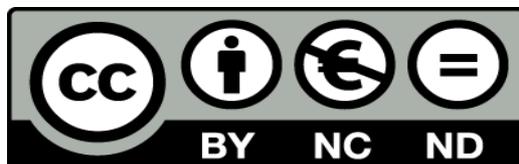




UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TESIS DOCTORAL

| |
|--|
| Título |
| Identificación y caracterización completa (ampelográfica, genética, agronómica, enológica, polifenólica, aminoacídica, aromática y sensorial) de variedades tintas minoritarias de la D.O.Ca. Rioja |
| Autor/es |
| Pedro José Balda Manzanos |
| Director/es |
| Fernando Martínez de Toda Fernández |
| Facultad |
| Facultad de Ciencias, Estudios Agroalimentarios e Informática |
| Titulación |
| |
| Departamento |
| Agricultura y Alimentación |
| Curso Académico |
| 2013-2014 |



Identificación y caracterización completa (ampelográfica, genética, agronómica, enológica, polifenólica, aminoacídica, aromática y sensorial) de variedades tintas minoritarias de la D.O.Ca. Rioja, tesis doctoral de Pedro José Balda Manzanos, dirigida por Fernando Martínez de Toda Fernández (publicada por la Universidad de La Rioja), se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.



PEDRO BALDA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN COMPLETA
(AMPELOGRÁFICA, GENÉTICA, AGRONÓMICA, ENOLÓGICA,
POLIFENÓLICA, AMINOACÍDICA, AROMÁTICA Y SENSORIAL)
DE VARIEDADES TINTAS MINORITARIAS DE LA D.O.CA. RIOJA



FERNANDO MARTÍNEZ DE TODA FERNÁNDEZ, Catedrático de Producción Vegetal del Departamento de Agricultura y Alimentación de la Universidad de La Rioja,

CERTIFICA:

Que la presente Memoria, de título “*Identificación y caracterización completa (ampelográfica, genética, agronómica, enológica, polifenólica, aminoacídica, aromática y sensorial) de variedades tintas minoritarias de la D.O.Ca. Rioja*” que presenta el Ingeniero Agrónomo y Licenciado en Enología Pedro José Balda Manzanos, ha sido realizada bajo mi dirección en el Departamento de Agricultura y Alimentación de la Universidad de La Rioja y reúne las condiciones exigidas para optar al grado de Doctor con la mención "Doctor Internacional".

Logroño, 30 de junio de 2014

Fdo: Fernando Martínez de Toda Fernández

El trabajo de recuperación y preservación de variedades minoritarias ha sido financiado en sus inicios por los proyectos VIN00-036-C6, VIN03-002-C6 y RF02-004-C5 del Ministerio de Ciencia y Tecnología (INIA) y por el proyecto OTCR-000724 del Consejo Regulador de la D.O.Ca. Rioja. Asimismo, durante la realización de esta Memoria he disfrutado de una beca de Formación de Profesorado Universitario (AP-2009-3794) del Ministerio de Ciencia e Innovación. Conste mi agradecimiento a dichas instituciones.

Agradecimientos

Siempre estaré agradecido de estos cinco años llenos de viticultura aprendiendo y disfrutando con mi director de tesis, Fernando Martínez de Toda. Pero sobre todo, gracias por todas esas cosas que, sin tener nada que ver con la viticultura, me han ayudado a crecer como persona. Gracias por tu enorme ilusión, por tu trabajo, por el apoyo durante todo este tiempo y por aportar tanto sentido, claridad y sencillez a todos los estudios. Gracias Maestro.

Quisiera agradecer también el trabajo, la aportación y el compromiso de cuatro grupos de investigación, sin los cuales no se hubiese podido desarrollar esta tesis. Gracias al grupo del Dr. Javier Ibáñez, con Silvia Hernáiz y M^a Dolores Vélez, por su contribución en los análisis moleculares; especialmente a Javier, por toda su dedicación y contribución siempre que te he necesitado. Gracias al grupo de la Dra. Esperanza Valdés por la colaboración mostrada en los análisis de aminoácidos y al grupo de la Dra. Mar Vilanova por su contribución en el análisis de aromas. Sin vosotras dos, hubiese naufragado en un mar de cifras y compuestos; mil gracias por toda vuestra ayuda. Y gracias también al grupo del Dr. Virgilio Falco en Portugal por abrirme de par en par y desinteresadamente las puertas vuestro laboratorio; sin vuestra ayuda no hubiese podido sacar adelante los análisis de antocianos. Gracias de corazón, Manuel, por acogerme en la UTAD y llenar mi estancia de proyectos que me han permitido disfrutar y conocer los mejores rincones vitícolas del Douro.

Agradezco también el apoyo científico y moral de todos mis compañeros y amigos, especialmente a Juan Carlos Sancha, M^a Paz Diago y Juan Antonio Blanco, incansables, con la mejor voluntad del mundo y siempre dispuestos a ayudar. Y a las nuevas generaciones como Wei Zheng y Jesús, por su total disposición. No me olvido tampoco de todas las personas que han pasado por la universidad durante todo este tiempo y han dejado una huella imborrable: Ángel Amurrio, Víctor, Guada, Pilar, Óscar, Inma, María, Irene, Tamara, Idoia...

A mis compañeros de otros laboratorios del departamento y del ICVV, especialmente a Olga Martínez Pinilla, Leticia, Gabri, Laura, Gonzalo, José, Nieves, Gerome, Hasna... gracias por toda vuestra ayuda y por hacer más alegre el día a día.

A todas las personas que han colaborado en la realización de este y otros estudios durante todos estos años como miembros del panel de cata; habéis sido una ayuda indispensable para completar todo este trabajo. Gracias también a Jorge Muga y Chema Pangua por haberme abierto las puertas de los laboratorios desinteresadamente.

A Belén Ayestarán, Antonio Palacios y Juan B. Chávarri por sus aportaciones al estudio, así como por sus acertados consejos y su buena disponibilidad. A José Miguel Peña y Luis Otaño por todas las facilidades para poder realizar la elaboración de los vinos. Y al Gobierno de La Rioja por la cesión de la uva utilizada en el presente trabajo, así como por la gestión y conservación del banco de germoplasma.

A todas las personas que han contribuído a mi mejor formación vitícola y enológica en las diversas bodegas donde he tenido la suerte de trabajar. Gracias Prue y Stephen Henschke por haberme cuidado en Australia más que a un hijo! Gracias a Marimar Torres, Tony Britton, Raúl Acha, Elena Ceca...

A mi amigo Tito, por haber diseñado las portadas del libro. Y a todos mis amigos que, de un modo u otro, contribuyen a que mi cabeza descansa de vez en cuando; gracias Navarrico, Abel, Richi, Clara, Bárbara, Rubén, Julio, Bryan, Silvia, Ruth, April, etc, etc, etc...

A mis hermanas Sagrario y Margarita, y a mi cuñado Jaime; siempre estáis ahí, para lo que haga falta. Y a mi sobrina Valentina... que me ha ganado la carrera! Ha sido también una motivación muy especial.

A Alicia, que me ha puesto el rincón ideal para poder terminar lo que parecía interminable. Gracias por tanta ayuda, pero sobre todo, gracias por TODO lo demás.

Y por último, quiero agradecer a mis padres Sagrario e Isaac, su entera dedicación y esfuerzo encomiable para hacer posible que yo llegase hasta aquí. Por tantos valores que me habéis transmitido, por ese cariño y apego al viñedo y por tantas otras cosas... todo este trabajo es, en parte, un resultado de vuestro esfuerzo.

Publicaciones

Durante el período de tiempo dedicado a la elaboración de esta Tesis se han publicado una serie de artículos que presento a continuación; unos están directamente relacionados con la temática de la Tesis y otros tienen una menor relación con dicho tema, pero todos ellos son el reflejo de la actividad investigadora desarrollada en este período.

Artículos científicos relacionados con la temática de la Tesis:

Balda P., Ibáñez J., Sancha J.C. and Martínez de Toda F. 2014. Characterization and identification of minority red grape varieties recovered in Rioja, Spain. *Am. J. Enol. Vitic.*, 65: 148-152

Martínez de Toda F. and Balda P. 2013. Genetic and ampelographic identification of different minority varieties known as 'Monastel' and 'Maturana' in Rioja (Spain). *Cienc. Tec. Vitivinic.*, 28: 944-946

Martínez de Toda F., Ibáñez J. and Balda P. 2012. Genetic and ampelographic identification of different grape varieties known as 'Tempranillo' in Rioja (Spain). *Vitis*, 51: 39-40

Martínez de Toda F., Balda P. and Sancha J.C. 2012. Preservation of intravarietal diversity in clonal and sanitary pre-selection for a minority variety in danger of extinction: Maturana Blanca. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 46: 123-130

Artículos técnicos relacionados con la temática de la Tesis:

Balda P. and Martínez de Toda F. 2013. Variedades minoritarias desde la mirada de sus elaboradores. *ACE Revista de Enología*, 136. Edición digital. Abril.

Martínez de Toda F., Sancha J.C. and Balda P. 2013. Principales variedades de vid recuperadas en la DOC Rioja. *ACE Revista de Enología*, 135. Edición digital. Febrero

Balda P., Sancha J.C. and Martínez de Toda F. 2013. Caracterización vitícola y enológica de cuatro variedades minoritarias conocidas como Tempranillo en la D.O.Ca. Rioja. *Zubía*, 25: 21-30

Otros artículos científicos no relacionados con la temática de la Tesis:

Martínez de Toda F., Sancha J.C. and Balda P. 2014. Reducing the pH of wine through increasing grape sunlight exposure: A method to mitigate the effects of climate warming. *Vitis*, 53: 17-20

Martínez de Toda F., Sancha J.C. and Balda P. 2013. Reducing sugar and pH of the grape (*Vitis vinifera* L. cvs. 'Grenache' and 'Tempranillo') through a single shoot trimming. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 2: 246-251

Martínez de Toda F. and Balda P. 2013. Delaying berry ripening through manipulating leaf area to fruit ratio. *Vitis*, 52: 171-176

Balda P. and Martínez de Toda F. 2013. Decreasing the alcohol level and pH in wines by the "double harvest" technique. *Cienc. Tec. Vitivinic.*, 28: 899-903

Balda P. and Martínez de Toda F. 2013. Effects of clusters exposure levels on pyrazines content in red wines of *Vitis vinifera* cv. Maturana Tinta de Navarrete. *Cienc. Tec. Vitivinic.*, 28: 702-706.

Martínez de Toda F., Balda P. and Oliveira M. 2010. Estimation of vineyard water status (*Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo) from the developmental stage of the shoot tips. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 44: 201-206

Índice

| | |
|---|----------|
| RESUMEN..... | 7 |
| ABSTRACT..... | 8 |
| | |
| Capítulo 1. INTRODUCCIÓN..... | 9 |
| | |
| 1.1. EL ORIGEN DE LA VID, LA VITICULTURA Y LAS VARIEDADES. NECESIDAD DE PRESERVACIÓN..... | 10 |
| 1.1.1. ¿Cómo se han formado las variedades cultivadas actualmente?..... | 10 |
| 1.1.2. Patrimonio genético vitícola: especies salvajes y formas cultivadas..... | 14 |
| 1.1.3. Variedades minoritarias y variedades locales..... | 16 |
| 1.1.4. Variabilidad intravarietal..... | 16 |
| 1.1.5. Recuperación y preservación de germoplasma..... | 17 |
| | |
| 1.2. METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE VARIEDADES DE VID..... | 20 |
| 1.2.1. Técnicas ampelográficas..... | 20 |
| 1.2.1.1. Evolución de la ampelografía..... | 20 |
| 1.2.1.2. Caracteres ampelográficos..... | 21 |
| 1.2.2. Técnicas ampelométricas..... | 22 |
| 1.2.3. Técnicas genéticas. Marcadores moleculares..... | 22 |
| 1.2.4. Técnicas quimiotaxonómicas..... | 25 |
| 1.2.4.1. Isoenzimas..... | 25 |
| 1.2.4.2. Metabolitos secundarios, compuestos nitrogenados y aromáticos.. | 26 |
| | |
| 1.3. CARACTERIZACIÓN VITÍCOLA Y ENOLÓGICA..... | 27 |
| 1.3.1. Caracterización agronómica..... | 28 |
| 1.3.2. Caracterización química básica..... | 28 |
| 1.3.3. Compuestos fenólicos..... | 29 |
| 1.3.3.1. No flavonoides..... | 29 |
| 1.3.3.2. Flavonoides..... | 30 |
| 1.3.4. Compuestos nitrogenados..... | 32 |
| 1.3.4.1. Importancia del nitrógeno..... | 32 |
| 1.3.4.2. Principales compuestos nitrogenados..... | 33 |
| 1.3.4.3. Nitrógeno aminoacídico..... | 34 |
| 1.3.4.4. Los aminoácidos como precursores de aromas..... | 36 |
| 1.3.4.5. Nitrógeno fácilmente asimilable..... | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 1.3.5. Compuestos volátiles..... | 37 |
| 1.3.5.1. Aromas primarios..... | 38 |
| 1.3.5.2. Aromas secundarios..... | 40 |
| 1.3.5.3. Aromas terciarios..... | 41 |
| 1.3.5.4. Compuestos responsables del aroma..... | 41 |
| 1.3.6. Evaluación sensorial..... | 43 |
| | |
| Capítulo 2. OBJETIVOS..... | 45 |
| | |
| Capítulo 3. MATERIAL Y MÉTODOS..... | 49 |
| | |
| 3.1. MATERIAL VEGETAL..... | 50 |
| 3.1.1. Banco de germoplasma..... | 50 |
| | |
| 3.2. CARACTERIZACIÓN AMPELOGRÁFICA..... | 52 |
| | |
| 3.3. CARACTERIZACIÓN GENÉTICA..... | 55 |
| 3.3.1. Extracción de ADN..... | 55 |
| 3.3.2. Estimación de la calidad y cantidad del ADN extraído..... | 55 |
| 3.3.3. Análisis de microsatélites de genoma nuclear..... | 56 |
| 3.3.3.1. Determinación de los microsatélites a estudiar..... | 56 |
| 3.3.3.2. Amplificación de las secuencias STMS mediante PCR..... | 58 |
| 3.3.3.3. Determinación del tamaño de los alelos de los STMS..... | 59 |
| 3.3.4. Análisis de diversidad..... | 60 |
| 3.3.5. Identificación de variedades..... | 61 |
| | |
| 3.4. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA..... | 62 |
| | |
| 3.5. CARACTERIZACIÓN ENOLÓGICA..... | 63 |
| 3.5.1. Protocolo de vendimia..... | 63 |
| 3.5.2. Análisis básico de mosto y uva..... | 63 |
| 3.5.3. Vinificación..... | 64 |
| 3.5.4. Análisis básico de vino..... | 66 |

| | |
|---|-----------|
| 3.5.5. Análisis de aminoácidos en mostos y vinos..... | 66 |
| 3.5.5.1. Desproteización de las muestras..... | 67 |
| 3.5.5.2. Análisis cromatográfico..... | 67 |
| 3.5.5.3. Cálculo del TAN y YAN..... | 68 |
| 3.5.6. Análisis de compuestos volátiles..... | 68 |
| 3.5.6.1. Extracción de los compuestos volátiles del vino..... | 69 |
| 3.5.6.2. Análisis cromatográfico..... | 69 |
| 3.5.7. Análisis de antocianos en vinos tintos..... | 70 |
| 3.5.7.1. Análisis cromatográfico..... | 70 |
| 3.5.8. Análisis organoléptico de los vinos..... | 71 |
| 3.6. ANALISIS ESTADÍSTICOS..... | 73 |
| 3.6.1. Caracterización ampelográfica y genética..... | 73 |
| 3.6.2. Caracterización agronómica y enológica..... | 73 |
| Capítulo 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 75 |
| 4.1. CARACTERIZACIÓN AMPELOGRÁFICA..... | 76 |
| 4.1.1. Análisis de agrupamientos..... | 76 |
| 4.1.2. Variedades identificadas..... | 97 |
| 4.1.3. Caracteres ampelográficos más discriminantes..... | 99 |
| 4.2. CARACTERIZACIÓN GENÉTICA..... | 101 |
| 4.2.1. Análisis de microsatélites..... | 101 |
| 4.2.2. Diversidad genética de la población..... | 104 |
| 4.2.3. Análisis de agrupamientos..... | 105 |
| 4.2.4. Variedades identificadas..... | 108 |
| 4.2.4.1. Ahmeur bou Ahmeur..... | 109 |
| 4.2.4.2. Alicante Henri Bouschet..... | 110 |
| 4.2.4.3. Bobal..... | 110 |
| 4.2.4.4. Cinsaut..... | 111 |
| 4.2.4.5. Desconocida 1..... | 112 |
| 4.2.4.6. Desconocida 2..... | 112 |
| 4.2.4.7. Garnacha..... | 112 |
| 4.2.4.8. Graciano..... | 113 |
| 4.2.4.9. Jerónimo..... | 114 |
| 4.2.4.10. Mandón..... | 114 |
| 4.2.4.11. Maturana tinta de Navarrete..... | 115 |
| 4.2.4.12. Morate..... | 115 |
| 4.2.4.13. Moristel..... | 116 |
| 4.2.4.14. Morrastel Bouschet..... | 117 |
| 4.2.4.15. Petit Bouschet..... | 118 |
| 4.2.4.16. Portugieser Blau..... | 118 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.4.17. Quiebratinajas Tinto..... | 120 |
| 4.2.4.18. Rojal Tinta..... | 120 |
| 4.2.4.19. Sabor a Menta - Agawam..... | 121 |
| 4.2.4.20. Tempranillo..... | 122 |
| 4.2.4.21. Tinto Velasco..... | 123 |
| 4.2.4.22. Trepapat..... | 124 |
| 4.2.4.23. Trousseau Noir..... | 125 |
| 4.2.4.24. Vidadillo..... | 126 |
| 4.2.5. Líneas de parentescos descritas..... | 126 |
| 4.3. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y ENOLÓGICA..... | 128 |
| 4.3.1. Caracterización agronómica..... | 129 |
| 4.3.1.1. Producción..... | 129 |
| 4.3.1.2. Peso de racimo y baya..... | 132 |
| 4.3.1.3. Parámetros vegetativos y otros índices..... | 135 |
| 4.3.1.4. Aspectos agronómicos relevantes..... | 139 |
| 4.3.2. Análisis químico de mostos y vinos..... | 141 |
| 4.3.2.1. Resultados para los diferentes parámetros analizados..... | 141 |
| 4.3.2.2. Descripción general: análisis ACP..... | 147 |
| 4.3.3. Composición antocianica y polifenólica..... | 151 |
| 4.3.3.1. Antocianos totales e intensidad colorante (cosecha 2009)..... | 151 |
| 4.3.3.2. Antocianos totales e intensidad colorante (cosecha 2010)..... | 124 |
| 4.3.3.3. Antocianos monoméricos en vino (cosecha 2010)..... | 157 |
| 4.3.3.4. Concentración total de polifenoles (cosecha 2009)..... | 161 |
| 4.3.3.5. Concentración total de polifenoles (cosecha 2010)..... | 163 |
| 4.3.4. Composición aminoacídica..... | 166 |
| 4.3.4.1. Concentración total de aminoácidos (cosecha 2009)..... | 166 |
| 4.3.4.2. Perfil aminoacídico de los mostos varietales (cosecha 2009)..... | 168 |
| 4.3.4.3. Nitrógeno fácilmente asimilable y consumo de aminoácidos durante la fermentación alcohólica (cosecha 2009)..... | 174 |
| 4.3.4.4. Perfil aminoacídico de los vinos varietales (cosecha 2009)..... | 179 |
| 4.3.4.5. Concentración total de aminoácidos (cosecha 2010)..... | 185 |
| 4.3.4.6. Perfil aminoacídico de los mostos varietales (cosecha 2010)..... | 186 |
| 4.3.4.7. Nitrógeno fácilmente asimilable (cosecha 2010)..... | 189 |
| 4.3.5. Composición volátil de los vinos..... | 191 |
| 4.3.5.1. Caracterización de familias aromáticas (cosecha 2009)..... | 191 |
| 4.3.5.2. Agrupamiento de vinos varietales en función de la composición volátil (cosecha 2009)..... | 205 |
| 4.3.5.3. Valor de la actividad odorífera en vinos de la cosecha 2009..... | 206 |
| 4.3.5.4. Caracterización de familias aromáticas en vinos de la cosecha 2010..... | 209 |
| 4.3.5.5. Agrupamiento de vinos varietales en función de la composición volátil (cosecha 2010)..... | 218 |
| 4.3.5.6. Valor de la actividad odorífera en la cosecha 2010..... | 219 |
| 4.3.6. Relación entre aminoácidos del mosto y compuestos volátiles del vino..... | 222 |
| 4.3.6.1. Relaciones destacadas en la cosecha 2009..... | 222 |
| 4.3.6.2. Relaciones destacadas en la cosecha 2010..... | 224 |

| | |
|---|------------|
| 4.3.7. Evaluación sensorial..... | 230 |
| 4.3.7.1. Fase visual..... | 230 |
| 4.3.7.2. Fase olfativa..... | 233 |
| 4.3.7.3. Fase gustativa..... | 236 |
| 4.3.7.4. Fase retronasal..... | 240 |
| 4.3.7.5. Valoración general..... | 242 |
| 4.4. FICHAS VARIETALES..... | 244 |
| | |
| Capítulo 5. CONCLUSIONES..... | 271 |
| | |
| Bibliografía..... | 277 |
| | |
| Anejos..... | 301 |
| ANEJO I. Clima..... | 302 |
| ANEJO II. Descriptores ampelográficos y resultados..... | 305 |
| ANEJO III. Abreviaturas..... | 313 |

Resumen

A lo largo de la historia de la viticultura, desde hace miles de años, se ha ido acumulando un enorme patrimonio genético varietal que se vio diezmado por la invasión filoxérica. La modernización de la viticultura durante las últimas décadas también ha contribuido notablemente a su enorme deterioro. Todas las formas de vid tuvieron, tienen y tendrán sin duda un papel fundamental como fuentes de información genética para responder ante cualquier adversidad que pueda amenazar al viñedo o ante cualquier nueva necesidad de la industria vitivinícola. Por ello, es una necesidad imperiosa preservar los recursos genéticos que aún existen en los viejos viñedos.

Dentro de esta línea de actuación, en el año 1988 se comenzó un proyecto de prospección en los viñedos más viejos de la D.O.Ca. Rioja en busca de variedades minoritarias y poco conocidas que pudiesen estar en peligro de extinción. El proyecto duró más de 6 años y se analizaron más de 700 viñedos. Como resultado del mismo, se recuperaron 76 accesiones, de las cuales 45 eran tintas y son las que se abordan en el presente trabajo.

