aromático y limpio al paladar; con un contenido alcohólico superior al 16 %, procedente exclusivamente de la fermentación del azúcar de la propia uva, que se ha transformado casi en su totalidad, reduciéndose su contenido por debajo de 40 g/l.

Mediante la adecuada aplicación de las técnicas de trasiegos y el descube el vino

concluye la fase inicial de vinificación, estando preparado para ser sometido al envejecimiento propio del Fondillón.

Envejecimiento

Éste “vino nuevo” adquirirá la personalidad propia del fondillón en un peculiar proceso de crianza y envejecimiento, con una duración mínima de 10 años. Inicialmente el vino permanece en toneles de roble en los que se realiza la progresiva precipitación de diversos compuestos y la evolución de sus características de color y aroma.



Figura 4. Cubas de una escala de soleras

El proceso de envejecimiento se realiza en los viejos toneles de roble de unos 1700 litros de capacidad siguiendo el sistema tradicional de escala de soleras, que tanto por la tradición, como por la producción obtenida en cada cosecha, pueden ser de diferente capacidad: barricas (55-1000 l) o toneles (1000-2000 l); entre estos se incluye el tradicional “*tonel monovero*” o “*tonel alicantino*”, con una capacidad comprendida entre 1100 y 1800 litros.

La prolongada crianza en las barricas o toneles produce mermas del contenido que obliga a su rellenado. En función del vino utilizado para completar el volumen, se presentan dos denominaciones:

- Fondillón de Solera: El vino puede proceder de diferentes añada. La etiqueta deberá indicar las palabras “Fondillón Solera”, seguida del año de inicio de la Solera: [Fondillón Solera XXXX]

- Fondillón de Añada: El vino utilizado para rellenar procede de una añada única. La etiqueta deberá indicar la palabra “Fondillón”, seguida del año de la cosecha: [Fondillón XXXX].

Fondillón de Solera

Periódicamente, en función de la evolución que el vino haya experimentado en los toneles se decide embotellar una parte del Fondillón, que cada año puede representar aproximadamente el 10 % del volumen del tonel. A continuación se procede al “corrimiento de la escala” entre los distintos toneles de las soleras con el objetivo de homogeneizar el resultado y mantener las características específicas de la solera, evitando las variaciones propias de cada añada. Los toneles se rellenan de forma escalonada, respetando un riguroso orden con el vino de los otros toneles, lo que permite homogeneizar la calidad.

Esta operación constituye una de las peculiaridades enológicas del proceso de elaboración del “Fondillón de Solera”, que contribuye a enriquecer sus cualidades organolépticas. La antigüedad de la solera, junto a la correcta aplicación del “corrimiento de escalas” es de suma importancia para obtener el Fondillón con su complejidad y cualidades específicas.

Fondillón de Añada

Algunos años en que se dispone de una vendimia excepcional, de gran calidad y con volumen suficiente, el envejecimiento se realiza independientemente, sin mezclarlo con el elaborado en otros años, que permite obtener el vino con la especificidad propia de esa añada. La reposición de las mermas se realiza exclusivamente con vino de esa misma añada, extraído de uno de esos mismos toneles.

El “*Fondillón de Añada*” respetando los procesos de elaboración, así como el tiempo de envejecimiento, permite obtener un vino con la complejidad que le caracteriza y con las cualidades particulares de la añada de vendimia.

5. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL FONDILLÓN

Uno de los “hechos diferenciales” de la Monastrell en Alicante es la existencia de los fenómenos de sobremaduración y crianza oxidativa, normalmente no bien soportados por muchas de las variedades de uva para vinificación, y que sin embargo son esenciales para obtener un vino de la intensidad, complejidad y elegancia del Fondillón. Además, el proceso de elaboración del Fondillón aporta una gran riqueza organoléptica, producida durante la lenta fermentación y posterior crianza y envejecimiento durante más de 10 años en barricas o toneles, que contienen las lías o fondo formado en anteriores elaboraciones de Fondillón en esos mismos envases.

Aunque estos procedimientos establecen unas condiciones muy estrictas para la elaboración del Fondillón, como en todos los vinos, podemos apreciar una amplia diversidad en las características organolépticas entre las distintas elaboraciones, debidas tanto a las características de la uva vendimiada y a las agroclimáticas de la zona de cultivo, como a los restantes factores de la elaboración: sobremaduración, vinificación, soleras, añadas, barricas, toneles, etc.

Todos estos factores hacen que el progresivo envejecimiento induzca importantes cambios de las características organolépticas que afectarán a color, estructura y perfil aromático, como reflejo de las transformaciones que afectan a los diferentes componentes por las que el vino mejorará en su estructura, suavidad y complejidad:

- Durante el largo envejecimiento el color del vino evoluciona intensamente, como consecuencia de la degradación y la estabilización de los antocianos, polimerización de los taninos, así como reacciones de oxidación. El color original rojo-púrpura, evoluciona gradualmente, con pérdida del color rojo y cambio a tonalidades rojoanaranjado, formando finalmente compuestos pardos. Muchos de estos compuestos tienen solubilidad reducida y se produce una precipitación parcial de los mismos. Posteriormente, en función del tiempo de envejecimiento, se obtendrán tonalidades en torno al caoba con mayor o menor intensidad, con matices cobrizos.
- La precipitación de los compuestos insolubles también contribuye a reducir la astringencia y el amargor, resultando finalmente vinos más suaves.
- El Fondillón destaca por la intensidad y la calidad del aroma, con gran equilibrio, armonía y persistencia. Durante el envejecimiento, experimenta importantes modificaciones en sus compuestos volátiles, con disminución progresiva de los

aromas afrutados y fermentativos, alcanzando una gran complejidad aromática. Se puede apreciar un perfil aromático heterogéneo, con una amplia diversidad en los aromas y en su intensidad, en función de cada elaboración particular y del tiempo de envejecimiento.

6. A MODO DE CONCLUSIÓN

En definitiva, el Fondillón es un vino con nombre propio, con unas características organolépticas extraordinarias, que ha estado presente en los mercados desde hace 500 años y que por tanto representa un legado enológico de enorme valor, respecto del cual, tanto las bodegas productoras como la DOP Alicante , asumimos la tarea de proteger y conservar con el fin de que las presentes y futuras generaciones de consumidores puedan disfrutar de él tal como nuestros antepasados lo conocieron y disfrutaron.

REFERENCIAS

Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida Alicante. (2014). Manual de elaboración del Fondillón de Alicante.

Diari Oficial de la Comunitat Valenciana N° 6661 / 29.11.2011. Orden 5/2011, de 16 de noviembre, de la Conselleria de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua, por la que se aprueba el texto del reglamento y pliego de condiciones de la Denominación de Origen Protegida Alicante y su consejo regulador. [2011/12096]

Paredes, C., Moral, R., Pérez, M^ªD., Barber, J.X., Martínez, E., Agulló, E., Medina, E.M^ª, Parra, G., Marín, A.J. (2013). Proyecto de zonificación D.O. protegida Alicante - Informe (2013). Grupo de Investigación Aplicada en Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel Hernández

Reglamento (UE) N o 401/2010 de la Comisión de 7 de mayo de 2010 que modifica y corrige el Reglamento (CE) n° 607/2009 por el que se establecen determinadas disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n° 479/2008 del Consejo en lo que atañe a las denominaciones de origen e indicaciones geográficas protegidas, a los términos tradicionales, al etiquetado y a la presentación de determinados productos vitivinícolas

11. El mercado de los vinos de Monastrell

Francisco Puerta Aguilera

Bodegas del Rosario. Bullas (Murcia)

1. INTRODUCCIÓN

La primera consideración que es necesario hacer respecto a 'El mercado de los vinos de Monastrell', título de este capítulo, es negar precisamente la existencia del mismo. Más concretamente, no existe información específica sobre un mercado, para los vinos elaborados a partir de la variedad de uva Monastrell, al igual que no existe para los vinos de Tempranillo, de Syrah o de Cabernet-Sauvignon.

Evidentemente existen consumidores, compradores de cadenas, distribuidores o importadores que pueden buscar vinos de Monastrell, pero que en todo caso acudirán al '*Mercado del Vino*' en general y no a otro.

No existen ferias comerciales para vinos de Monastrell, salvo alguna de carácter local y dirigida al consumidor final que no pasaría de ser anecdótica en el mercado mundial del vino.

En el primer país importador de vinos del mundo, Estados Unidos, que importa el 22% de su consumo ya que el resto es producción propia, lo habitual es encontrar los vinos en las tiendas por la procedencia, que será de las grandes regiones vitícolas francesas y también alguna italiana. A España, con carácter general la veremos aparecer como un todo y en muchas ocasiones junto a Portugal.



Figura 1. Presentación de los vinos en la publicidad del comercio especializado en EEUU

Donde sí podemos encontrar los vinos clasificados por su variedad es en las cartas de restaurantes, donde prestan atención a la oferta de los vinos, pero desgraciadamente la Monastrell será muy difícil encontrarla y sus vinos siempre aparecerán, en caso de estar, dentro del apartado *'More Red Wine'*.

Para complicar más el tema tenemos que añadir que: **no existen estadísticas de ventas de vino por variedades.**

2. CONOCIMIENTO DE LA VARIEDAD

Para estudiar el mercado de cualquier producto es fundamental analizar el conocimiento que existe entre los consumidores del mismo.

Tomando el mercado nacional como referencia y sabiendo que es España el primer productor mundial de Monastrell, con una diferencia enorme sobre el segundo país, cabría preguntarse qué porcentaje de la población conocería los vinos de Monastrell en una hipotética encuesta.

No disponemos de ese tipo de informaciones, pero sabemos que en España se conocen más los vinos por su procedencia que por el tipo de uva utilizada en su elaboración. En cuanto a su origen,

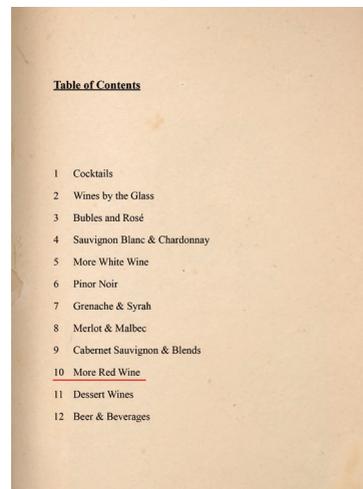


Figura 2. Clasificación habitual de las cartas de restaurantes con oferta especializada de vinos en EEUU

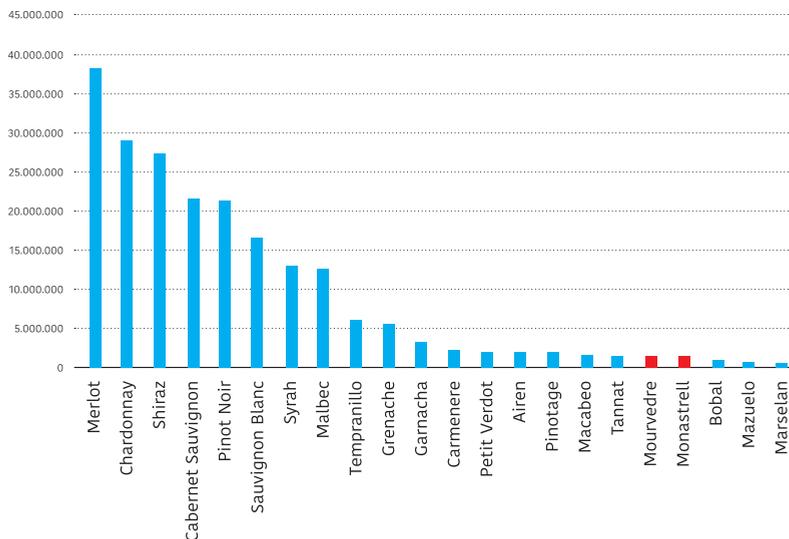
sí disponemos del estudio de la OEMV del año 2009 'Jóvenes y vino en España (2)', donde se realiza una encuesta a personas, con edad comprendida entre 18 y 35 años.

Los resultados son demoledores, la media de Denominaciones de Origen mencionadas es 2,6. Dicho de otra forma, no se llegan a mencionar tres denominaciones de origen de media, por desconocimiento. No hace falta ser un experto en vinos para saber que entre esas 2,6 aparecen la Rioja y Ribera del Duero; las siguientes mencionadas y en menor medida son Valdepeñas, Penedés, Ribeiro y Rueda. En ninguna de ellas aparece la Monastrell en sus etiquetas.

En esta encuesta ninguna otra D.O. aparece con un 10% o más del total de menciones hechas entre los entrevistados, el 1% de las personas mencionan Jumilla como su primera opción y el 9,1% de las personas la nombran como la primera o como otras más que también conocen. Este 9,1% se alcanza ya que el 31,6% de las personas entrevistadas en el sureste de España (vecinos de Jumilla) la conocen.

Un método "no científico" que podríamos tomar para ver la importancia y por ende el conocimiento de la monastrell en el mundo puede ser ver los resultados que Google nos ofrece al buscar los distintos tipos de variedades (figura 3).

Figura 3. Resultados de la búsqueda en Google, de referencias sobre las variedades de uva de vinificación



Como podemos ver en el gráfico anterior, el resultado de buscar ‘Merlot’ es 33 veces superior al de “Monastrell” o la variedad argentina “Malbec” 11 veces más. Es más, los resultados de ‘Mourvedre’, nombre utilizado en Francia para la Monastrell, supera a esta última. ‘Monastrell’ solo aparece por encima de ‘Bobal’, ‘Mazuelo’ y ‘Marselán’

3. LA MONASTRELL EN ESPAÑA

El 99,1% de la Monastrell plantada en España se encuentra en tres Comunidades Autónomas según la tabla 1.

Tabla 1

Distribución de la superficie de cultivo de la variedad Monastrell en España (2015)

	Hectáreas	% sobre el total de España	% de Monastrell sobre el total plantado en esa Comunidad
Castilla la Mancha	17.174	38,0%	8,80%
Región de Murcia	20.495	45,3%	84,80%
Comunidad Valenciana	7.137	15,8%	14,80%
Resto	400	0,9%	-
	45.206	100,0%	

La superficie de cultivo correspondiente a Castilla La Mancha en su gran mayoría pertenece a la zona de la D.O. Jumilla en esta Comunidad Autónoma.

Si consideramos el total de las hectáreas de Monastrell cultivadas en las Denominaciones de Origen de Bullas, Yecla y Jumilla, esta última tanto la superficie correspondiente a la Comunidad de Murcia y a la de Castilla La Mancha, en conjunto estas tres zonas vitivinícolas representan aproximadamente un 83,3 % del total plantado en España.

En la Región de Murcia la Monastrell ocupa el 84,80 % del total plantado, el dato del que no disponemos es el porcentaje de Monastrell plantado en la parte manchega de la DO Jumilla.

Con los datos anteriores podemos llegar a la conclusión de que si consideramos las ventas de vino de estas tres denominaciones de origen, tendremos una aproximación a las ventas de vinos elaborados con la variedad Monastrell, más aun si eliminamos de esas ventas las correspondientes a vino blanco; aunque no todo el vino elaborado en estas tres zonas están acogidos a las denominaciones de origen.

4. COMERCIALIZACIÓN DE LOS VINOS DE BULLAS, JUMILLA Y YECLA

Históricamente, los vinos de Monastrell se comercializaron como vinos a granel; sin embargo en las últimas décadas el mercado de los vinos embotellados ha experimentado un crecimiento constante, tanto en combinación con otras variedades, como en elaboraciones de vinos monovarietales de Monastrell. Ésta evolución se ha producido de un modo significativo en España, pero también en otras regiones que cultivan esta variedad (Francia, Australia, California), que paulatinamente incrementan la oferta de estos vinos en los mercados.

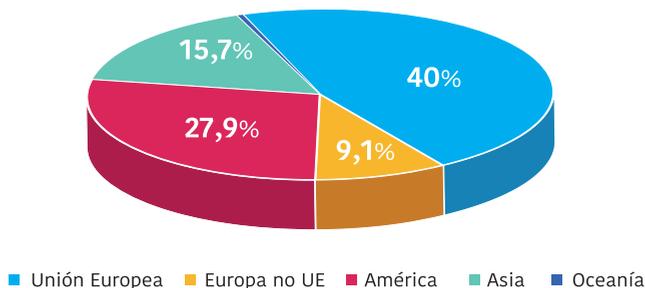
Los vinos de las tres denominaciones de origen, mayoritarias en cultivo de Monastrell en España, alcanzaron la última campaña de la que se tienen datos oficiales, casi 61 millones de euros, entre el mercado interior (30,46 %) y el mercado exterior (69,54 %), destacando significativamente la DOP Yecla, que comercializó en el mercado exterior el 92 % del vino comercializado (Mapama, 2017); estos datos corresponden a todos los tipos de vino y tanto a vinos embotellados como vendidos a granel.

El volumen de los vinos rosados y tintos comercializados en ésta campaña superó los 278.000 HI, de los cuales Jumilla comercializó el 73,5 %, Yecla el 22,1 % y Bullas el 4,4 % (embotellados y a granel).

Mercados principales

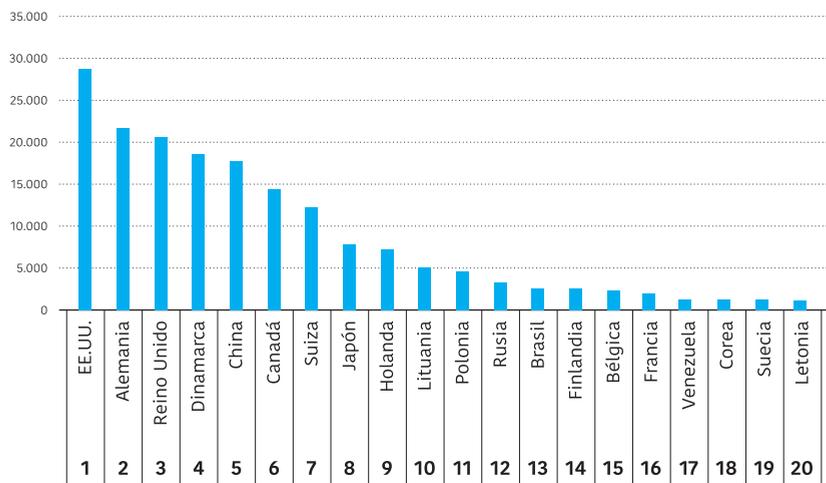
Centrándonos en vinos rosados y tintos embotellados, los mercados exteriores se reparten de la siguiente forma las exportaciones:

Figura 4. Destino de las exportaciones de los vinos de Monastrell



Por países de destino, a la cabeza se sitúa, como mercado principal para vinos de Monastrell, Estados Unidos, seguido de Alemania, Reino Unido, Dinamarca y China. Estos 5 países suman más del 57 % del volumen total exportado. Los 10 primeros países de este ranking suman el 82,2% del total exportado y estos 20 primeros el 93,8%.

Figura 5. Principales países destino de las exportaciones de vinos elaborados con la variedad Monastrell (hectólitros)



REFERENCIAS

Mapama (2017). Datos de comercialización de las Denominaciones de Origen Protegidas de vinos (DOPs) en la campaña vitivinícola 2016/2017 (1 de agosto 2016 a 31 de julio 2017).

Synovate-OeMv (2009): «Jóvenes y vino en España»; <http://www.oemv.es/esp/estudio-jovenes-y-vino-387k.php>.

12. Incidencia de la geografía sobre los vinos de Monastrell

Elena Pacheco Martínez

*Bodeguera
Bodegas Viña Elena*

Fernando Riquelme

Dr. Ingeniero Agrónomo

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la variedad Monastrell y en consecuencia la elaboración de sus vinos se extiende por ciertas áreas de la cuenca mediterránea, así como en otras regiones con características agroclimáticas similares. Las principales zonas de cultivo se sitúan en España, en las provincias de Murcia, Albacete, Alicante y Valencia; así mismo también es destacable el cultivo de la Monastrell en el sur de Francia, en donde sobresalen las regiones de Vallée du Rhône-Provenza y Languedoc-Roussillon; regiones que están incluidas en la Zona Vitícola C III.b, entre las establecidas por el Reglamento (CE) No 479/2008, como clasificación “en función de la vocación natural vitícola”. Otras zonas con cultivo y elaboración de vinos de la variedad Monastrell se sitúan en Australia del Sur (Barossa Valley) y en USA (California), que presentan condiciones climáticas similares.



Figura 1. Distribución de las zonas de cultivo de la variedad Monastrell en el mundo

2. CONDICIONES CLIMÁTICAS ESPECIALES QUE TIENEN EN COMÚN ESTAS ZONAS

Aunque todas estas regiones presentan, a grandes rasgos, características climáticas similares, se pueden observar peculiaridades diferenciadoras en función de las circunstancias específicas de cada una de ellas, o incluso de comarcas, municipios y parajes concretos. Factores tan importantes como latitud y altitud son trascendentales para el cultivo del viñedo, pero también debemos considerar clima, ubicación del viñedo, material vegetal y viticultura, así como técnicas, filosofía y estilos de vinificación.

La Monastrell necesita clima meridional con inviernos fríos y veranos calurosos. Al tener un ciclo vegetativo largo, necesita muchas horas de sol, por lo que es imprescindible que viva cerca del mar mediterráneo (cuando nos referimos al *Viejo Mundo*). En el *Nuevo Mundo* se ubica en zonas con climas muy extremados, en lugares áridos.

Podríamos diferenciar dos zonas destacadas, donde encontrar vinos monovarietales, el sureste de España (Murcia/Alicante) y el sureste de Francia (Bandol) en el resto de zonas del mundo la Monastrell principalmente comparte protagonismo con Garnacha y Syrah (GSM).

3. CALIDAD Y TIPICIDAD DEL VINO

Si resulta difícil definir y concretar el concepto de calidad de un producto y en particular para el vino, es mucho más complejo cuando en ese objetivo se pretende incluir

cualidades específicas que además pueden implicar un amplio grado de apreciación subjetiva.

Los vinos elaborados con la variedad Monastrell presentan rasgos fácilmente identificables; sin embargo son numerosos los factores que influyen en la calidad de todos los vinos y en sus características organolépticas. En primer lugar debemos hacer referencia a las variaciones que encontramos en el material vegetal de la propia variedad; como se ha expuesto anteriormente, son numerosos los clones disponibles de material seleccionado y comercializado, con características distintas y en consecuencia diferente adaptación a climas y suelos de cada comarca. De igual modo se realiza la multiplicación de material de los propios viñedos, cuyas cualidades han destacado y se adaptan a los objetivos del viticultor y del enólogo. También es necesario considerar las características del portainjerto, cuyas cualidades determinan fuertemente el estado nutritivo de la planta y en consecuencia el vigor de las cepas y composición y calidad de las uvas.

Junto con los aspectos específicos de la variedad, del material vegetal en su sentido más amplio, son muy diversas las variables propias del viñedo que inciden en las cualidades de la vendimia:

- Las características macro-climáticas de la región, como latitud y altitud, zona continental o marítima, etc.
- El microclima propio de cada comarca, paraje o parcela, puede inducir condiciones particulares, que inciden sobre la calidad. Pendiente y orientación, así como las características del suelo: textura, estructura, composición, agua disponible, materia orgánica, homogeneidad, etc.
- Las prácticas de cultivo, considerando desde las condiciones de plantación, hasta la conducción. La explotación del viñedo, con las prácticas de cultivo, interanuales y anuales, inciden fuertemente sobre el rendimiento, maduración y calidad de la vendimia.

Finalmente en la elaboración del vino, las decisiones del enólogo constituyen un factor esencial, desde la elección del momento de la vendimia, en función del desarrollo de la maduración, a todas las prácticas enológicas de la vinificación y crianza del vino.

Esta diversidad de circunstancias que inciden en el cultivo del viñedo y en la elaboración en bodega es muy grande, y sus condiciones específicas están influenciadas

tanto por el entorno de producción y de la tradición propia de cada región o incluso de cada viñedo y bodega, como por los objetivos enológicos y comerciales adoptados en cada caso. Sin embargo, las grandes diferencias geográficas de las zonas en que se cultiva la Monastrell/Mourvedre, proporcionan peculiaridades específicas en los vinos obtenidos.

La producción vitícola y la elaboración del vino están determinadas por las condiciones del medio y las prácticas de cultivo y enológicas, cuya interacción proporcionan al vino unas características específicas. *A lo largo de los tiempos* éste conjunto de factores han generado múltiples apelaciones con la finalidad de identificar y concretar *el reconocimiento* de los vinos obtenidos en cada lugar, con términos como: origen, zonificación, comarca, parcela, *terroir*, terruño, etc.

Esta interacción *entre un medio físico y biológico identificable y las prácticas vitivinícolas aplicadas*, expresión contemplada en la definición de **terroir vitivinícola** de la OIV (2010), podemos analizarla en la producción de los vinos de Monastrell/Mourvedre (aunque sea únicamente de un modo amplio) para considerar las diferencias de los vinos de esta variedad producidos en las distintas regiones.

La comparación de las condiciones agroclimáticas de los viñedos y de los vinos elaborados en las diferentes regiones en que la Monastrell/Mourvèdre tiene una presencia destacada, nos proporcionará una amplia perspectiva (general) de la variabilidad cualitativa que nos ofrece esta variedad.

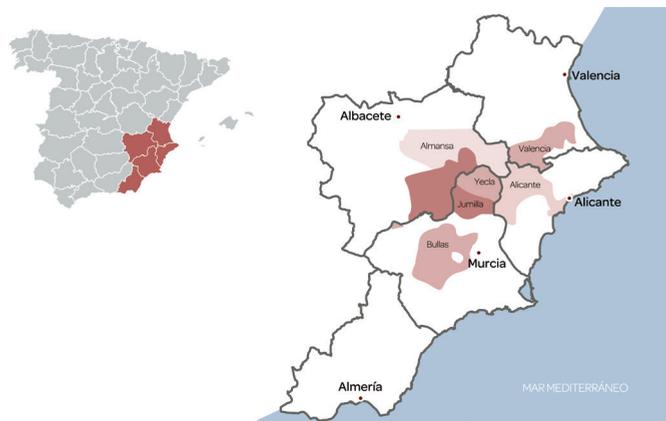


Figura 2. Denominaciones de Origen del Sureste de España, con cultivo de la variedad Monastrell

4. MONASTRELL EN ESPAÑA

En la franja mediterránea la Monastrell encuentra el territorio ideal, donde clima, suelos, temperatura y el buen hacer de los viticultores favorecen su desarrollo vegetativo y permiten que complete perfectamente su ciclo de madurez.

Provincia de Valencia

En la sub-zona llamada Clariano, con una altitud media de 600 metros sobre el nivel del mar, se sitúa el Valle de Albaida. Linda al sur con la provincia de Alicante, al suroeste con Murcia y al oeste con Albacete. En el interior de este valle y en la parte más alejada del mar domina la variedad Monastrell, más concretamente en los municipios de Mogente, Fuente la Higuera, Fontanars dels Alforins y Onteniente. La característica principal de esta zona es el clima continental, con la influencia de la brisa del Mar Mediterráneo, que entra por el valle en los meses de verano, cuando más lo necesita.

Por ser un valle, existe gran heterogeneidad de suelos y exposiciones. El lecho del valle presenta suelos poco porosos, profundos, arcillosos y ricos en materia orgánica proporcionando vinos finos, con buena acidez. Conforme vamos subiendo por las laderas, los suelos son más porosos, poco fértiles y poco profundos, que producen vinos con más carácter y fuerza.

Provincia de Albacete

Siguiendo por el Oeste y entrando en la provincia de Albacete se localiza Almansa, que nos introduce en Castilla La Mancha, con mayor altitud, en torno a los 700 metros y cuyo clima ya no tiene la influencia de la brisa mediterránea. Por el contrario, recibe vientos cálidos de La Mancha que secan las uvas, ayudan a madurar, además de evitar enfermedades. Esta zona goza de amplias llanuras por lo que no encontramos la heterogeneidad que aportan los valles.

En los territorios que corresponden a la Comunidad de Castilla La Mancha, (Fuenteálamo y Montealegre) el conjunto de montañas y ondulaciones dan lugar a numerosos valles con texturas de suelos, pendientes y orientaciones dispares, que proporcionan una amplia diversidad de estilos en los vinos elaborados con Monastrell, que pueden presentar desde fruta fresca a ser vinos carnosos y maduros.

Provincia de Alicante

Dirigiéndonos hacia el este, nos encontramos con la influencia mediterránea que corresponde al territorio de la **Monastrell Alicantina**.

Dentro de las zonas diferenciadas de la D.O Alicante en las que se produce uva, nos vamos a centrar en las tres comarcas que cultivan la variedad Monastrell: El Contat, Vinalopó Alto y Vinalopó Medio.

El Contat

El Contat es la zona más alta de la provincia entre las sierras de Aitana, La Serrella, Mariola, Benicadell y Manejador. Presenta un clima muy radical, inviernos duros y fríos y veranos calurosos; respecto a los suelos, son calizos, con laderas repletas de hierbas aromáticas, cuyos aromas encontraremos posteriormente en los vinos elaborados con Monastrell.

Vinalopó Alto

El municipio de Villena y las zonas próximas, presentan suelos arenosos. Los territorios situados hacia el oeste están próximos a la Meseta Castellana y poseen clima continental y los emplazados por el otro lado clima mediterráneo, presentando una gran amplitud térmica.

Los suelos de la comarca del **Alto Vinalopó** poseen contenidos altos en arena, con texturas gruesas en gran proporción, con poca capacidad de retención de agua y nutrientes. Son suelos muy porosos lo que facilita el drenaje y la expansión radicular, que facilitan el laboreo de las tierras. Son terrenos que se calientan con facilidad y adelantan la madurez de la uva.

Vinalopó Medio

Posee suelos muy duros, calizos y pedregosos. Está situado más cerca del mar Mediterráneo, pero recibe escasas lluvias. La poca humedad que recibe, proviene fundamentalmente de la brisa del Mediterráneo. Presenta un paisaje árido, con valles como El Mañán, Las Cañadas de Pinoso, La Algueña y La Romana.

En el **Vinalopó Medio** predominan los suelos franco arcillosos, con texturas finas que

se apelmazan con facilidad, tienen gran capacidad de retención de agua y de nutrientes, pero esta impermeabilidad hace que los suelos sean muy compactos, dificultando el desarrollo y propagación de las raíces. Son suelos fríos que retrasan la madurez de la uva y muy productivos.



Figura 3. Parcela de Monastrell en vaso sobre suelo de grava. La sierra de El Carche al fondo, vigilando los viñedos

El pH del suelo en ambas zonas es muy similar, principalmente moderadamente básicos, menos de 8,5; aunque en algunas zonas del Vinalopó Medio podemos encontrar suelos bastante alcalinos por encima de 8,5, que implica carencia de hierro y otros elementos químicos, que dificulta el crecimiento de la planta. También puede afectar a la calidad final del vino, creando aromas reductivos además de una acidez total muy baja, acompañado de una alta graduación alcohólica.

Región de Murcia



Figura 4. Monastrell de más de 60 años sobre suelo muy pedregoso y calizo, parcela situada a la umbría junto al monte



Figura 5. Cepa superviviente, mutilada por el paso del tiempo, parcela en la zona sur de la DO Jumilla

Jumilla

Siguiendo nuestro recorrido por el territorio de la Monastrell, hacia el oeste del Vinalopó Medio, llegamos al **Valle del Carche**, zona del municipio de Jumilla, donde existe un microclima especial, provocado por la barrera natural de La Sierra del

Carche. Por el centro del valle se desliza la brisa mediterránea, que en verano refresca las viñas. En el centro del valle posee suelos franco arcillosos, dando mayor vigor a las viñas, mientras que en las laderas los suelos son franco arenosos y pedregosos, cuyas viñas sufren más intensamente la dureza del verano.

Yecla

Más al norte están situados los municipios de Yecla, que junto a los ya citados Fuenteálamo y Montealegre, se sitúan a mayor altitud, con cotas que alcanzan los 800 metros. Tienen suelos franco arenosos y clima más continental, con importantes diferencias térmicas y pluviometría más elevada. Son territorios con barreras naturales que protegen los valles y los dota de clima continental: La Peña Rubia, La Cingla, Los Gavilanes; presentan terrenos calizos y arenosos, con diferencias térmicas por encima de 20°, donde actualmente todavía existen bastantes parcelas de viñedo de pie franco. Los viñedos se plantan buscando la orientación apropiada, entre norte y oeste, para conseguir la madurez correcta, respecto a los parámetros de pH y acidez. En esta zona también se sitúan zonas que corresponden al noreste del municipio de Jumilla, en donde más viñedo se concentra cultivado con el sistema de cultivo tradicional en vaso y secano.

Siguiendo estos parajes llegamos a Yecla, única denominación de origen compuesta por un solo municipio y que junto con Jumilla conforman el Altiplano Murciano. Es zona de transición entre la meseta y el Mediterráneo, con clima *mediterráneo continentalizado*. Los viñedos se sitúan a una altitud comprendida entre 400 y 800 metros; están rodeados por cadenas montañosas que dan lugar a diferentes microclimas. Los suelos son de distintos tipos, calizos, arenosos, arcillosos; estos últimos con elevados niveles de hierro, lo que confiere a los vinos características especiales de expresividad, equilibrio y estructura.

En Yecla se diferencian claramente dos zonas:

- Campo Arriba: con una altitud de 700-800 metros; presenta suelos con un alto contenido de caliza (70 %), con texturas arenosa y arcillosa. Son muy pobres en materia orgánica y recursos hídricos. Los vinos obtenidos en esta zona son corpulentos, con baja acidez y contenido alcohólico alto.
- Campo Abajo: corresponde al sur del municipio de Yecla. Su altitud está comprendida entre 400 y 500 metros. Los suelos presentan fundamentalmente textura arcillosa y son más frescos y fértiles, en donde se obtienen vinos más finos y ligeros.

Bullas

En el Noroeste de la Región de Murcia, se sitúa la pequeña Denominación de Origen Bullas compuesta por terrenos ubicados en los municipios de Bullas, Calasparra, Caravaca de la Cruz, Cehegín, Lorca, Moratalla, Mula, Pliego, Ricote, Cieza y Totana. En el límite con Andalucía, tiene influencia mediterránea y sus viñedos con altitudes comprendidas entre 400 y 900 metros, están rodeados de montañas que dan lugar a valles con diferentes tipos de suelos y orientaciones. Los suelos son pardo calizos y en los centros de los valles hay aluviones donde también podemos encontrar sílex. El Valle del Aceniche y la Venta del Pino son las dos zonas elegidas por la Monastrell para expresar la belleza de estos parajes, dando vinos minerales, balsámicos, finos y elegantes.

El Valle del Azeniche está cubierto de viñedos y rodeado de pinares de las Sierras de Lavia, Ceperos, Ponce y Cambrón; tienen un microclima excepcional con una buena altitud, llegando en algunas zonas a los 900 metros. La pluviometría es escasa, alrededor de los 400 mm anuales y presenta diferencias térmicas entre el día y la noche de 25° C, fundamental para un correcto desarrollo de la maduración de la uva.

Un proyecto singular: Bruma del Estrecho Marín - Colección de Parcelas de Monastrell



Figura 6. Viñedos de Monastrell de 50 años sobre suelo arenoso con sílex, en el municipio de Tobarra, al norte de la DO Jumilla



Figura 7. Monastrell sobre suelo calcáreo arenoso con orientación norte. En la foto se aprecia la diversidad de suelos

La vida de un viñedo es capaz de sobrevivir varias generaciones de sus propietarios, es por ello que podemos mostrar la diversidad y evolución de vinos producidos con nues-

tra variedad reina la Monastrell, no solo por las características de la plantación, como puede ser tipo de suelo, orientación, altitud, edad del viñedo, sino también por el componente humano y emocional que conllevan esas viñas, gracias a sus cuidadores.

Partiendo de esta premisa hemos seleccionado parcelas de Monastrell que después de 40 años elaborándolas en la bodega familiar, aportan una diferenciación clara en los vinos.

Representa un recorrido dentro de la Denominación de Origen Protegida Jumilla, de sur a norte, resaltando la personalidad tanto de la parte jumillana como de la manchega.

Empezamos por el Sur casi lindando con el término municipal de Abarán, en donde se localiza el paraje "Estrecho de Marín" a 360 metros de altitud; es una zona histórica de paso y comunicación entre Murcia capital, el altiplano murciano y Castilla La Mancha. Forma un valle protegido por dos sierras, Solana Sopalmo al Oeste y Rajica de Enmedio al este, creando un clima semi-continental de inviernos fríos, duros y veranos muy cálidos, con una buena ventilación. Actualmente estos valles permiten elegir diferentes orientaciones para el viñedo, salvo para las que sobreviven después de 60 años que ya en su día nuestros mayores supieron ubicarlas en la ladera este, con orientación noroeste, para que soportaran mejor los veranos secos y calurosos. Sus raíces son profundas para gestionar mejor la escasa humedad existente, gracias a estas sobreviven al paso del tiempo en suelos calizos, pedregosos, muy pobres, lo que hace que siempre estén al límite. Producen vinos carnosos, corpulentos, con acidez moderada y buena concentración alcohólica, pero bien integrada con el peso de fruta.

Bien diferenciadas, otras parcelas están situadas a 60 kilómetros en dirección norte, dentro de la D.O. Jumilla, en Castilla La Mancha, en el municipio de Tobarra, a unos 700 m de altitud. Es zona más fría y con más pluviometría asomando con timidez a la meseta castellana, que presenta amplios valles con diferentes orientaciones. A las llanuras que tienen orientación este-oeste, les llega cierta brisa del mediterráneo aliviando los veranos extremos y las que tienen orientación norte-sur, muestran clima continental, con una amplitud térmica de 20º C aproximadamente.

Los suelos son de diferentes características, desde arenosos con sílex y tonos rojizos, ricos en hierro, que proporcionan vinos finos, con buena acidez, balsámicos y refrescantes en boca, a suelos arenosos calcáreos totalmente blancos como si fuera

otra galaxia, donde la Monastrell se muestra erguida después de 50 años, pero con síntomas de vejez a simple vista. Dan vinos carnosos, concentrados, con un final salino, que los hacen frescos en boca y presentan aromas de madurez, pero al beberlos proporcionan frescura.

Es común en los viñedos de Monastrell de pie franco encontrar en las parcelas cepas de variedades blancas y Moravia, sarmientos que se introducían en las plantaciones y servían de postre en aquella época a sus cuidadores. Hoy en día aportan notas diferenciadoras en los vinos: ¿Por qué separarlos si son parte de ese paisaje que queremos embotellar y es testigo de convivencia?

5. MOURVEDRE / MONASTRELL EN FRANCIA

Languedoc-Roussillon

La AOC Languedoc (2007) comprende una amplia franja de territorio junto a la costa mediterránea, que se extiende desde la frontera española hasta Nimes, por lo que presenta gran variedad de suelos y diversidad en las características de los vinos.