El objetivo fundamental del estudio es identificar todas las variedades recuperadas y hacer una caracterización completa de las mismas para poner a disposición del sector vitivinícola una información que recoge una parte de la historia de la D.O.Ca. Rioja y abre la puerta a nuevas posibilidades para el desarrollo de la viticultura y la enología en la región.

Como resultado de la caracterización genética mediante 11 marcadores microsatélite y de la caracterización ampelográfica con 44 descriptores OIV, se identificaron 24 genotipos distintos y 2 variantes somáticas en el color de la baya. En total se obtuvieron 26 variedades diferentes, de las cuales sólo 2 resultaron ser desconocidas.

La caracterización agronómica realizada en el viñedo detectó una gran variabilidad en los parámetros productivos. Se realizó también la caracterización enológica de los mostos y vinos elaborados durante dos años consecutivos. Además de los análisis químicos tradicionales para determinar los compuestos mayoritarios, se utilizaron técnicas cromatográficas (HPLC y GC-MS) para describir el perfil completo de antocianos, aminoácidos y aromas varietales. Asimismo, se establecieron las relaciones existentes entre los aminoácidos de los mostos y los aromas de los vinos correspondientes. Por último, la evaluación sensorial permitió hacer una descripción precisa y objetiva, destacando los aspectos más relevantes de cada variedad.

La diversidad de las variedades minoritarias tintas de la D.O.Ca. Rioja ha resultado ser enorme y, por lo tanto, enorme es también el potencial de su cultivo para elaborar vinos diferentes, portadores de la historia de varias generaciones de viticultores y de una larga adaptación a nuestras condiciones de cultivo.

Abstract

Throughout the history of vine growing across the world, spanning thousands of years, a great natural genetic diversity has been generated but many grape varieties also have been lost because of the phylloxera invasion. The modernization of viticulture has also contributed to further deterioration. All grape species have an essential role as “open genetic source” to handle any adversity that may threaten the vineyards and to respond to needs of the wine industry. Therefore, it is crucial to preserve all remaining genetic resources, especially in the world’s oldest vineyards.

Following this strategic line, a preservation project began in 1998 focusing on the oldest vineyards of Rioja, looking for minor and unknown varieties in danger of extinction. After six years and more than 700 vineyards analyzed, 76 accessions were recovered. The present study is now analyzing the 45 red grape varieties of these 76 accessions.

The main objective is to identify and characterize completely all the red grape accessions to provide solid facts about the history of genetic heritage in the Rioja Appellation and to open new possibilities for grapevine industry development.

As a result of both, the genetic characterization based on 11 nuclear microsatellites and the ampelographic description with 44 OIV characters, 24 different genotypes and two somatic variants on berry color were observed. This pinpointed 26 varieties in total, and only two were unknown.

The agricultural characterization detected a high variability on the productive parameters. The enological characterization of must and wines were also examined in two consecutive years. Besides of the basic chemical analysis, HPLC and GC-MS techniques were used to describe the complete profiles of anthocyanins, amino acids and volatile compounds. Furthermore, the relationships between amino acids in the must and wine aromas was established. Finally, a sensory evaluation of the different wines was conducted to highlight the specific characteristics of each variety.

The grapevine diversity of Rioja’s minority red varieties is enormous. So there is also great potential to produce wines that reflect the heritage of many generations of growers and the vine evolution within our grape growing region.

1.

INTRODUCCIÓN

1.1. EL ORIGEN DE LA VID, LA VITICULTURA Y LAS VARIEDADES. NECESIDAD DE PRESERVACIÓN.

1.1.1. ¿CÓMO SE HAN FORMADO LAS VARIEDADES CULTIVADAS ACTUALMENTE?

Dentro de la familia *Vitaceae* el género *Vitis* es el que tiene mayor importancia agronómica y comprende unas 60 especies localizadas casi exclusivamente en el hemisferio norte. Los restos arqueológicos sugieren que el género *Vitis* pudo aparecer hace 65 millones de años, pero el cultivo de la vid no comenzó hasta el Neolítico, hace 6000-8000 años, a partir de vides salvajes; siendo una de las primeras especies vegetales en ser domesticada (Mc Govern, 2003).

Dos formas distintas de *Vitis vinifera* morfológicamente bien diferenciadas coexisten actualmente en Europa y Asia: la forma cultivada (*Vitis vinifera* subsp. *vinifera*) y la forma salvaje (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*), que es considerada la antecesora de la primera (Zohary, 1995). Esta diferenciación es únicamente debida al proceso de domesticación realizado por el hombre durante miles de años, más que a una evolución de la especie asociada a diferentes áreas geográficas (This *et al.*, 2006). Aún pueden verse numerosos ejemplares de vides silvestres (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) en las riberas de los ríos ó en los montes de la península ibérica (Ocete *et al.*, 2004), aunque se extienden por toda Europa, desde Portugal hasta Turkmenistán y desde Alemania hasta Túnez (Arnold *et al.*, 1998).

El origen del cultivo de la vid parece estar estrechamente relacionado con el descubrimiento del vino. Ello implicó cambios muy importantes durante el proceso de domesticación: se buscaba garantizar un nivel de azúcar suficiente en los mostos para las fermentaciones de los vinos, además de una producción mayor y más regular. El tamaño de la baya y del racimo sufrieron cambios significativos, además de un importante salto de formas dioicas a vides hermafroditas (This *et al.*, 2006). Es en este momento cuando cambia también el tamaño de la semilla, y por consiguiente, la relación entre su anchura y su longitud; siendo las semillas más alargadas en las formas cultivadas (Terral, 2002). Pero se desconoce con exactitud el período que abarcó la domesticación de la vid, si fue en uno ó en varios períodos, así como el área donde se llevó a cabo.

La mayoría de autores proponen que la primera domesticación fue en la región transcaucásica, pero también existen estudios que muestran indicios de la existencia de

segundas domesticaciones además de la que se produjo en el núcleo fundamental de Extremo Oriente (Sefc *et al.*, 2003). Durante la última época interglaciar, la vid silvestre se encontraba extendida de forma continua por toda Europa, Asia y el norte de África. Pero al igual que el resto de especies vegetales, tuvo que sobrevivir a las últimas glaciaciones que acontecieron hasta la edad de Hielo (hace ~30.000 años), y que provocaron la extinción de la vid en el centro de Europa. Únicamente quedaron poblaciones aisladas en refugios ecológicos repartidos en torno a la cuenca mediterránea (Branas, 1974). El aislamiento genético en estos núcleos pudo extenderse durante 12.000 años, hasta que se inicia el actual período interglaciar. Todo ese tiempo habría permitido establecer diferencias morfológicas e incluso determinadas frecuencias génicas (Carreño *et al.*, 2004).

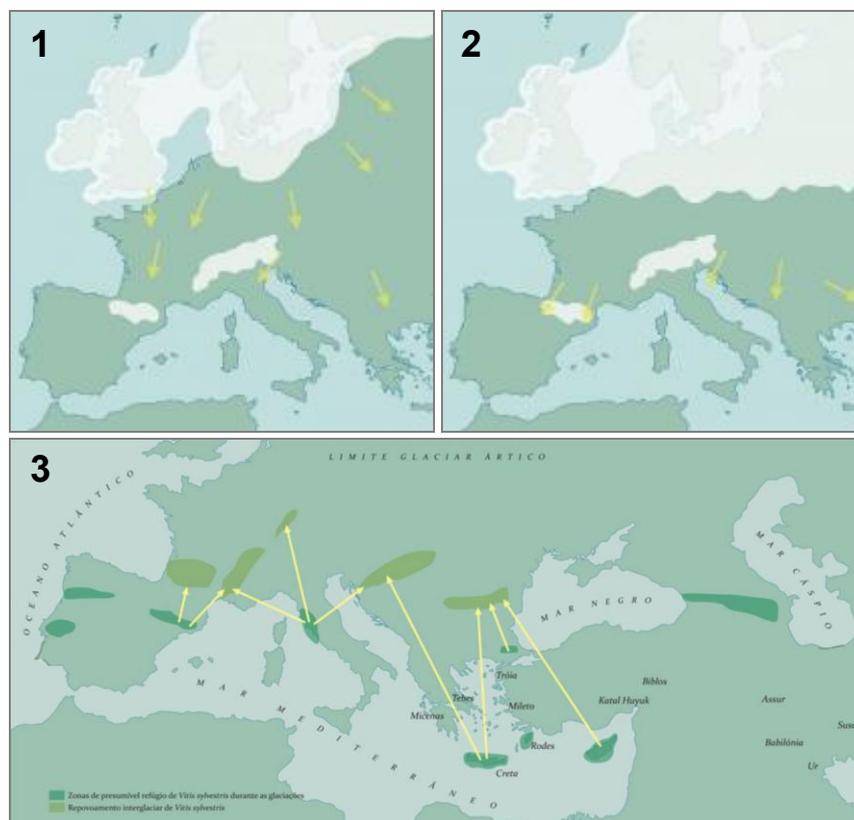


Figura 1.1.1. Refugios de la vid en la cuenca mediterránea y su posterior expansión (adaptado de Höm H.J.: www.vinetowinecircle.com).

Existen tres postulados fundamentales que explican el origen de las variedades cultivadas actualmente en Europa (Sefc *et al.*, 2003; This *et al.*, 2006, Arroyo-García *et al.*, 2006):

- La adopción de material vegetal procedente de las primeras vides domesticadas en las regiones del Cáucaso, la península de Anatolia y Mesopotamia; que es donde se inició la viticultura.
- La domesticación y selección de vides silvestres locales que habrían quedado en los refugios de la cuenca mediterránea tras las épocas glaciares.
- La hibridación de los materiales vegetales procedentes de Oriente Próximo con las vides salvajes locales.

Las herramientas genéticas están contribuyendo a dilucidar las hipótesis planteadas y que hasta ahora no habían podido ser resueltas. A nivel de marcadores moleculares, en los análisis genéticos, se trabaja con microsatélites nucleares (información génica procedente del padre y de la madre) y con microsatélites cloroplásticos; información génica procedente únicamente de la madre, puesto que el cloroplasto se hereda únicamente por vía materna (Arroyo-García *et al.*, 2002). Por lo tanto, la información génica cloroplástica solo se puede transmitir por semillas o por multiplicación vegetativa, pero nunca a través del polen.

La diversidad genética cloroplástica de la vid en Europa ha sido analizada en más de 1.200 accesiones, tanto de variedades cultivadas como de vides silvestres, mediante marcadores microsatélites (Arroyo-García *et al.*, 2006; Imazio *et al.*, 2006). De los 34 microsatélites utilizados, 29 han resultado iguales para todas las vides estudiadas y sólo 5 de ellos han mostrado diferencias entre las accesiones recogidas. Esos 5 microsatélites cloroplásticos analizados han mostrado un total de 8 tipos diferentes de genomas cloroplásticos distintos; y de entre los 8 clorotipos distintos, sólo 4 se encuentran con una frecuencia superior al 5 %, siendo el resto muy minoritarios. A los 4 clorotipos mayoritarios que explican casi la totalidad de la especie *Vitis vinifera* en Europa se les denomina clorotipos A, B, C y D.

Considerando las poblaciones silvestres europeas, el clorotipo A se ha detectado fundamentalmente en la zona occidental y central, pero no se ha encontrado en las poblaciones de Oriente Próximo ni en Asia, donde son muy frecuentes los clorotipos C y D (Arroyo-García *et al.*, 2006). Sorprendentemente, las variedades de vid cultivadas siguen una distribución muy similar a la descrita para las poblaciones de vides silvestres: el clorotipo A es muy abundante en Europa Occidental y, especialmente, en variedades de vinificación de España y Portugal, donde se encuentra el 75 % de las mismas. Sin embargo, el clorotipo C es

más común para las variedades del centro de Europa y el clorotipo D se encuentra muy asociado a las variedades de vinificación italianas. Además, el clorotipo B se encuentra más asociado a las variedades del norte de África y del este de Europa (Arroyo-García *et al.*, 2006; Cunha *et al.*, 2010). La única incógnita pendiente de dilucidar es si las poblaciones de vides silvestres presentes actualmente en la península ibérica y en toda Europa se han mantenido íntegras desde hace miles de años o si, por el contrario, han sufrido introgresiones de las variedades cultivadas.

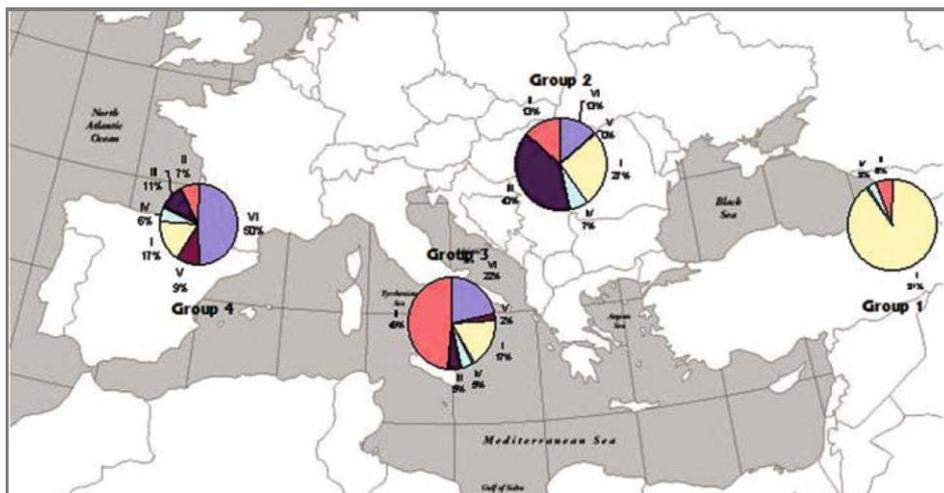


Figura 1.1.2. Distribución de los clorotipos en Europa y Asia. Extraído de Imazio *et al.*, 2006.

Como resultado de los últimos estudios genéticos realizados en Europa, la mayoría de autores proponen un origen mixto de las actuales variedades europeas cultivadas a partir del material vegetal importado inicialmente de Oriente Próximo (asociado a los clorotipos C ó D), y el uso de las poblaciones locales de vides silvestres (asociadas al clorotipo A) (Cipriani *et al.*, 2010; Arroyo-García *et al.*, 2006; Cunha *et al.*, 2010, Sefc *et al.*, 2003).

No hay que olvidar que las mutaciones de las variedades cultivadas y las hibridaciones entre sí que se han llevado a cabo de forma natural o dirigida durante cientos de años han contribuido notablemente a la diversificación del material vegetal disponible actualmente en la viticultura (This *et al.*, 2006). Así, se han descrito numerosas variedades emparentadas con variedades tradicionales como Pinot, Gouais, Moscatel, etc. (Bowers *et al.*, 1999; Crespan and Milani, 2001).

1.1.2. PATRIMONIO GENÉTICO VITÍCOLA: ESPECIES SALVAJES Y FORMAS CULTIVADAS

Aunque se puede hablar de la existencia de hasta 24.000 denominaciones diferentes de variedades (Viala et Vermorel, 1902), hace veinte años se consideraba que existían unas 10.000 variedades distintas en todo el mundo (Alleweldt and Dettweiler, 1994) y hoy creemos que el número de variedades distintas puede ser substancialmente inferior. Se han desarrollado numerosos proyectos internacionales con el objetivo de esclarecer las posibles homonimias y sinonimias existentes entre las variedades en los principales países productores, utilizando un amplio número de accesiones. Cipriani *et al.*, (2010) estudió 1148 accesiones en Italia, que resultaron en 745 genotipos únicos. En la colección nacional francesa (Domaine de Vassal) se analizaron 2.344 genotipos diferentes (Lacombe *et al.*, 2013). En Grecia se estima la existencia de 663 variedades nacionales (Lefort and Roubelakis-Angelakis, 2001) y en Portugal se estiman aproximadamente 450 variedades (Lopes *et al.*, 2006). Por último, en España, de las 709 accesiones existentes en la colección nacional de “El Encín”, se han obtenido 185 variedades diferentes (Cabello *et al.*, 2011).

La mayor parte de las variedades tradicionales cultivadas actualmente son el cruce natural de otras variedades más antiguas (Lacombe *et al.*, 2013), y que el hombre ha ido seleccionando y preservando a lo largo de la historia de la viticultura. Es el caso descrito recientemente del Tempranillo Tinto, resultado de la hibridación entre las variedades Benedicto y Albillo Mayo (Ibáñez *et al.*, 2012).

Pero la diversidad genética del material vegetal de vid acumulado durante siglos se está empobreciendo rápidamente en los últimos tiempos. En la segunda mitad del siglo XIX, los viñedos europeos quedaron devastados por la invasión de la filoxera, perdiéndose una parte muy importante del patrimonio genético existente, tanto en las formas salvajes como en las cultivadas. Sólo algunas zonas de suelos muy arenosos y otras aisladas como, por ejemplo, las Islas Canarias no fueron afectadas. Por ello, resulta difícil encontrar vides que superen un centenar de años, aunque hay excepciones como el ejemplar de la variedad Blauer Kölner descrito en Maribor (Eslovenia), que tiene más de 400 años y es considerada la cepa cultivada más antigua (Vrsic *et al.*, 2011). La desaparición de los bosques por la influencia humana también ha supuesto una fuerte regresión de las poblaciones salvajes de vid. Así, a mediados del siglo XIX existían abundantes vides salvajes en la mayor parte de Europa, pero 150 años más tarde no se encuentran más que raros ejemplares que han logrado sobrevivir (Ocete *et al.*,

2004). Todas estas poblaciones han jugado, juegan y jugarán sin duda un papel fundamental como fuentes de diversidad genética; por ello es una necesidad imperiosa el preservar los recursos genéticos aún disponibles (Martínez de Toda, 2005).

Pero no sólo está amenazada la diversidad de las especies salvajes del género *Vitis*, sino también la diversidad de las formas cultivadas de *Vitis vinifera*. En los países de larga tradición vitícola, como España, donde la vid se cultiva desde hace más de dos milenios, la especie *Vitis vinifera* no ha tenido la posibilidad de conocer una variación genética natural fuera de las poblaciones espontáneas que, desgraciadamente, han desaparecido prácticamente. Desde el principio el hombre ha ejercido una presión de selección, eliminando una gran cantidad de formas juzgadas como no adaptadas a los objetivos de selección que se esforzaba en alcanzar. La reconstitución del viñedo destruido por la invasión filoxérica también estuvo acompañada por una simplificación y homogeneización varietal. Lo mismo puede decirse de grandes accidentes climáticos como las heladas de invierno de 1.709 (Scienza and Valenti, 1999). A estos factores, se une en los últimos años la implantación de las denominaciones de origen, que han limitado considerablemente el número de variedades autorizadas. Además, las políticas agrícolas han impulsado y siguen desarrollando subsidios para incentivar la transformación de los viñedos viejos con gran diversidad genética en viñedos monoclonales de material vegetal seleccionado más productivo.

Todos estos procesos se han generalizado y acentuado en los últimos decenios, en particular con la generalización del injerto de taller y la selección clonal. Por ello, muchas variedades locales cultivadas tradicionalmente han sido abandonadas a favor de variedades foráneas internacionales, generalmente francesas, que estaban consideradas como mejor adaptadas a los gustos del consumidor. Así, en cualquier país, son muy pocas variedades las que ocupan grandes superficies de cultivo: en España sólo 6 variedades ocupan el 70 % de la superficie total de viñedo. Pero nuevamente existe una tendencia, aunque minoritaria, para incorporar al cultivo aquellas variedades locales, muchas veces en homenaje al patrimonio vitícola heredado de generaciones anteriores y, en otras ocasiones, buscando vinos distintos capaces de aportar alguna diferenciación a un mercado vitivinícola tan homogeneizado.

1.1.3. VARIEDADES MINORITARIAS Y VARIEDADES LOCALES

Los adjetivos atribuibles a las variedades como minoritarias, locales, antiguas, autóctonas, viejas, domésticas o indígenas se usan, a menudo, impropia­mente para definir sólo aparentemente la misma cosa (Scienza and Valenti, 1999). Así, una variedad local no siempre es autóctona; de la misma forma que una variedad minoritaria no es, necesariamente, antigua. En el caso concreto de Tempranillo Blanco, se trata de una variedad que, siendo local, autóctona y minoritaria, no es una variedad antigua. En general, una variedad local es también antigua cuando se cultiva en ese lugar desde hace mucho tiempo pero es muy difícil precisar la escala de tiempo por la incertidumbre de la definición del momento de introducción. Una variedad puede ser muy antigua pero no local. Éste es el caso de variedades originarias de Oriente y cultivadas desde hace muchísimos años en lugares muy distantes de su origen como por ejemplo Moscatel y Malvasía.

Frecuentemente, las dificultades para localizar el origen de una variedad se deben al cambio de nombre que experimenta la variedad al pasar de una región a otra. Las variedades locales asumen, a menudo, nombres que derivan de caracteres específicos de su morfología o productividad como el color de la baya (Rojal, Blanquirroja), su forma (Teta de Vaca, Cojón de Gato), época de maduración (Tempranillo), etc.

Es muy difícil aplicar correctamente el término “autóctono” en la viticultura europea occidental salvo para aquellas variedades derivadas de la domesticación de las vides silvestres locales o las derivadas por introgresión genética sobre estas últimas. En este sentido, el análisis de los clorotipos expuesto anteriormente puede contribuir en gran medida a dilucidar su origen. Aún así, es más correcto y prudente hablar de variedades minoritarias y locales en lugar de hablar de variedades autóctonas.

1.1.4. VARIABILIDAD INTRAVARIETAL

Las variedades son poblaciones que presentan una elevada variabilidad tanto fenotípica como genotípica. El número de biotipos presentes está ligado a la dispersión de la variedad en el ambiente de cultivo, a las características mesoclimáticas, a la plasticidad fenotípica de la variedad y a su labilidad y vulnerabilidad genética frente a los virus. Por ello,

variedades como Tempranillo, ampliamente cultivadas, muestran una variabilidad muy importante (Cervera *et al.*, 2002)

Debido a estas características, la conservación y valorización de variedades antiguas impone estrategias de selección de los biotipos con el fin de evitar los fenómenos de erosión genética presentes cuando se hace una selección clonal de tipo tradicional. La adopción de métodos de selección de tipo débil permite por un lado el máximo progreso genético posible para la variedad, aunque con tiempos más largos que para la selección de tipo tradicional, pero sobre todo transforma las colecciones de germoplasma en centros secundarios de variabilidad, donde están presentes la mayor parte de los biotipos representativos de la variabilidad residual de la población (Martínez de Toda *et al.*, 2012 a).

Este aspecto no sólo es relevante desde el punto de vista genético sino también de aplicación, ya que la valoración enológica de una variedad no podrá hacerse si no se emplean de manera complementaria los biotipos seleccionados dentro de la vieja variedad (Martínez de Toda, 2005).