Es clima mediterráneo, con veranos muy secos y lluvias irregulares en primavera y otoño. El viento (Tramontana) proporciona días luminosos y reduce el riesgo de desarrollo de enfermedades. Las temperaturas extremas, altas en verano y heladas en invierno, se suavizan a medida que se aproxima al Mediterráneo.

Las características de los vinos del Languedoc se deben tanto a la adaptación de la variedad al *terroir* como a las decisiones de los enólogos. En el Languedoc, la Mourvèdre se combina con otras variedades tradicionales (Grenache Noir, Syrah, Cinsault y Carignan Noir); sus taninos aportan la estructura de los vinos y capacidad para la crianza. Sus cualidades aromáticas se expresa mejor después del envejecimiento en madera.

Hace algunas décadas su cultivo se limitaba a la Provenza, pero en la actualidad la variedad Mourvèdre se ha extendido por el Languedoc, en particular en la AOC Bandol.

Vallée du Rhône

La implantación de la Mourvèdre en el Valle del Ródano, por las exigencias de luz y temperatura, únicamente se ha realizado de forma significativa en la zona meridional; se considera como límite septentrional para que esta variedad se desarrolle adecuadamente la zona de Chateneauf-du-Pape (James, 2006).

La precocidad en el desarrollo y maduración en la zona de implantación es un determinante en el logro de una adecuada maduración, por lo que en estas condiciones la variedad es muy exigente en el manejo del cultivo. La implantación en estas zonas frías, por encima de 40º latitud norte, exige elegir cuidadosamente las parcelas para su cultivo, respecto a la exposición, pendiente y orientación; además es recomendable optimizar la formación del follaje, por encima de 1'10 m, altura que en función del rendimiento puede ser recomendable incrementarla a 1.2-1.5 m (Claverie et al., 2008, Institut Rhodanien 2007).

En la elaboración de los vinos de Vallée du Rhône, la Mourvèdre es una variedad complementaria de la Grenache Noir y la Syrah, en cuya combinación aporta aromas complejos de frutos negros, cuero y monte bajo.

Provenza

En la Provenza, el viñedo se extiende desde el sur de Avignon hasta cerca de Niza, por lo que existe una gran heterogeneidad agroclimática, con evidente predominio del clima mediterráneo, aunque existen algunas zonas que pueden verse afectadas por las bajas temperaturas o con una importante influencia del viento.

En la elaboración de los vinos de Provenza, la Mourvèdre está considerada como una de las variedades principales, junto con Cinsault, Grenache, Syrah y Tibouren, que deben representar al menos el 70 % en la composición de los vinos. Está considerada como variedad *mejoradora*, con cualidades enológicas bien definidas; sin embargo, es necesario desarrollar una adecuada elección de las condiciones del cultivo y de las parcelas de implantación, para conseguir la calidad necesaria, pues el desarrollo de su maduración está muy relacionado con el rendimiento del viñedo (Rouchaud, 2005).

La Mourvèdre es muy utilizada en las vinificaciones de los vinos rosados de la Provenza, que representan el 90% de sus elaboraciones. A los vinos les aporta el tono salmón y a

su perfil aromático notas florales y afrutadas, cítricos, frutos rojos, frutos secos y especias. En boca, más redondez y cuerpo que las otras variedades, así como estructura y perfiles ligeramente tánicos.

En la elaboración de los vinos rosados de la Provenza, la Mourvèdre puede permitir obtener mayor riqueza en polifenoles totales que otras variedades, pero al mismo tiempo serán vinos con poco color, como consecuencia de las condiciones de difusión del color a partir de los hollejos, puesto que debe producirse en fase acuosa (Pouzalgues, 2013).

En la elaboración de tintos proporciona vinos muy coloreados, ricos en taninos, para los que se recomiendan varios años de crianza (Marcantoni, G. 2013).

Bandol

En la AOC Bandol se cultivan unas 1600 ha de viñedo, distribuidas en ocho municipios de la región de la Provenza. Reconocida como Denominación de Origen Controlada desde 1941 (JORF. 1941), adopta el nombre del puerto de Bandol, a través del cual se realizaba desde hace más de 200 años su comercialización, aunque realmente en este municipio, como consecuencia de la presión turística y urbanística, no hay viñedo, el cual se sitúa en los otros siete municipios integrados en la denominación (Le Beausset, La Cadière-d'Azur, Le Castellet, Evenos, Ollioules, Sanary-sur-Mer, Saint-Cyr-sur-Mer).

El cultivo se desarrolla en parcelas específicamente aprobadas por el Instituto Nacional del Origen y de la Calidad, sobre terrazas sucesivas que se elevan en las laderas de las colinas orientadas al sur: "mirando al mar Mediterráneo" (JORF, 2011), formando un amplio anfiteatro que les protege del Mistral, viento frío del norte. Ésta orientación y topografía, que desciende desde 350 m de altitud hasta 100 m, favorece un ambiente suave, con amplia insolación, que unido a una precipitación suficiente (650 mm) y al efecto moderador del Mediterráneo, permite mantener una ligera humedad nocturna proporcionando las condiciones adecuadas para la óptima maduración de la uvas. Los suelos más característicos son poco profundos, pobres en materia orgánica, ricos en elementos silíceos, pedregosos y con buen drenaje.

Sobre la base de estas características geográficas y agroclimáticas, la AOC Bandol ha logrado una importante diferenciación en la calidad y reconocimiento de sus vinos, en particular de los tintos, con la puesta en práctica de unas estrictas disposiciones que regulan los diferentes aspectos de la implantación y cultivo de los viñedos, así como

para la vinificación y crianza de sus vinos. La producción en la AOC Bandol corresponde exclusivamente a vinos tranquilos, que en el año 2016 y en función de las superficies destinadas a cada elaboración (tabla 1).

Tabla 1

Distribución de la superficie de viñedo en la AOC Bandol, en función del tipo de vino elaborado

Tipo de vino	Superficie (ha)	%
Tintos	344	22
Rosados	1142	73
Blancos	68	5

Aunque algunas estimaciones elevan la producción de vino rosado al 80 % (Avé, 2017), su comercialización se confunde en muchas ocasiones con el gran volumen de vinos rosados de la Provenza. Bandol ha logrado una alta reputación como líder en la elaboración de vino tinto. Esta consideración se ha alcanzado gracias a los objetivos de calidad marcados en la reglamentación: en vendimia se obtienen rendimientos inferiores a los habituales en la zona y debe ser realizada exclusivamente de forma manual, (25-35 hl/ha, aunque están autorizados 40 hl/ha). Considerando las dificultades para controlar el rendimiento de las viñas jóvenes de Mourvèdre, para la elaboración de vino tinto de Bandol, el viñedo debe tener más de 7 años, con 5000 cepas/ha (George, 2011).

En los vinos tintos, la Mourvedre es la variedad fundamental, con una participación comprendida entre el 50 y el 95 %, que combina armoniosamente con Garnacha y Cinsault, consideradas también como variedades principales y con Cariñena y Syrah, como complementarias, cuya proporción de cada una debe ser igual o inferior al 10 %. Respecto a la crianza, en los vinos tintos debe realizarse, como mínimo, durante 18 meses en barricas o en fudres.

La proporción de la Monastrell que se emplea en la elaboración de los vinos de Bandol, además de las exigencias reglamentarias, se establece por las preferencias de cada enólogo, relacionada con los objetivos de crianza de los mismos:

- Los vinos de envejecimiento largo, emplean alta proporción de Mourvedre (80 % o superior) y bajo porcentaje de Garnacha, que se realiza preferentemente en los fudres tradicionales.

- Los vinos destinados a un envejecimiento corto, menor cantidad de Mourvèdre (50 %), elevando la participación de la Garnacha (40 %).

La acertada decisión en la combinación de las variedades permite elaborar vinos que inicialmente pueden mostrarse cerrados, con cierta aspereza, se presentan como vinos intensos, estructurados, tánicos y de larga conservación. Con una prolongada crianza experimentan una sorprendente evolución, este vino se vuelve franco, redondo, muestra finura, con un final especiado, cacao y clavo, que envuelto por los taninos ofrece finura (Gutierrez, 2002; Dico du Vin. 2017).

Los vinos tintos de Bandol, se han posicionado en el segmento de alta gama, como resultado de la aplicación de una política de diferenciación, mediante la jerarquización de los viñedos y de las exigencias de establecimiento, cultivo y elaboración. Estrategia que al mismo tiempo que destaca algunos vinos como elitistas, permite impulsar al resto de la denominación hacia una posición comercial destacada (Mora, 2016).

6. MATARO / MONASTRELL EN AUSTRALIA

El cultivo de la variedad Mataro/Monastrell ha experimentado importantes cambios desde su introducción en Australia con la expedición de James Busby (1832). Alcanzó un importante predominio en la segunda mitad del siglo XIX, por su adaptación a los climas cálidos y altos rendimientos, proporcionando vinos con buena estructura, aroma y sabor, cuando se vendimiaba con buena maduración (Anon., 2017).

En épocas posteriores, en el manejo del cultivo, se adelantó la fecha de la vendimia y se producían vinos más ligeros y pobres en aroma y sabor, lo que provocó un claro descenso en su aceptación en Londres, que constituía su principal mercado. Como consecuencia de esto, se redujo la demanda de los vinos de esta variedad, propiciándose la sustitución por otras como Cabernet Sauvignon y Shiraz. Al mismo tiempo se invitaba a un incremento del consumo en el mercado interior de la propia Australia, como exponía el artículo *"The Mataro Question"*, publicado por A.J. Perkins (1896); sin embargo, aquel artículo también invitaba a los agricultores a la elaboración de sus propios vinos, para mejorar la armonía entre viticultura y vinificación.

La evolución se orientó hacia la elaboración de *vinos fortificados* que constituyeron la principal demanda en la primera mitad del siglo XX: vinos dulces, con intenso sabor y enriquecidos en alcohol y se utilizó para combinaciones con Touriga Nacional, Tinta

Cao y Tinta Amarella en las versátiles elaboraciones del tipo “*port blend*”.

Posteriormente, a partir de los años 50 en que las bodegas incrementaron la producción de ‘vinos de mesa’, los elaborados con Mataro destacaron particularmente, tanto en combinación con otras variedades (Cabernet Sauvignon y Shiraz), como monovarietales, aunque en menor medida. Desde la década de 1970, fundamentalmente se empleaba en las mezclas GSM, junto con Garnacha y Shiraz, que hasta principios de los años 2000 representaban la más amplia utilización de esta variedad, combinaciones a las que aportaba la estructura del vino. Sin embargo, en las últimas décadas las preferencias han evolucionado, al dar mayor preponderancia a la Mourvedre, que provoca el cambio en el orden de las siglas: **GSM** → **MGS**, así como con la elaboración de grandes vinos monovarietales, o con aportaciones muy reducidas de otras variedades (White, 2012).

En la actualidad, las aproximadamente 750 ha cultivadas de Mataro, en un 80 % se localizan en South Australia (Barossa Valley, Riverland, McLaren Vale), en donde se asegura que existe el viñedo de Monastrell/Mourvèdre/Mataro más antiguo del mundo plantados en 1853, el Old Garden Vineyard, en Rowland Flat (Barossa Valley) y que con sus uvas se elabora el famoso, raro y caro vino Old Garden Vineyard.

Por sus características y adaptación, la variedad Mataro se cultiva preferentemente en climas templados y cálidos, considerándose que las mejores vendimias corresponden a los años calurosos, sin que sean extremos, pues en ocasiones se puede producir la caída de hojas antes de completar la maduración.



Figura 8. Viñedo de Mataro con formación en arbusto (Barossa Valley)

El característico patrón de crecimiento vertical de esta variedad propició el tradicional cultivo en vaso y también en arbusto, favoreciendo una estructura abierta con buena aireación. Posteriormente, también se ha desarrollado la transformación de los viejos viñedos con formación en arbusto a espaldera.

Además de las características específicas del viñedo, por las condiciones agroclimáticas y conducción del cultivo, se han indicado dos causas de las diferencias entre las peculiaridades de la Mataro del sur de Francia y la cultivada en Barossa Valley. En primer lugar, en Francia en muchas ocasiones se cultivan diferentes variedades en la misma parcela, realizando la recolección en función de la maduración de las variedades que están en mayor proporción, por lo que la Mataro se recolecta habitualmente sin haber alcanzado el grado óptimo. Otro aspecto a tener en cuenta es que la filoxera provocó una importante pérdida de material vegetal en los viñedos europeos, induciendo una neta diferenciación con las plantaciones existentes en Australia, que en su mayor parte tienen un origen pre-filoxérico (Shanahan, 2013).

Como peculiaridad es necesario considerar el propio proceso de vinificación. La vendimia de la Mataro se debe realizar con 14º Be o superior, pues es preciso tener uvas completamente maduras que proporcionen taninos suaves y acidez baja, es fundamental alcanzar una maduración fisiológica adecuada. Los gruesos hollejos, adecuadamente manejados permiten obtener los taninos que proporcionan la estructura característica y la protección frente a la oxidación.

En periodo de la fermentación es donde se logra la estructura de estos vinos, desarrollándose la extracción del color en la segunda mitad de la fermentación. Se emplean fermentadores de acero abiertos, con una gran superficie que facilite el bazuqueo frecuente. La fermentación se dirige con la selección de una levadura cultivada que proporcione una fase de latencia moderada y un final estable y fuerte. Asimismo se realizan las intervenciones necesarias sobre la acidez, complementos nutritivos, con una especial atención al control de la temperatura (Smith, 2010).

El vino permanece en contacto con los hollejos 7-12 días, en función de la apreciación en la degustación realizada diariamente y manteniendo el sombrero húmedo manualmente. Posteriormente el mosto se extrae en prensa de jaula, para pasar a la crianza en barrica, con diferente duración en función de los vinos (12-24 meses).

Las características de los vinos elaborados con Mataro, están altamente influidas por el desarrollo del propio viñedo; en este sentido R. Binder (2007) pone de manifiesto

estas diferencias al comparar los resultados de viñedos de Mataro plantados a principios del siglo XX, con otros de 1972 y 1996, el primero en seco y los otros aunque asistidos con regadío, éste se suprime a partir del envero. El viñedo más antiguo se vendimia habitualmente una semana después, con 15.0º Be, mientras que en los otros dos se hace con 14.0º Be. El vino obtenido en el viñedo viejo es más intenso en aroma, sabor y color, con taninos intensos y con más persistencia, que proporcionan una sensación más prolongada en boca (Binder, 2007).

En los vinos elaborados exclusivamente con Mataro, el carácter varietal se hace muy evidente, especialmente en los vinos que han permanecido 3-4 años en botella: muestran desde color rojo granate a rojo ladrillo oscuro, con una amplia gama de aromas, como frutos rojos, especias, pimienta, clavo, vainilla, roble, cedro, etc. Poseen un paladar generoso, amplio y prolongado, que se muestra complejo, con taninos cuya suavidad es más definida en los procedentes de viñedos de más edad (Jones, 2010).

La reducida superficie dedicada a la Mataro en Australia corresponde a viñedos cultivados en pequeñas parcelas y con muchos años, que proporcionan uvas de gran calidad, con un futuro muy favorable para sus vinos, al ser elaborados por personas entusiastas de los vinos de Mataro.

7. MATARO / MOURVEDRE / MONASTRELL EN USA

En las primeras etapas de la presencia de la Mataro en USA, introducida con la colección Pellier en la década de 1850, esta variedad era apreciada por aportar estructura y tanicidad, junto con carácter afrutado a las combinaciones con otras variedades; sin embargo, su cultivo sufrió importantes retrocesos, fundamentalmente en los años de La Prohibición.

A partir de 1980, la variedad Mataro/Mourvèdre ha recibido una mayor atención, recuperando el interés por su participación en los vinos de mezclas, pero también como monovarietal, logrando un especial impulso por la decisión del grupo de los *Rhône Rangers*, que estudiaron las posibilidades de las variedades cultivadas en el Valle del Ródano para elaborar los vinos en California.

La mayor superficie de los viñedos de Mourvèdre se localiza en *Central Coast Country* (California), extendiéndose asimismo hacia el sur hasta Santa Bárbara y hacia el este en las estribaciones de la Sierra. También existen algunos viñedos de Mourvèdre en

los estados de Washington y Texas. El Central Coast Country es cálido y montañoso, pero por su proximidad al océano se beneficia en la moderación de temperaturas; los vinos elaborados en esta zona están fuertemente caracterizados por las condiciones de cultivo y elaboración. Las uvas de los viñedos nuevos únicamente se emplean para las mezclas con otras variedades, mientras que los monovarietales de Mourvèdre se elaboran con las uvas procedentes de viñedos antiguos, que en algunos casos indican 80-100 años de edad. Se presta especial atención para realizar la vendimia solamente después de alcanzar la plena maduración de las uvas, pues en caso contrario el vino resultaría con escaso color, ácido y sin sabor.

Los vinos de Mourvèdre, elaborados en California, presentan “un estilo propio California”, son jugosos, equilibrados, con un sabor intenso, mucha fruta y con acidez y taninos moderados, pero con escasa definición del territorio.

REFERENCIAS

- Anon. (2017). Mataro: A dark horse with exceptional pedigree. Wine Australia-Styles: <https://www.wineaustralia.com/whats-happening/stories-of-australian-wine/styles/mataro>.
- Avé, G. (2017). Étienne Portalis: «L'identité de Bandol est rouge!» La Revue du Vin de France (20.06.2017). (<http://www.larvf.com/vins-bandol-pradeaux-chateau-etienne-portalis-mourvedre-rouge-rose-provence-identite-terroir,4541362.asp>).
- Binder, R. (2007). Mataro becomes quality variety despite long-time hardships. Australian Viticulture January/February 2007: 82-84.
- Clavierie, M. et Durand, J.F.(2008). Élaboration d'un modèle de maturité du cépage mourvèdre (1). Institut Français de la Vigne et du Vin.
- Décret du 30 avril 2007 modifiant le décret du 24 décembre 1985 modifié définissant les conditions de production des vins à appellation d'origine contrôlée «Coteaux du Languedoc»
- Dico du Vin. (2017). Mourvèdre (cépage noir) Bandol (Provence). <https://dico-du-vin.com/mourvedre-cepage-noir-bandol-provence>. Dico-du-Vin.com
- George, R. (2011). The wines of South of France. Octopus Publishing Group Limited.
- Gutierrez, L. (2002). Descubrimos Bandol. http://elmundovino.elmundo.es/elmundovino/noticia.html?vi_seccion=12&vs_fecha=200201&vs_noticia=1010100413 (04.01.2002).
- Institut Rhodanien (2007). Planter du Mourvèdre en Vallée du Rhône. Point Rhône. Janvier 2007 – N° 4
- James, R.(2006). Understanding Mourvèdre. Issue of Wine Business Monthly
- Jones, L. (2010). Varietal Mourvèdre makes winemakers take note. Wine Industrial Journal. March-April 2010. Vol 25 n° 2: 84-89.
- JORF (2011). Cahier des charges de l'appellation d'origine contrôlée «Bandol» homologué par le décret n° 2011-1154 du 22 septembre 2011, (JORF du 24 septembre 2011).
- JORF. (1941). Décret du 11 novembre 1941. Communes dont les vins ont droit à l'appellation Bandol ou Vin de Bandol (JORF du 18 novembre 1941 - p. 4952).
- Marcantoni, G. (2013). Conservatoires, collections d'étude et prospections dans le vignoble varois. Rosé.com n° 19 - Avril 2013.
- Mora, P. (2016). Wine positioning. Springer International Publishing Switzerland.
- OIV (2010). Resolución OIV/VITI 333/2010: Definición de "Terroir" vitivinícola.
- Perkins, A. J. (1896). The Mataro Question. Adelaide Observer - sáb 29 feb 1896 Page 7.
- Pouzalgues, N., Sereno, C., Carbanneau, A., Boursiquot, J-M., This, P. Ojeda, H. et Masson, G. (2013). Cépages et vins rosés, une banque de données issues de 10 ans de vinifications expérimentales. Centre de Recherche et d'Expérimentation sur le Vin Rosé.
- Reglamento (CE) No 479/2008 del Consejo de 29 de abril de 2008 por el que se establece la organización común del mercado vitivinícola. (DOUE 6.6.2008).
- Rouchaud, E. (2005). Sélection clonale des cépages destinés à l'élaboration des vins provençaux Bilan et perspectives. Rosé.com n° 8, juillet 2005.
- Shanahan, C. (2013). Venerable survivor. Good Food – Australia's Home of the hats. <https://www.goodfood.com.au/drinks/venerable-survivor-20130401-2h2oy>
- Smith, T. (2010). Mataro stands on its own. Wine Industrial Journal. March-April 2010. Vol 25 n° 2: 76-83.
- White, P. (2012). Mataro has Mataro no more. Mataro Mourvèdre Monastrell Whatever, it's marching in Oz. At least Mataro ends with an O. Drinkster. <https://drinkster.blogspot.com/2012/06/mataro-has-mataro-no-more.html>.