1.1.5. RECUPERACIÓN Y PRESERVACIÓN DE GERMOPLASMA

La viticultura española disponía de un notable patrimonio genético que, estando al borde de la extinción, está siendo hoy recuperado y estudiado mediante diferentes proyectos de investigación. Dentro de esta línea general de investigación, en el período 1999-2003 se desarrolló en la Universidad de La Rioja, junto con el CIDA, el proyecto “Variedades de vid minoritarias en la D.O.Ca. Rioja: Posibilidades de cultivo y elaboración”, financiado por el Consejo Regulador. En dicho proyecto se recuperaron 76 accesiones, que han dado lugar a numerosos estudios (Martínez de Toda *et al.*, 2004). Todas ellas se encuentran preservadas en un banco de germoplasma establecido en el año 1993 en Bodegas Viña Ijalba (Logroño). En el año 2001, se realizó una réplica del banco de germoplasma de Viña Ijalba en las instalaciones de La Grajera (Logroño), pertenecientes al Gobierno de La Rioja, con 25 cepas de cada una de las 76 accesiones del banco de germoplasma inicial.

Como consecuencia del proyecto mencionado y de otro proyecto posterior “Evaluación vitícola y enológica de variedades autóctonas minoritarias de vid de previsible interés comercial. Difusión y extensión de dichas variedades”, el Consejo Regulador de la DOCa Rioja

aprobó, el día 12 de enero de 2007, y por unanimidad, la incorporación al Reglamento de la Denominación de las variedades minoritarias Maturana Tinta, Maturano, Monastel, Maturana Blanca, Tempranillo Blanco y Turruntés con el fin de recuperar las raíces del patrimonio vitícola riojano y aportar diversidad a su producción vinícola, manteniendo la identidad y diferenciación.

De estas “nuevas” variedades, cuatro han sido ya autorizadas para su cultivo en la DOCa Rioja (Maturana Tinta, Maturana Blanca, Tempranillo Blanco y Turruntés) y se suman a las siete hasta ahora autorizadas (Tempranillo, Garnacha Tinta, Graciano, Mazuelo, Viura, Garnacha Blanca y Malvasía) siendo la primera vez, desde la creación de la Denominación en 1925, que se incorporan nuevas variedades.

También es la primera vez, en toda la historia y en todo el mundo, que se autoriza en una determinada denominación el cultivo de unas variedades minoritarias recuperadas, preservadas y estudiadas a través de proyectos de investigación como éste. Además, se introdujeron en la Lista de Variedades Comerciales de España, las variedades Maturana Blanca, Maturana Tinta y Tempranillo Blanco.

Además de los proyectos llevados a cabo en La Rioja, también se han desarrollado otros proyectos similares en otras regiones españolas. En Aragón se preservaron 200 accesiones (Banco de Germoplasma de Movera), de las cuales se han obtenido 69 genotipos únicos, 24 de ellos desconocidos y considerados como autóctonos (Buhner-Zaharieva *et al.*, 2010; Gogorcena y Lorente, 2006;). En Huesca (Casanova *et al.*, 2011) se recogieron 47 accesiones, recuperándose 23 variedades; 7 de ellas desconocidas. En Castilla-León se recogieron 65 accesiones que se correspondieron con 35 genotipos únicos, de los cuales 1 era desconocido y 5 se consideraron como variedades locales en peligro (Santana *et al.*, 2008; Yuste *et al.*, 2006). En Castilla-La Mancha se recogieron 73 accesiones que se correspondieron con 39 genotipos únicos, 16 de los cuales fueron considerados como variedades interesantes: Flamenca, Churriago, Pintailla, and Gallera Negra. En Galicia fueron recuperadas 22 variedades tradicionales (Gago *et al.*, 2009). En Asturias se recogieron 293 accesiones, de las cuales se obtuvieron 42 genotipos únicos, 15 de ellos no identificados (Moreno-Sanz *et al.*, 2011; Martínez y Pérez, 2000). Concretamente, en la comarca del Bierzo (González-Andrés *et al.*, 2007) se analizaron 79 accesiones que generaron 30 genotipos únicos, de los cuales se obtuvieron 6 variedades poco conocidas: Aramon, Cagarrizo, Mandón, Negreda, Pan y Carne y

Río Abaixo. Por último, en Baleares se analizaron 66 accesiones, de las cuales se obtuvieron 32 genotipos únicos, 3 de ellos desconocidos. Destacó el Callet Cas Concos como una de las variedades recuperadas más importantes (García-Muñoz *et al.*, 2011 b).

Gracias a la contribución de numerosos investigadores y a las generaciones de viticultores que han conservado el material vegetal heredado, cada vez es mayor el interés de las variedades locales y minoritarias dentro de la industria vitivinícola. Son variedades que han estado adaptadas a una determinada zona durante cientos de años y en las que la epigenética puede aportar una diferenciación, frente a la información genética en sí de una variedad, que puede ser trasladada fácilmente miles de kilómetros. No es de extrañar que variedades como Callet, Manto Negro, Mencía, Prieto Picudo, Rufete, Malvar, Listán Blanco, Godello, etc. estén cobrando más importancia en sus tradicionales zonas de cultivo, frente a otras variedades foráneas menos adaptadas y que aportan menos historia, menos diversidad y menos carácter a los vinos de una determinada región.

1.2. METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE VARIEDADES DE VID

1.2.1. TÉCNICAS AMPELOGRÁFICAS

1.2.1.1. EVOLUCIÓN DE LA AMPELOGRAFÍA

La palabra “ampelografía” proviene de los términos griegos “*ampelos*” y “*grafos*”, que significan “vid” y “descripción” respectivamente. Algunos autores, en sus estudios taxonómicos agruparon a las plantas del género *Vitis* en la familia *Ampelidáceas*, y de ahí derivó el nombre de Ampelografía que se da a la rama de la ciencia que se ocupa de clasificar y describir las diferentes especies, híbridos y variedades procedentes del cruzamiento de las vides, y de estudiar su adaptación a los diversos terrenos y climas, su resistencia filoxérica y la afinidad de la savia de las vides americanas para las injertadas con las mejores viníferas de Europa (Marcilla, 1954).

El primer ampelógrafo español fue Columela en el año 42. Con el tiempo, muchos ampelógrafos han realizado una gran labor de investigación al describir las variedades españolas de vid. Alonso de Herrera fue el primer autor que hizo una descripción ampelográfica propiamente dicha en su obra de “Agricultura General” (Alonso de Herrera, 1513).

Durante el siglo XIX, la ampelografía pretende ya estudiar y describir la vid con la finalidad de su clasificación en especies y variedades dentro del género *Vitis*. En tal sentido, se debe considerar en primer lugar el estudio de Roxas Clemente (1807) y los posteriores trabajos franceses de Odart (1841) y Rendu (1854), así como la ampelografía universal de Rosavenda (1877). En 1885, Abela y Sainz de Andino, basado en las obras anteriores, sistematiza la forma de describir las variedades más significativas. Hace notar la importancia de incluir el nombre vulgar de cada variedad, dando valor a las sinonimias en el trabajo del ampelógrafo y mostrando de esta forma la necesidad de una clasificación rigurosa; para lo cual es muy útil partir de descripciones precisas. Todo esto marcó el origen de una nueva orientación en los estudios ampelográficos.

El desarrollo de la ampelografía en España se caracteriza por la existencia de tres importantes escuelas: la andaluza, la riojana y la escuela del centro (Cabello *et al.*, 2000). La

escuela riojana tiene su origen en la Estación Enológica de Haro, siendo Manso de Zúñiga, Martínez Zaporta, Larrea y Martínez de Toda sus más destacados representantes (Cabello *et al.*, 2003).

1.2.1.2. CARACTERES AMPELOGRÁFICOS

La identificación de variedades de vid es en realidad muy compleja. Desde el siglo XVIII hasta la actualidad se han llegado a proponer muchos métodos de clasificación de variedades, lo cual pone en evidencia que la taxonomía de la vid es complicada y tiene sus propias limitaciones (Cabello, 1992). Los métodos ampelográficos deben, por tanto, complementarse con otras técnicas de identificación.

Los caracteres utilizados para la identificación varietal deben reunir las siguientes propiedades (Tanksley and Orton, 1983):

- No deben estar influenciados en su expresión por las condiciones ambientales, lo cual implica una alta heredabilidad.
- Deben ser sencillos y económicos de analizar.
- Tienen que presentar una facilidad de análisis en los estados tempranos de desarrollo de la planta.
- Los resultados deben ser reproducibles en cualquier parte del mundo y por cualquier equipo.

Debido a la falta de uniformidad de los términos del vocabulario ampelográfico, a partir de 1984 apareció por primera vez un método de descripción de variedades de vid aceptado internacionalmente por la UPOV, por el IPIGRI y por la OIV, organismos que han coincidido en utilizar una descripción mediante códigos numéricos, permitiendo así su tratamiento informático (Martínez de Toda, 1991; Vizzon, 1997). Comprende 130 caracteres descriptivos, a partir de la lista previa de la OIV (1952) y de la UPOV (1979). Dicho método de caracterización puede ser considerado como un paso importante en la estandarización de los trabajos de identificación de variedades de vid, y permite establecer relaciones intra e intervrietales, contribuyendo así a dar solución a los actuales problemas de homonimias y sinonimias (Cabello y Ortiz, 1995).

Para la caracterización de nuevas obtenciones vegetales, la UPOV considera imprescindibles 36 caracteres de los 130 anteriores; para la conservación de variedades, la OIV considera una lista mínima de 21 caracteres; y si se quiere profundizar en la descripción de una variedad, se puede recurrir a un mayor número de caracteres (OIV, 1984; Martínez de Toda, 1991; Freijanes *et al.*, 1993). El último trabajo publicado al respecto reúne una lista de 152 caracteres (OIV, 2001).

1.2.2. TÉCNICAS AMPELOMÉTRICAS

La falta de precisión y la subjetividad en la apreciación de un gran número de caracteres morfológicos, generaron la necesidad de recurrir a una técnica complementaria: la ampelometría, que busca eliminar las diferencias provenientes del observador. Para su aplicación es importante la selección de un cierto número de caracteres determinados por medidas exactas y que estos sean fijos para cada especie, variedad o híbrido.

Una primera aplicación del método se realizó por Goethe (1878), quién midió los ángulos formados por las nervaduras de las hojas. Posteriormente, Ravaz (1902) confirmaría el trabajo de Goethe, considerando además la importancia de la medida de las longitudes de las hojas, la longitud del brote, así como sus respectivas relaciones. A través de la ampelometría, se analizan los caracteres de forma cuantitativa (media de la longitud de las nervaduras, profundidad de los senos, apertura de los senos, así como las relaciones entre estas medidas).

El órgano que más se presta para esta técnica es la hoja. Pero existe gran variabilidad intrínseca que caracteriza a un determinado parámetro cuando la planta es cultivada en ambientes diferentes, debido a la influencia del medio y no a las diferencias genotípicas. Por ello, la técnica ha caído en desuso y no se tiene en cuenta para la realización de trabajos científicos.

1.2.3. TÉCNICAS GENÉTICAS. MARCADORES MOLECULARES

Actualmente, las técnicas genéticas son capaces de explicar en parte las diferencias ampelográficas y ampelométricas descritas en las hojas de vid (Chitwood *et al.*, 2014). Con el término marcador genético o molecular se define a cualquier diferencia fenotípica controlada

genéticamente y utilizada en el análisis genético. También se le define como cualquier medio para identificar cualquier locus específico en un cromosoma (Gale, 1994).

Los marcadores moleculares son un complemento y han llegado a sustituir en muchas aplicaciones a otros marcadores genéticos, isoenzimas en particular. Cada sistema de marcadores DNA (RFLP, RAPD, SCAR, AFLP, SSR, etc.) tiene diferentes ventajas, por lo que se deben escoger por su adecuación a cada objetivo particular (Pérez de la Vega, 1997). La adecuación de un tipo de marcador a un objetivo particular está determinada por dos propiedades: la capacidad del marcador para discriminar entre individuos de un acervo genético, y por el número de loci que pueden estudiarse en una única reacción con cada uno de ellos (Mazur and Tingey, 1995).

Los distintos métodos de análisis con marcadores moleculares actualmente utilizados son los siguientes:

RFLPs “Restriction fragment length polymorphisms”

El número de polimorfismos que se consigue obtener es suficiente para la identificación de cultivares de *Vitis vinifera* L. (Striem *et al.*, 1990; Bowers *et al.*, 1993). Mediante esta técnica, se analizó el ADN de 17 *Vitis*, 3 *Ampelopsis* y 2 *Parthenocissus* (Bourquin *et al.*, 1995), y se identificó el ADN de 22 patrones de vid, deduciendo que esta técnica es rápida y perfectamente reproducible para los fines de caracterización e identificación de germoplasma.

RAPDs “Random amplified polymorphic DNA”

La técnica RAPDs es una de las más utilizadas por su sencillez. Permite un alto nivel de polimorfismo con un bajo coste y se caracteriza porque en cada reacción de PCR-RAPD se emplea un único cebador decámero escogido arbitrariamente. Sus aplicaciones más importantes son para la identificación de cultivares, variación somaclonal, diversidad genética intraespecífica, selección asistida por marcadores moleculares, mapas genéticos, análisis de parentesco, etiquetado de genes, etiquetado de cromosomas, taxonomía molecular, estudios filogenéticos y ecología (Gogorcena and Parfitt, 1994; Martín and Pérez, 1994; Huff *et al.*, 1993).

Los trabajos de identificación de variedades de vid, permitieron comprobar la efectividad de esta técnica así como su alto nivel de polimorfismo y su coste relativamente bajo (Collins and Symons, 1993; Gogorcena *et al.*, 1993; Moreno *et al.*, 1995).

STMS “Secuence tagged microsatellite site” (microsatélites)

La STMS es una técnica que se basa en la PCR con cebadores específicos y hay que tener información previa del genoma. Tiene la ventaja de mostrar un nivel de polimorfismo muy alto, es de fácil automatización y es más completa que los RAPDs. Su aplicación está dirigida principalmente a la identificación de cultivares, mapas genéticos, estudio de la diversidad genética de germoplasma y análisis de parentesco (Beckmann and Soller, 1990; Thomas and Scott, 1993; Rongwen *et al.*, 1995).

El estudio de los microsatélites como marcadores es un sistema universal que conviene para la identificación mundial de cultivares de vid (Botta *et al.*, 1995). Pero no se puede detectar variabilidad genética entre los clones de una misma variedad, aunque sí pueden identificarse todos los cultivares, salvo aquellos derivados de mutaciones o que se encuentran estrechamente relacionados entre sí (Cipriani *et al.*, 1996). El uso de los marcadores microsatélites para el análisis genético no solamente sirve para la diferenciación de variedades de vid, sino también para su identificación y el análisis del parentesco. Aplicando esta técnica, se llegó a confirmar que Cabernet Sauvignon procede de un cruzamiento entre Cabernet Franc y Sauvignon Blanc (Sefc *et al.*, 1997). Más recientemente se han caracterizado 2344 genotipos únicos de la colección nacional de Francia, estableciéndose 315 relaciones de parentesco no descritas anteriormente (Lacombe *et al.*, 2013).

ISSR-PCR “Inter simple sequence repeats – PCR”

El ISSR-PCR se caracteriza por su alto nivel de polimorfismo, la amplificación es más específica en determinadas regiones microsatélite, su automatización es fácil pero no completa, su coste es medio y sus aplicaciones más útiles son para los mapas genéticos, diversidad genética e identificación de cultivares (Becker and Heun, 1995; Wolff *et al.*, 1995).

AFLPs

Los AFLPs permiten detectar la presencia o ausencia de los fragmentos de restricción más que las diferencias de longitud. La amplificación se realiza utilizando dos cebadores pero, previo a ello, el DNA es sometido a un tratamiento con un enzima de restricción, y a una

modificación de los extremos de los fragmentos de restricción agregando pequeños oligonucleóticos de secuencia conocida llamados adaptadores. Se trata del primer marcador molecular patentado que no requiere información previa del genoma. Tiene un alto nivel de polimorfismo, es de difícil automatización y su coste unitario es elevado. Sus aplicaciones fundamentales son para la identificación varietal, mapas genéticos y clonaje basado en mapas genéticos (Moreno, 1996).

La aplicación de los AFLPs en la caracterización del germoplasma de la vid se sustenta también en el hecho de que en muchos casos los métodos isoenzimáticos y otros métodos moleculares no suelen proporcionar suficiente resolución para identificar con toda certeza un cultivar específico como perteneciente a una variedad conocida o para distinguir clones que se originan por mutación somática o por selección clonal (Cervera *et al.*, 1998).

1.2.4. TÉCNICAS QUIMIOTAXONÓMICAS

1.2.4.1. ISOENZIMAS

Proteínas e isoenzimas proporcionan una información más directa del genoma que los metabolitos secundarios y los caracteres morfológicos (Crawford, 1983), y han sido utilizadas para la caracterización varietal en España (Asensio *et al.*, 1996).

Existen ciertas ventajas que han permitido dar a estos métodos una gran relevancia en su utilización: permiten distinguir especies y variedades próximas, facilitan la identificación de cultivares en períodos de latencia o en etapas iniciales de desarrollo de la planta, y algunos compuestos estudiados, en general, son estables por ser expresión directa del genoma. Se trata, por tanto, de un método complementario en los trabajos de identificación y caracterización (Altube, 1990).

Diversos trabajos (Hardy and Bhathia, 1967; Wolfe, 1976; Nakamura *et al.*, 1981) muestran que una de las dificultades que pueden presentar las isoenzimas son los cambios cualitativos y cuantitativos, reflejados en la aparición o desaparición de bandas según el estado de crecimiento y desarrollo de la planta. También se admite que el estado sanitario, así como la clorosis férrica tiene gran influencia sobre el patrón enzimático (Schaefer and Bruckbauer, 1974).

1.2.4.2. METABOLITOS SECUNDARIOS, COMPUESTOS NITROGENADOS Y AROMÁTICOS

Muchos metabolitos secundarios se han empleado con la finalidad de diferenciar variedades de vid. Entre ellos están los aceites esenciales, los flavonoides, terpenoides, cumarinas, etc. Pero al igual que los caracteres morfológicos, se ven influenciados en su expresión por las condiciones ambientales, lo que genera la inestabilidad del método.

Diversos trabajos a nivel nacional e internacional han posibilitado la diferenciación variedades de vid atendiendo al perfil de aminoácidos en el mosto (Gómez-Alonso *et al.*, 2007; Millery *et al.*, 1986; Vasconcelos y Neves, 1989). La utilización de compuestos aromáticos, así como de los polifenoles en el caso de los vinos tintos, han servido también para la caracterización analítica de variedades de vid (Muñoz *et al.*, 1997).

Los polifenoles (antocianinas, ácidos hidroxicinámicos, flavonoles, etc.), los isoprenoides C10 (terpenoles) y los norisoprenoides C13, las pirazinas, algunos fenoles asociados a la vía de los shikimatos (fenoles volátiles) y algunos metabolitos sulfurados, son también considerados componentes clave que permiten determinar los caracteres varietales de los cultivares de vid (Di Stefano, 1996). Estos compuestos se hallan presentes en todos los órganos de la vid y pueden encontrarse en distintas proporciones.

La proporción entre las diversas formas de antocianos también es considerada una herramienta quimiotaxonómica útil en la diferenciación varietal por diferentes autores (Arozarena *et al.*, 2000; Castillo-Muñoz *et al.*, 2009; Ferrandino and Guidoni, 2010; Pérez-Trujillo *et al.*, 2011).

1.3. CARACTERIZACIÓN VITÍCOLA Y ENOLÓGICA

La caracterización de mostos y vinos varietales ha evolucionado en gran medida durante las últimas décadas, paralelamente al desarrollo de las técnicas analíticas, como la cromatografía líquida (HPLC) y la cromatografía de gases acoplada al espectrómetro de masas (GC-MS), que son capaces de detectar trazas de cualquier compuesto. Pero la composición del mosto y del vino está fuertemente condicionada al desarrollo de la planta a lo largo del ciclo vegetativo, es decir: a las condiciones ambientales (clima y suelo) y a las técnicas de cultivo. Por lo tanto, estos factores deben ser siempre considerados en cualquier estudio de caracterización, para poder hacer una correcta interpretación y análisis de los resultados obtenidos.

El comportamiento de cada variedad está determinado genéticamente, pero su respuesta va a depender en gran medida del ambiente. Dependiendo de la idoneidad de la simbiosis entre genotipo y ambiente, la vid expresará o no unas determinadas particularidades que, a su vez, podrán ser consideradas o no como “carácter varietal”. El interés por definir las características de una variedad se ha visto acentuado en las últimas décadas con la aparición de los vinos monovarietales, más asociados inicialmente a nuevos países productores de origen anglosajón que anteponian la variedad a la zona de origen del vino. Actualmente se producen ese tipo de vinos en todas las regiones vitivinícolas del mundo.

Resulta difícil definir qué es el “carácter varietal”. Generalmente se asocia a características particulares, deseables o no, que manifiestan determinadas variedades en la composición de sus mostos o vinos: compuestos fenólicos, nitrogenados, volátiles o polisacáridos. Estas particularidades se pueden percibir sensorialmente en el color, aroma o gusto de los vinos y, por ello, un consumidor experimentado puede conocer la variedad del vino mediante la cata en numerosas ocasiones. No es común encontrar un carácter específico de una variedad distinto del resto de variedades existentes, pero sí es más común encontrar un cierto patrón de comportamiento en un número de variedades reducido. Dichas características “varietales” dependerán también del factor ambiente, por lo que para una correcta caracterización varietal es necesario estudiar el comportamiento de la planta en un amplio abanico de condiciones ambientales. El presente estudio está basado en una única localización y, para un mejor conocimiento del comportamiento de las variedades, deberían estudiarse en el futuro otras ubicaciones del viñedo.

La caracterización varietal debe realizarse en un sentido amplio; no se trata de establecer si una variedad es buena o mala, sino de reflejar las particularidades que ésta manifiesta en un determinado ambiente. La mayor o menor bondad de una variedad debería hacer alusión a la mayor o menor idoneidad que manifiesta dicha variedad para la elaboración de un vino con unas características determinadas; no en un sentido general o absoluto.

1.3.1. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA

Como se ha mencionado en el apartado anterior, la composición del mosto y del vino está fuertemente condicionada por el comportamiento de cepa durante su ciclo vegetativo. Por ello, resulta imprescindible conocer la expresión vegetativa, así como su relación con la producción de uva para poder determinar el equilibrio de la planta. Sólo serán capaces de producir vinos de calidad las cepas que presenten unos parámetros vegeto/productivos adecuados (Kliewer and Dokoozlian, 2005). Por otro lado, la respuesta de la planta ante las distintas condiciones ambientales también es otro factor a tener en cuenta, ya que la climatología anual puede modificar en gran medida el comportamiento de las diferentes variedades (Winkler, 1958).

La morfología del racimo, así como el tamaño de la baya, también son dos parámetros vitícolas fundamentales para evaluar las aptitudes enológicas de una variedad. La proporción entre hollejo y pulpa es relativamente constante con respecto al tamaño de la baya (Singleton, 1972) y, por lo tanto, todos los compuestos nobles del vino que se hallan en el hollejo, como son los antocianos y taninos, se encuentran más diluidos en bayas de mayor tamaño (Matthews and Anderson, 1988). Así, la concentración de antocianos está relacionada inversamente con el tamaño de la baya (Roby *et al.*, 2004).

1.3.2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA BÁSICA

Es fundamental conocer los compuestos mayoritarios del mosto y del vino. La acidez y el contenido alcohólico tienen un papel muy destacado y determinan en gran medida las propiedades químicas y organolépticas de los vinos.

El pH, junto a la concentración de etanol, son los dos parámetros químicos de mayor relevancia. Condicionan la viabilidad de bacterias y levaduras, que son fundamentales durante

el proceso de elaboración de los vinos. Además, el pH determina la eficacia del sulfuroso y la coloración de los antocianos (Beech *et al.*, 1979). Un exceso de azúcares en el mosto genera un contenido de etanol elevado en el vino, y a su vez, puede provocar paradas de fermentación (Bisson, 1999) y vinos poco equilibrados a nivel sensorial (Williams, 1972; Fischer and Noble, 1994). Por ello, es de gran importancia determinar estos aspectos básicos de enología.

Pero es muy frecuente encontrar vinos que, teniendo una misma composición en cuanto a su contenido alcohólico, pH y acidez, son muy diferentes entre sí. Ello es debido a que el rol de determinados compuestos, aunque son minoritarios, ejercen una influencia determinante sobre los atributos del vino. Por ello resulta imprescindible conocer también, además de la composición química básica, la composición fenólica y aromática de los vinos, que van a depender en gran medida del grado de madurez de la uva (Ryan and Revilla 2003; Ó-Marques *et al.*, 2005).

1.3.3. COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos engloban a todas las moléculas de la uva y del vino que poseen un fenol, es decir, un anillo bencénico con un grupo funcional hidroxilo en su estructura. Los fenoles tienen una importancia muy relevante en la calidad de los vinos y en la evaluación sensorial. Por ello, han constituido una destacada línea de investigación en el campo de la enología. Además, sus propiedades antioxidantes y sus potenciales efectos sobre la salud humana, destacando fundamentalmente la prevención de enfermedades cardiovasculares, los convierten en los compuestos más beneficiosos del vino (Frankel *et al.*, 1995).

La composición fenólica del vino está fuertemente condicionada por la composición de la uva. A su vez, la síntesis de compuestos fenólicos en la uva está altamente condicionada por factores agronómicos y ambientales (Dokoozlian and Kliewer, 1996). Todos los compuestos fenólicos se clasifican en dos grandes grupos: no flavonoides y flavonoides.

1.3.3.1. NO FLAVONOIDES

Los compuestos no flavonoides de la uva y del vino incluyen los ácidos fenólicos (ácidos hidroxicinámicos y ácidos hidroxibenzoicos) y los estilbenos.

Ácidos hidroxicinámicos. Están presentes en la naturaleza en un amplio abanico de plantas. En la uva se localizan en la pulpa y suelen estar esterificados con el ácido tartárico. En el vino se encuentran en forma libre (ácido cafeico, cumárico y ferúlico) ó en forma esterificada (ácidos caftárico, cutárico y fertárico). Los mayoritarios son el ácido cafeico y el caftárico (Buiarelli *et al.*, 2010). Destacan por su potencial antioxidante, pero no tienen un impacto sensorial significativo.

Ácidos hidroxibenzoicos. El más abundante es el ácido gálico, que posee importante actividad antioxidante y antimutagénica (Leighton y Urquiaga, 1999). Se encuentra generalmente bajo la forma de éster de flavanol (galocatequinas, epigalocatequinas) (Cheynier *et al.*, 1998). En vinos tintos es uno de los compuestos monoméricos más abundantes (65-165 mg/l) y en blancos varía entre 4-11 mg/l (Ojeda, 2007).

Estilbenos. Se encuentran en el vino en muy baja concentración, pero son de gran importancia porque se les atribuyen las propiedades anticancerígenas del vino. El más conocido es el resveratrol (Smoliga *et al.*, 2011), cuya concentración puede rondar 0-10 mg/l en vinos tintos y 0-1,3 mg/l en blancos (Goldberg *et al.*, 1995; Frankel *et al.*, 1995).

1.3.3.2. FLAVONOIDES

Entre los compuestos flavonoides se encuentran los antocianos, que son los responsables del color en los vinos tintos, los flavanoles o flavan-3-oles, que son los principales responsables de estructura y las sensaciones astringentes y los flavonoles, que contribuyen al gusto amargo (Gawel, 1998).

Antocianos. Se localizan en las vacuolas de las células que componen las tres o cuatro primeras capas celulares de la hipodermis del hollejo y, ocasionalmente, también en la pulpa en las variedades tintoreras. Aunque son los compuestos responsables del color, no poseen sabor. En la uva se encuentran únicamente como antocianos monómeros, sin estar ligados a otras moléculas. Se distinguen 5 antocianos monómeros en las variedades de *Vitis vinifera*: delphinidna, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, que es la más abundante. Estos compuestos se constituyen por una antocianidina (la aglicona) unida a un azúcar, generalmente glucosa, por medio de un enlace glucosídico: son los antocianos glucosilados ó no acilados. La estructura química básica de estas agliconas es el catión flavilio. Cuando a las

antocianidinas, además de la molécula de azúcar, se les fija un ácido, se consideran antocianos acilados: con el ácido el p-cumárico (antocianos cumarilados) ó con el ácido acético (antocianos acetilados) (Fulcrand *et al.*, 1996).

Los vinos contienen, tras la fermentación, alrededor de 200 a 500 mg/l, pudiendo llegar hasta 1.600 mg/l de antocianos en variedades de gran potencial colorante como Maturana Tinta de Navarrete (Martínez *et al.*, 2013); aunque dicha concentración disminuye a medida que transcurre el tiempo. Además de la variedad, el contenido de antocianos en la uva está fuertemente condicionado por factores agronómicos y ambientales, como ya se ha mencionado anteriormente.

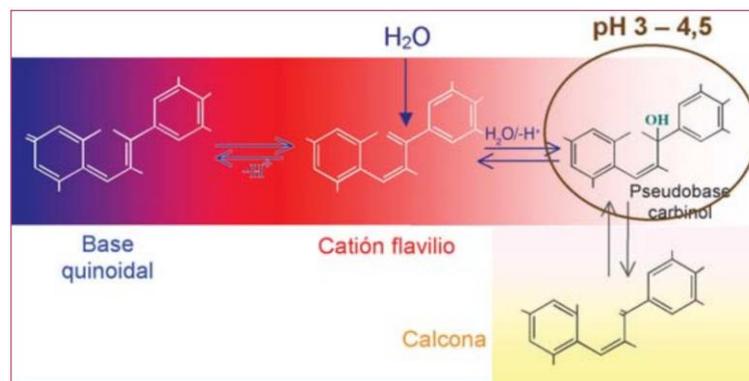


Figura 1.3.1. Efecto del pH sobre la coloración de los antocianos. Extraído de Peña, 2006.

Las formas estructurales en las que los antocianos se encuentran en el vino dependen directamente del pH del mismo, así como de su combinación con otras moléculas. Con pH bajo, la forma mayoritaria presente en el vino es el cation flavilio, que presenta una coloración roja. Cuando el pH del medio aumenta, el cation flavilio se transforma en una base quinoidal de color violáceo y en la pseudobase carbinol que es incolora. Además, con temperaturas elevadas, la pseudobase carbinol puede transformarse en calcona, que presenta un ligero color amarillo si está ionizada. Finalmente la calcona puede ser oxidada en ácidos fenólicos incoloros. Todas estas reacciones son reversibles, a excepción de la reacción de oxidación que implica la pérdida definitiva del color del vino. Por lo tanto, la estabilidad del color en el vino está estrechamente relacionada con el pH y las temperaturas de conservación.

Los antocianos son moléculas muy inestables que se pierden con el paso del tiempo. Por ello, los mecanismos de estabilización de los antocianos en el vino son de vital importancia para la conservación del color durante el periodo de envejecimiento. Los principales

fenómenos de estabilización son la copigmentación, mediante asociaciones no covalentes de antocianos con otros compuestos (Boulton, 2001) y la formación de pigmentos poliméricos y piranoantocianos, resultantes de reacciones de condensación (Casassa and Catania, 2006; Cheynier *et al.*, 2006).

Flavanoles. Son los responsables de la astringencia de los vinos por su capacidad para formar complejos con las proteínas (Bate-Smith, 1973). Se encuentran en la uva y en el vino en forma de monómeros (fundamentalmente (+)-catequina y (-)-epicatequina), oligómeros y polímeros. Estos últimos se denominan también taninos condensados o proantocianidinas y son los compuestos flavonoides más abundantes del vino. La concentración de taninos en el hollejo (expresados en mg de catequina por kg de uva) varía desde 13.8 mg/kg para los monómeros, 7.2 mg/kg para los oligómeros, hasta 312 mg/kg para los polímeros en la variedad Cabernet Franc (Souquet *et al.*, 1996). Los contenidos de taninos de las semillas son siempre netamente superiores a aquellos del hollejo, ya sea de monómeros, oligómeros o polímeros.

Flavonoles. Se consideran los principales cofactores de la copigmentación (Boulton, 2001) y se les atribuye también propiedades cardiovasculares para la salud humana. Los principales flavonoles de la uva son el kaempferol, los derivados del miricetol (miricetina), los glucósidos del isoramnetol (isoramnetina), y los derivados del quercetol (quercetina), que son siempre predominantes (Souquet *et al.*, 1996).

1.3.4. COMPUESTOS NITROGENADOS

1.3.4.1. IMPORTANCIA DEL NITRÓGENO

En general, el estudio de las sustancias nitrogenadas presenta un gran interés debido a la influencia que tienen sobre el desarrollo de la materia viva y sobre el mosto en fermentación y el propio vino. La variedad de vid tiene gran influencia sobre la composición cualitativa y cuantitativa de los aminoácidos. Como ya se ha mencionado anteriormente, numerosos trabajos han utilizado el espectro de los aminoácidos para la diferenciación varietal (Asensio *et al.*, 2002; Bouloumpasi *et al.*, 2002; Cantagrel *et al.*, 1982; Spayd and Andersen-Bagge, 1996), incluso para determinar el origen de un vino (Ooghe *et al.*, 1981).

La concentración de nitrógeno total de los mostos abarca un amplio rango. Las cantidades pueden oscilar desde los 46 mg/l encontrados en mostos italianos, hasta los 980 mg/l hallados en mostos alemanes (Amerine y Ough, 1974). Dicha concentración depende de múltiples factores como son la región, variedad, fertilización nitrogenada, producción de uva por cepa y técnicas de cultivo. Incluso para el mismo viñedo, puede variar de un año a otro (Castino, 1988; Huang and Ough, 1989; Monteiro and Bisson, 1992).

Por lo que respecta a los vinos, la concentración de nitrógeno total es mucho más baja que la de los mostos de los que proceden, pues durante el transcurso de la fermentación alcohólica las levaduras utilizan para su metabolismo las sustancias nitrogenadas. En vinos blancos, la concentración se suele reducir a la mitad de la del mosto de procedencia. Sin embargo, cuando durante la elaboración existe un contacto prolongado de las uvas con los hollejos, los vinos poseen entre un 67 % y un 73 % del nitrógeno total de los mostos iniciales de los que proceden. Ello se debe a que, aunque las levaduras reducen el nitrógeno total del mosto aproximadamente al 50%, la maceración de los hollejos aporta al mosto inicial cantidades adicionales de compuestos nitrogenados (Cáceres *et al.*, 1987).

1.3.4.2. PRINCIPALES COMPUESTOS NITROGENADOS

El nitrógeno existente en las uvas se distribuye en las siguientes fracciones:

- **Nitrógeno mineral o amoniacal:** sales amoniacales de cloruros, sulfatos y fosfatos.
- **Nitrógeno orgánico:** aminoácidos y sustancias constituidas por ellos.

Dentro del nitrógeno orgánico se distingue:

- Nitrógeno amínico: aminoácidos de pesos moleculares inferiores a 200 g/mol.
- Nitrógeno polipeptídico: sustancias de pesos moleculares inferiores a 10.000 g/mol, constituidas por polipéptidos o proteínas en mayor o menor estado de degradación.
- Nitrógeno proteico o prótido: con pesos moleculares superiores a 10.000 g/mol. Su contenido oscila alrededor del 10% del nitrógeno total.

Junto a estas fracciones nitrogenadas existen otras que no están relacionadas estructuralmente con los aminoácidos, como son:

- Nitrógeno amídico, que se encuentra en pequeñas cantidades en los vinos debido a la presencia de glucosamina y galactosamina.
- Nitrógeno componente de bases nitrogenadas, nucleótidos y nucleósidos y las aminas biológicas. Dentro de este grupo puede citarse la histamina, procedente de la descarboxilación de la histidina.

1.3.4.3. NITRÓGENO AMINOACÍDICO

Los aminoácidos son componentes esenciales de las uvas y de los vinos. De entre los 32 aminoácidos que se han identificado en el mosto, la prolina, arginina, glutamato y γ -aminobutírico son los aminoácidos más representativos. La concentración de aminoácidos puede variar con la variedad, maduración de la uva, fertilización nitrogenada, portainjerto, tipo de suelo, infecciones por hongos e, incluso, con la manera de efectuar la vendimia (Calull *et al.*, 1990; Henschke and Jiranek, 1993).

Estas sustancias son una importantísima fuente de nitrógeno para las levaduras durante la fermentación alcohólica y para las bacterias durante la fermentación maloláctica. Son, además, precursores de ciertos componentes del aroma y, en ciertas condiciones, de subproductos indeseables como el carbamato de etilo (Huang y Ough, 1989; Miguel, 1989).

Durante el proceso fermentativo tienen lugar diferentes fenómenos que originan la variación de concentración de los aminoácidos: su asimilación por las levaduras y la liberación de los mismos por excreción y autólisis de las mismas. En la fase inicial se produce la asimilación: los aminoácidos son absorbidos del medio exterior para formar una reserva interna junto a los que son sintetizados por la levadura propiamente dicha. La levadura va absorbiendo y utilizando los aminoácidos del medio de manera que su reserva permanezca constante. Este fenómeno explica la gran bajada de concentración de aminoácidos que se observa en los mostos en fermentación. En la fase intermedia de la fermentación continúa el consumo de aminoácidos y, al final de la misma, la concentración de aminoácidos libres aumenta bastante, debido a la excreción de aminoácidos por parte de la levadura. Esta excreción es selectiva y no existe relación entre los aminoácidos liberados y el contenido de estos en el interior de la célula. En la fase final, las levaduras muertas vuelven a ceder al medio parte de los aminoácidos que han sintetizado durante el desarrollo. El gran aumento de aminoácidos en los vinos, como consecuencia de la autólisis de las levaduras, pone de

manifiesto la importancia de este fenómeno, que tiene una profunda incidencia en la composición de los vinos, su degustación y conservación.

De lo anteriormente expuesto puede deducirse que la concentración de aminoácidos está en gran medida influenciada por los siguientes factores:

- Perfil aminoacídico del mosto: no todos los aminoácidos son igualmente asimilables por las levaduras, pudiendo ser clasificados de acuerdo con la facilidad con que son asimilados por la levadura (Kliewer, 1970). Además, durante la fermentación, la levadura libera selectivamente los aminoácidos de acuerdo con el tipo de aminoácidos existentes en el medio fermentativo.
- La levadura: se ha comprobado que el empleo de diferentes levaduras no produce diferencias en la toma de aminoácidos pero sí difieren en las concentraciones de los diferentes aminoácidos excretados al medio. Por tanto, el que la fermentación sea llevada a cabo por una u otra cepa de levadura también influye, en gran medida, en la concentración de aminoácidos del futuro vino (Herraiz y Ough, 1993). De igual manera, aunque las levaduras no difieren en el orden de toma de aminoácidos, se han observado algunas diferencias en las cantidades de aminoácidos excretados al vino por las levaduras.
- Técnicas enológicas: el método de clarificación de los mostos (Ayestarán *et al.*, 1996; Valdés *et al.*, 2011), así como la técnica de fermentación utilizada (Cáceres *et al.*, 1987), condicionan el perfil aminoacídico. Como se ha mencionado anteriormente, de que exista o no maceración, dependerá el contenido final de componentes nitrogenados en el vino. Además, los diferentes tratamientos de estabilización a los que es sometido el vino antes de su comercialización, también afectan al contenido de aminoácidos.

Se han realizado numerosos estudios sobre la concentración de aminoácidos en vinos tintos de diferentes variedades, hallándose contenidos desde 69 mg/l para la variedad Morato, hasta 1.922 para Tempranillo (Herbert *et al.*, 2005; Gómez-Alonso *et al.*, 2007). En este trabajo, va a ser la primera vez que se estudia y describe el perfil aminoacídico en vinos de variedades minoritarias como Maturana Tinta de Navarrete, Moristel ó Tinto Velasco entre otras.

1.3.4.4. LOS AMINOÁCIDOS COMO PRECURSORES DE AROMAS

Además del interés directo que pueden tener por su influencia en las características organolépticas de los vinos, la importancia de los aminoácidos en la caracterización sensorial se ve aumentada por ser precursores de los alcoholes superiores. El alcohol isoamílico, isobutílico y feniletanol, tirosol y triptofol, pueden ser sintetizados a partir de los aminoácidos leucina, isoleucina, valina, fenilalanina, tirosina y triptófano respectivamente (Mauricio *et al.*, 1997).

Sin embargo, no todos los alcoholes superiores proceden de los aminoácidos; la cantidad de aminoácidos presente en los mostos no puede explicar la totalidad de los alcoholes superiores del vino. La mayor parte de los alcoholes superiores formados durante la fermentación alcohólica del mosto no proceden de los aminoácidos; cerca de 2/3 se forman a partir de los hidratos de carbono. Al inicio de la fermentación, la mayoría de los alcoholes superiores derivan de los aminoácidos, pero inmediatamente después intervienen los hidratos de carbono. Algunos autores proponen la formación de los distintos alcoholes al final de la fermentación, cuando la mayoría de los aminoácidos ya han sido consumidos (Fraile *et al.*, 2000), mientras que otros postulan que la síntesis es paralela a la producción de etanol (Rapp and Versini, 1991). Independientemente de cuándo se produce la síntesis de alcoholes, se considera importante también la influencia que los aminoácidos remanentes en el vino pueden ejercer sobre el perfil aromático durante el envejecimiento del mismo (Escudero *et al.*, 2000).

1.3.4.5. NITRÓGENO FÁCILMENTE ASIMILABLE

No todas las formas nitrogenadas de un mosto son igualmente asimilables por la levadura. Como ya se ha apuntado, la forma preferida es el nitrógeno amoniacal, seguida de los aminoácidos. Además, algunos autores han descrito una preferencia de *Saccaromyces* por los aminoácidos glicina, asparagina, treonina, alanina, tirosina y arginina (Cooper, 1982; Gorinstein *et al.*, 1984; Henschke and Jiranek, 1993; Large, 1986). En situaciones de carencia, la levadura activa su propia capacidad proteolítica a fin de romper los péptidos y proteínas del medio hasta reducirlas a las formas asimilables de aminoácidos (Trioli and Paronetto, 1992).

La dinámica de transferencia de los aminoácidos al interior de la célula es complicada debido a la existencia de varios mecanismos de regulación. Así, el sistema de transporte de

prolina (aminoácido mayoritario en los mostos) está inhibido por la presencia de otros aminoácidos. Por tanto, será metabolizada únicamente cuando los demás aminoácidos ya han sido metabolizados por la levadura. En base a esto, se formuló el concepto de “Nitrógeno Fácilmente Asimilable” (NFA):

$$\text{NFA} = [\text{NH}_4^+] + [\text{aminoácido}] - [\text{prolina}]$$

Es importante que exista una buena cantidad de NFA para garantizar una buena marcha del proceso fermentativo. De hecho, una deficiencia de NFA es una de las causas más comunes de las paradas de fermentación (Jiranek et al., 1995 b). Cuando no existe una suficiente cantidad de NFA se produce la rotura de las proteínas de los mostos, proceso que conlleva la liberación de H₂S con posteriores repercusiones en la calidad del vino (Vos and Gray, 1978; Giudici y Kunkee, 1994). Se propuso la necesidad de una concentración mínima de 130 mg/l de nitrógeno asimilable para que las levaduras *Sacharomyces Cerevisiae* pudiesen finalizar la fermentación de un mosto con un contenido de 220 g/l de azúcar (Agenbach, 1978; Bely et al., 1990).

1.3.5. COMPUESTOS VOLÁTILES

Desde el desarrollo de la cromatografía de gases y su posterior asociación con la espectrometría de masas, se han llegado a identificar más de 600 compuestos volátiles distintos (Rapp, 1986), aunque menos de la décima parte suelen ser considerados odorantes activos y, en la mayoría de los casos, sólo se detectan entre 25 y 30 odorantes activos en un mismo vino (Cacho, 2006).

Los compuestos aromáticos presentes en mostos y vinos pertenecen a diversas familias (Francis and Newton, 2005; Ebeler and Thorngate, 2009) y su formación depende de distintos factores, como son la variedad, el clon, el año, la zona geográfica, las prácticas culturales, las manipulaciones de la uva, las fermentaciones y la conservación (Robinson et al., 2014). El estudio de la composición aromática de variedades ha sido una línea de trabajo importante dentro de la investigación en enología (Sefton et al. 1993, 1994, 1996, Schneider et al. 2002; Weldegergis et al. 2011), y más recientemente se ha aplicado también a la caracterización aromática de variedades minoritarias en diversas regiones españolas (García-Muñoz et al., 2011.a; Martínez-Pinilla et al., 2013).

En el vino se distinguen varios tipos de aromas: aquellos procedentes de la variedad, los fermentativos y los que proceden del envejecimiento. Se conocen también como aromas primarios, secundarios y terciarios respectivamente.

1.3.5.1. AROMAS PRIMARIOS

Los aromas primarios o varietales proceden de la uva (Cordonnier, 1977; Boido *et al.*, 2003), aunque también las partes sólidas del racimo pueden contribuir en este aspecto. Dentro de la baya, la mayor parte de los aromas se hallan en el hollejo y células contiguas al mismo, existiendo en menor medida en la pulpa (a excepción de ciertas variedades como algunos moscateles y malvasías). La cantidad de aromas del hollejo y su calidad aumenta durante la maduración (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1982). Posteriormente estos compuestos extraídos de la uva darán lugar a mostos aromáticos, algunos de los cuales permanecerán en los vinos después del proceso de vinificación. Las semillas también pueden contribuir a ceder algunas sustancias aromáticas.