13. Las investigaciones sobre la Monastrell

Fernando Riquelme

Dr. Ingeniero Agrónomo

1. INTRODUCCIÓN

La variedad Monastrell se ha cultivado tradicionalmente en zonas de clima mediterráneo, con elaboración de vinos que se ha adaptado a la demanda del mercado, aplicando las técnicas agronómicas y enológicas disponibles en cada momento.

Durante las últimas décadas, el desarrollo económico, los avances en los conocimientos agronómicos y enológicos, junto con las innovaciones tecnológicas y su adecuada aplicación en el cultivo de los viñedos y en la elaboración de los vinos de Monastrell, han favorecido la producción de vinos de calidad y en consecuencia, una mejor aceptación y cotización en los mercados.

Paralelamente con el interés agronómico, enológico y económico, que se incrementaba en el entorno de la variedad Monastrell se ha generado un cierto desarrollo de la actividad investigadora relacionada con esta variedad, que por las características de la difusión de su cultivo es limitada, pues su interés se manifiesta fundamentalmente en los centros de investigación localizados en las zonas de su cultivo y elaboración;

con preocupación creciente sobre los conocimientos específicos de la variedad, como se pone de manifiesto en la evolución de la producción científica.

En la década de 1990, en todo el mundo se inició un proceso de recuperación del sector del vino, incorporándose como productores de relevancia Australia y USA, así como Argentina, Chile y Sudáfrica, con claras innovaciones tecnológicas en el entorno de una favorable estructura institucional. Este nuevo enfoque de la producción de vino, con un fuerte apoyo en la innovación tecnológica y los conocimientos científicos también ha tenido respuesta en las universidades, centros de investigación, con una limitada repercusión en el sector productor, cuya transmisión ha sido realizada por las empresas de equipos y productos o por las organizaciones de transferencia tecnológica (Morrison et al., 2014).

2. ARTÍCULOS CIENTÍFICOS SOBRE LA VARIEDAD MONASTRELL

Los avances logrados como resultado de la investigación desarrollada en viticultura y enología están alcanzando niveles destacados, en términos de producción científica. En este amplio sector hemos orientado la exposición de este capítulo al análisis de la investigación publicada sobre la variedad Monastrell, que representa una parte específica de toda la investigación del sector del vino en su globalidad.

La revisión se basa en un análisis cuantitativo y cualitativo de la investigación científica publicada sobre la variedad Monastrell; para ello se realizó un análisis de las publicaciones indexadas en 'Scopus', con la revisión de sus contenidos para seleccionar y clasificar las que centran su material y objetivos de estudio en esta variedad.

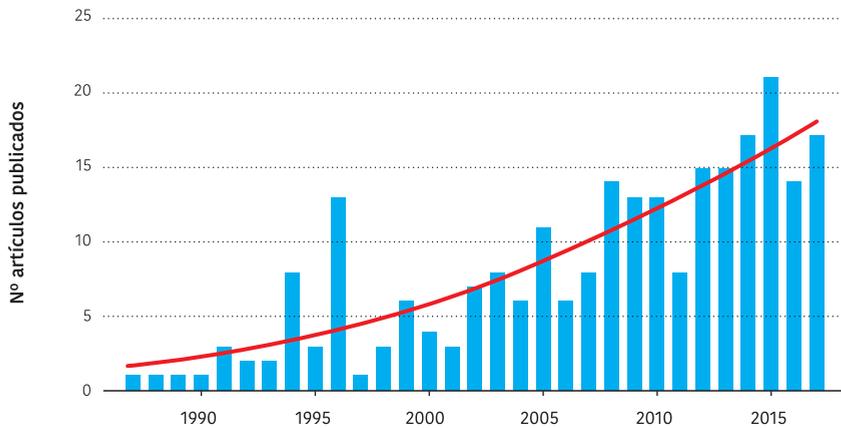
'Scopus' (Elsevier) es la base de datos de resúmenes y citas de bibliografía científica *peer-reviewed* más amplia; registra la información de 21.900 revistas científicas de todo el mundo, así como publicaciones comerciales, series de libros y otros documentos, patentes y sitios web.

Hemos utilizados la base de datos 'Scopus' para localizar todos los documentos que respondieran al criterio de búsqueda 'Monastrell' o 'Mourvèdre', en el periodo 1987-2017, revisión que nos ha proporcionado los siguientes documentos:

- 'Monastrell': 1.054 artículos
- 'Mourvèdre': 271 artículos

Datos que es necesario someter al análisis de contenidos, pues pueden existir duplicidades como resultado de la exploración realizada para ambas sinonimias y por otra parte comprobar que el contenido de los artículos corresponde realmente a trabajos científicos desarrollados sobre la variedad Monastrell-Mourvèdre, pues en muchos de ellos pueden aparecer estos términos como referencia de datos, métodos o citas bibliográficas.

Figura 1. Evolución anual del número de artículos publicados



Después de realizar esta depuración se han localizado 245 artículos científicos publicados en el periodo 1987-2017, cuyo contenido se ha desarrollado sobre la variedad Monastrell/Mourvèdre, en las distintas áreas científicas: agricultura, biología, química, bioquímica, genética, enología, medicina, microbiología, etc. Estas cifras indican la existencia de un elevado número de artículos, que representan más del 75 % de los indexados inicialmente, que no están realizados con la variedad Monastrell, pero utilizan las metodologías, los resultados o conclusiones desarrolladas por los investigadores que anteriormente han trabajado con ella. Además ponen de manifiesto el elevado impacto y consideración de las investigaciones de estos científicos en las áreas relacionadas.

La evolución de la publicación de artículos sobre la variedad Monastrell presenta un claro incremento en el periodo analizado, creciendo desde valores mínimos, con una media de 3.6 artículos anuales en la década 1987-96, hasta alcanzar los 14.9 artículos anuales en la última década: 2007-17. Por otra parte, esta evolución supone una in-

tensidad en su crecimiento superior al incremento de la producción científica general en España, en la misma etapa (FECYT, 2017).

Tabla 1

Revistas que publican mayor número de artículos sobre Monastrell

Journal of Agricultural Food Chemistry	34
Food Chemistry	21
European Food Research and Technology	14
American Journal of Enology and Viticulture	11
Food Research International	11
Journal of the Science of Food and Agriculture	10
Acta Horticulturae	8
Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin	7
International Journal of Food Science & Technology	7

Todos estos artículos han sido publicados en revistas que mantienen el arbitraje de “revisión por pares”, como método más ampliamente aceptado para validar la calidad de la investigación y garantizar la confianza en las revistas científicas. La publicación de los 245 artículos, sobre la variedad Monastrell/Mourvèdre, presenta una amplia dispersión al haberse publicado en un conjunto de 84 revistas especializadas en una amplia gama de áreas científicas; sin embargo nueve revistas agruparon más del 50 % de los artículos publicados (Tabla 1), situándose el ‘Journal of Agricultural Food Chemistry’ seguida ‘Food Chemistry’, como las revistas con mayor número de artículos publicados. La mayor parte de estas revistas contemplan de forma amplia el estudio de la composición química y bioquímica, así como la fisiología de las plantas, frutos y los productos elaborados en las diferentes condiciones de desarrollo y transformación.

Las revistas especializadas en viticultura y enología que publicaron más artículos sobre la Monastrell fueron: ‘American Journal of Enology and Viticulture’ (11) y ‘Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin’ (7) y ‘Australian Journal of Grape and Wine Research’ (4).

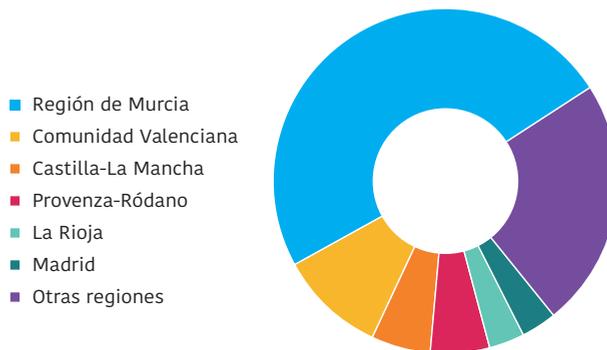
Al considerar el origen de los artículos de investigación publicados, hemos considerado separadamente cada uno de los centros de investigación de los autores firmantes del artículo. Como se ha indicado anteriormente la investigación sobre la Monastrell se ha desarrollado fundamentalmente localizados en las zonas de su cultivo y elaboración; de este modo se muestran de forma destacada los centros de investigación de la

Región de Murcia, cuyas aportaciones representan el 48'65 % de los artículos registrados, seguida por la Comunidad Valenciana (10'81 %) y Castilla-La Mancha (6'08 %), a las que podemos unir las regiones de la Provenza y Ródano, en el sureste de Francia (5'41 %). Junto a estas regiones, en las que está implantada la Monastrell/Mourvédre, destacan las aportaciones de La Rioja y Madrid, por la presencia de importantes grupos de investigación, cuya actividad se desarrolla en el entorno de la viticultura y el vino.

Sin embargo, para determinar adecuadamente el origen de la actividad científica se deben identificar a las instituciones, centros y grupos de investigación que la han desarrollado.

En la Región de Murcia destacan en primer lugar los resultados de investigación publicados por investigadores de la Universidad de Murcia, en la que sobresalen las publicaciones de los grupos de bioquímica, biología molecular y fisiología vegetal de la Facultad de Biología, así como los que desarrollan sus estudios en el área de química agrícola de la Facultad de Química. Pero el equipo de investigación cuyas investigaciones reflejan mayor actividad científica en estudios sobre la variedad Monastrell es el correspondiente al Departamento de Tecnología de Los Alimentos, Nutrición y Bromatología, integrado en la Facultad de Veterinaria, pues el número de artículos registrados que están realizados por investigadores de este grupo representa el 35 % de los generados en la Región de Murcia. Asimismo en la Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM) se han desarrollado diferentes proyectos de investigación en los que la variedad Monastrell ha sido el objetivo.

Figura 2. Regiones productoras de artículos de investigación sobre la variedad Monastrell



También ocupa un lugar muy destacado la actividad desarrollada por el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), que por su carácter multidisciplinar y con actividad especialmente orientada al sector agrario, son diversos los departamentos con amplios resultados relacionados con la Monastrell: Biotecnología y Protección de Cultivos, Grupo de Riego y Fisiología del Stress, Economía Agraria y en particular el Equipo de Viticultura y Enología, con una especial participación de la Bodega Experimental de la Estación Enológica de Jumilla.

En la Comunidad Valenciana la investigación sobre la variedad Monastrell se ha desarrollado principalmente en el Departamento de Tecnología de Alimentos y el Instituto Interuniversitario de Investigación en Bioingeniería y Tecnología Orientada al Ser Humano de la Universidad Politécnica de Valencia, así como en los Departamentos de Microbiología y Ecología y de Química Analítica de la Universidad de Valencia. Otro grupo de los artículos registrados corresponden a investigadores de la Universidad de Alicante, en particular al Departamento de Agroquímica y Bioquímica y alguna incidencia puntual en el Instituto de Biología Molecular y Celular (IBMC), de la Universidad Miguel Hernández.

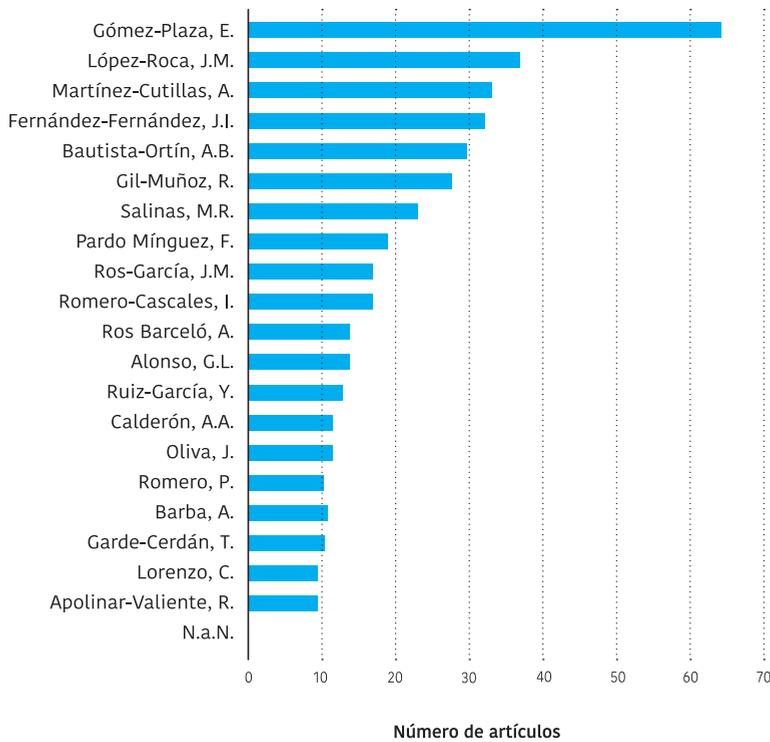
En la Comunidad de Castilla La Mancha, que es la segunda región vitivinícola en superficie dedicada a la variedad Monastrell, ha generado una importante producción científica sobre esta variedad en la Cátedra de Química Agrícola de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete (Universidad de Castilla La Mancha); cuyos proyectos se han desarrollado en gran medida con la colaboración de la Bodega San Isidro (BSI) de Jumilla; bodega cooperativa que también ha participado en proyectos de investigación con instituciones de la Región de Murcia: Universidad de Murcia, UCAM e IMIDA.

A distancia de estos resultados se sitúan los artículos de investigación publicados (peer-reviewed) en la segunda zona de producción de vinos de la variedad Monastrell, que corresponde a Vallée du Rhône-Provenza y Languedoc-Roussillon; en estas regiones el desarrollo de las investigaciones, con una cuantía muy inferior a las desarrolladas en España, ha correspondido fundamentalmente a la amplia estructura del Institut National d'Études Supérieures Agronomiques, en particular a INRA-Montpellier SupAgro, y otras unidades, como la Unité Mixte de Recherche Sciences Pour l'OEnologie.

La participación de empresas en los trabajos de investigación, no se ve reflejada por la presencia de sus profesionales como autores en los artículos científicos publicados,

pues la colaboración entre las instituciones de investigación y el sector empresarial se limita a la colaboración en el desarrollo de los trabajos experimentales, sin que represente una plena integración en los proyectos de investigación. En este ámbito debemos citar a F. Pardo, mencionado anteriormente como uno de los autores con mayor número de artículos, que como enólogo de Bodega San Isidro (BSI), de Jumilla, mantiene la colaboración con diferentes instituciones desde el año 1988.

Figura 3. Autores con mayor número de artículos publicados sobre la variedad Monastrell (1987-2017)



El análisis del origen de las aportaciones resulta mucho más preciso al personalizar en los investigadores autores de los diferentes artículos, que configuran los grupos de trabajo y propician el avance en los conocimientos y la evolución de las líneas de estudio; también permite identificar las colaboraciones y las referencias de los trabajos. En esta revisión el autor con mayor número de trabajos publicados es E. Gómez-Plaza, con 67 artículos registrados, seguido de J.M. López-Roca (37), A. Martínez-Cutillas

(33), y J.I. Fernández-Fernández (32), A.B. Bautista-Ortín, (30), R. Gil-Muñoz, (28), M.R. Salinas (23) y F. Pardo (19), como investigadores más destacados, que en la mayor parte de los trabajos publicados firman como colaboradores y que constituyen dos importantes grupos científicos. El primero, que destaca por su mayor productividad, localizado en instituciones de Murcia, con E. Gómez-Plaza como investigadora central, mientras que el segundo en Albacete, liderado por M.R. Salinas.

El análisis de las publicaciones identificadas por su objetivo de investigación sobre la variedad Monastrell debemos entenderla focalizada en los artículos registrados en la base de datos (Scopus), pues otras muchas aportaciones pueden no haber sido admitidas por el *Content Selection & Advisory Board (CSAB)* en función de sus criterios de admisión de amplia cobertura y alta calidad de los contenidos de las revistas.

Las áreas de estudio de viticultura y enología se deben considerar con un carácter multidisciplinar, que además en muchos aspectos se consideran científicamente periféricos, con un menor impacto, por lo que los resultados no se publican exclusivamente en revistas específicas de viticultura y enología, sino que los investigadores orientan sus publicaciones a revistas de otras áreas y de investigación agrícola, biología o química de ámbito general.

Podríamos obtener una primera aproximación sobre los contenidos y orientación de los artículos al considerar las revistas en que son publicados preferentemente, como hemos podido comprobar en la Tabla 1. Las revistas específicas de viticultura y enología ('American Journal of Enology and Viticulture', 'Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin', 'Australian Journal of Grape and Wine Research', etc.) únicamente han publicado el 11'5 % de los artículos. Esta situación hace pensar que los trabajos publicados responden a líneas de investigación de carácter más básico, optando los autores por su publicación en revistas de ámbito más amplio y con mayor índice de impacto, por lo que para conocer las áreas en que se desarrolla la actividad investigadora reflejada es necesario realizar una exploración minuciosa de los mismos.

Al realizar la revisión de los artículos sobre la variedad Monastrell, es posible distinguir dos categorías, aunque en algunos casos el límite es difícil de establecer:

- Artículos que han utilizado la variedad Monastrell, pero su objetivo de trabajo está dirigido al estudio de técnicas de cultivo, elaboración de vinos, técnicas analíticas, propiedades bioquímicas, etc. Aunque en muchos de estos trabajos la presencia

de la Monastrell es circunstancial, también aportan datos o características de interés sobre la variedad, así como soluciones y avances científicos y técnicos.

- Artículos generados como resultado de una trayectoria de investigación con líneas de trabajo y proyectos, con objetivos específicamente orientados a dilucidar aspectos concretos de la variedad Monastrell.

3. LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA

En esta revisión, los primeros trabajos que han tenido a la variedad Monastrell como material experimental fueron los desarrollados en el Departamento de Bioquímica (Universidad de Murcia) dirigidos al estudio de la cinética en la actividad de diversos enzimas, relacionados con la polifenol oxidasa y otras de la actividad respiratoria, implicadas en los cambios de color durante la maduración de la uva y la producción de vino. Al mismo tiempo realizan aportaciones con métodos espectrofotométricos para la determinación de ciertas actividades enzimáticas y para la extracción y purificación de enzimas.