Son compuestos complejos, en general terpénicos, que pasan de la uva al vino sin transformación (Dimitriadis and Williams, 1984). Se trata de sustancias aromáticas libres, o de precursores de aromas combinados, que no son aromáticos en sí mismos, pero que liberan aromas por hidrólisis ácida o enzimática.

Terpenos. Constituyen una gran familia muy repartida en el reino vegetal. Son los compuestos más importantes dentro de los aromas varietales, jugando un papel determinante en la calidad y tipicidad. De todos ellos destacan normalmente en los vinos el linalol, α -terpineol, nerol, geraniol y citronelol por sus aromas florales y frutales (Williams *et al.*, 1981; Flamini *et al.*, 2002; Ribéreau-Gayon *et al.*, 1982). Es importante diferenciar entre los terpenos libres y la fracción inodora (terpenos ligados), que forma parte de los precursores aromáticos de la uva y que pueden ser liberados por hidrólisis ácida o enzimática durante la vinificación.

Norisoprenoides. Son derivados carotenoides presentes comúnmente en la naturaleza con importantes atributos odorantes (Winterhalter and Ebeler, 2013). Se componen de 13 átomos de carbono y, desde el punto de vista químico, se encuentran divididos en dos grupos: formas megastigmanas oxigenadas y formas no megastigmanas. Las primeras incluyen la serie damascenona y la serie ionona (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1982). Dentro de la serie damascenona

destaca la β -damascenona, que tiene un aroma a frutas exóticas, flores, compota de manzana. En la serie ionona se puede citar la α -ionona y la β -ionona, con aromas a violeta (Francis and Newton, 2005).

Compuestos bencénicos. Forman un amplio grupo que comprende a los alcoholes aromáticos, aldehídos, derivados del ácido shikímico y a los fenoles volátiles. Sus rutas metabólicas son aún objeto de numerosos estudios (Orlova *et al.*, 2006). Tanto en mosto como en vino se puede encontrar el alcohol bencílico y 2-feniletanol en elevadas concentraciones. Aunque aportan aromas a rosa y frutas del bosque, su poder aromático es débil, ya que su umbral de percepción es elevado (Ribéreau-Gayon y col., 1982). Los fenoles volátiles surgen del metabolismo de las levaduras y bacterias, aunque algunos de ellos se encuentran ya en los mostos, como por ejemplo, la acetovanillona, 4-vinilfenol y 4-vinilguayacol. Presentan aromas a humo, cuero, especias, etc. (Etièvant, 1981).

Compuestos C-6. Son alcoholes y aldehídos de 6 carbonos (hexanal, hexenal, hexanol y hexenoles) que derivan de los ácidos grasos poliinsaturados (principalmente el ácido linoléico y el ácido linolénico) encontrados en la pruina, las semillas y el escobajo, pero también se pueden encontrar en las hojas (Ferreira *et al.*, 1995 b, Dunlevy *et al.*, 2009, Iyer *et al.*, 2010). Se los relaciona con los aromas vegetales y herbáceos (Kotseridis and Baumes 2000). En los frutos intactos no se encuentran estos aromas (solo trazas de los mismos). Se sintetizan por vía enzimática durante el estrujado en presencia de oxígeno (Schwab *et al.*, 2008) y difícilmente se pueden encontrar en uva que no ha sufrido ningún tratamiento mecánico.

Pirazinas. Son compuestos nitrogenados, derivados del catabolismo de algunos aminoácidos como la leucina, isoleucina y valina. En los vinos se encuentran en concentraciones muy bajas y se caracterizan por sus potentes notas a verdor. A pesar de su difícil detección a nivel analítico, actualmente se conoce bien el papel fundamental de estos compuestos en el aroma del vino de reconocidas variedades internacionales, como Sauvignon Blanc (Allen *et al.*, 1991, Lacey *et al.*, 1991), Cabernet Sauvignon (Allen *et al.*, 1990; 1994), Cabernet Franc (Roujou de Boubée *et al.*, 2000), Merlot (Sala *et al.*, 2000), y Carmenere (Belancic and Agosin 2007). Bajos niveles pueden contribuir al carácter varietal para determinados estilos de vino, pero concentraciones altas resultan generalmente indeseables.

1.3.5.2. AROMAS SECUNDARIOS

Los aromas secundarios se forman en la fermentación como productos secundarios del metabolismo de levaduras y bacterias (Frivik, 2003). Son los compuestos volátiles más abundantes en el vino (Lambrechts y Pretorius, 2000) y pueden variar con las condiciones en las que se desarrolle la fermentación (Gerbaux, 2002).

Se componen fundamentalmente por alcoholes superiores, ésteres formados biológicamente en el interior de las células microbianas (Marais, 1980), aldehídos precursores que han quedado en el medio como restos en su condición de metabolitos intermedios, cetonas, ácidos, etc. Generalmente, en su conjunto, proporcionan la impresión global que da el aroma de un vino. En algunas ocasiones los aromas secundarios pueden ser negativos e indeseables (Chatonnet, 1992), debido a diversas causas: fermentaciones mal desarrolladas, embotellamientos precoces, levaduras mal seleccionadas o utilizadas inadecuadamente, poca higiene, etc.

Alcoholes superiores. Son aquellos que poseen más de dos átomos de carbono con un peso molecular y un punto de ebullición mayor que el etanol. Son cuantitativamente el grupo más grande de compuestos aromáticos en bebidas alcohólicas, y son productos secundarios de la fermentación alcohólica. Contribuyen de manera favorable a la complejidad del vino siempre que no sobrepasen los 300 mg/l. Cuando su concentración excede de 400 mg/l son considerados negativos en la calidad del vino (Rapp and Mandery, 1986).

Aldehídos y Acetales. Los aldehídos, en general proporcionan aromas herbáceos agradables, aunque en altas concentraciones pueden resultar perjudiciales para el conjunto de aroma. Se forman por oxidación de los alcoholes durante la fermentación (Soufleros, 1987) y por lo tanto su concentración depende de la formación de alcoholes. El más abundante es el acetaldehído, con aromas que recuerdan a manzana oxidada (Francis and Newton, 2005). Los terpenoles también pueden ser oxidados a los correspondientes aldehídos, de aromas más punzantes (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1982). Los acetales se forman por combinación de alcohol etílico y aldehídos.

Ésteres y Acetatos. Los ésteres, junto con los alcoholes, son los principales compuestos producidos durante la fermentación alcohólica y son también los responsables del aroma

afrutado de los vinos jóvenes (Peddie, 1990). La concentración de ésteres generalmente está por encima de su umbral de percepción (De Wet, 1978; Simpson and Miller, 1984).

Los acetatos son también responsables de los caracteres frutales tan deseables en los vinos jóvenes (Marais and Pool, 1980). Dentro de ellos, el más importante y favorable a la calidad es el acetato de etilo, que suele estar en concentraciones de 40 – 80 mg/l, contribuyendo a la complejidad aromática de los vinos pero, en concentraciones elevadas, pueden resultar desagradables por su sensación ardiente en la boca.

1.3.5.3. AROMAS TERCIARIOS

Durante el almacenamiento y la maduración de los vinos se producen modificaciones del aroma que conducen al “bouquet” (Tominaga et al., 2003). La aparición del aroma terciario conlleva transformaciones que son conducidas por mecanismos de óxido-reducción complejos (Carnacini, 1997). Los aromas se desarrollan lentamente, tanto en crianzas de depósitos de madera como en botella. La naturaleza de las sustancias que originan el aroma terciario es también variada: alcoholes, ésteres, aldehídos, etc. Durante este proceso tienen lugar reacciones de esterificación entre ácidos y alcoholes y de oxidación-reducción de compuestos aromáticos y fenólicos, que se traducen en una mejora de los caracteres organolépticos de los vinos y en la transformación del aroma en lo que se denomina “bouquet”. También se pierde el carácter afrutado del vino, debido a la disminución de algunos ésteres como el acetato de etilo, succinato de dietilo, etc. y se aportan aromas específicos de la madera, como son aldehídos furánicos, lactonas, etilfenoles, etc. (Prida and Chatonnet, 2010).

1.3.5.4. COMPUESTOS RESPONSABLES DEL AROMA

De todos los compuestos volátiles, sólo una pequeña proporción tiene importancia en el aroma del vino. Únicamente se consideran sustancias aromáticas activas aquellas cuya concentración es superior a su umbral olfativo. El umbral olfativo es la concentración necesaria que debe tener un compuesto para que pueda ser percibido por el ser humano. Se mide como valor de la actividad odorífera (OAV) y se calcula mediante el cociente entre la concentración de un compuesto volátil y su umbral de percepción correspondiente. Aquellos compuestos con valor de actividad odorífera (OAV) superior a la unidad son, teóricamente, perceptibles a nivel sensorial. Pero el aroma del vino no se explica únicamente por el OAV; existen muchas

interacciones entre las diferentes moléculas volátiles y su percepción sensorial. Por lo tanto, compuestos con valores de OAV inferiores a la unidad, pueden ejercer también una influencia importante sobre el aroma del vino.

Como se ha mencionado anteriormente, se han descrito muchos compuestos volátiles en numerosos estudios. Para algunos de ellos, se han encontrado correlaciones positivas entre su concentración y la calidad del aroma final pero, para otros sin embargo, parece existir un umbral superior por encima del cual la calidad del vino disminuye. Esto es especialmente significativo en los alcoholes superiores y el acetato de etilo (Ribéreau-Gayon, 1978). En cuanto a la existencia de correlaciones positivas, el caso más claro es el de los ésteres de fermentación de vinos blancos. La mayor parte de los estudios realizados en este campo indican la aportación de los compuestos cuantitativamente mayoritarios, como son alcoholes de fúsel y ésteres, para explicar una parte del aroma, pero no permiten explicar otras notas del aroma del vino.

El análisis sensorial ha sido y es la herramienta básica para la caracterización del aroma. A pesar de las numerosas normas y protocolos que se han establecido para estandarizar la metodología y los descriptores aromáticos, nunca dejará de estar sometida a la subjetividad del degustador. Los avances tecnológicos en el campo del análisis instrumental han permitido investigar a fondo los compuestos responsables del aroma y determinar el complejo perfil aromático del vino, pero todavía están lejos de poder interpretar las percepciones que se reciben durante la degustación. Existen, por tanto, dos herramientas complementarias que, al conjugarlas, aportan mucha información en cuanto a la evaluación del aroma.

1.3.6. EVALUACIÓN SENSORIAL

La degustación de un vino, su estimación y apreciación organolépticas, junto con su descripción, constituyen lo que se entiende por análisis sensorial. En este proceso tiene mucho que ver el aspecto afectivo, es decir, la subjetividad del individuo hacia las sensaciones, emociones y recuerdos que puede despertar en él un determinado olor. La razón de ello es que en la percepción gustativa/olfativa coexisten dos etapas que tienen que ver con la química y la psicología. En primer lugar, se produce un conjunto de reacciones bioquímicas entre las moléculas del aroma/gusto y las papilas. Ello genera señales eléctricas que, enviadas por el sistema nervioso, son procesadas en el cerebro, que identifica el gusto/olor y les asigna una descripción.

Con el fin de que la subjetividad del catador no tenga tanto peso específico en la degustación, se estandariza la descripción de los vinos y se establecen unas reglas y criterios que permiten degustar un vino con el máximo rigor. De esta forma, diversos organismos, tales como CEE, OIV, ISO, etc., han descrito normativas. Concretamente, el comité técnico de análisis sensorial de productos alimenticios de la Organización Internacional de Estandarización (ISO-TC34/SC12) describe normas sobre las copas a utilizar, acondicionamiento de las salas de degustación, metodologías para el análisis, descriptores para la elaboración del perfil aromático (Norma ISO 11035), guía para la selección, entrenamiento y control de los degustadores, etc.

Entre las técnicas utilizadas en análisis sensorial, el análisis sensorial descriptivo cuantitativo (QDA) permite obtener descriptores sensoriales necesarios para establecer la correlación entre la composición química (volátiles) y el aroma real de un vino. El análisis sensorial fue definido como un método científico utilizado para medir, analizar e interpretar respuestas a productos como son las percepciones por medio de los sentidos, vista, olfato, gusto, tacto y oído.

El análisis sensorial descriptivo cuantitativo (QDA) puede ser considerado como el primer paso a la hora de caracterizar un producto, dando una terminología que lo defina (Moskowitz, 1982). El QDA se utiliza para obtener los principales atributos sensoriales de un vino. Esta modalidad de análisis sensorial fue aplicada para caracterizar diferentes vinos como Chardonay (Ohkubo *et al.*, 1987), Semillon y Sauvignon Blanc (Francis *et al.*, 1992), Cabernet

Sauvignon (Heymann and Noble, 1987) y Shiraz (Abbott *et al.*, 1991). También se utilizó esta metodología para estudiar el impacto de la zona geográfica en las propiedades sensoriales de los vinos Mencía (Vilanova and Soto, 2005) y Albariño (Vilanova and Vilariño, 2006; Vilanova *et al.*, 2008).

2.

OBJETIVOS

Los objetivos fundamentales de la presente Tesis son:

- Identificar las diferentes variedades tintas minoritarias de La Rioja existentes entre las 45 accesiones preservadas en el banco de germoplasma de la finca institucional del Gobierno de La Rioja “La Grajera”.
- Caracterizar todas las variedades a nivel molecular con 11 marcadores microsatélite y también a nivel ampelográfico con 44 descriptores para tener una certeza total en las identificaciones realizadas.
- Caracterizar el comportamiento agronómico de dichas variedades atendiendo fundamentalmente a los componentes de la producción.
- Caracterizar enológicamente la uva y el mosto de aquellas variedades consideradas de mayor interés, de entre todas las variedades preservadas, en lo que respecta a parámetros químicos básicos, concentración de antocianos y fenoles y perfil de aminoácidos.
- Caracterizar enológicamente los vinos de las variedades más interesantes atendiendo a su composición química, su concentración de antocianos y polifenoles, su perfil aminoacídico y su composición volátil.
- Caracterizar sensorialmente todos los vinos tintos elaborados mediante un panel de cata entrenado, de acuerdo a la normativa ISO 11.035, para validar las aptitudes enológicas de las variedades estudiadas.

3.

MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. MATERIAL VEGETAL

3.1.1. BANCO DE GERMOPLASMA.

El material vegetal sometido a estudio se encontraba en el Banco de Germoplasma de Variedades Minoritarias de Rioja, ubicado en la finca institucional del Gobierno de La Rioja “La Grajera”, en Logroño (42° 26' 50.81" N, 2° 30' 05.79" O y 450 msnm). Todas las accesiones procedían de un banco de germoplasma plantado previamente en las instalaciones de Bodegas Viña Ijalba. La plantación se realizó en el año 2004, con 25 ejemplares por cada accesión y sobre el portainjerto Richter 110. Las filas tenían una orientación Este-Oeste, siguiendo la línea de máxima pendiente de la parcela, cuyo desnivel era del 3 %. El viñedo estaba conducido en espaldera con cordón bilateral a 70 cm. del suelo, con una densidad de plantación de 2.873 cepas/ha. y un marco de 2.9 m. × 1.2 m. Se disponía de instalación de riego por goteo en la parcela y la gestión del viñedo se hacía siguiendo las prácticas de cultivo habituales en la zona, realizadas también para el resto de las 80 ha de viñedo existentes en la finca de “La Grajera”, mediante poda con 6 pulgares de 2 yemas por cepa, mantenimiento del suelo con laboreo y aplicación de productos fitosanitarios en espolvoreo y pulverización.

De todo el material vegetal presente en el banco de germoplasma, el estudio se centró en aquellas accesiones tintas, grises o rosáceas que poseían cierta coloración en las bayas al final del periodo de maduración. En total, el estudio se realizó sobre las 45 accesiones recogidas en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Lista de las 45 accesiones estudiadas con su denominación local.

| Código | Nombre local | Código | Nombre local |
|---------------|----------------------|---------------|---------------------|
| R-01 | Monastel | AR-44 | Graciano |
| R-02 | Miguel de Arco | B-47 | Tempranillo royo |
| R-03 | Garnacha tintorera | B-48 | Desconocida |
| R-08 | Garnacha tardía | B-50 | Monastel |
| R-10 | Graciano Alfaro | B-51 | Monastel |
| R-11 | Morato | B-52 | Tintorera |
| R-13 | Cojón de gato | B-53 | Graciano |
| R-14 | Sabor a menta | B-56 | Desconocida |
| A-15 | Tempranillo temprano | I-57 | Graciano |
| A-16 | Tintorera | I-58 | Tinto aragonés |
| A-17 | Garnacha roya | SO-63 | Navarra |
| A-20 | Garnacha tardía | SO-64 | Teta de vaca |
| N-23 | Tempranillo Barón | SO-65 | Garnacha tintorera |
| SV-28 | Garnacha tinta | G-68 | Desconocida |
| R-30 | Desconocida | BE-69 | Bobal |
| R-31 | Desconocida | BE-70 | Graciano |
| R-32 | Desconocida | RA-73 | Granegro tintorera |
| A-34 | Teta de vaca | RA-74 | Desconocida |
| AR-37 | Desconocida | CI-76 | Maturana tinta |
| AR-39 | Tempranillo temprano | NA-102 | Maturana |
| AR-40 | Desconocida | NA-104 | Tempranillo |
| AR-41 | Tempranillo temprano | NA-105 | Tempranillo |
| AR-43 | Cojón de gato | | |

3.2. CARACTERIZACIÓN AMPELOGRÁFICA

La caracterización ampelográfica de las accesiones anteriormente mencionadas fue realizada según la Segunda Edición de la Lista de Descriptores OIV para Variedades de Vid y Especies de *Vitis* (O.I.V., 2001). En dicha lista se recogen 147 descriptores ampelográficos.

El número de caracteres estudiados puede ser variable en relación con el tipo de trabajo. La U.P.O.V. (Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales) considera imprescindibles 36 caracteres para nuevas obtenciones vegetales, mientras que la O.I.V. incluye 14 caracteres como imprescindibles en la “Lista prioritaria de descriptores primarios” para una rápida caracterización de variedades. Normalmente estas listas mínimas de caracteres son ampliadas por los diferentes investigadores para completar las descripciones. Chávez (2000), en su Tesis Doctoral, propone una lista de 32 caracteres ampelográficos que son considerados en su estudio como los caracteres más estables, objetivos y discriminantes.

Para la caracterización ampelográfica realizada en el presente trabajo se estudiaron durante tres años consecutivos (2009-2011) los caracteres propuestos por Chávez (2000), pero de acuerdo con la Lista de Descriptores OIV actualizada (O.I.V., 2001) y complementados con otros caracteres de interés propuestos por el Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria “Descriptores para la identificación de cultivares y especies del género *Vitis*” (Proyecto VIN00-036 C-6). En total se estudiaron 44 descriptores ampelográficos. En la tabla 3.2 se presenta la relación de los 44 caracteres estudiados con su correspondiente código OIV, el órgano observado y la denominación de cada uno.

La notación asignada a cada carácter corresponde a la moda de las observaciones realizadas en campo y en laboratorio por tres observadores de forma independiente. La descripción de los caracteres morfológicos se realizó en cinco épocas del desarrollo fenológico de la vid, según los estadios de Eichorn-Lorenz (Coombe, 1995) y siguiendo las directrices O.I.V. (2001):

- a. Observaciones entre brotación y floración. Éstas se realizaron en pámpanos jóvenes, entre 10 y 30 cm de longitud. Las observaciones se realizaron sobre la extremidad del pámpano por encima de la primera hoja destacada. Las observaciones registradas

- correspondían a 10 pámpanos por accesión. Los caracteres descritos en pámpano joven son 4, y 2 en hoja joven.
- b. Observaciones durante la floración. Las observaciones se realizaron en plena floración (40% de flores abiertas), sobre el tercio medio del pámpano. Se estudiaron 10 pámpanos por accesión. Fueron descritos 5 caracteres.
 - c. Observaciones entre el cuajado y el envero. Correspondían a las observaciones de las hojas adultas, las cuales fueron muestreadas por encima de los racimos sobre el tercio medio del pámpano, anotándose los valores de 10 hojas adultas por accesión. Los caracteres descritos fueron 13.
 - d. Observaciones durante la madurez del racimo. Fueron las observaciones registradas en plena maduración sobre racimos y bayas. Se tomaron los datos correspondientes a 10 racimos y 40 bayas por variedad. Los caracteres descritos en racimos son 6 y en bayas 12.
 - e. Observaciones durante el reposo invernal. Se estudiaron 2 caracteres sobre la superficie del sarmiento.

Con el objetivo de aplicar un criterio común en la descripción ampelográfica de los diferentes observadores, se realizó un ejercicio previo de consenso general para la asignación de niveles de expresión comunes en los diferentes caracteres utilizados en el estudio. La tabla 3.2 recogida a continuación muestra los descriptores utilizados.

Tabla 3.2. Listado de los 44 descriptores ampelográficos O.I.V. empleados sobre todas las accesiones estudiadas, con su código correspondiente, el estadio fenológico en el momento de la observación y el órgano analizado.

| DESCRIPTOR O.I.V. | ESTADIO FENOLÓGICO ^a | ÓRGANO | CARÁCTER |
|----------------------|------------------------------------|---------------------------|--|
| 001 | H-I | | Apertura de la extremidad |
| 002 | H-I | Sumidad del pámpano | Distribución de la pigmentación antociánica de los pelos tumbados de la extremidad |
| 003 | H-I | | Intensidad de la pigmentación antociánica de los pelos tumbados de la extremidad |
| 004 | I | | Densidad de los pelos tumbados de la extremidad |
| 007 | I | Pámpano | Color de la cara dorsal del entrenudo |
| 008 | I | | Color de la cara ventral del entrenudo |
| 011 | I | | Densidad de los pelos erguidos sobre los nudos |
| 012 | I | | Densidad de los pelos erguidos sobre los entrenudos |

| DESCRIPTOR O.I.V. | ESTADIO FENOLÓGICO ^a | ÓRGANO | CARÁCTER |
|----------------------|------------------------------------|-------------|--|
| 016 | I | Zarcillo | Número de zarcillos consecutivos |
| 051* | I | | Color del haz del limbo (4ª hoja) |
| 053 | I | Hoja joven | Densidad de los pelos tumbados entre los nervios en el envés del limbo (4ª hoja) |
| 065 | J-K-L-M | | Tamaño del limbo |
| 067 | J-K-L-M | | Forma del limbo |
| 068 | J-K-L-M | | Número de lóbulos |
| 070 | J-K-L-M | | Distribución de la pigmentación antociánica de los nervios principales del haz del limbo |
| 075 | J-K-L-M | | Hinchazón del haz del limbo |
| 079 | J-K-L-M | | Grado del apertura / solapamiento del seno peciolar |
| 080 | J-K-L-M | Hoja adulta | Forma de la base del seno peciolar |
| 081-1 | J-K-L-M | | Dientes en el seno peciolar |
| 081-2 | J-K-L-M | | Base del seno peciolar limitada por la nerviadura |
| 082* | J-K-L-M | | Grado del apertura / solapamiento de los senos laterales superiores |
| 083-1 | J-K-L-M | | Forma de la base de los senos laterales superiores |
| 083-2 | J-K-L-M | | Dientes en los senos laterales superiores |
| 091 | J-K-L-M | | Densidad de los pelos erguidos sobre el peciolo |
| 102 | > P | | Relieve de la superficie |
| 103* | > P | Sarmiento | Color general |
| 202 | N | | Longitud (excluyendo el pedúnculo) |
| 203 | N | | Anchura |
| 204 | N | | Compacidad |
| 206 | N | Racimo | Longitud del pedúnculo del racimo principal |
| 208 | N | | Forma |
| 209 | N | | Número de alas del racimo primario |
| 220 | N | | Longitud |
| 221 | N | | Anchura |
| 223 | N | | Forma |
| 225 | N | | Color de la epidermis |
| 231 | N | Baya | Intensidad de la pigmentación antociánica de la pulpa |
| 232 | N | | Suculencia de la pulpa |
| 235 | N | | Consistencia de la pulpa |
| 236 | N | | Particularidad del sabor |
| 240* | N | | Facilidad de separación del pedicelo |
| 241 | N | | Formación de pepitas |
| 244 | N | Pepita | Estrías transversales en la cara dorsal de las pepitas |
| 503 | N | Baya | Peso de una baya |

^a Se recogen los estadios fenológicos según Baillod & Baggolini (Coombe, 1995) correspondientes al momento de observación de cada descriptor.

3.3. CARACTERIZACIÓN GENÉTICA

Los análisis genéticos fueron desarrollados en dos etapas consecutivas en dos laboratorios distintos. El primer análisis fue realizado en el año 2008 en los laboratorios de Neiker-Tecnalia, pertenecientes al Gobierno Vasco. Con los objetivos de complementar el estudio con un mayor número de marcadores moleculares y resolver diversas dudas generadas en la primera etapa de análisis, se realizó un nuevo análisis de marcadores microsatélite durante el año 2009 en los laboratorios del Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA), en Madrid, bajo la dirección del Dr. Javier Ibáñez.

3.3.1. EXTRACCIÓN DE ADN

Para la extracción de ADN, se empleó el kit comercial "DNeasy 96 Plant Kit" de la empresa Qiagen. Se utilizaron hojas jóvenes, obtenidas de los brotes tiernos recogidos en campo el día previo a los análisis.

Se siguió el protocolo del fabricante. Las muestras se trituraron en el molino Mixer Mill MM300 (1 minuto a 20Hz). Para cada muestra, se introdujo en un tubo 50 mg de hoja conservada a -80 °C, una bolita de tungsteno y una pequeña cantidad de PVPP (Poli Vinil Poli Pirrolidona) para mejorar el rendimiento de la extracción, debido a la cantidad de polifenoles que presenta la hoja de vid. En el proceso de triturado se utilizó nitrógeno líquido para evitar la descongelación de las muestras y permitir así la destrucción de las paredes celulósicas de las células vegetales por acción de las bolitas de tungsteno. Posteriormente se añadió tampón de lisis para romper la membrana celular y proteger el ADN de la degradación. Asimismo, se incorporó una ARNasa para degradar el ARN, el cual podría interferir en la cuantificación del ADN y/o en la posterior reacción de PCR. Sucesivas etapas de precipitación, filtración, unión selectiva a una matriz, lavados alcohólicos y elución sirvieron para la purificación de ese ADN, eliminando restos de membranas, proteínas, polisacáridos y otros componentes celulares.

3.3.2. ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL ADN EXTRAÍDO

Para evaluar la calidad y la cantidad del ADN, se sometió a electroforesis en geles horizontales de agarosa al 0,8% y tampón TAE 1X (Tris-acetato 40mM, EDTA pH 8 1mM). Tanto los geles como los tampones de electroforesis, contenían bromuro de etidio a una

concentración de 0,5 µg/ml, para poder visualizar el ADN al iluminarlo con luz UV. Las electroforesis se llevaron a cabo a temperatura ambiente y bajo una diferencia de potencial de 2 V/cm.

La calidad se evaluó atendiendo a la presencia de una banda nítida de alto peso molecular, y observando el grado de rotura y/o degradación presente, visible como un rastro a partir de esa banda. Para estimar la cantidad, se incluyeron en el gel diferentes muestras de cantidades conocidas de ADN del fago lambda sin digerir junto a los ADN a cuantificar. Se obtuvieron distintas bandas con diferentes intensidades de fluorescencia, correspondientes a distintas cantidades de ADN. La comparación de la fluorescencia emitida por los ADN problema frente a los estándar permitió determinar la cantidad presente en los primeros. Las imágenes se obtuvieron con un equipo de análisis de imagen (GEL Logic 200).

3.3.3. ANÁLISIS DE MICROSATÉLITES DE GENOMA NUCLEAR

3.3.3.1. DETERMINACIÓN DE LOS MICROSATÉLITES A ESTUDIAR

La primera etapa de análisis de marcadores moleculares se desarrolló en los laboratorios Neiker sobre todas las accesiones del banco de germoplasma. Se estudiaron seis marcadores microsatélites: VVS 2 (Thomas y Scott, 1993), VVMD 5 y VVMD 7 (Bowers et al., 1996), VrZAG 47, VrZAG 62 y VrZAG 79 (Sefc et al., 1999). Todos ellos, a excepción del VrZAG 47, fueron recogidos como los microsatélites de referencia para las colecciones de variedades de vid en Europa mediante el proyecto GENRES 081 (This et al., 2004) y seleccionados por la OIV como descriptores ampelográficos (OIV 801-806). El marcador microsatélite VrZAG 47 corresponde al mismo locus que el marcador VVMD 27, sólo que tiene un cebador diferente. Ello supone que los alelos del VrZAG 47 son aproximadamente 20 nucleótidos más cortos que los correspondientes alelos del VVMD 27. Este microsatélite ha sido recogido en la segunda fase de análisis, siendo el sexto marcador que completa la lista de microsatélites de referencia para la caracterización de genotipos en variedades de vid.

En la segunda etapa de análisis moleculares desarrollada el IMIDRA, se completaron los genotipos de todas las accesiones estudiadas y se dilucidaron algunas variedades cuya identificación no había quedado resulta en el primer análisis. El estudio consistió en la determinación de nueve microsatélites nucleares: VVS 2 (Thomas y Scott, 1993), VVMD 5,

VVMD 27 y VVMD 28 (Bowers et al., 1996; 1999), VrZAG 29, VrZAG 62, VrZAG 67, VrZAG 83 y VrZAG 112 (Sefc et al., 1999); tres de los cuales ya habían sido estudiados anteriormente: VVS 2, VVMD 5 y VrZAG 62, según se recoge en la Tabla 4.2.1. Los nueve loci analizados han sido probados previamente por otros autores como marcadores moleculares muy uniformes y estables (Vélez and Ibáñez, 2012). Considerando sólo los seis STMSs propuestos por la O.I.V. (This et al., 2004), se tiene que cuentan con dos limitaciones importantes: no son lo suficientemente discriminantes para algunas variedades (Martín et al., 2003) y hay dos pares de marcadores ligados en un mismo agrupamiento (Riaz et al., 2004). Sin embargo, el set de once STMSs desarrollados en la segunda fase es altamente resolutivo y no presenta esta serie de desventajas. Se incluyeron cuatro de los seis marcadores propuestos por la O.I.V., descartándose los otros dos por estar ligados con otros dos STMSs incluidos en el set.

Tabla 3.3.1. *Microsatélites estudiados durante la primera y la segunda fase de análisis.*

| STMS | REFERENCIA | O.I.V. | NEIKER | IMIDRA |
|-----------|----------------------|--------|--------|--------|
| VVS 2 | Thomas y Scott, 1993 | SI | X | X |
| VVMD 5 | Bowers et al., 1996 | SI | X | X |
| VVMD 7 | Bowers et al., 1996 | SI | X | |
| VVMD 27 | Bowers et al., 1999 | SI | | X |
| VVMD 28 | Bowers et al., 1999 | | | X |
| VrZAG 29 | Sefc et al., 1999 | | | X |
| VrZAG 47 | Sefc et al., 1999 | | X | |
| VrZAG 62 | Sefc et al., 1999 | SI | X | X |
| VrZAG 67 | Sefc et al., 1999 | | | X |
| VrZAG 79 | Sefc et al., 1999 | SI | X | |
| VrZAG 83 | Sefc et al., 1999 | | | X |
| VrZAG 112 | Sefc et al., 1999 | | | X |

* Los microsatélites de referencia asignados por la OIV se encuentran sombreados en gris.

Tan sólo con la determinación de cinco microsatélites y, para un nivel de confianza del 95%, la probabilidad de encontrar dos genotipos iguales puede ser, dependiendo del caso, de una entre 2.000 ó una entre 70 millones (Ibañez y Van Eeuwijk, 2003). Aún la situación más desfavorable proporciona una probabilidad lo suficientemente baja como para poder afirmar que, si dos perfiles son coincidentes, se corresponden con una misma variedad. Pero el estudio de 11 locus diferentes en cada una de las accesiones permite tener una certeza total de la identificación varietal. Además, se abre la posibilidad de establecer relaciones de parentescos

con mayor fiabilidad entre las distintas accesiones que forman el banco de germoplasma objeto del estudio, si bien en estos casos suele ser necesario un estudio con más de 25 microsatélites.

3.3.3.2. AMPLIFICACIÓN DE LAS SECUENCIAS STMS MEDIANTE PCR

Un cebador de cada pareja incorporó una molécula de fluorocromo de entre cuatro posibles: 6-FAM, VIC y NED y PET, para permitir la posterior detección del fragmento amplificado, según se recoge en la Tabla 3.

Tabla 3.3.2. *Fluorocromos utilizados para el marcaje de cada cebador.*

| STMS NEIKER | STMS IMIDRA | Fluorocromo |
|-------------|---------------------------|------------------------------|
| VVS2 | ssrVrZAG67 | 6-FAM TM (Azul) |
| VVMD5 | VVMD27 VVMD5 | |
| VVMD7 | ssrVrZAG29 | VIC [®] (Verde) |
| ssrVrZAG47 | ssrVrZAG62 ssrVrZAG112 | |
| ssrVrZAG62 | VVS2 | NED TM (Amarillo) |
| ssrVrZAG79 | ssrVrZAG83 VVMD28 | |

En ambos laboratorios, se llevaron a cabo las reacciones de amplificación en un termociclador PTC-100 de MJ Research. En los laboratorios Neiker, se llevaron a cabo 3 reacciones, 1 multiplex y 2 simples, siguiendo el siguiente orden: Multiplex 1 (ssrVrZAG47, ssrVrZAG62, ssrVrZAG79, VVMD7), 2 (VVS2) y 3 (VVMD5). Las amplificaciones se realizaron en un volumen de 15 µl con los siguientes componentes y concentraciones: 10 mM Tris-HCl pH 8.3; 50 mM KCl; 200 µM de cada dNTP, 2.0 mM MgCl₂, 0.16 µM de cada cebador; 0.5 U Amplitaq Gold (Applied Biosystems) por cada pareja de cebadores y 20 ng de DNA genómico. El programa de amplificación PCR fue: 1 ciclo (94 °C, 5 min), 15 ciclos (94 °C, 45 s; Ta, 30 s; 72 °C, 1.5 min), 20 ciclos (94 °C, 45 s; Ta -3 °C, 30 s; 72 °C, 1.5 min) y 1 ciclo (72 °C, 7min). Las temperaturas se optimizaron para cada multiplex (T^a: 55 °C para multiplex 1, 52 °C para 2 y 3).

Tabla 3.3.3. Mezcla de reacción para la PCR múltiple de los diferentes cebadores.

| Reactivo | Concentración stock | Concentración Final | Volumen del reactivo por muestra |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|
| H ₂ O | | | 1.96 µL |
| Qiagen Multiplex PCR Master Mix | 2 X | 1 X | 10.50 µL |
| VVS2 | 10.00 µM | 0.12 µM | 0.25 µL |
| VVMD5 | 10.00 µM | 0.50 µM | 1.05 µL |
| VVMD27 | 10.00 µM | 0.35 µM | 0.74 µL |
| VVMD28 | 10.00 µM | 0.30 µM | 0.63 µL |
| ZAG 29 | 10.00 µM | 0.05 µM | 0.10 µL |
| ZAG 62 | 10.00 µM | 0.10 µM | 0.21 µL |
| ZAG 67 | 10.00 µM | 0.10 µM | 0.21 µL |
| ZAG 83 | 10.00 µM | 0.07 µM | 0.14 µL |
| ZAG 112 | 10.00 µM | 0.10 µM | 0.21 µL |

En los laboratorios del IMIDRA, se realizó una única reacción de amplificación (Ibáñez *et al.*, 2009 a). Las amplificaciones se llevaron a cabo con 5 ng de ADN genómico aproximadamente en un volumen total de 21 µl con los siguientes componentes y concentraciones. El programa de amplificación PCR fue: 1 ciclo (95 °C, 15 min), 30 ciclos (95 °C, 45 s; 55 °C, 60 s; 72 °C, 30 s), 1 ciclo (72 °C, 60 min) y fin de programa a 16 °C.

3.3.3.3. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LOS ALELOS DE LOS STMS

Tras la PCR, se realizó una comprobación de la amplificación de los microsatélites de acuerdo con Borrego *et al.*, (2000). Para ello se tomaron alícuotas de 7µl y se sometieron a electroforesis a temperatura ambiente en geles de agarosa al 2% (p/v) con tampón TAE 1X y bromuro de etidio (0,5µg/ml), aplicando una diferencia de potencial aproximada de 5V/cm. Además de las muestras, se incorporó en un pocillo de cada peine el marcador de peso molecular: 0,5 µg de ADN del fago φX174 digerido con la enzima de restricción Hae III.

El siguiente paso consistió en la separación y el análisis de fluorescencia de los microsatélites en el secuenciador semiautomático ABI 3130 con el software GeneMapper (Applied Biosystems) empleado en este analizador genético. La electroforesis se llevó a cabo

en el interior de un capilar, donde las muestras se separaron individualmente a través de un polímero comercial (POP7, de Applied Biosystems).

Cada muestra procedente de la amplificación mediante PCR, se diluyó con agua entre diez y cien veces de acuerdo a la intensidad de fluorescencia observada en el gel de agarosa al 2%. A 1 μl de la dilución se le añadieron 20 μl de formamida y 0.2 μl de un marcador de peso molecular: LIZ 500 (Applied Biosystems). Esta mezcla se sometió a un tratamiento de calor (95 °C, 5 minutos) en el termociclador PTC-100 de MJ Research para desnaturalizar el ADN. Las muestras así preparadas se sometieron a electroforesis capilar en el ABI 3130, a una diferencia de potencial de 15000 voltios y a 60°C de temperatura. El capilar presentaba una ventana transparente que, alineada con el láser, permitía excitar los fluorocromos. Un lector detectaba el paso de las moléculas de ADN a través de la fluorescencia emitida, cuya intensidad quedaba registrada.

Tras la electroforesis, cada STMS se identificó por el color y el tamaño con el que aparecieron. Este color dependía de dos factores: el fluorocromo que llevaba incorporado el cebador en cada caso y el filtro utilizado para detectar la fluorescencia. El filtro adecuado para estos fluorocromos era el "G5", que dio lugar a diferentes colores: azul (para el fluorocromo 6-FAM), verde (para VIC), amarillo (para NED), rojo (para PET) y naranja (para LIZ). Los datos brutos de intensidad de fluorescencia se recogieron en el programa informático ABI 3130 Data Collection. Posteriormente, se analizaron con el software GeneMapper. El método recomendado que se siguió para asignar el tamaño molecular del producto de amplificación fue el "Local Southern". Los tamaños de los fragmentos amplificados se calcularon a partir de una recta de regresión entre los tamaños de los fragmentos del marcador de peso molecular y el tiempo de "elución" de los mismos (tiempo en el que pasaban por el lector de la fluorescencia, menor cuanto menor era el tamaño).

3.3.4. ANÁLISIS DE DIVERSIDAD

Una vez determinado el tamaño de los 11 STMSs en todos los genotipos analizados, se determinó el número medio de alelos por locus (N_a), así como la heterocigosidad esperada (H_e) y observada (H_o) mediante la aplicación de Excell "Microsatellite Toolkit" (Park, 2001). También se determinó con la misma herramienta el contenido en información polimórfica (PIC), de acuerdo a Botstein *et al.* (1980). Igualmente, se determinó la frecuencia estimada de

alelos nulos (r), y la probabilidad de identidad (PI) de cada microsatélite mediante el software IDENTITY v.4 (Wagner and Sefc, 1999).

Para el cálculo de las variables mencionadas, se utilizaron las siguientes formulaciones:

- Heterocigosidad esperada: $H_e = 1 - \sum p_i^2$, donde p_i = frecuencia del alelo i
- Frecuencia estimada de alelos nulos: $r = [H_e - H_o] / [1 + H_e]$
- Probabilidad de identidad: $PI = \sum p_i^4 + \sum \sum (2 \cdot p_i \cdot p_j)^2$, donde p_i, p_j = frecuencia del alelo i, j

3.3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIEDADES

Los tamaños de los alelos resultantes recogidos en la tabla 4.2.2 fueron contrastados con las dos publicaciones españolas de referencia (Ibáñez et al., 2003; Martín et al., 2003), y otras publicaciones europeas (Lacombe et al., 2013; Almadanim et al. 2007; Sefc et al., 2000) con el fin de identificar los genotipos obtenidos. También se consultaron bases de datos online, como Vitis International Variety Catalogue (www.vivc.de), European Vitis Database (www.eu-vitis.de), el catálogo de variedades cultivadas en Francia (<http://plantgrape.plantnet-project.org>) y otras bases de datos nacionales (<http://sivvem.monbyte.com> y <http://www.neiker.net/BIOVID>).

Además de la identificación varietal por comparación de tamaños de alelos, se realizó un análisis de agrupamientos de acuerdo al procedimiento recogido en los análisis estadísticos para poder establecer las posibles relaciones paterno-filiales.

3.4. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA

Se realizaron observaciones en campo durante los distintos estados fenológicos del ciclo vegetativo de la vid para detectar algún comportamiento especial entre las accesiones, como sensibilidad a plagas y enfermedades, resistencia a la sequía, sensibilidad a los golpes de sol, vigor, carencias, etc.

Las mediciones de los parámetros vegetativos y productivos se realizaron durante los años 2009 y 2010. El número de racimos por cepa y la producción por cepa se determinaron en cinco cepas por repetición, mediante conteo y pesado de racimos durante la fecha de vendimia. Se realizaron tres repeticiones por cada accesión. El peso medio del racimo se determinó en 10 racimos seleccionados aleatoriamente en cada repetición y el peso medio de la baya se estimó con una báscula (BL 3100, SARTORIUS) en 100 bayas por repetición (10 bayas por racimo). La compacidad ya había sido consignada en los caracteres ampelográficos.

En reposo invernal, se determinó el número de sarmientos por cepa, en las cinco cepas de cada repetición. Se midió también el peso de la madera de poda mediante una báscula portátil, para posibilitar el cálculo del Índice de Ravaz (producción/madera de poda).

En resumen, se determinaron los siguientes datos agronómicos para cada una de las 45 accesiones estudiadas durante dos años consecutivos (2009 y 2010):

- Comportamiento agronómico destacable
- Producción por cepa
- N° de sarmientos por cepa
- N° de racimos por cepa
- Peso de racimo
- Peso de la baya
- Peso de la madera de poda
- Fertilidad
- Índice de Ravaz

3.5. CARACTERIZACIÓN ENOLÓGICA

3.5.1. PROTOCOLO DE VENDIMIA

De acuerdo a las caracterizaciones anteriores y atendiendo a la originalidad e interés de las accesiones estudiadas, se estimó proceder a la vinificación de 17 variedades en el año 2009 (4 de ellas rosadas) y dos variedades más en el año 2010. La fecha de vendimia fue determinada tras tres controles de maduración en los que se siguió la evolución de la madurez tecnológica de la uva de las distintas accesiones durante el mes previo a la recolección. Dicho control consistió en un muestreo aleatorio de 80 bayas por cada accesión, recogiendo dos bayas por racimo y dos racimos por cepa, en un total de 20 cepas por cada accesión. Para el muestreo, se alternaron racimos expuestos y no expuestos a la radiación solar, y bayas procedentes de la cara exterior e interior, en la parte superior, media e inferior del racimo. Con el mosto obtenido en el laboratorio de las muestras recogidas, se determinó el pH, la acidez total y la concentración de azúcares (°Brix). Estos tres parámetros fueron determinantes, junto con la cata de uva en campo, para determinar el momento óptimo de vendimia de cada accesión.

Durante las dos vendimias consecutivas, se realizaron tres micro-fermentaciones por cada variedad; una micro-fermentación por repetición, a partir de racimos seleccionados aleatoriamente en las cinco cepas de cada repetición. La uva fue transportada a la bodega experimental de la Universidad de La Rioja en cajas de 15 kg para mantener la integridad del racimo. A la entrada de la uva en bodega se recogió una muestra de 300 bayas al azar, repartidas entre todos los racimos vendimiados de cada repetición. La uva se mantuvo congelada a -20°C hasta el momento de ser analizada para la determinación de los polifenoles totales y los antocianos según el método de Iland (Iland *et al.*, 2004), y para el análisis de aminoácidos y precursores aromáticos. El resto de la uva, se conservó en una cámara frigorífica a 2 °C durante 20 horas para comenzar con su vinificación al día siguiente.

3.5.2. ANÁLISIS BÁSICO DE MOSTO Y UVA

Durante el procesado de la uva se tomó muestra de 100 ml. estrujando manualmente bayas seleccionadas al azar en cada una de las tres repeticiones de cada accesión y se determinó el nivel de madurez tecnológica mediante el análisis de los siguientes parámetros:

concentración de azúcares, pH, acidez total, ácido málico y ácido tartárico, siguiendo los métodos descritos por la OIV (OIV, 1990) (Tabla 3.5.1).

Tabla 3.5.1. *Métodos analíticos utilizados en la determinación de la madurez tecnológica de la uva.*

| Parámetro | Método analítico |
|------------------------------------|--|
| Azúcares (°Brix) | Refractometría |
| pH | Potenciometría |
| Acidez total (g/l Ácido tartárico) | Volumetría ácido-base |
| Ácido málico | Método enzimático + espectrofotometría UV-VIS |
| Ácido tartárico | Método colorimétrico + espectrofotometría UV-VIS |

Para la determinación de los sólidos solubles se utilizó un refractómetro (WM-7, ATAGO, Japón). El pH se midió con el pHmetro GLP 21 (CRISON, España). La cuantificación del ácido málico y tartárico se realizó por el método enzimático mediante un analizador multi-paramétrico (LISA-200, HYCEL DIAGNOSTICS).