Con la aplicación de técnicas de cultivo de células de vid (Monastrell), también en la Universidad de Murcia (Departamento de Biología Vegetal) se estudiaron los factores que controlan la acción de la peroxidasa y su relación con la inducción del incremento de la producción de resveratrol (Ros-Barceló, Pedreño), métodos para la purificación de enzimas y su inactivación; con la aplicación de diversos compuestos, se ha estudiado la respuesta en la expresión de los genes implicados en la biosíntesis de *trans*-resveratrol y estilbenos, estudios que han generado amplios resultados, tanto para facilitar su extracción de las plantas, como por síntesis química. Al mismo tiempo se han logrado grandes avances en la producción por medio de cultivo de células vid y en particular de la variedad Monastrell, mediante selección de líneas celulares de alta producción, optimización de las condiciones de cultivo y el empleo de elicitores, así como por la obtención de nuevas líneas celulares por medio de la modificación genética.

Los estudios relacionados con la producción de estilbenos han sido emprendidos desde diferentes perspectivas, así el Grupo de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (Universidad de Murcia) y el Equipo de Viticultura y Enología (IMIDA), también han realizado estudios dirigidos a incrementar la producción de compuestos fenólicos, como respuesta de defensa de la planta, con tratamientos de diferentes compues-

tos en el viñedo, cuyos resultados sugieren que podrían servir para incrementar la resistencia frente a ciertos agentes y mejorar el color de las uvas y el vino; por otra parte el Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos del CEBAS han propuesto el empleo de la irradiación *por pulsos UV*, de las uvas vendimiadas, como método para producir vinos tintos enriquecidos en estilbenos (resveratrol y piceatannol), compuestos con actividades beneficiosas para la salud. Por otra parte el Instituto de Biología Molecular y Celular de la Universidad Miguel Hernández, ha determinado el contenido en uvas y vinos de Monastrell, y ha estudiado el impacto de la tecnología de descompresión instantánea controlada (Instant Controlled Pressure Drop - DIC®) en los procesos para su extracción.

El estudio de las levaduras implicadas en la fermentación alcohólica ha sido abordado por los Departamentos de Microbiología y Ecología y el Departamento de Química Analítica de la Universidad de Valencia, con el objetivo de dilucidar el papel de las diferentes cepas en mostos de Monastrell y su relación con la formación del perfil aromático del vino, y determinar las condiciones más adecuadas para el empleo de levaduras seleccionadas.

El Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología de la Universidad de Murcia, en algunos casos en colaboración con la Cátedra de Química Agrícola de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete (Univ. de Castilla-La Mancha), desarrolla una larga trayectoria en el estudio de los residuos de productos fitosanitarios en la uva y el vino. Han analizado su influencia en la cinética de la fermentación y las modificaciones de estos compuestos en los diferentes procesos de vinificación y su influencia sobre el perfil aromático de los vinos. Dichos estudios permiten proponer las condiciones más adecuadas en los procesos de vinificación, así como el empleo correcto de estos productos fitosanitarios y las mejores condiciones para su disipación y eliminación.

Entre las líneas de investigación orientadas a perfeccionar los conocimientos sobre la variedad Monastrell y mejorar la producción, rendimientos y calidad de las vendimias y de los vinos, existe una asociación de colaboración de larga trayectoria entre el Grupo de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (Universidad de Murcia) y el Equipo de Viticultura y Enología (IMIDA), con destacada cooperación de la Bodega Experimental de la Estación Enológica de Jumilla. El desarrollo conjunto de proyectos de investigación ha generado numerosos artículos científicos, que contemplan tanto el estudio de la composición y evolución de las uvas durante el desarrollo y maduración o del vino durante la vinificación y crianza, como consideraciones tecnológicas orientadas

a la mejora del cultivo, producción y elaboración, gracias a ese mejor conocimiento adquirido.

Consideramos en primer lugar los estudios sobre los componentes volátiles de las uvas durante la maduración y del vino en los procesos de fermentación, elaboración y crianza, que permite conocer las características y evolución de los compuestos responsables del aroma del vino, conocer su biosíntesis, sus transformaciones y la relación con los métodos de vinificación, así como las diferencias que pueden existir entre los distintos clones de Monastrell. También han desarrollado una amplia actividad en el estudio de los compuestos volátiles en la Cátedra de Química Agrícola de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete, abordando el tema desde diversas perspectivas: diferenciación entre variedades, evolución durante la maduración de la uva, efecto de los tratamientos foliares en el viñedo (eugenol, guaiacol, extractos de roble, *whiskey lactones*), evolución de la composición aromática en función de las condiciones de la vinificación, características de las barricas empleadas para la crianza, interacción entre variedades, así como la puesta a punto de procedimientos para la determinación de compuestos volátiles en vinos.

Avanzando en las investigaciones sobre los compuestos presentes en la uva y el vino, han prestado un especial interés a los compuestos fenólicos, por su alto contenido en la variedad Monastrell y por su importancia en los procesos de elaboración y la repercusión en las características organolépticas de los vinos. Los artículos comprenden estudios orientados a la evaluación de los vinos y su clasificación en función de parámetros de color y contenido de compuestos polifenólicos, se ha analizado la dependencia entre el color y el contenido de antocianos en las uvas vendimiadas, así como la influencia de diferentes condiciones de los procesos de vinificación: localización del viñedo, año, grado de maduración, tiempo y otras condiciones de maceración con los hollejos, condiciones de cultivo, etc. Una línea de trabajo se ha orientado al estudio de las variables que afectan al proceso de crianza de los vinos de la variedad Monastrell en barricas, considerando tipo de madera, tamaño y edad de las barricas, así como su posterior evolución en botella; se ha puesto especial atención sobre el contenido y evolución de los compuestos volátiles y los polifenoles del vino y la velocidad de la extracción a partir de la madera de las barricas. La Cátedra de Química Agrícola, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete, también ha realizado aportaciones en trabajos similares, estudiando la evolución durante la maduración de las uvas, el efecto de diversas preparaciones de enzimas, de la maceración prefermentativa e interacción entre variedades.

Considerando las características de la pared celular en los hollejos de la variedad Monastrell y las dificultades para la extracción de los compuestos polifenólicos responsables del color de los vinos, se ha mostrado un especial interés por las causas de las diferencias con otras variedades, estudiando desde distintas perspectivas estas características: relación entre la composición de la pared celular y sus transformaciones en el proceso de maduración sobre la facilidad de extracción de los antocianos, influencia de las prácticas enológicas (temperatura de la uva vendimiada, desarrollo de la vinificación, selección de levaduras, enzimas de maceración, taninos enológicos, micro-oxigenación) en la extracción de los compuestos fenólicos y color del vino.

El Departamento de Tecnología de Alimentos y Nutrición de la Universidad Católica de San Antonio ha dirigido estudios al análisis y comparación de la composición fenólica y la actividad antioxidante de los vinos elaborados con uvas procedentes de cultivo convencional y frente a las de cultivo ecológico, poniendo de manifiesto que no se han observado diferencias significativas.

Considerando que la gestión del agua del viñedo constituye un factor esencial para controlar el desarrollo de la vid y mejorar la calidad de la uva y el vino, su estudio ha constituido la línea de trabajo de diferentes proyectos de investigación en el Equipo de Viticultura y Enología (IMIDA) en cooperación con el Grupo de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (Universidad de Murcia). Se han realizado amplios ensayos, en diferentes condiciones sobre la aplicación de estrategias de riego (Riego alternativo con secado parcial de las zonas de riego, manejo eficiente del riego deficitario) para mejorar la eficiencia en el uso del agua, optimizar el desarrollo de las plantas y la calidad de las uvas y del vino, con especial atención sobre el contenido de compuestos fenólicos.

Para mejorar las posibilidades de cultivo del viñedo con material vegetal adaptado a las condiciones agroecológicas del sureste de España, como presenta la variedad Monastrell y con buenas cualidades enológicas, se desarrolló el estudio de selección clonal de esta variedad, y a partir del año 2000, el Departamento de Viticultura del IMIDA puso en marcha un programa de cruzamientos para obtener nuevas variedades. Esta línea de investigación, en muchos casos realizada en colaboración con el Grupo de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, ha dado como resultado la oferta de nuevo material vegetal, así como artículos científicos que reflejan estos resultados. Las publicaciones registradas nos muestran estudios de la composición polifenólica y de composición de la pared celular de los híbridos intraespecíficos de los cruzamientos de Monastrell con Cabernet Sauvignon y con Syrah.

4. LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN FRANCIA

Al considerar la producción científica sobre la variedad Monastrell/Mourvèdre realizada en Francia, segundo país en superficie cultivada, comprobamos que el número de artículos es reducido, pues representan menos del 9 % de los registrados en ésta revisión. Los trabajos realizados en centros de investigación localizados fundamentalmente en las regiones de producción de esta variedad, se encuentran principalmente orientados a estudios sobre la vid y su cultivo. Destacan los dirigidos al desarrollo de modelos para estudiar el estado hídrico de la vid, como medio para determinar el rendimiento y la calidad de la uva vendimiada; también los relacionados con la influencia del sistema de poda sobre la calidad de la uva y el estudio de enfermedades de la madera.

Aunque la producción científica reflejada en Scopus sobre Monastrell-Mourvèdre, con origen en centros de investigación de Francia es reducida, tenemos que reseñar las acciones desarrolladas desde el 'Comité de Concertation Technique Rhône-Méditerranée' que en 1996 decidió poner en marcha un proceso de 'Observatoire Mourvèdre' con el objetivo de asesorar a viticultores y enólogos para conocer y promocionar la implantación, cultivo y la elaboración de los vinos de Mourvèdre. El *Observatorio* ha generado amplia información técnica sobre recomendaciones de plantación, comportamiento eco-fisiológico, estudios sobre la maduración, influencia del stress hídrico, etc.

5. LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA MONASTRELL EN OTRAS INSTITUCIONES

Los grupos científicos en los que se ha observado el desarrollo de trabajos de investigación sobre la variedad Monastrell es muy amplio, tanto en España y Francia como en otros muchos países; se han contabilizado casi 100 centros de investigación, que han publicado en el periodo considerado (1987-2017) únicamente 1 o 2 artículos. Muchos de los artículos registrados corresponden a una colaboración o trabajo de investigación puntual, sin establecer unas líneas de actividad específica sobre la Monastrell.

La revisión sobre la 'investigación publicada' recogida en éste capítulo presenta importantes limitaciones por las condiciones establecidas de su realización para garantizar la calidad de los resultados de las investigaciones: 'artículos científicos revisados por pares'. No obstante existen otras muchas fuentes con contenidos de gran interés,

con información muy valiosa científica y técnica y de gran importancia para el desarrollo de la viticultura y la enología. La propia base de datos analizada (Scopus), contiene otras secciones con información de gran interés:

- Patentes: que recoge los resultados de cinco oficinas de patentes (World Intellectual Property Organization (WIPO), European Patent Office, US Patent Office, Japanese Patent Office, UK Intellectual Property Office).
- Documentos secundarios (Secondary documents): Son documentos no indexados, por la imposibilidad de contrastar su contenido, al contener datos incompletos o porque se han obtenido de las referencias o citas de los documentos principales.

Las características de dimensión y estructura productiva dificultan la incorporación de los resultados de la investigación en los cultivos y en los procesos de elaboración de las empresas, que concentran los esfuerzos de innovación en la incorporación de nuevas tecnologías y mejora de los procesos de producción mediante la adquisición en el mercado finalista. Sin embargo, la aplicación de los nuevos conocimientos y de las innovaciones disponibles depende en último término de la decisión empresarial y de sus propios especialistas (agrónomos, enólogos, técnicos, etc.) y de su capacidad de absorción y de aplicación de estos conocimientos.

6. RELACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS SOBRE LA VARIEDAD MONASTRELL / MOURVÉDRE 1987-2017

Abou-Mansour, E., Débieux, J.-L., Ramírez-Suero, M., Bénard-Gellon, M., Magnin-Robert, M., Spagnolo, A., Chong, J., Farine, S., Bertsch, C., Floriane L'Haridon, Mario Serrano, Florence Fontaine, Rego, C., Larignon, P. (2015). Phytotoxic metabolites from *Neofusicoccum parvum*, a pathogen of *Botryosphaeria dieback* of grapevine. *Phytochemistry* 115: 207–215.

Acevedo-Opazo, C., Tisseyre, B., Ojeda, H., Guillaume, S. (2009). Spatial extrapolation of the vine (*Vitis vinifera* L.) water status: A first step towards a spatial prediction model. *Irrigation Science*, 28 (2), pp. 143-155.

Acevedo-Opazo, C., Tisseyre, B., Taylor, J.A., Ojeda, H., Guillaume, S. (2010). A model for the spatial prediction of water status in vines (*Vitis vinifera* L.) using high resolution ancillary information. *Precision Agric.*, 11: 358–378.

Aleixandre, J.L., Lizama, V., Alvarez, I., García, M.J. (2000). Note. Differentiation of varietal red wines from Comunidad Valenciana (Spain) based on their composition in terms of alcohols and polyols. *Food Science and Technology International*, 6 (1), pp. 39-45.

Aleixandre, J.L., Lizama, V., Alvarez, I., García, M.J. (2002). Varietal differentiation of red wines in the Valencian region (Spain). *J. Agric. Food Chem.*, 50, 751-755.

Aleixandre, J.L., Sanz, J., García, Ma.J. (1996). Incidence de certains traitements de clarification sur quelques éléments de la composition des vins rouges. *J. Int. Sei. Vigne Vin*, 30, n03, 159-164.

Aleixandre-Tudo, J.L., Nieuwoudt, H., Aleixandre, J.L., Du Tit, W.J. (2015). Robust Ultra-violet-Visible (UV-Vis) Partial Least-Squares (PLS) Models for Tannin Quantification in Red Wine. *J. Agric. Food Chem.*, 63, 1088–1098.

Almagro L, Carbonell-Bejerano P, Belchí-Navarro S, Bru R, Martínez-Zapater JM, Lijavetzky D, et al. (2014). Dissecting the Transcriptional Response to Elicitors in *Vitis vinifera* Cells. *PLoS ONE* 9(10): e109777.

Almagro, L., Belchí-Navarro, S., Martínez-Márquez, A., Bru, R., Pedreño, M.A. (2015). Enhanced extracellular production of trans-resveratrol in *Vitis vinifera* suspension cultured cells by using cyclodextrins and coronatine. *Plant Physiology and Biochemistry* 97: 361-367.

Almagro, L., Belchí-Navarro, S., Sabater-Jara, A.B., Vera-Urbina, J.C., Sellés-Marchat, S., Bru, R., Pedreño, M.A. (2013). Bioproduction of trans-resveratrol from grapevine cell cultures. In: Ramawat, K., Mérillon, JM. (eds). *Natural Products*. Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 978-3-642-22143-9.

Almela, L., Javaloy, S., Fernández-López, J.A., López-Roca, J.M. (1996). Varietal classification of young red wines in terms of chemical and colour parameters. *J Sci Food Agric.*, 70, 173-180.

Álvarez, I., Aleixandre, J.L., García, M.J., Lizama, V. (2006). Impact of prefermentative maceration on the phenolic and volatile compounds in Monastrell red wines. *Analytica Chimica Acta* 563: 109–115.

Apolinar-Valiente, R., Gómez-Plaza, E., Terrier, N., Doco, T., Ros-García, J.M. (2017). The composition of cell walls from grape skin in *Vitis vinifera* intraspecific hybrids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97 (12), pp. 4029-4035.

Apolinar-Valiente, R., Romero-Cascales, I., Gómez-Plaza, E., López-Roca, J.M., Ros-García, J.M. (2015). Cell wall compounds of red grapes skins and their grape marcs from

three different winemaking techniques. *Food Chemistry* 187: 89–97.

Apolinar-Valiente, R., Romero-Cascales, I., Gómez-Plaza, E., López-Roca, J.M., Ros-García, J.M. (2015). The composition of cell walls from grape marcs is affected by grape origin and enological technique. *Food Chemistry* 167: 370–377.

Apolinar-Valiente, R., Romero-Cascales, I., Gómez-Plaza, E., Ros-García, J.M. (2017). Degradation of Monastrell grape skins: effect of individual enzymatic activities and their synergic combination. *Eur Food Res Technol.*, 243: 1933–1942.

Apolinar-Valiente, R., Romero-Cascales, I., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E., Ros-García, J.M. (2010). Application and comparison of four selected procedures for the isolation of cell-wall material from the skin of grapes cv. Monastrell. *Analytica Chimica Acta* 660 (2010) 206–210.

Apolinar-Valiente, R., Romero-Cascales, I., Williams, P., Gómez-Plaza, E., López-Roca, J.M., Ros-García, J.M., Doco, T. (2014). Effect of winemaking techniques on polysaccharide composition of Cabernet Sauvignon, Syrah and Monastrell red wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 20, 62–71.

Apolinar-Valiente, R., Romero-Cascales, I., Williams, P., Gómez-Plaza, E., López-Roca, J.M., Ros-García, J.M., Doco, T. (2015). Oligosaccharides of Cabernet Sauvignon, Syrah and Monastrell red wines. *Food Chemistry* 179: 311–317.

Apolinar-Valiente, R., Williams, P., Mazerolles, G., (...), Ros-García, J.M., Doco, T. (2014). Effect of enzyme additions on the oligosaccharide composition of Monastrell red wines from four different wine-growing origins in Spain. *Food Chemistry* 156: 151–159.

Apolinar-Valiente, R., Williams, P., Romero-Cascales, I., Gómez-Plaza, E., López-Roca, J.M., Ros-García, J.M., Doco, T. (2013). Polysaccharide composition of monastrell red wines from four different Spanish terroirs: Effect of wine-making techniques. *J. Agric. Food Chem.*, 61, 2538–2547.

Arrieta, M.P., Prats-Moya, M.S. (2012). Free amino acids and biogenic amines in Alicante Monastrell wines. *Food Chemistry* 135: 1511–1519.

Bautista-Ortín, A.B., Abdallah, R.B., Castro-López, L.R., Jiménez-Martínez, M.D., Gómez-Plaza, E. (2016). Technological implications of modifying the extent of cell wall-proanthocyanidin interactions using enzymes. *Int. J. Mol. Sci.*, 17, 123: 1-12.

Bautista-Ortín, A.B., Busse-Valverde, N., Fernández-Fernández, J.I., Gómez-Plaza, E., Gil-Muñoz, R. (2016). The extraction kinetics of anthocyanins and proanthocyanidins from grape to wine in three different varieties. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 50 (2), pp. 91-100.

Bautista-Ortín, A.B., Busse-Valverde, N., López-Roca, J.M., Gil-Muñoz, R., Gómez-Plaza, E. (2014). Grape seed removal: Effect on phenolics, chromatic and organoleptic characteristics of red wine. *International Journal of Food Science and Technology*, 49: 34–41.

Bautista-Ortín, A.B., Cano-Lechuga, M., Ruiz-García, Y., Gómez-Plaza, E. (2014). Interactions between grape skin cell wall material and commercial enological tannins. Practical implications. *Food Chemistry* 152: 558–565.

Bautista-Ortín, A.B., Fernández-Fernández, J.I., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2004). Wine-making of high coloured wines: Extended pomace contact and run-off of juice prior to fermentation. *Food Science and Technology International*, 10 (5), pp. 287–295.

Bautista-Ortín, A.B., Fernández-Fernández, J.I., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2006). The effect of grape ripening stage on red wine color. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 40 (1), pp. 15–24..