La muestra de 300 bayas recogida en la recepción de la uva, fue descongelada a temperatura ambiente un mes más tarde, durante las doce horas previas a la realización de los análisis. Se trituró la uva con la trituradora (ULTRA-TURRAX® T25 digital, Alemania) hasta la obtención de una masa homogénea y sin partículas groseras. Un gramo de dicha masa fue utilizado en las variedades tintas para las analíticas de polifenoles totales y antocianos según el método de Iland et al. (Australia, 2004). El resto de cada muestra fue posteriormente centrifugado a 4000 rpm durante 10 minutos en una centrífuga (HERAEUS® MEGAFUGE® 1.0/1.0 R, Alemania) para la obtención del mosto. Dicho mosto se mantuvo congelado a -20°C hasta el momento del análisis de aminoácidos y aromas.

3.5.3. VINIFICACIÓN

El proceso de vinificación de las variedades tintas durante la vendimia 2009 y 2010 se llevó a cabo siguiendo el método propuesto por Sampaio *et al.* (2007), y una metodología adaptada para el caso de las variedades destinadas a la obtención de vino blanco, que se fermentaron en ausencia de hollejos.

La uva de cada una de las tres repeticiones por variedad tinta se estrujó y despalilló manualmente por separado, llenándose un micro-fermentador con 3 kg de uva por cada repetición. Las uvas de las variedades elaboradas como vinos blancos se prensaron con los racimos enteros en una prensa vertical manual de pequeña capacidad, separando las tres repeticiones establecidas en campo para cada variedad. En ambos procesos de elaboración se sulfitó el mosto a una dosis de 60 mg/l. En la vinificación de blancos, el mosto se desfangó estáticamente sin la adición de enzimas pectolíticas durante 24 horas a 2 °C, quedando 3.5 litros de mosto desfangado y listo para fermentar por cada una de las tres repeticiones. No se realizó ninguna corrección de acidez para no interferir en los resultados analíticos ni se adicionaron otros productos enológicos.

Seguidamente, los micro-depósitos de uva tinta se inocularon con levadura Zymaflore RJA 64 (Laffort) y los de mosto blanco con levadura Arôme plus (AEB), ambas de la especie *Saccharomyces cerevisiae* a dosis de 20 g/hl, previamente hidratada según el protocolo de aclimatación indicado por las empresas suministradoras. Finalizado el proceso de siembra de levadura y homogenización, en los micro-fermentadores de uva tinta, se sumergieron los hollejos en el mosto con la ayuda de un disco plástico de polietileno agujereado que encajaba con las paredes del micro-depósito y quedaba anclado, manteniendo el sombrero sumergido en el líquido durante toda la fermentación. Una vez colocado el disco, se cerró cada micro-depósito con la tapa provista de la válvula de fermentación y se selló con Parafilm para evitar cualquier entrada de oxígeno dentro del micro-fermentador. Los micro-depósitos se trasladaron a una sala de fermentación con temperatura controlada a 29 °C para tintos y a 17 °C para blancos, mediante climatización. El progreso de la fermentación fue seguido por medición de la temperatura y densidad de cada micro-depósito en su zona central, a través de la abertura de la válvula de fermentación.

Transcurridos 15 días desde el encubado de las variedades elaboradas como tintos y 21 días para aquellas elaboradas como blancos, y una vez comprobado el fin de la fermentación alcohólica mediante análisis de azúcares reductores, se procedió al descube sin realizar la fermentación maloláctica. Para los vinos tintos se realizó un prensado manual mediante un embudo Buchner de 2000 ml equipado con un kitasato de 1500 ml, acoplado a una bomba de vacío (ABM Vacuubrand, Alfred Zippe Str. 4. Wertheim. Alemania). Finalizado el proceso de descube y prensado, se obtuvieron 2 botellas de 0.75 l de cada micro-depósito para las vinificaciones en tinto y 4 botellas de 0.75 l para las vinificaciones en blanco. Las botellas de

vino se etiquetaron y se sellaron con Parafilm, para ser guardadas durante 10 días en cámara frigorífica a 2 °C, y así promover la sedimentación de las lías en el fondo de cada botella. Pasados los 10 días, se procedió a realizar un trasiego manual. Cada una de las tres repeticiones de cada accesión (2 ó 4 botellas de 0.75 l por repetición), fueron homogeneizadas en una jarra de 4 l antes del embotellado final para evitar posibles diferencias generadas durante el proceso de descube y prensado. Se obtuvieron 1,25 l aproximadamente de vino tinto limpio, con el que se llenaron dos botellas de 0.50 l y se conservaron dos botes de 125 ml para la realización de análisis. Para los blancos se obtuvieron 4 botellas de 0.5 l por cada una de las tres repeticiones de cada variedad y se conservaron dos botes de 125 ml para la realización de análisis, al igual que con los vinos tintos.

Todas las botellas, tanto de tintos como de blancos, fueron taponadas con corchos sintéticos para evitar problemas por contaminación de TCA, previa adición en el vino de metabisulfito potásico hasta alcanzar un nivel de 40 mg/l de sulfuroso libre. Las botellas fueron utilizadas posteriormente para la evaluación sensorial con un panel de cata entrenado.

3.5.4. ANÁLISIS BÁSICO DE VINO

Una de las muestras de 125 ml fue congelada a -24 °C para la determinación del perfil aromático y de aminoácidos en vino. La otra muestra fue utilizada para el análisis de los principales parámetros analíticos: pH, grado alcohólico (%), acidez total (g/l ácido tartárico), acidez volátil (g/l ácido acético) y ácido málico (g/l) mediante un analizador multiparamétrico Wine Scan FT 120 (FOSS, Dinamarca) basado en espectroscopía infrarroja. Se determinó también la concentración de azúcares residuales mediante análisis enzimático y espectrofotometría UV-VIS (LISA-200, HYCEL, Alemania). Además, se determinaron los parámetros de intensidad colorante (IC) a partir de la suma de los valores de absorbancia a 420, 520 y 620 nm, la tonalidad como cociente entre las absorbancias a 420 y 520 nm, y el índice de polifenoles totales (IPT) determinado a partir de la absorbancia a 280 nm, mediante un espectrofotómetro UV-VIS (DR 5000TM, HACH LANGE GMBH, Alemania).

3.5.5. ANÁLISIS DE AMINOÁCIDOS EN MOSTOS Y VINOS

Los aminoácidos libres y derivados fueron analizados en el Instituto Tecnológico Agroalimentario (INTAEX) de la Junta de Extremadura bajo la dirección de la Dra. Esperanza

Valdés. La separación y detección se realizó mediante cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) en un autoanalizador de aminoácidos, Biochrom 20 de Pharmacia. Se realizó la separación de los aminoácidos en una columna de intercambio iónico y, una vez separados, los aminoácidos reaccionaron con ninhidrina. El complejo aminoácido ninhidrina fue detectado y cuantificado a 570 nm.

3.5.5.1. DESPROTEINIZACIÓN DE LAS MUESTRAS

La determinación de aminoácidos en mostos se realizó tras un tratamiento previo de desproteización de las muestras con ácido 5-sulfosalicílico PA Panreac (ASS) de calidad analítica. A 1 ml de muestra de mosto, se añadieron 25 mg de ASS. Tras una agitación se dejó reposar a 4 °C durante 1 hora. Transcurrido este tiempo, se centrifugó a alta velocidad (14000 rpm) (Microcentrífuga Jouan) durante 5 minutos. Se separó el sobrenadante y se filtró a través de un filtro de 0.22 micras (MILLIPORE).

Para la preparación de las muestras de los vinos, se realizó el mismo filtrado que en el mosto, sin ser necesaria la desproteización, dado que la riqueza proteica es muy inferior a la de los mostos. Hasta el momento del análisis, las muestras de mosto y vino fueron conservadas a -20 °C. Previo a la realización de los análisis, se atemperaron las muestras gradualmente hasta 4 °C.

3.5.5.2. ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

La determinación de los compuestos amínicos se basó en el método de Moore y Stein (1954) automatizado por análisis en flujo continuo (Poux, 1970; Poux and Ournac, 1970). Mediante el autoanalizador BIOCHROM, la separación de aminoácidos tuvo lugar en una columna intercambiadora de cationes. Como eluyentes se emplearon soluciones tampón de citrato de litio a diferentes pH, según se recoge a continuación:

- Tampón 1: Citrato de litio 0.20 M.
- Tampón 2: Citrato de litio 0.30 M.
- Tampón 3: Citrato de litio 0.5 M.
- Tampón 4: Citrato de litio 0.9 M.
- Tampón 5: Citrato de litio 1.65 M.

La detección post-columna se realizó utilizando la reacción con ninhidrina de los grupos amino para formar derivados coloreados que fueron detectados por espectrofotometría a 570 nm; excepto para la prolina e hidroxiprolina, que fueron detectadas a 440 nm. Para la cuantificación se empleó una recta de calibrado para cada aminoácido. Estas rectas se efectuaron mediante dilución de soluciones patrón (Sigma-Aldrich) que contenían todos los aminoácidos a determinar con una concentración de 0.5 nmoles/ μ l, excepto para la cisteína que fue de 0.25 nmoles/ μ l.

Los tampones de citrato de litio, la solución regeneradora de la columna (hidróxido de litio 0.3 M), la solución de ninhidrina y la solución de ultrasolvente (metil carbitol) fueron suministrados por la casa Gomensoro.

3.5.5.3. CÁLCULO DEL TAN Y YAN

La estimación del Nitrógeno Total Amínico (TAN) se realizó a partir del sumatorio de la aportación de nitrógeno de cada uno de los aminoácidos estudiados. Para ello se consideró el número de nitrógenos existente en cada aminoácido y el peso molecular de cada aminoácido con respecto al peso atómico del nitrógeno. Se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{TAN (mg/l)} = \frac{[\text{aminoácido}] \text{ (mg/l)} \times \text{Número Nitrógenos}}{\text{Peso molecular}_{\text{aminoácido}}} \times \text{Peso atómico}_N$$

El cálculo del Nitrógeno Amínico Asimilable ó *Yeast Assimilable Nitrogen* (YAN), se determinó mediante la diferencia entre el TAN y la cantidad de nitrógeno aportada por el aminoácido prolina:

$$\text{YAN (mg/l)} = \text{TAN} - N_{\text{prolina}}$$

3.5.6. ANÁLISIS DE COMPUESTOS VOLÁTILES

En la determinación de moléculas aromáticas se realizó una cuantificación de compuestos volátiles presentes en las distintas muestras. Las analíticas fueron llevadas a cabo en colaboración con el grupo de Viticultura y Enología de la Misión Biológica de Galicia (CSIC), bajo la dirección de la Dra. Mar Vilanova.

Los eluyentes utilizados fueron: etil acetato (Merck, SupraSolv), diclorometano (Merck, SupraSolv), metanol (Merck, SupraSolv) y pentano (Merck, UniSolv). La mezcla azeotrópica pentano-diclorometano (2:1, v/v) fue destilada después de la combinación del pentano y el diclorometano, y se volvió a destilar cuando se estimó necesario.

3.5.6.1. EXTRACCIÓN DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES DEL VINO

Se añadió en un tubo de cultivo de 10 ml (Pyrex, ref. 1636/26MP) 8 ml de vino, 2.4 µg de estándar interno (4-nonanol, Merck ref. 818773) y un agitador magnético (22.2 mm x 4.8 mm). La extracción de los compuestos volátiles fue realizada por agitación de la muestra con 400 µl de diclorometano (Merck, ref. 1.06054) según Oliveira *et al.* (2006). Después de refrigerar a 0 °C durante 10 min, se recogió el agitador magnético y la fase orgánica fue desechada por centrifugación (RCF=5118, 5 min, 4 °C). El sobrenadante se recogió en un vial, mediante una pipeta Pasteur. El extracto aromático se secó con sulfato sódico (Merck, ref. 1.06649) y se colocó en un nuevo vial. Las extracciones de los compuestos volátiles de cada vino fueron realizadas por triplicado.

3.5.6.2. ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

La cromatografía de gases de los compuestos volátiles en las muestras de vinos fue realizada mediante un cromatógrafo de gases Chrompack CP-900 equipado con un inyector Spit/Splitless y un detector de iones (FID) con una columna capilar, acoplado a un CP- Wax 52 CB (50 m x 0.25 mm i.d., 0.2 µm de espesor, Chrompack). La temperatura del inyector se mantuvo a 40 °C durante 5 minutos. Posteriormente se programó un incremento desde 40 °C a 235 °C, a 3 °C min⁻¹, y luego se programó desde los 235 °C hasta los 255 °C, a un gradiente de 5 °C min⁻¹. El gas portante fue helio 55 (Praxair) a 103 kPa y el split fue programado 13 ml min⁻¹. Se inyectó el extracto en fracciones de 3 µl en el modo splitless (cada 15 s).

La identificación y cuantificación de compuestos volátiles se llevó a cabo mediante el software Saturn Varian MS Workstation (versión 6.6), por comparación de los índices de retención con los compuestos estándar puros, y confirmados con GC-MS (Oliveira *et al.*, 2008). Todos los compuestos fueron cuantificados en 4-nonanol equivalentes.

Para evaluar la contribución de un compuesto al aroma de un vino fue calculado el Valor de la Actividad Odorífera (OAV) como el cociente entre la concentración del compuesto y el umbral de percepción de ese compuesto.

3.5.7. ANÁLISIS DE ANTOCIANOS EN VINOS TINTOS

Se determinaron los antocianos mayoritarios mediante la cuantificación de los compuestos no acilados, acetilados y cumarilados. Las muestras de vino fueron conservadas por congelación a -22 °C hasta 12 horas antes del análisis y filtradas previamente por 0.45 µm antes de ser colocadas en los viales. Las analíticas se desarrollaron durante una estancia en el Departamento de Agronomía de la Universidad de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), bajo la dirección del Dr. Virgilio Falco.

Los eluyentes utilizados fueron: ácido fórmico (p.a. EMSURE 98 %), acetonitrilo (p.a. EMSURE) y agua Milli-Q de calidad HPLC. Las soluciones preparadas fueron:

- Disolución A: agua / ácido fórmico /acetonitrilo - 87 : 10 : 3 (v/v/v)
- Disolución B: agua / ácido fórmico /acetonitrilo - 40 : 10 : 50 (v/v/v)

3.5.7.1. ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

El análisis de HPLC se desarrolló con el equipo HP 1100 MSD, con detector PDA UV-VIS, según el método propuesto por la OIV (Resolution OENO 22/2003). La separación cromatográfica se realizó mediante la columna Nova-Pak C₁₈ (250 × 4.6 mm i.d., 5 µm), y la pre-columna Sentry Nova-Pak C₁₈ (20 × 3.9 mm i.d.; Waters, Milford, MA), ambas calentadas a 40 °C. Todas las muestras fueron analizadas por duplicado y se inyectaron 50 µl de vino por cada muestra.

Las condiciones analíticas fueron ajustadas a un gradiente de la fase móvil, compuesta por las disoluciones A y B, con un caudal de 0.8 ml/min y un tiempo de análisis de 45 min, con 5 min de período de retorno a las condiciones iniciales. Se siguió el gradiente de elución (% v/v): 0 min, 94% A, 6% B; 15 min, 70% A, 30% B; 30 min, 50% A, 50% B; 35 min, 40% A, 60% B; 41 min, 94% A, 6% B. El espectro se registró cada segundo entre 250 y 600 nm, con un ancho de banda de 1.2 nm. Los cromatogramas se representaron a 518 nm.

La identificación de los antocianos individuales se realizó de manera indirecta, de acuerdo con los tiempos de retención de cada pico y los tiempos relativos con respecto a la malvidina-3-glucósido.

3.5.8. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DE LOS VINOS

La evaluación sensorial de los vinos se realizó en la sala de cata del edificio Científico Tecnológico de la Universidad de La Rioja en dos sesiones, dos meses después del embotellado de los mismos y con un período de dos días entre ambas sesiones. El panel de cata se formó por enólogos de bodegas de la Denominación de Origen Calificada Rioja y por personal docente e investigador de la Universidad de La Rioja y del Instituto de las Ciencias de la Vid y del Vino, hasta sumar un total de 15 personas. Se analizó una de las tres repeticiones obtenidas de cada accesión o variedad, eligiendo aquella con menor concentración de azúcares residuales. La repetitividad del panel fue evaluada mediante la inserción de muestras repetidas al azar, en cada una de las sesiones de cata, pudiendo descartar los catadores cuya desviación estándar fue superior al 10 % del valor medio. En la descripción de cada muestra se siguió el método establecido por la norma ISO 11035, realizándose la valoración de los vinos según la ficha recogida en la Tabla 3.5.2. y otorgando una calificación final (0-100) a cada una de las muestras.

Tabla 3.5.2. Ficha de evaluación sensorial normalizada según ISO 11035 para los vinos tintos.

| DESCRIPTOR | DEFINICIÓN DE CONSENSO | PUNTUACIÓN | | | | | |
|-------------------------------|--|------------|---|---|---|---|---|
| ASPECTO O FASE VISUAL | | | | | | | |
| Intensidad | Pigmentación | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Rojo cereza | Picota, rojo de las cerezas maduras | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Violáceo | Color violáceo de vino joven | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Brillante | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Vivacidad | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Limpidez | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| AROMAS O FASE OLFATIVA | | | | | | | |
| Intensidad aromática | Grado de intensidad aromática a copa parada | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Fruta madura | Fruta negra, mermelada, compota, gominola | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Fruta fresca | Fresa, ciruela, melocotón, frambuesa, casis | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Fruta pasificada | Pasas, higos secos | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Floral | Flores aromáticas | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Lácteos | Yogurt, queso fresco, leche | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Herbáceos | Vegetal, esparrago, musgo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Plantas aromáticas | Té, tomillo, eucalipto, menta | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Pastelería | Cremoso, crema, natillas, bollería | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Mantequilla | Margarina | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Frutos secos | Avellana, almendras | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Espicias | Clavo, pimienta negra, cedro | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Vainilla | Canela, coco | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Levadura | Corteza de pan, pan horneado, pan caliente | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Balsámico | Eucalipto, mentolado | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Alcohólico | Sensación alcohólica en nariz | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Animal | aromas de cuero, animal (no Brett) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Roble | Madera de roble de mala calidad, tablón | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Reducción | Cerrado, aroma relacionado con sulfuros | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| GUSTO Y TEXTURA | | | | | | | |
| Dulce | Ataque dulce en boca | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Graso | Glicérico, suave, sedosidad, acuoso, redondo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ácido | Acidez en exceso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Fresco | Acidez positiva en paladar medio | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Duración | Tiempo con sensaciones gustativas en boca | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Volumen | Cuerpo, estructura | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Tanicidad | Intensidad tánica positiva | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Amargo | Taninos amargos, gusto amargo | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Astringente | Sensación táctil de los taninos, fricción labios | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Secante | Deja sequedad en boca, facilidad de ensalivar | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Químico | Sensaciones químicas en boca | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ardiente | Produce percepción de calor en boca | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| RETRONASAL | | | | | | | |
| Complejo | Produce muchas percepciones diferenciables | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Cálido | Alcohólico, percepción de calor | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Persistencia | Duración en el tiempo de la retronasal | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Madera | Madera de roble, crianza en bodega | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Afrutado | Afrutado de cualquier tipo, frutas | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Láctico | Lácteos, leche, yogurt, queso fresco | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

3.6. ANALISIS ESTADÍSTICOS

3.6.1. CARACTERIZACIÓN AMPELOGRÁFICA Y GENÉTICA

En el estudio de los 44 caracteres ampelográficos obtenidos en las 45 accesiones se realizó un análisis de agrupamientos con la finalidad de generar un dendrograma capaz de mostrar las relaciones morfológicas existentes entre dichas accesiones. Se eliminaron los caracteres no discriminantes y se construyó una matriz de distancias usando el coeficiente de correlación de Pearson a partir de datos estandarizados. La matriz fue sometida a un análisis de conglomerados (análisis multivariado) mediante el software estadístico INFOSTAT (Professional 2007 edition, Córdoba, Argentina) que resultó en el dendrograma de la figura 4.1.1. Se utilizó el método de agrupamiento de la media ponderada entre grupos (UPGMA) y el coeficiente de correlación de Pearson.

Para el análisis estadístico de los marcadores moleculares se obtuvo una matriz de distancias, inversa a la matriz de similitud, que fue calculada mediante el coeficiente de proporción de alelos compartidos entre los distintos genotipos resultantes. Se asumió que la población objeto del presente estudio cumplía con el equilibrio de Hardy-Weinberg y que cada locus se encontraba en un cromosoma independiente. El dendrograma resultante, elegido de entre todos los dendrogramas posibles por su mayor coeficiente de correlación cofenética (R), representó las relaciones encontradas entre los genotipos no redundantes. Para el cálculo de la matriz y la representación de los distintos dendrogramas, así como su coeficiente de correlación cofenética correspondiente, se utilizó el software NTSYSpc2.2 (Rohlf, 2005).

3.6.2. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y ENOLÓGICA

Todos los parámetros agronómicos y enológicos se representaron en las tablas mediante su valor medio y su correspondiente error estándar. Se descartó la realización de un análisis de varianza porque el estudio fue realizado sobre un banco de germoplasma sin un diseño de bloques al azar que permitiese un análisis estadístico adecuado. Además, el trabajo no busca la comparación entre las diferentes variedades descritas, por lo que se descartó la utilización del análisis de varianza como técnica estadística.

Se calcularon las medias geométricas de todos los descriptores empleados en la evaluación sensorial para cada uno de los vinos evaluados, de acuerdo a la metodología establecida por la norma ISO 11035.

Para el tratamiento de los datos correspondientes a la caracterización de mostos y vinos en aquellas variedades que fueron vinificadas durante las campañas de 2009 y 2010 (aminoácidos, compuestos volátiles, antocianos, etc.), así como para los datos obtenidos en el análisis sensorial, se realizaron Análisis de Componentes Principales mediante el software estadístico INFOSTAT (Professional 2007 edition, Córdoba, Argentina).

Por último, se realizaron análisis de correlación entre la composición amínica de los mostos y la composición volátil de los vinos con el software estadístico SPSS (SPSS 11.5.0, SPSS Inc. 2002, Chicago, EEUU).

4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.7. CARACTERIZACIÓN AMPELOGRÁFICA

3.7.1. ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTOS.

En el dendrograma de la figura 4.1.1, obtenido a partir de la matriz de 44 caracteres ampelográficos en las 45 accesiones estudiadas, se representaron las diferentes relaciones morfológicas observadas entre dichas accesiones y sus agrupamientos. El coeficiente de correlación cofenética en el análisis de conglomerados, realizado mediante el valor promedio y utilizando la matriz de correlación de Pearson con datos estandarizados, fue de 0.83. Por lo tanto, puede afirmarse que el ajuste del análisis cluster fue adecuado.