Bautista-Ortín, A.B., Fernández-Fernández, J.I., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2007). The effects of enological practices in anthocyanins, phenolic compounds and wine colour and their dependence on grape characteristics. *Journal of Food Composition and Analysis* 20, 546–552.

Bautista-Ortín, A.B., Jiménez-Martínez, M.D., Jurado, R., Iniesta, J.A., Terrades, S., Andrés, A., Gómez-Plaza, E. (2017). Application of high-power ultrasounds during red wine vinification. *International Journal of Food Science and Technology*, 52, 1314–1323.

Bautista-Ortín, A.B., Jiménez-Pascual, E., Busse-Valverde, N., López-Roca, J.M., Ros-García, J.M., Gómez-Plaza, E. (2013). Effect of Wine Maceration Enzymes on the Extraction of Grape Seed Proanthocyanidins. *Food Bioprocess Technol.*, 6: 2207–2212.

Bautista-Ortín, A.B., Martínez-Cutillas, A., Ros-García, J.M., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2005). Improving colour extraction and stability in red wines: The use of maceration enzymes and enological tannins. *International Journal of Food Science and Technology*, 40, 867–878.

Bautista-Ortín, A.B., Martínez-Hernández, A., Ruiz-García, Y., Gil-Muñoz, R., Gómez-Plaza, E. (2016). Anthocyanins influence tannin-cell wall interactions. *Food Chemistry* 206: 239–248.

Bautista-Ortín, A.B., Molero, N., Marín, F., Ruiz-García, Y., Gómez-Plaza, E. (2015). Reactivity of pure and commercial grape skin tannins with cell wall material. *Eur Food Res Technol.*, 240: 645–654.

Bautista-Ortín, A.B., Rodríguez-Rodríguez, P., Gil-Muñoz, R., (...), López-Roca, J.M., Gó-

mez-Plaza, E. (2012). Influence of berry ripeness on concentration, qualitative composition and extractability of grape seed tannins. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 18, 123–130.

Bautista-Ortín, A.B., Romero-Cascales, I., Fernández-Fernández, J.I., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2007). Influence of the yeast strain on Monastrell wine colour. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 8 322–328.

Bautista-Ortín, A.B., Ruiz-García, Y., Marín, F., Molero, N., Apolinar-Valiente, R., Gómez-Plaza, E. (2015). Remarkable proanthocyanidin adsorption properties of monastrell pomace cell wall material highlight its potential use as an alternative fining agent in red wine production. *J. Agric. Food Chem.*, 63, 620–633.

Bayo-Canha, A., Fernández-Fernández, J.I., Martínez Cutillas, A., Ruiz-García, L. (2014). Genetic analysis of wine grape high-quality ripening in the «Monastrell» × «Syrah» Progeny. *Acta Horticulturae*, 1046, pp. 517-522.

Bayo-Canha, A., Fernández-Fernández, J.I., Martínez-Cutillas, A., Ruiz-García, L. (2012). Phenotypic segregation and relationships of agronomic traits in Monastrell × Syrah wine grape progeny. *Euphytica* 186: 393–407.

Belchí-Navarro, S., Almagro, L., Lijavetzky, D., Bru, R., Pedreño, M.A. (2012). Enhanced extracellular production of trans-resveratrol in *Vitis vinifera* suspension cultured cells by using cyclodextrins and methyljasmonate. *Plant Cell Rep.*, 31: 81–89.

Belchí-Navarro, S., Almagro, L., Sabater-Jara, A.B., Fernández-Pérez, F., Bru, R., Pedreño, M.A. (2013). Induction of trans-resveratrol and extracellular pathogenesis-related proteins in elicited suspension cultured cells of *Vitis vinifera* cv Monastrell. *Journal of Plant Physiology* 170: 258– 264.

Belchí-Navarro, S., Almagro, L., Sabater-Jara, A.B., Fernández-Pérez, F., Bru, R., Pedreño, M.A. (2013). Early signaling events in grapevine cells elicited with cyclodextrins and methyl jasmonate. *Plant Physiology and Biochemistry* 62: 107-110.

Belisario-Sánchez, Y.Y., Taboada-Rodríguez, A., Marín-Iniesta, F., López-Gómez, A. (2009). Dealcoholized wines by spinning cone column distillation: Phenolic compounds and antioxidant activity measured by the 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl method. *J. Agric. Food Chem.*, 57, 6770–6778.

Bordiga, M., Lorenzo, C., Pardo, F., Salinas, M.R., Travaglia, F., Arlorio, M., Coisson, J.D., Garde-Cerdán, T. (2016). Factors influencing the formation of histaminol, hydroxytyrosol, tyrosol, and tryptophol in wine: Temperature, alcoholic degree, and amino acids concentration. *Food Chemistry* 197: 1038–1045.

Busse-Valverde, N., Bautista-Ortín, A.B., Gómez-Plaza, E., Fernández-Fernández, J.I., Gil-Muñoz, R. (2012). Influence of skin maceration time on the proanthocyanidin content of red wines. *Eur Food Res Technol.*, 235: 1117–1123.

Busse-Valverde, N., Gómez-Plaza, E., López-Roca, J.M., (...), Fernández-Fernández, J.I., Bautista-Ortín, A.B. (2010). Effect of different enological practices on skin and seed proanthocyanidins in three varietal wines. *J. Agric. Food Chem.*, 58, 11333–11339

Busse-Valverde, N., Gómez-Plaza, E., López-Roca, J.M., Gil-Muñoz, R., Bautista-Ortín, A.B. (2011). The extraction of anthocyanins and proanthocyanidins from grapes to wine during fermentative maceration is affected by the enological technique. *J. Agric. Food Chem.*, 59, 5450–5455

Calderón, A.A., Zapata, J.M., Muñoz, R., Pedreño, M.A., Barceló, A.R. (1993). Resveratrol production as a part of the hypersensitive-like response of grapevine cells to an elicitor from *Trichoderma viride*. *New Phytol* 124, 455-463

Calderón, A.A., Zapata, J.M., Pedreño, M.A., Barceló, A.R. (1994). Constitutive expression of extracellular peroxidase isoenzymes capable of oxidizing 4-hydroxystilbenes during the growth cycle of grapevine suspension cell cultures. *Biologia Plantarum*, 36 (2), pp. 161-166

Calderón, A.A., Zapata, J.M., Ros Barceló, A. (1994). Differential expression of a cell wall-localized peroxidase isoenzyme capable of oxidizing 4-hydroxystilbenes during the cell culture of grapevine (*Vitis vinifera* cv. Airen and Monastrell). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 37: 121-127.

Calderón, A.A., Zapata, J.M., Ros Barceló, A. (1994). Peroxidase-mediated formation of resveratrol oxidation products during the hypersensitive-like reaction of grapevine cells to an elicitor from *Trichoderma viride*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 44, 289-299

Cano-López, M., Pardo-Minguez, F., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2007). Chromatic characteristics and anthocyanin profile of a micro-oxygenated red wine after oak or bottle maturation. *Eur Food Res Technol* 225:127–132.

Cano-López, M., Pardo-Minguez, F., Schmauch, G., (...), López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2008). Effect of micro-oxygenation on color and anthocyanin-related compounds of wines with different phenolic contents. *J. Agric. Food Chem.*, 56, 5932–5941.

Cantos, E., Espín, J.C., Fernández, M.J., Oliva, J., Tomás-Barberán, F.A. (2003). Postharvest UV-C-irradiated grapes as a potential source for producing stilbene-enriched red wines. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 1208-1214

Cantos, E., Tomás-Barberán, F.A., Martínez, A., Espín, J.C. (2003). Differential stilbene induction susceptibility of seven red wine grape varieties upon post-harvest UV-C irradiation. *Eur Food Res Technol.*, 217: 253–258.

Castro-López, L.D.R., Gómez-Plaza, E., Ortega-Regules, A., Lozada, D., Bautista-Ortín, A.B. (2016). Role of cell wall deconstructing enzymes in the proanthocyanidin-cell wall adsorption-desorption phenomena. *Food Chemistry* 196: 526–532.

Celik, H., Söylemezoglu, G., Ertunc, F., Cakir, A., Dursunoglu, S., Akbas, B. (2009). Clonal micropropagation of main grape and rootstock varieties of turkish viticulture for obtaining virus-free basic nursery stocks. *Acta Horticulturae*, 827, pp. 421-424.

Chatelet, P., Laucou, V., Fernandez, L., Sreekanta, L., Lacombe, T., Martínez-Zapater, J.M., Thomas, M.R., Torregrosa, L. (2007). Characterization of *Vitis vinifera* L. somatic variants exhibiting abnormal flower development patterns. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 58, No. 15/16, pp. 4107–4118.

Chira, K., Lorrain, B., Ky, I., Teissedre, P.L. (2011). Tannin composition of cabernet-sauvignon and merlot grapes from the bordeaux area for different vintages (2006 to 2009) and comparison to tannin profile of five 2009 vintage mediterranean grapes varieties. *Molecules*, 16, 1519-1532.

Chu, M., Pedreño, M.A., Albuquerque, N., Faize, L., Burgos, L., Almagro, L. (2017). A new strategy to enhance the biosynthesis of trans-resveratrol by overexpressing stilbene synthase gene in elicited *Vitis vinifera* cell cultures. *Plant Physiology and Biochemistry* 113: 141-148.

Chu, M., Quiñonero, C., Akdemir, H., Albuquerque, N., Pedreño, M.Á., Burgos, L. (2016). *Agrobacterium*-mediated transformation of *Vitis* Cv. Monastrell suspension-cultured cells: Determination of critical parameters. *Biotechnol. Prog.*, Vol. 32, No. 3: 725-734.

Cloete, M., Mostert, L., Fischer, M., Halleen, F. (2015). Pathogenicity of South African Hymenochaetales taxa isolated from esca-infected grapevines. *Phytopathologia Mediterranea*, 54, 2, 368–379.

Colin Gardner (2014) Transversality, deterritorialization, and the A.O.C.—Constructing lines of flight from flights of wine, *Contemporary French and Francophone Studies*, 18:2, 142-149,

Cubero, S.; Diago, M. P.; Blasco, J.; Tardaguila, J., Prats-Montalbán, J.M., Ibáñez, J., Tello, J. and Aleixos, N. (2015). A new method for assessment of bunch compactness using automated image analysis. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 21: 101–109.

De La Hera Orts, M.L., Martínez-Cutillas, A., López Roca, J.M., Pérez-Prieto, L.J., Gómez-

Plaza, E. (2005). Effect of deficit irrigation on anthocyanin content of monastrell grapes and wines. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 39 (2), pp. 47-55.

De la Hera, M.L., Romero, P., Gómez-Plaza, E., Martínez, A. (2007). Is partial root-zone drying an effective irrigation technique to improve water use efficiency and fruit quality in field-grown wine grapes under semiarid conditions? *Agricultural Water Management* 87: 261-274.

Diago, M.P., Tardaguila, J., Aleixos, N., Millán, B. Prats-Montalban, J.M., Cubero, S., Blasco, J. (2015). Assessment of cluster yield components by image analysis. *J Sci Food Agric.*, 95: 1274-1282.

Díaz-Plaza, E.M., Reyero, J.R., Pardo, F., Alonso, G.L., Salinas, M.R. (2002). Influence of oak wood on the aromatic composition and quality of wines with different tannin contents. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 2622-2626.

Donnez, D., Jeandet, P., Clément, C., Courot, E. (2009). Bioproduction of resveratrol and stilbene derivatives by plant cells and microorganisms. *Trends in Biotechnology* Vol.27 No.12: 706-713.

Dourtoglou, V., Antonopoulos, A., Dourtoglou, T., Lalas, S. (2014). Discrimination of varietal wines according to their volátiles. *Food Chemistry* 159: 181-187.

Fernández, M.J., Oliva, J., Barba, A., Cámara, M.A. (2005). Effects of clarification and filtration processes on the removal of fungicide residues in red wines (var. Monastrell). *J. Agric. Food Chem.*, 53, 6156-6161.

Fernández, M.J., Oliva, J., Barba, A., Cámara, M.A. (2005). Fungicide dissipation curves in winemaking processes with and without maceration step. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 804-811.

Fernández-López, J.A., Almela, L., Muñoz, J.A., Hidalgo, V., Carreño, J. (1998). Dependence between colour and individual anthocyanin content in ripening grapes. *Food Research International*, Vol. 31, No. 9, pp. 667-672.

Fernández-López, J.A., Hidalgo, V., Almela, L., Roca, J.M.L. (1992). Quantitative changes in anthocyanin pigments of *Vitis vinifera* cv monastrell during maturation. *J Sci Food Agric.*: 58, 153-155.

Fernández-Pérez, F., Belchí-Navarro, S., Almagro, L., (...), Pedreño, M.A., Gómez-Ros, L.V. (2012). Cytotoxic Effect of Natural trans-Resveratrol Obtained from Elicited *Vitis vinifera* Cell Cultures on Three Cancer Cell Lines. *Plant Foods Hum Nutr.*, 67: 422-429.

Fontaine, F., Pinto, C., Vallet, J., Clément, C., Gomes, A.C., Spagnolo, A. (2016). The effects of grapevine trunk diseases (GTDs) on vine physiology. *Eur J Plant Pathol.*, 144:

707–721.

García-Beneytez, E; Cabello, F; Revilla, E (2003). Analysis of grape and wine anthocyanins by HPLC-MS. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 5622-5629.

Garde-Cerdán, T., Gutiérrez-Gamboa, G., Portu, J., Fernández-Fernández, J.I., Gil-Muñoz, R. (2017). Impact of phenylalanine and urea applications to Tempranillo and Monastrell vineyards on grape amino acid content during two consecutive vintages. *Food Research International* 102: 451-457.

Garde-Cerdán, T., Lorenzo, C., Lara, J.F., Pardo, F., Ancín-Azpilicueta, C., Salinas, M.R. (2009). Study of the evolution of nitrogen compounds during grape ripening. Application to differentiate grape varieties and cultivated systems. *J. Agric. Food Chem.*, 57, 2410–2419.

Garde-Cerdán, T., Martínez-Gil, A.M., Lorenzo, C., Lara, J.F., Pardo, F., Salinas, M.R. (2011). Implications of nitrogen compounds during alcoholic fermentation from some grape varieties at different maturation stages and cultivation systems. *Food Chemistry* 124: 106–116.

Garrido, J., Borges, F. (2013). Wine and grape polyphenols - A chemical perspective. *Food Research International* 54: 1844–1858.

Gaudin, R., Roux, S., Tisseyre, B. (2017). Linking the transpirable soil water content of a vineyard to predawn leaf water potential measurements. *Agricultural Water Management* 182: 13–23.

Gil, J.V., Mateo, J.J., Jiménez, M., Pastor, A., Huerta, T. (1996). Aroma compounds in wine as influenced by apiculate yeasts. *Journal of Food Science*, Volume 61, No. 6, 1247-1250.

Gil-Munoz, R; Gomez-Plaza, E; Martinez, A; López-Roca, J.M. (1997). Evolution of the CIELAB and other spectrophotometric parameters during wine fermentation. Influence of some pre and postfermentative factors. *Food Research International*, Vol. 30, No. 9, pp. 699-705.

Gil-Muñoz, R., Bautista-Ortín, A.B., Ruiz-García, Y., Fernández-Fernández, J.I., Gómez-Plaza, E. (2017). Improving phenolic and chromatic characteristics of Monastrell, Merlot and Syrah wines by using methyl jasmonate and benzothiadiazole. *OENO One*, 51, 1, 17-27

Gil-Muñoz, R., Fernández-Fernández, J.I., Crespo-Villegas, O., Garde-Cerdán, T. (2017). Elicitors used as a tool to increase stilbenes in grapes and wines. *Food Research International*, 98: 34–39.

Gil-Muñoz, R., Fernández-Fernández, J.I., Portu, J., Garde-Cerdán, T. (2017). Methyl jasmonate: effect on proanthocyanidin content in Monastrell and Tempranillo grapes and wines. *Eur Food Res Technol* – Published online: 03 October 2017.

Gil-Muñoz, R., Fernández-Fernández, J.I., Vila-López, R., Martínez-Cutillas, A. (2010) Anthocyanin profile in Monastrell grapes in six different areas from Denomination of Origen Jumilla during ripening stage. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1870–1877.

Gil-Muñoz, R., Gómez-Plaza, E., Martínez, A., López-Roca, J.M. (1999). Evolution of Phenolic Compounds during Wine Fermentation and Post-fermentation: Influence of Grape Temperature. *Journal of Food Composition and Analysis* 12, 259-272.

Gil-Muñoz, R., Moreno-Pérez, A., Vila-López, R., Fernández-Fernández, J.I., Martínez-Cutillas, A. (2011). Determination of anthocyanin content in C.V Monastrell grapes during ripening period using several procedures. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 1986–1992.

Giménez-Miralles, J.E., Salazar, D.M., Solana, I. (1999). Regional origin assignment of red wines from Valencia (Spain) by ^2H NMR and ^{13}C IRMS stable isotope analysis of fermentative ethanol. *J. Agric. Food Chem.* 47, 2645-2652.

Girbau-Solà, T., López-Barajas, M., López-Tamames, E., Buxaderas, S. (2002). Foam aptitude of Trepát and Monastrell red varieties in Cava elaboration. 2. Second fermentation and aging. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 5600-5604.

Girbau-Solà, T., López-Tamames, E., Buján, J., Buxaderas, S. (2002). Foam aptitude of Trepát and Monastrell red varieties in Cava elaboration. 1. Base wine characteristics. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 5596-5599.

Goldberg, D.M., Ng, E., Karumanchiri, A., Diamandis, E.P., Soleas, G.J. (1996). Resveratrol glucosides are important components of commercial wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 47 (4), pp. 415-420.

Gómez, E., Laencina, J., Martínez, A. (1994). Vinification Effects on Changes in Volatile Compounds of Wine. *Journal of Food Science*-Volume 59 No. 2.

Gómez, E., Martínez, A., Laencina, J. (1995). Changes in volatile compounds during maturation of some grape varieties. *J Sci Food Agric.*, 67, 229-233.

Gomez, E; Martinez, A; Laencina, J. (1995). Prevention of Oxidative Browning During Wine Storage. *Food Research International*, Vol. 28, No. 3, pp. 213-217.

Gómez-Plaza, E., Bautista-Ortín, A.B., Ruiz-García, Y., Fernández-Fernández, J.I., Gil-Muñoz, R. (2017). Effect of elicitors on the evolution of grape phenolic compounds during

the ripening period. *J Sci Food Agric.*, 97: 977–983.

Gómez-Plaza, E., Gil-Muñoz, R., Carreño-Espín, J., Fernández-López, J.A., Martínez-Cutillas, A. (1999). Investigation on the aroma of wines from seven clones of Monastrell grapes. *Eur Food Res Technol* 209: 257–260.

Gómez-Plaza, E., Gil-Muñoz, R., Hernández-Jiménez, A., López-Roca, J.M., Ortega-Regules, A., Martínez-Cutillas, A. (2008). Studies on the anthocyanin profile of *Vitis Vinifera* intraspecific hybrids (Monastrell × Cabernet Sauvignon). *Eur Food Res Technol.* 227: 479–484.

Gómez-Plaza, E., Gil-Muñoz, R., López-Roca, J.M., Martínez-Cutillas, A., Fernández-Fernández, J.I. (2002). Phenolic compounds and color stability of red wines: Effect of skin maceration time. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52 (3), pp. 266–270.

Gómez-Plaza, E., Gil-Muñoz, R., Martínez-Cutillas, A. Multivariate classification of wines from seven clones of Monastrell grapes. *J Sci Food Agric* 80: 497–501.

Gómez-Plaza, E., Mestre-Ortuño, L., Ruiz-García, Y., Fernández-Fernández, J.I., López-Roca, J.M. (2012). Effect of benzothiadiazole and methyl jasmonate on the volatile compound composition of *Vitis vinifera* L. Monastrell grapes and wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63 (3), pp. 394–401.

Gómez-Plaza, E., Miñano, A., López-Roca, J.M. (2006). Comparison of chromatic properties, stability and antioxidant capacity of anthocyanin-based aqueous extracts from grape pomace obtained from different vinification methods. *Food Chemistry* 97: 87–94.

Gómez-Plaza, E., Olmos, O., Bautista-Ortín, A.B. (2016). Tannin profile of different Monastrell wines and its relation to projected market prices. *Food Chemistry* 204: 506–512.

Gómez-Plaza, E., Pérez-Prieto, L.J., Fernández-Fernández, J.I., López-Roca, J.M. (2004). The effect of successive uses of oak barrels on the extraction of oak-related volatile compounds from wine. *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 1069–1078.

Gómez-Plaza, E., Pérez-Prieto, L.J., Martínez-Cutillas, A., López-Roca, J.M. (2004). Color and phenolic compounds of oak-matured wines as affected by the characteristics of the barrel. *ACS Symposium Series*, 886, pp. 22–34.

Gramaje, D., Armengol, J., Mohammadi, H., Banihashemi, Z., Mostert, L. (2009). Novel Phaeoacremonium species associated with Petri disease and esca of grapevine in Iran and Spain. *Mycologia*, 101(6), pp. 920–929.

Guardiola, J., Cánovas, M., Iborra, J.L. (1996). Modelling of the biotransformation from

geraniol to nerol by freely suspended and immobilised grape (*Vitis vinifera*) cells. R.H. Wijffels, R.M. Buitelaar, C. Bucke and J. Tramper (Eds). *Immobilized Cells: Basics and Applications*. © 1996 Elsevier Science B.V.

Guardiola, J., Iborra, J.L., Ródenas, L., Cánovas, M. (1996). Biotransformation from geraniol to nerol by immobilized grapevine cells (*V. vinifera*). R.H. Wijffels, R.M. Buitelaar, C. Bucke and J. Tramper (Eds). *Immobilized Cells: Basics and Applications*. © 1996 Elsevier Science B.V.

Guillamon, JM; Querol, A; Jimenez, M; Huerta, T. (1993). Phylogenetic-relationships among wine yeast strains based on electrophoretic whole-cell protein-patterns. *International Journal of Food Microbiology*, 18: 115-125.

Hellman, E.W., Takow, E.A., Tchakerian, M.D., Coulson, R.N. (2010). Geology and wine 13. geographic information system characterization of four appellations in west Texas, USA. *Geoscience Canada*, 38 (1), pp. 620.

Hernández-Jiménez, A., Gil-Muñoz, R., Ruiz-García, Y., (...), Martínez-Cutillas, A., Gómez-Plaza, E. (2013). Evaluating the polyphenol profile in three segregating grape (*Vitis vinifera* L.) populations. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, Volume 2013, 1-9.

Hernández-Jiménez, A., Gómez-Plaza, E., Martínez-Cutillas, A., Kennedy, J.A. (2009). Grape skin and seed proanthocyanidins from Monastrell × Syrah grapes. *J. Agric. Food Chem.*, 57, 10798–10803

Hernández-Jiménez, A., Kennedy, J.A., Bautista-Ortín, A.B., Gómez-Plaza, E. (2012). Effect of ethanol on grape seed proanthocyanidin extraction. *Am. J. Enol. Vitic.* 63 (1): 57-61.

Ivorra, E., Sánchez, A.J., Camarasa, J.G., Diago, M.P., Tardaguila, J. (2017). Corrigendum to "Assessment of grape cluster yield components based on 3D descriptors using stereo vision" [*Food Control* 2015 50 (273–282)] (S0956713514005027)(10.1016/j.foodcont.2014.09.004). *Food Control* 75: 271.

Jeandet, P., Clément, C., Tisserant, L.-P., Crouzet, J., Courot, É. (2016). Use of grapevine cell cultures for the production of phytostilbenes of cosmetic interest. *C. R. Chimie* 19: 1062-1070.

Jensen, J.S., Demiray, S., Egebo, M., Meyer, A.S. (2008). Prediction of wine color attributes from the phenolic profiles of red grapes (*Vitis vinifera*). *J. Agric. Food Chem.*, 56, 1105–1115.

Jiménez, A.H., López-Roca, J.M., Plaza, E.G., Gil-Muñoz, R., Cutillas, A.M. (2008). The anthocyanin and flavonol profile in *vitis vinifera* intraspecific hybrids. *Acta Horticulturae*, 839, pp. 591-598.

Jiménez-Martínez, M.D., Gómez-Plaza, E., Molero, N., Bautista-Ortín, A.B. (2017). Fining of Red Wines with Pomace Cell Wall Material: Effect on Wine Phenolic Composition. *Food Bioprocess Technol.*, 10: 1531–1539.

Jones, L. (2010). Varietal Mourvèdre makes winemakers take note. *Wine Industry Journal*, March-April 2010, Vol. 25, N° 2: 84-89.

Kiselev, K.V. (2011). Perspectives for production and application of resveratrol. *Appl Microbiol Biotechnol*, 90: 417–425.

Ky, I., Lorrain, B., Kolbas, N., Crozier, A., Teissedre, P.-L. (2014). Wine by-Products: Phenolic characterization and antioxidant activity evaluation of grapes and grape pomaces from six different French grape varieties. *Molecules*, 19, 482-506.

Ky, I., Teissedre, P.-L. (2015). Characterisation of Mediterranean grape pomace seed and skin extracts: Polyphenolic content and antioxidant activity. *Molecules*, 20, 2190-2207.

Lajara, M.M., López-Orenes, A., Ferrer, M.A., Calderón, A.A. (2015). Long-term exposure treatments revert the initial SA-induced alterations of phenolic metabolism in grapevine cell cultures. *Plant Cell Tiss Organ Cult*, 122:665–673

Lijavetzky, D., Almagro, L., Belchi-Navarro, S., Martínez-Zapater, J.M., Bru, R., Pedreño, M.A. (2008). Synergistic effect of methyljasmonate and cyclodextrin on stilbene biosynthesis pathway gene expression and resveratrol production in Monastrell grapevine cell cultures. *BMC Research Notes* 2008, 1: 132.

López Serrano, M., Ferrer, M.A., Calderón, A.A., (...), Ros Barceló, A., (1994). Aluminum-mediated fosetyl-Al effects on peroxidase secreted from grapevine cells. *Environmental and Experimental Botany*, Vol. 34, No. 3. pp. 329-336.

López Serrano, M., Zapata, J.M., Calderón, A.A., Ferrer, M.A., Pedreño, M.A., Ros Barceló, A. (1996). Inactivation of the peroxidase isoenzyme groups, AP_{rx} and Lpl BPr_x, markers of the in vitro culture of grapevine, by fosetyl-Al (aluminum tris[ethyl phosphonate]). *J Plant Physiol*. Vol. 149. pp. 149-152.

López, M., Ferrer, M.A.; Calderon, R., Muñoz, A., Ros, A. Pedreño, M.A. (1994). Aluminum-Mediated Fosetyl-Al Effects On Peroxidase Secreted From Grapevine Cells. *Environmental and Experimental Botany*, Vol. 34, No. 3. PP. 329 -336.

López, M.M., Gracia, M., Sampayo, M. (1987). Current status of *Xanthomonas ampelina* in Spain and susceptibility of Spanish cultivars to bacterial necrosis. *EPPO Bulletin*, 17 (2), pp. 231-236.

López-Serrano, M., Ferrer, M.A., Muñoz, R., Pedreño, M.A., Ros Barceló, A. (1996). Anta-

gonistic effects of fosetyl-Al and ethylene on peroxidase from grapevine cells. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Vol. 103, No. 2 (April 1996), pp. 200-205.

Lopez-Serrano, M., Ferrer, M.A., Pedreno, M.A., Barcelo, A.R. (1996). Ca²⁺ and Mg²⁺ ions counteract the reduction by fosetyl-Al (aluminum tris [ethyl phosphonate]) of peroxidase activity from suspension-cultured grapevine cells. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 47: 207-212.

Lorenzo, C., Bordiga, M., Pérez-Álvarez, E.P., Travaglia, F., Arlorio, M. Salinas, M.R., Coisson, J.D., Garde-Cerdán, T. (2017). The impacts of temperature, alcoholic degree and amino acids content on biogenic amines and their precursor amino acids content in red wine. *Food Research International*, 99: 328-335.

Lorenzo, C., Garde-Cerdan, T., Pedroza, M.A., Alonso, G.L., Salinas, M.R. (2009). Determination of fermentative volatile compounds in aged red wines by near infrared spectroscopy. *Food Research International* 42, 1281-1286. *Food Research International* 42, 1281-1286.

Lorenzo, C., Pardo, F., Zalacain, A., Alonso, G.L., Rosario Salinas, M. (2008). Complementary effect of Cabernet Sauvignon on Monastrell wines. *Journal of Food Composition and Analysis* 21, 54-61.

Lorenzo, C., Pardo, F., Zalacain, A., Alonso, G.L., Salinas, M.R. (2005). Effect of red grapes co-winemaking in polyphenols and color of wines. *J. Agric. Food Chem.*, 53, 7609-7616.

Lorenzo, C., Pardo, F., Zalacain, A., Alonso, G.L., Salinas, M.R. (2008). Differentiation of co-winemaking wines by their aroma composition. *Eur Food Res Technol.* 227:777-787.

Martí, N., Lizama, V., Verdú, J.A., Muñoz, N., Aleixandre, J.L., Saura, D. (2015). Prediction of Phenolic Composition of Monastrell and Tempranillo Wines: Correlation between Phenolic Content and Traditional Variables of Fruit Maturity. *International Journal of Food Properties*, 18: 3, 465-479.

Martínez-Carrión, J.M., Edina-Albaladejo, F.J. (2010). Change and development in the Spanish wine sector, 1950-2009. *Journal of Wine Research*, 2010, Vol. 21, No. 1, pp. 77-95.

Martínez-Carrión, J.M., Medina-Albaladejo, F.J. (2008). Innovation in the kingdom of monastrell. Technical change and wine institutions in the southeast of Spain. *Historia Agraria*, 44. Abril 2008, pp. 53-88.

Martínez-Gil, A.M., Garde-Cerdán, T., Lorenzo, C., (...), Pardo, F., Rosario Salinas, M. (2012). Volatile compounds formation in alcoholic fermentation from grapes collected at 2 maturation stages: Influence of nitrogen compounds and grape variety. *Journal of*

Food Science, Vol. 71, Nr. 1: C71-C79.

Martorell, P; Querol, A; Fernandez-Espinar, MT (2005). Rapid identification and enumeration of *Saccharomyces cerevisiae* cells in wine by real-time PCR. *Applied and Environmental Microbiology*, Nov. 2005, p. 6823–6830.

Mateo, J.J., Jimenez, M., Huerta, T., Pastor, A. (1991). Contribution of different yeasts isolated from musts of monastrell grapes to the aroma of wine. *International Journal of Food Microbiology*, 14: 153-160.

Mateo, J.J., Jiménez, M., Pastor, A., Huerta, T. (2001). Yeast starter cultures affecting wine fermentation and volatiles. *Food Research International*, 34: 307-3014.

Mateo, J.J., Jiménez, M., Pastor, A., Huerta, T. (1998). Influence of the inoculation time of high sugar content must on the formation of wine aroma. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 14, 357-363.

Medina, A., Mateo, R., López-Ocaña, L., Valle-Algarra, F.M., Jiménez, M. (2005). Study of Spanish grape mycobiota and ochratoxin A production by isolates of *Aspergillus tubingensis* and other members of *Aspergillus* section Nigri. *Applied and Environmental Microbiology*, Aug. 2005, p. 4696–4702.

Moralés, M., Pedreño, M.A., Muñoz, R., Barceló, A.R., Calderón, A.A. (1994). Anomalous behaviour of acidic grapevine peroxidase isoenzymes during preparative isoelectric focusing. *Phytochemical Analysis*, Vol. 5. 1-3.

Moreno, A., Castro, M., Falqué, E. (2008). Evolution of trans- and cis-resveratrol content in red grapes (*Vitis vinifera* L. cv Mencía, Albarello and Merenzao) during ripening. *Eur Food Res Technol.* 227:667–674.

Moreno-Labanda, J.F., Mallavia, R., Pérez-Fons, L., (...), Saura, D., Micol, V. (2004). Determination of piceid and resveratrol in Spanish wines deriving from Monastrell (*Vitis vinifera* L.) grape variety. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 5396-5403.

Moreno-Pérez, A., Fernández-Fernández, J.I., Bautista-Ortín, A.B., Gómez-Plaza, E., Martínez-Cutillas, A., Gil-Muñoz, R. (2013). Influence of winemaking techniques on proanthocyanidin extraction in Monastrell wines from four different áreas. *Eur Food Res Technol.*, 236: 473–481.

Moreno-Pérez, A., Vila-López, R., Fernández-Fernández, J.I., Martínez-Cutillas, A., Gil-Muñoz, R. (2013). Influence of cold pre-fermentation treatments on the major volatile compounds of three wine varieties. *Food Chemistry* 139: 770–776.

Mulero, J., Martínez, G., Oliva, J., Cermeño, S., Cayuela, J.M., Zafrilla, P., Martínez-Cachá, A., Barba, A. (2015). Phenolic compounds and antioxidant activity of red wine made

from grapes treated with different fungicides. *Food Chemistry* 180: 25–31.

Mulero, J., Pardo, F., Zafrilla, P. (2009). Effect of principal polyphenolic components in relation to antioxidant activity in conventional and organic red wines during storage. *Eur Food Res Technol* (2009) 229: 807–812.

Mulero, J., Pardo, F., Zafrilla, P. (2010). Antioxidant activity and phenolic compounds in conventional and organic red grapes (var. Monastrell). *CyTA – Journal of Food*, Vol. 8, No. 3, November 2010, 185–191.

Mulero, J., Pardo, F., Zafrilla, P. (2010). Antioxidant activity and phenolic composition of organic and conventional grapes and wines. *Journal of Food Composition and Analysis* 23: 569–574.

Navarro, S., Oliva, J., Barba, A., (...), Garcia, M.A., Zamorano, M. (2000). Evolution of chlorpyrifos, fenarimol, metalaxyl, penconazole, and vinclozolin in red wines elaborated by carbonic maceration of monastrell grapes. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 3537–3541 3537.

Núñez-Delicado, E., Sánchez-Ferrer, A., García-Carmona, F.F., López-Nicolás, J.M. (2005). Effect of organic farming practices on the level of latent polyphenol oxidase in grapes. *Journal of Food Science*. Vol. 70, Nr. 1: C74–C78.

Oliva, J., Garde-Cerdán, T., Martínez-Gil, A.M., Rosario Salinas, M., Barba, A. (2011). Fungicide effects on ammonium and amino acids of Monastrell grapes. *Food Chemistry* 129: 1676–1680.

Oliva, J., Martínez-Gil, A.M., Lorenzo, C., Cámara, M.A., Salinas, M.R., Barba, A., Garde-Cerdán, T. (2015). Influence of the use of fungicides on the volatile composition of Monastrell red wines obtained from inoculated fermentation. *Food Chemistry* 170: 401–406.

Oliva, J., Mulero, J., Payá, P., Cámara, M.A., Barba, A. (2009). Influence of several fungicides on the antioxidant activity of red wines (var. Monastrell). *Journal of Environmental Science and Health Part B*, 44, 546–552.

Oliva, J., Navarro, S., Barba, A., Navarro, G., Salinas, M.R. (1999). Effect of pesticide residues on the aromatic composition of red wines. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 2830–2836.

Oliva, J., Payá, P., Cámara, M.Á., Barba, A. (2007). Removal of famoxadone, fluquinconazole and trifloxystrobin residues in red wines: Effects of clarification and filtration processes. *Journal of Environmental Science and Health Part B*, 42, 775–781.

Oliva, J., Zalacain, A., Payá, P., Salinas, M.R., Barba, A. (2008). Effect of the use of recent commercial fungicides [under good and critical agricultural practices] on the aroma composition of Monastrell red wines. *Analytica Chimica Acta* 617, 107–118.

Orak, H.H. (2007). Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations. *Scientia Horticulturae* 111, 235–241.

Ortega-Regules, A., Romero-Cascales, I., López-Roca, J.M., Ros-García, J.M., Gómez-Plaza, E. (2006). Anthocyanin fingerprint of grapes: Environmental and genetic variations. *J Sci Food Agric* 86: 1460–1467.

Ortega-Regules, A., Romero-Cascales, I., Ros García, J.M., (...), Fernández-Fernández, J.I., Gómez-Plaza, E. (2008). Anthocyanins and tannins in four grape varieties (*Vitis vinifera* L.) evolution of their content and extractability. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 42 (3), pp. 147-156.

Ortega-Regules, A., Romero-Cascales, I., Ros-García, J.M., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2006). A first approach towards the relationship between grape skin cell-wall composition and anthocyanin extractability. *Analytica Chimica Acta* 563: 26–32.

Ortega-Regules, A., Ros-García, J.M., Bautista-Ortín, A.B., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2008). Differences in morphology and composition of skin and pulp cell walls from grapes (*Vitis vinifera* L.): Technological implications. *Eur Food Res Technol*. 227:223–231.

Ortega-Regules, A., Ros-García, J.M., Bautista-Ortín, A.B., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2008). Changes in skin cell wall composition during the maturation of four premium wine grape varieties. *J Sci Food Agric* 88: 420–428.

Otaolaurruchi, E., Fernández-Pachón, M.S., Gonzalez, A.G., Troncoso, A.M., García-Parrilla, M.C. (2007). Repeated red wine consumption and changes on plasma antioxidant capacity and endogenous antioxidants (Uric Acid and Protein Thiol Groups). *J. Agric. Food Chem.*, 55, 9713–9718.

Pardo, F., Salinas, M.R., Alonso, G.L., Navarro, G., Huerta, M.D. (1999). Effect of diverse enzyme preparations on the extraction and evolution of phenolic compounds in red wines. *Food Chemistry* 67: 135-142.

Pardo-García, A.I., De La Hoz, K.S., Zalacain, A., Alonso, G.L., Salinas, M.R. (2014). Effect of vine foliar treatments on the varietal aroma of Monastrell wines. *Food Chemistry* 163: 258–266.

Pardo-García, A.I., Martínez-Gil, A.M., Cadahía, E., Pardo, F., Alonso, G.L., Salinas, M.R. (2014). Oak extract application to grapevines as a plant biostimulant to increase wine polyphenols. *Food Research International* 55: 150–160.

Pardo-García, A.I., Wilkinson, K.L., Culbert, J.A., Lloyd, N.D.R., Alonso, G.L., Salinas, M.R.

(2015). Accumulation of glycoconjugates of 3-methyl-4-hydroxyoctanoic acid in fruits, leaves, and shoots of *Vitis vinifera* cv. Monastrell following foliar applications of oak extract or oak lactone. *J. Agric. Food Chem.*, 63, 4533–4538.

Pardo-Garcia, A.I., Wilkinson, K.L., Culbert, J.A., Lloyd, N.D.R., Alonso, G.L., Salinas, M.R. (2017). Accumulation of guaicol glycoconjugates in fruit, leaves and shoots of *Vitis vinifera* cv. Monastrell following foliar applications of guaicol or oak extract to grapevines. *Food Chemistry* 217: 782–789.

Payá, P., Mulero, J., Oliva, J., Cámara, M.A., Barba, A. (2013). Influence of the matrix in bioavailability of flufenoxuron, lufenuron, pyriproxyfen and fenoxycarb residues in grapes and wine. *Food and Chemical Toxicology* 60: 419–423.

Pedro, T.S., Peiró, R., Villanova, J., Olmos, A., Gisbert, C. (2017). In vitro propagation of *Vitis vinifera* L. cv. 'Monastrell'. *Electronic Journal of Biotechnology* 27: 80-83.

Pedroza, M.A., Zalacain, A., Lara, J.F., Salinas, M.R. (2010). Global grape aroma potential and its individual analysis by SBSE-GC-MS. *Food Research International* 43, 1003–1008.

Pérez-Gilabert, M., Téllez, E., García-Carmona, F. (2010). Extraction and partial purification of β -galactosidase from grape berry skin (*Vitis vinifera* L.) with triton X-114. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61 (1), pp. 135-139.

Pérez-Prieto, L.J., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2003). Differences in major volatile compounds of red wines according to storage length and storage conditions. *Journal of Food Composition and Analysis* 16: 697–705.

Pérez-Prieto, L.J., López-Roca, J.M., Martínez-Cutillas, A., Pardo Mínguez, F., Gómez-Plaza, E. (2002). Maturing wines in oak barrels. Effects of origin, volume, and age of the barrel on the wine volatile composition. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 3272-3276.

Pérez-Prieto, L.J., López-Roca, J.M., Martínez-Cutillas, A., Pardo-Mínguez, F., Gómez-Plaza, E. (2003). Extraction and formation dynamic of oak-related volatile compounds from different volume barrels to wine and their behavior during bottle storage. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 5444-5449.

Pietrowska-Borek, M., Czekala, T., Belchí-Navarro, S., Pedreño, M.A., Guranowski, A. (2014). Diadenosine triphosphate is a novel factor which in combination with cyclodextrins synergistically enhances the biosynthesis of trans-resveratrol in *Vitis vinifera* cv. Monastrell suspension cultured cells. *Plant Physiology and Biochemistry* 84: 271-276.

Pozo-Bayón, M.A., Martín-Álvarez, P.J., Moreno-Arribas, M.V., Andujar-Ortiz, I., Pueyo, E. (2010). Impact of using Trepát and Monastrell red grape varieties on the volatile and nitrogen composition during the manufacture of rosé Cava sparkling wines. *LWT - Food*

Science and Technology 43: 1526-1532.

Pozo-Bayón, M.Á., Monagas, M., Polo, M.C., Gómez-Cordovés, C. (2004). Occurrence of Pyranoanthocyanins in Sparkling Wines Manufactured with Red Grape Varieties. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 1300-1306.

Pozo-Bayon, M.A.; Hernandez, M.T.; Martin-Alvarez, P.J.; Polo, M.C. (2003). Study of low molecular weight phenolic compounds during the aging of sparkling wines manufactured with red and white grape varieties. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 5622-5629.

Prieto, J. A., Lebon, É., Ojeda, H. (2010). Stomatal behavior of different grapevine cultivars in response to soil water status and air water vapor pressure deficit. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 44 (1), pp. 9-20.

Querol, A., Jiménez, M., Huerta, T. (1990). Microbiological and Enological Parameters during Fermentation of Musts from Poor and Normal Grape-Harvests in the Region of Alicante. *Journal of Food Science*, 55 (6), pp. 1603-1606.

Robin, J.-P., Sauvage, F.-X., Pradal, M., Chovelon, M. (2000). Soil reflectance and colouring of grape. Vine red light excitation could be decisive for grape berry quality. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 34 (3), pp. 101-119.

Rodríguez-López, J., Serna-Rodríguez, P., Tudela, J., Varón, R., Garcia-Cánovas, F. (1994). A continuous spectrophotometric method for the determination of diphenolase activity of tyrosinase using 3,4-dihydroxymandelic acid. *Analtical Biochemistry*, 216: 205-212.

Rodríguez-Rodríguez, P., Rabión, P., Ros-Berruezo, G., Gómez-Plaza, E. (2009). Does oak aging improve the antioxidant activity of red wines? *Red Wine and Health*, pp. 323-338. Ed.: Paul O'Byrne. Series: Food and Beverage Consumption and Health. ISBN: 978-1-60692-718-2. Nova Science Publishers.

Roggero, J.-P. (1996). Changes in resveratrol and piceid contents in wines during fermentation or ageing. Comparison of grenache and mourvedre varieties. *Sciences des Aliments*, 16 (6), pp. 631-642.

Romero, P., Dodd, I.C., Martinez-Cutillas, A. (2012). Contrasting physiological effects of partial root zone drying in field-grown grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Monastrell) according to total soil water availability. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 63, No. 11, pp. 4071-4083.

Romero, P., Fernández-Fernández, J.I., Botía, P. (2016). Interannual climatic variability effects on yield, berry and wine quality indices in long-term deficit irrigated grapevines, determined by multivariate analysis. *International Journal of Wine Research*, 8: 3-17.

Romero, P., Fernández-Fernández, J.I., Gil-Muñoz, R., Botía, P. (2016). Vigour-yield-quality relationships in long-term deficit irrigated winegrapes grown under semiarid conditions. *Theor. Exp. Plant Physiol.*, 28:23–51.

Romero, P., Fernández-Fernández, J.I., Martínez-Cutillas, A. (2010). Physiological thresholds for efficient regulated deficit-irrigation management in winegrapes grown under semiarid conditions. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61 (3), pp. 300-312.

Romero, P., Fernández-Fernández, J.I., Martínez-Cutillas, A. (2012). Physiological thresholds for efficient Regulated Deficit Irrigation management in winegrapes under semiarid conditions: Soil-plant-water relationships and berry composition. *Acta Horticulturae*, 931, pp. 171-178.

Romero, P., García García, J., Fernández-Fernández, J.I., Gil-Muñoz, R., del Amor Saavedra, F., Martínez-Cutillas, A. (2016). Improving berry and wine quality attributes and vineyard economic efficiency by long-term deficit irrigation practices under semiarid conditions. *Scientia Horticulturae* 203: 69-85.

Romero, P., Gil-Muñoz, R., del Amor, F.M., Valdés, E., Fernández, J.I., Martínez-Cutillas, A. (2013). Regulated Deficit Irrigation based upon optimum water status improves phenolic composition in Monastrell grapes and wines. *Agricultural Water Management* 121: 85– 101.

Romero, P., Martínez-Cutillas, A. (2012). The effects of partial root-zone irrigation and regulated deficit irrigation on the vegetative and reproductive development of field-grown Monastrell grapevines. *Irrig Sci.*, 30: 377–396.

Romero, P., Muñoz, R.G., Fernández-Fernández, J.I., del Amor, F.M., Martínez-Cutillas, A., García-García, J. (2015). Improvement of yield and grape and wine composition in field-grown Monastrell grapevines by partial root zone irrigation, in comparison with regulated deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 149: 55–73.

Romero, P., Pérez-Pérez, J.G., Del Amor, F.M., Martínez-Cutillas, A., Dodd, I.C., Botía, P. (2014). Partial root zone drying exerts different physiological responses on field-grown grapevine (*Vitis vinifera* cv. Monastrell) in comparison to regulated deficit irrigation. *Functional Plant Biology* 41(11): 1087-1106.

Romero-Cascales, I., Fernández-Fernández, J.I., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2005). The maceration process during winemaking extraction of anthocyanins from grape skins into wine. *Eur Food Res Technol* 221:163–167.

Romero-Cascales, I., Fernández-Fernández, J.I., Ros-García, J.M., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2008). Characterisation of the main enzymatic activities present in six commercial macerating enzymes and their effects on extracting colour during wine-

making of Monastrell grapes. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1295–1305.

Romero-Cascales, I., Ortega-Regules, A., López-Roca, J.M., Fernández-Fernández, J.I., Gómez-Plaza, E. (2005). Differences in anthocyanin extractability from grapes to wines according to variety. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56 (3), pp. 212-219.

Romero-Cascales, I., Ros-García, J.M., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2012). The effect of a commercial pectolytic enzyme on grape skin cell wall degradation and colour evolution during the maceration process. *Food Chemistry* 130: 626–631.

Ros Barceló, A., Pomar, F., López-Serrano, M., Pedreño, M.A. (2003). Peroxidase: A multifunctional enzyme in grapevines. *Functional Plant Biology*, 30: 577-591.

Ros, J.R., Rodríguez-López, J., García-Cánovas, F. (1994). Tyrosinase: kinetic analysis of the transient phase and the steady state. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1204: 33-42

Rosillo, L., Salinas, M.A.R., Garijo, J., Alonso, G.L. (1999). Study of volatiles in grapes by dynamic headspace analysis: Application to the differentiation of some *Vitis vinifera* varieties. *Journal of Chromatography A*, 847, 155–159.

Rousseau, J., Pic, L., Carbonneau, A., Ojeda, H. (2013). Incidence of minimal pruning on wine quality. *Acta Horticulturae*, 978, pp. 309-316.

Ruiz-García, Y., Gil-Muñoz, R., López-Roca, J.M., Martínez-Cutillas, A., Romero-Cascales, I., Gómez-Plaza, E. (2013). Increasing the Phenolic Compound Content of Grapes by Preharvest Application of Abscisic Acid and a Combination of Methyl Jasmonate and Benzothiadiazole. *J. Agric. Food Chem.*, 61, 3978–3983.

Ruiz-García, Y., Hernández-Jiménez, A., Gómez-Plaza, E., (...), Martínez-Cutillas, A., Gil-Muñoz, R. (2012). Application of BTH and methyl jasmonate during the ripening of grapes (*Vitis vinifera* L.) and its effects on the stilbene content: Preliminary results. *Acta Horticulturae*, 939, pp. 397-402.

Ruiz-García, Y., López-Roca, J.M., Bautista-Ortín, A.B., Gil-Muñoz, R., Gómez-Plaza, E. (2014). Effect of combined use of benzothiadiazole and methyl jasmonate on volatile compounds of monastrell wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65 (2), pp. 238-243.

Ruiz-García, Y., Romero-Cascales, I., Bautista-Ortín, A.B., Gil-Muñoz, R., Martínez-Cutillas, A., Gómez-Plaza, E. (2013). Increasing bioactive phenolic compounds in grapes: Response of six monastrell grape clones to benzothiadiazole and methyl jasmonate treatments. *American Journal of Enology and Viticulture*, Vol. 64, 4: 459-465.

Ruiz-García, Y., Silva, C.L., Gómez-Plaza, E., Câmara, J.S. (2016). A Powerful Analyti-

cal Strategy Based on QuEChERS-Dispersive Solid-Phase Extraction Combined with Ultrahigh Pressure Liquid Chromatography for Evaluating the Effect of Elicitors on Biosynthesis of trans-Resveratrol in Grapes. *Food Anal. Methods*, 9: 670-679.

Salinas, M.R., Alonso, G.L., Navarro, G., Pardo, F., Jimeno, J., Huerta, M.D. (1996). Evolution of the aromatic composition of wines undergoing carbonic maceration under different aging conditions. *American Journal of Enology and Viticulture*, 47 (2), pp. 134-144.

Salinas, M.R., Alonso, G.L., Pardo, F., Bayonove, C. (1998). Free and bound volatiles of Monastrell wines. *Sciences des Aliments*, 18 (2), pp. 223-231.

Salinas, M.R., Garijo, J., Pardo, F., Zalacain, A., Alonso, G.L. (2003). Color, polyphenol, and aroma compounds in rosé wines after prefermentative maceration and enzymatic treatments. *American Journal of Enology and Viticulture*, 54 (3), pp. 195-202.

Salinas, M.R.; Garijo, J.; Pardo, F.; Zalacain, A., Alonso, G.L. (2005). Influence of prefermentative maceration temperature on the colour and the phenolic and volatile composition of rose wines. *J Sci Food Agric* 85: 1527-1536.

Salinas, Ma.R., Zalacain, A., Pardo, F., Alonso, G.L. (2004). Stir bar sorptive extraction applied to volatile constituents evolution during *Vitis vinifera* ripening. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 4821-4827.

San Pedro, T., Gammoudi, N., Peiró, R., Olmos, A., Gisbert, C. (2017). Somatic embryogenesis from seeds in a broad range of *Vitis vinifera* L. varieties: Rescue of true-to-type virus-free plants. *BMC Plant Biology*, 17: 226, 1-12.

Sánchez-Ferrer, A., Bru, R., Cabanes, J., Garcia-Carmona, F. (1988). Characterization of catecholase and cresolase activities of monastrell grape polyphenol oxidase. *Phytochemistry*, Vol. 27, No. 2, pp. 319-321.

Sánchez-Ferrer, A., Bru, R., Valero, E., Garcia-Carmona, F. (1989) Changes in pH-Dependent Grape Polyphenoloxidase Activity during Maturation. *J. Agric. Food Chem.*: 37, 1242-1245.

Sánchez-Valdepeñas, V., Barraón, E., Vegara, S., Funes, L., Martí, N., Valero, M., Saura, D. (2015). Effect of instant controlled pressure drop (DIC) pre-treatment on conventional solvent extraction of phenolic compounds from grape stalk powder. *Industrial Crops and Products* 76: 545-549.

Serrano, M.L., Barcelo, A.R. (1996). Effect of metal ions on peroxidase activity from grapevine cells. *Plant Physiology and Biochemistry*, 34 (6), pp. 827-832.

Smith, T. (2010). Mataro stands on its own. *Wine Industry Journal*, March-April 2010,

Vol. 25, Nº 2: 76-83.

Spagnolo, A., Larignon, P., Magnin-Robert, M., Hovasse, A., Cilindre, C., Van Dorselaer, A., Clemnt, C., Schaeffer-Reiss, C., Fontaine, F. (2014). Flowering as the most highly sensitive period of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv mourvèdre) to the *Botryosphaeria dieback* agents *neofusicoccum parvum* and *Diplodia seriata* infection. *Int. J. Mol. Sci.*, 15: 9644-9669.

Spagnolo, A., Magnin-Robert, M., Alayi, T.D., Cilindre, C., Schaeffer-Reiss, C., Van Dorselaer, A., Clément, C., Larignon, P., Ramirez-Suero, M., Chong, J., Bertsch, C., Abou-Mansour, E., and Fontaine, F. (2014). Differential responses of three grapevine cultivars to *botryosphaeria dieback*. *Phytopathology* Vol. 104, No. 10: 1021-1035.

Spagnolo, A., Mondello, V., Larignon, P., Villaume, S., Rabenoelina, F., Clément, C., Fontaine, F. (2017). Defense responses in grapevine (Cv. Mourvèdre) after inoculation with the *Botryosphaeria dieback* pathogens *Neofusicoccum parvum* and *Diplodia seriata* and their relationship with flowering. *Int. J. Mol. Sci.* 2017, 18, 393: 1-12.

Sreekantan, L., Torregrosa, L., Fernandez, L., Thomas, M.R. (2006). VvMADS9, a class B MADS-box gene involved in grapevine flowering, shows different expression patterns in mutants with abnormal petal and stamen structures. *Functional Plant Biology*, 33, 877-886.

Tello, J., Aguirrezábal, R., Hernáiz, S., Larreina, B., Montemayor, M.I., Vaquero, E., Ibáñez, J. (2015). Multicultivar and multivariate study of the natural variation for grapevine bunch compactness. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 21: 277-289.

Tomás, M., Medrano, H., Escalona, J.M., (...), Ribas-Carbó, M., Flexas, J. (2014). Variability of water use efficiency in grapevines. *Environmental and Experimental Botany* 103: 148-157.

Travadon, R., Lecomte, P., Diarra, B., Lawrence, D., Renault, D., Ojeda, H., Rey, P., Baumgartner, K. (2016). Grapevine pruning systems and cultivars influence the diversity of wood-colonizing fungi. *Fungal Ecology* 24: 82-93.

Ulanovsky, S., Gogorcena, Y., Martínez De Toda, F., Ortiz, J.M. (2002). Use of molecular markers in detection of synonymies and homonymies in grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 92: 241-254.

Ulanowsky, S., Gogorcena, Y., Martinez-de-Toda, F., (...), Ibáñez, J., Ortiz, J.M. (2001). Characterisation of grapevine accessions at germplasm banks with rapd and microsatellite markers: Caracterisation des introductions de vigne en collection a l'aide de marqueurs rapd et microsatellites. *Acta Horticulturae*, 546, pp. 271-279.

Velez, D., M.; Ibanez, J. (2012). Assessment of the uniformity and stability of grapevine cultivars using a set of microsatellite markers. *Euphytica* 186: 419–432.

Vélez, M.D., Ibáñez, J. (2009). Evaluation of the uniformity and stability of microsatellite markers in grapevine. *Acta Horticulturae*, 827, pp. 163-168.

Veličkovska, S.K., Tolle, S., Goek, R., Milanov, G., Winterhalter, P. (2013). Effect of enzyme treatment on volatile profile of white and red wines from Macedonia by using hs-spme-GC/MS. *Nutrition, Functional and Sensory Properties of Foods*: 40-56.

Verries, C., Guiraud, J.-L., Souquet, J.-M., Vialet, S., Terrier, N., Ollé, D. (2008). Validation of an extraction method on whole pericarp of grape berry (*Vitis vinifera* L. cv. Shiraz) to study biochemical and molecular aspects of flavan-3-ol synthesis during berry development. *J. Agric. Food Chem.*, 56, 5896–5904.

Vieira, H.J., Back, Á.J., da Silva, A.L., Pereira, E.S. (2011). Comparison of global solar radiation availability and photoperiod between winemaking regions of Campo Belo do Sul, State of Santa Catarina in Brazil and Pech Rouge in France. *Rev. Bras. Frutic., Jabcoticabal - SP*, v. 33, n. 4, p. 1055-1065.

Wolf, T.K., Miller, M.K. (2001). Crop yield, fruit quality, and winter injury of 12 red-fruited wine grape cultivars in Northern Virginia. *Journal of the American Pomological Society*, 55 (4), pp. 241-250.

Zapata, J.M., Calderón, A.A., Barceló, A.R. (1995). Peroxidase isoenzyme patterns in cell cultures derived from cotyledon, stem, leaf and fruit from grapevine (*Vitis vinifera* cv. Monastrell). *Annals of Botany*, 75 (5), pp. 443-448.

Zapata, J.M., Calderón, A.A., Muñoz, R., Ros Barceló, A. (1992). Oxidation of hydroquinone by both cellular and extracellular grapevine peroxidase fractions. *Biochimie*, 74, 143-148

Zapata, J.M., López-Serrano, M., Ferrer, M.A., Calderón, A.A., Ros Barceló, A. (1996). The induction and fine structure of grapevine cells (*Vitis vinifera*) cultured in vitro. *Biocell*, 20 (2), pp. 143-146.

Zapata, JM; Salinas, C; Calderon, AA; Muñoz, R. Ros Barceló, A. (1991). Reduction of 2,3,5-Triphenyltetrazolium Chloride By The Kcn-Insensitive, Salicylhydroxamic Acid-Sensitive Alternative Respiratory Pathway Of Mitochondria From Cultured Grapevine Cells. *Plant Cell Reports* 10: 579-582.

REFERENCIAS

Morrison, A. and Rabellotti, R. (2014). Gradual catch up and enduring leadership in the global wine industry. AAWE Working Paper No. 148 (Business).

FECYT (2017). Indicadores del sistema español de ciencia, tecnología e innovación. Edición 2017. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