Dentro de dicho dendrograma, algunos grupos presentaron una alta similitud entre sus individuos, pero otros manifestaron mayor heterogeneidad. Resulta muy interesante establecer, para dicho dendrograma, el nivel de disimilitud por debajo del cual se puede suponer que las accesiones afectadas correspondían a una misma variedad. Las diferencias encontradas a nivel ampelográfico por debajo de dicho nivel, serían aquellas diferencias correspondientes a la variabilidad intravarietal. Las diferencias existentes entre dos accesiones por encima de dicho nivel, corresponderían a variedades distintas.

Para establecer el nivel de disimilitud en el dendrograma, por debajo del cual todas las accesiones se correspondían con una misma variedad, se tomó como referencia el agrupamiento más numeroso que se había encontrado (desde la accesión B-47 hasta la R-30). Se consideró que, tanto por sus características ampelográficas como por su denominación local, todas esas accesiones podían corresponderse con la variedad Tempranillo. Por lo tanto, se estableció el valor de 0.15 como el nivel de disimilitud por debajo del cual todas las accesiones se asociaban posiblemente a una misma variedad. Teniendo en cuenta este nivel, si se considerasen diferentes variedades todas aquellas accesiones relacionadas entre sí por un nivel superior a 0.15, se tendría un total de 20 posibles variedades distintas, entre las 45 accesiones estudiadas. Es necesario indicar que el grupo de los “Tempranillos”, además de ser el más numeroso, tenía grandes probabilidades de presentar una alta variabilidad intravarietal, debido al carácter histórico de dicha variedad y a la relevancia que tiene en cuanto a la superficie de viñedo cultivada.

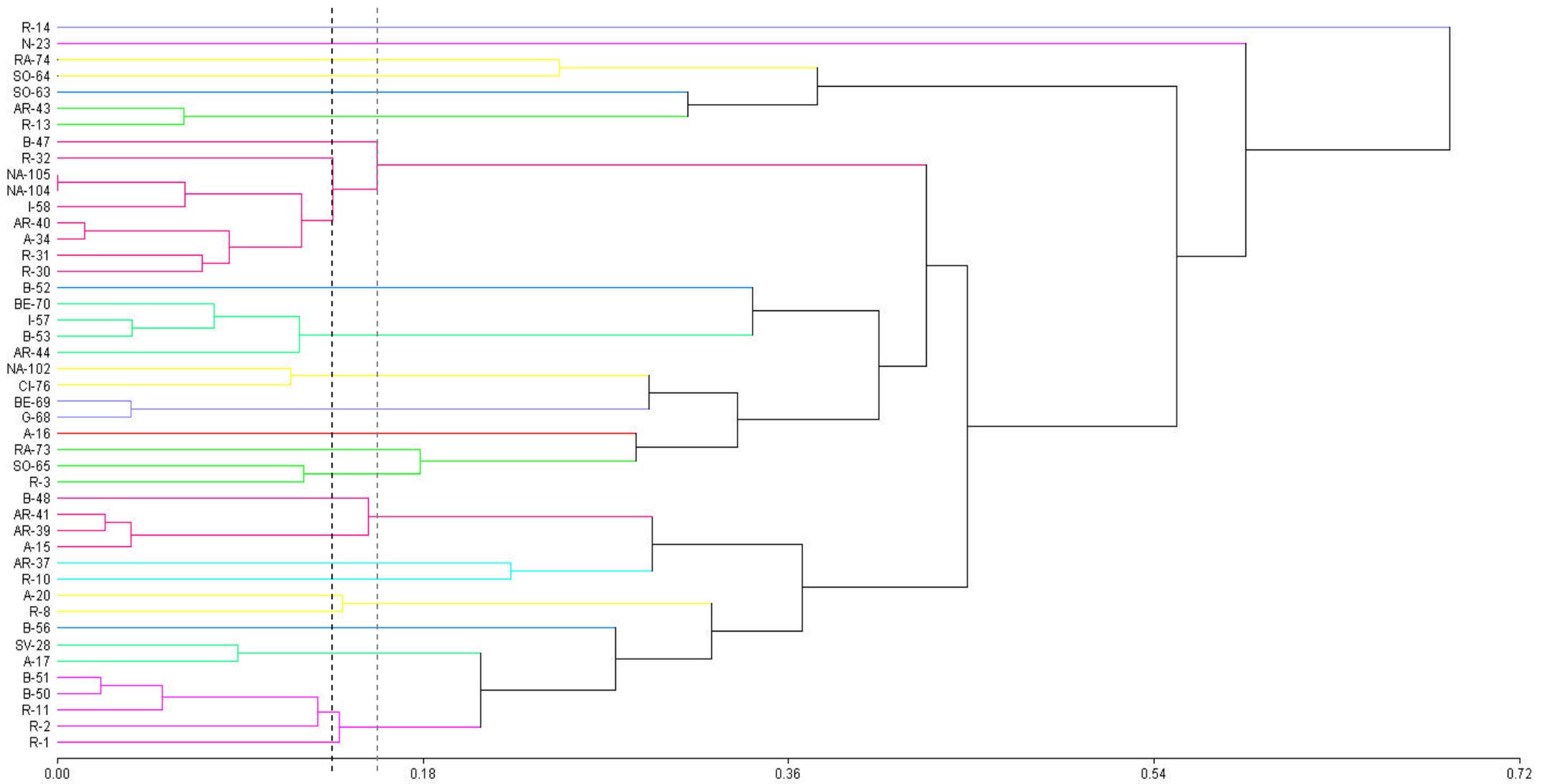


Figura 4.1.1. Dendrograma de las 45 accesiones obtenido por el método UPGMA con 44 descriptores ampelográficos y el coeficiente de correlación de Pearson.

Considerando que la caracterización ampelográfica, como queda recogido posteriormente en el análisis del grupo de los “Tempranillos”, consideró la accesión B-47 como diferente variedad del resto del grupo, el nivel de disimilitud para considerar dos accesiones como variedades distintas pudo establecerse en torno a 0.13. De este modo, se exige un menor nivel de diferenciación para que dos accesiones puedan ser consideradas la misma variedad. Con este último nivel de disimilitud establecido, se incrementaría hasta 25 el número de variedades recogidas en el presente estudio; cinco variedades más que con el nivel propuesto anteriormente. Es lógico que, conforme se reduce el nivel de disimilitud exigido para que dos accesiones sean consideradas la misma variedad, se incremente el número de posibles variedades que pueden estar presentes en el estudio. Este nivel de disimilitud establecido para la diferenciación de variedades fue, también y en principio, coherente con otros agrupamientos de materiales distintos a “Tempranillo” y parcialmente conocidos, que se discuten en este mismo apartado. Las diferencias ampelográficas encontradas en estudios previos sobre distintas accesiones correspondientes a la variedad Tempranillo muestran un nivel de disimilitud máximo de 0.11 (Cervera *et al.*, 2002). Otro estudio recogió que para dos accesiones conocidas como Albillo, con un nivel de disimilitud inferior a 0.17, pueden resultar dos variedades diferentes (Cervera *et al.*, 2001). En otros trabajos, se propuso un nivel de disimilitud a partir de 0.15 para considerar variedades tintas como hipotéticamente diferentes (Martínez de Toda and Sancha, 1997 a), mientras que las agrupaciones consideradas en anteriores tesis doctorales fijaron un límite de disimilitud de 0.25 (Concepción I., 2001). Independientemente del nivel de disimilitud considerado, para el establecimiento definitivo del número de variedades diferentes es indispensable abordar la caracterización genética que se recoge en el siguiente apartado y que complementa a la caracterización ampelográfica aportando una mayor objetividad. La diversidad ampelográfica de una variedad está condicionada a la presencia de descriptores inestables ó subjetivos y a otros descriptores que no pueden medirse de forma cuantitativa, por lo que el nivel de disimilitud encontrado suele ser mayor que en los estudios moleculares (Cervera *et al.*, 2002).

A nivel global, los agrupamientos del dendrograma siguieron una figura escalonada que permitió una ordenación relativamente sencilla. En primer lugar, muy diferenciada del resto, destacó la accesión **R-14**, por ser aquella accesión con menos características en común con el resto de materiales estudiados. El nivel de disimilitud tan alto con el que se unió al resto de accesiones en el dendrograma reflejó importantes diferencias. Las principales características que la diferenciaron del resto de accesiones fueron la ausencia de senos

laterales en la hoja, la presencia de 3 ó más zarcillos consecutivos en el pámpano, un racimo extremadamente corto y suelto, la consistencia muy firme de su pulpa y un sabor particular de tipo “foxé”. La denominación local con la que aparece recogida dicha accesión es “Sabor a menta”, haciendo alusión a ese gusto extraño que se recoge en la descripción ampelográfica. Debido a las características tan particulares que presentó esta accesión, se pudo pronosticar que no se trataba de la especie *Vitis vinifera* pura, dado que esta especie presenta siempre senos laterales, además de poseer la típica secuencia de dos nudos consecutivos con zarcillo y un nudo sin zarcillo y carecer de cualquier gusto “foxé”. Esta última característica es común en las variedades pertenecientes a *Vitis labrusca*, especie cultivada en el Noreste de Estados Unidos (Galet, 1988). En España puede encontrarse dicho sabor en algunos híbridos productores directos (HPD) que fueron desarrollados para luchar contra Filoxera y, aunque no está autorizado su cultivo desde el año 1955 (Hidalgo, 1993), todavía existen parrales de dicho material vegetal en antiguos pazos de la región gallega, cuya uva se destina al consumo familiar como uva de mesa. A pesar de que la caracterización ampelográfica fue bastante determinante y limitó la correspondencia del material recogido a un número reducido de variedades, no fue posible la identificación definitiva, para la cual es indispensable el análisis de marcadores moleculares.

Siguiendo el orden del dendrograma, la segunda accesión más diferenciada del resto fue la **N-23**, recogida con el nombre local de “Tempranillo del Barón” en el valle del Najerilla, al Suroeste de la D.O.Ca. Rioja. La característica que más la diferenció fue la presencia de dientes en el seno peciolar, al igual que Jaén Blanco, siendo la única accesión del banco de germoplasma con dicha particularidad. También poseía dientes en los senos laterales superiores, aunque ésta última característica no es tan extraña en las variedades de vid europeas. Dentro de las variedades de vinificación, destacó además por su gran tamaño de racimo, con un peso medio elevado, al igual que por la longitud y anchura de su baya. Aunque se incluye la palabra “Tempranillo” en su denominación, sus diferencias ampelográficas con respecto al grupo donde se ubican diferentes accesiones conocidas como Tempranillo eran considerables. De dicho razonamiento y, en vista de la gran distancia que separó la accesión N-23 del grupo comprendido entre las accesiones B-47 y R-30, pudo concluirse que “Tempranillo del Barón” era una variedad diferente de Tempranillo. Sus principales diferencias con respecto a este grupo de “Tempranillos”, aparte de las ya mencionadas en cuanto a la presencia de dientes en el seno peciolar y un mayor tamaño del racimo (caracteres OIV 081-1 y 202/203 respectivamente) fueron la carencia de pelos erguidos en el peciolo (carácter OIV 091), una

menor hinchazón del haz en el limbo (carácter OIV 075) y un número más elevado de alas en el racimo (carácter OIV 209).

El siguiente grupo del dendrograma, constituido por cinco accesiones (RA-74, SO-64, SO-63, AR-43 y R-13), englobó exactamente a aquellas variedades del banco de germoplasma consideradas, en principio, como uva de mesa. Los principales descriptores ampelográficos que las diferenciaron del resto de accesiones, consideradas como uvas de vinificación, hicieron referencia fundamentalmente a las características del racimo. Por un lado, los racimos fueron de mayor tamaño y menos compactos (caracteres OIV 202 y 204 respectivamente); por otro lado, la baya, además de tener un tamaño notablemente mayor, tenía la consistencia de la pulpa más firme y un mayor grado de dificultad para separar dicha baya de su pedicelo (caracteres OIV 503, 235 y 240* respectivamente).

Dentro de este grupo destacaron dos accesiones por ser relativamente muy próximas: la **R-13** conocida localmente como “Cojón de Gato” y **AR-43**, con el mismo nombre local. Sus diferencias ampelográficas son muy leves y consistían fundamentalmente en pequeños matices respecto del tamaño y morfología del racimo, así como de la baya. La diferencia más notable de las accesiones R-13 y AR-43 respecto de las otras accesiones de uva de mesa se encontró en la coloración de la baya: las dos “Cojón de Gato” poseían una epidermis totalmente oscura, mientras que las otras tres eran rosáceas ó grises (carácter OIV 225). También existieron diferencias respecto al color del sarmiento, de tonalidad marrón en las dos primeras, frente a tonalidades amarillentas o rojizas en las otras tres accesiones. Las hojas también presentaron diferencias morfológicas importantes: tanto la R-13 como la AR-43 poseían un limbo más pequeño y 3 lóbulos, frente a un mayor tamaño de hoja con 5 lóbulos en las otras accesiones (carácter OIV 065 y 068 respectivamente). Además, el racimo de las dos conocidas como “Cojón de Gato” fue ligeramente más pequeño que el de las otras tres, y su baya poseía una forma alargada. De acuerdo con la descripción ampelográfica, pudo considerarse que tanto la accesión R-13 como la AR-43, ambas procedentes de la Rioja Baja, en concreto de las localidades de El Redal y Arnedo respectivamente, se correspondían con la misma variedad conocida localmente como “Cojón de Gato”. Dicha denominación no se encuentra inscrita en la Lista de Variedades Comerciales de Plantas de Vid del Reglamento General del Registro de Variedades Comerciales de Plantas (ORDEN APA/748/2002, de 21 de marzo). Tampoco se cita en la colección de vides de El Encín (Cabello F., 1995), aunque sí se recoge la variedad Collón de Galo, cuyo nombre guarda cierta similitud con la denominación

local de las accesiones R-13 y AR-43. La variedad Cojón de Gato aparece citada en el catálogo internacional de variedades de vid (<http://www.vivc.de>, acceso: 10/07/2012), como una sinonimia de la variedad Juan García, también denominada Collón de Gato ó Collón de Galo. La variedad Collón de Galo es una sinonimia de la variedad Juan García ó Mouratón (Cabello *et al.*, 2011); pero la coloración del racimo (carácter OIV 225), entre otros descriptores ampelográficos, indican que Collón de Galo y las dos accesiones recogidas en el presente estudio como “Cojón de Gato” son dos variedades diferentes. Ni la denominación local de las accesiones R-13 y AR-43, ni su descripción ampelográfica, resultaron determinantes para establecer posibles homonimias ó sinonimias. Por lo tanto, la caracterización genética resulta fundamental para profundizar en el conocimiento de dichas accesiones.

Considerando las otras tres accesiones restantes de este grupo de cinco variedades de uva de mesa, se pudo observar que la accesión **SO-63**, recogida con el nombre local de “Navarra” en la localidad de Sotés, al Suroeste de Logroño, estuvo ligeramente más diferenciada respecto de la RA-74 y SO-64. Los descriptores ampelográficos que más definían dichas diferencias en las hojas fueron el color, con tonalidades verdosas frente a bronceadas ó rojizas (carácter OIV 051*) y el seno peciolar cerrado de la SO-63 frente al seno peciolar abierto de las otras dos accesiones (carácter OIV 080). Además, se distinguieron también otras diferencias en la forma del limbo, siendo éste de forma pentagonal con un hinchazón más fuerte, frente a las formas orbiculares y con hinchazón débil de las otras dos accesiones (caracteres 067 y 075 respectivamente). En la baya también pudieron distinguirse dos diferencias fundamentales: la SO-63 tenía un menor tamaño y el color de la epidermis era gris y no rosa, como la RA-74 y SO-64. Al igual que ocurrió con el nombre de “Cojón de Gato”, la denominación local “Navarra” tampoco aparece recogida en la Lista Oficial de Variedades Comerciales ni en la colección de vides de El Encín, por lo que no fue posible discutir ninguna sinonimia. Sí que es citada en esta última publicación la variedad Navarro, con el código 22-M-2 (Cabello F., 1995), y posteriormente en el libro de variedades de vid en España (Cabello *et al.*, 2011), donde se recogía como una sinonimia de la variedad Garnacha Tinta. La variedad Navarro ó Garnacha Tinta difiere sustancialmente de la descripción realizada sobre la accesión SO-63, que se correspondió con una variedad de uva de mesa y era conocida localmente como “Navarra”. Por lo tanto, la variedad Navarro y la denominación local “Navarra” no guardan relación alguna, a excepción de la similitud de su nombre.

Finalmente, dentro del grupo de accesiones de uva de mesa, quedaron la **RA-74** y **SO-64**. La accesión SO-64 fue recogida con el nombre local de “Teta de vaca” en la localidad de Sotés. Como su propio nombre local indica, la principal característica de esta variedad era la forma de sus bayas, que se asemejan a las glándulas mamarias de dicho animal. Además, la forma del seno peciolar era en “V” y no en “U” como la RA-74. El resto de diferencias con respecto a la RA-74 eran más leves: la SO-64 tenía un mayor grado de solapamiento del seno peciolar, el color del pámpano era más rojizo tanto en la cara dorsal como en la ventral y el color del sarmiento mostraba tonalidades violeta-rojizas, a diferencia de los tonos amarillentos de la RA-74. Son pocas las variedades con una forma tan particular de la baya como la SO-64, lo que parecía indicar, tal y como se encuentra recogido en la lista de descriptores ampelográficos (2ª edición O.I.V. 2001), que podía tratarse de la variedad de mesa Ahmeur bou Ahmeur. Dicha sinonimia ya había sido descrita anteriormente en el Vitis International Variety Catalogue (<http://www.vivc.de>, acceso: 10/07/2012) y por otros autores (Cabello et al., 2011), pero debe de ser confirmada mediante los análisis moleculares para tener total garantía de dicha afirmación. Respecto a la accesión RA-74, recogida en la localidad de Labastida, dentro de la subzona de Rioja Alavesa, se desconoce cualquier nombre local así como cualquier otro carácter ampelográfico que permita realizar cualquier aproximación a la identificación de dicha variedad. Por ello, se hace imprescindible la realización de los análisis genéticos que esclarezcan a qué variedad de uva de mesa pertenece dicha accesión.

Siguiendo un orden descendente en el dendrograma (Figura 4.1.1), se tiene el grupo más amplio, compuesto por nueve accesiones: B-47, R-32, NA-105, NA-104, I-58, AR-40, A-34, R-31 y R-30. Aunque el dendrograma muestra diferencias morfológicas relativas destacables, todas las accesiones pertenecientes a este grupo podían pertenecer a una misma variedad que posea una amplia variabilidad intravarietal, como suele ocurrir en variedades históricas ampliamente cultivadas. La accesión B-47 fue recolectada como Tempranillo Rojo y tanto la NA-104 como la NA-105 fueron recolectadas como Tempranillo. Por lo tanto, se puede indicar que el resto de accesiones del grupo, cuya caracterización ampelográfica es muy semejante a estas, podían corresponderse también a la variedad Tempranillo. La heterogeneidad intravarietal del Tempranillo es muy grande debido a la gran superficie que ocupa su cultivo y el carácter histórico de esta variedad (Cabello y de la Fuente, 1993; Cervera *et al.*, 2002; Pérez-Hugalde *et al.*, 2004; Martínez de Toda, 2000). La existencia de una colección con 729 biotipos diferentes de Tempranillo dentro de una colección de 1.667 accesiones en la finca institucional de La Grajera, perteneciente al Gobierno de la Rioja (Vicente T. *et al.*, 2006), así como otra

colección de 550 biotipos de Tempranillo perteneciente a bodegas RODA, confirman la gran heterogeneidad intravarietal de dicha variedad. Entre los biotipos más destacados se encuentran los denominados “Tempranillos peludos” (Hernández M., 1991), caracterizados por su gran densidad de pelos en el envés y sus bajas producciones.

La accesión **B-47**, recogida en la localidad de Badarán, era conocida localmente en el valle del Najerilla como Tempranillo Royo. Difirió sustancialmente del resto de accesiones pertenecientes a este grupo, pero la diferencia más importante hacía referencia a su nombre local: el color de la epidermis de la baya, que mostraba una tonalidad grisácea. La similitud que compartía con el Tempranillo a nivel de órganos aéreos (pámpanos, hojas, etc.) y la coloración de la baya, pudieron ser los motivos fundamentales por los que a esta variedad se la hubiese denominado Tempranillo Royo. Por lo tanto, al tener una coloración distinta en la baya, era una variedad diferente de Tempranillo Tinto. Un único carácter puede ser determinante a la hora de discernir entre variedades. Sin embargo, dos individuos pueden ser diferentes en varios caracteres y ser considerados como una misma variedad, entendiendo dicha variación morfológica como parte de la heterogeneidad intravarietal propia de un cultivar. Además del color de la epidermis, las principales diferencias ampelográficas que tenía la accesión B-47 con respecto al resto del grupo de “Tempranillos” se encontraban en el racimo: poseía mayor anchura, era más compacto y tenía el pedúnculo ligeramente más corto (caracteres OIV 203, 204 y 206 respectivamente). El incremento de la compacidad era debido fundamentalmente al mayor peso de la baya (carácter OIV 503). A nivel ampelográfico pudo determinarse que, debido a la similitud presentada para aquellos descriptores referentes a los diferentes órganos de la vid con la variedad Tempranillo, y teniendo en cuenta las diferencias en la coloración de la epidermis de la baya, la accesión B-47 podía ser considerada como una variedad nueva y original del valle del Najerilla, de la que no se conocía referencia bibliográfica histórica alguna, pero que quedó recientemente caracterizada (Martínez de Toda *et al.*, 2012 b; Balda P., 2010). Como consecuencia de tal desconocimiento, dicha variedad tampoco se encontraba recogida en la Lista de Variedades Comerciales de Plantas de Vid (ORDEN APA/748/2002, de 21 de marzo). Para ser inscrita provisionalmente, deberá ser estudiada al menos durante 5 años (Reglamento CEE núm. 2389/89 del Consejo, de 24 de julio de 1989, relativo a las normas generales referentes a la clasificación de las variedades de vid), por lo que se requerirán estudios más profundos que posibiliten el registro de Tempranillo Royo en dicho listado. Similares mutaciones de Tempranillo Royo han sido detectadas recientemente en cepas aisladas de viñedos ubicados en los municipios de Navarrete y San Vicente de la Sonsierra.

La siguiente accesión del grupo de los “Tempranillos” que más difirió respecto del resto de accesiones fue la **R-32**. Se recogió en la localidad de El Redal y carecía de nombre local que hiciese mención a cualquier particularidad. A nivel ampelográfico, los descriptores que más determinaron esas diferencias se encontraban fundamentalmente en la hoja adulta: fue la única accesión del grupo que mostraba dientes en los senos laterales superiores (carácter OIV 083-2) y presentaba una densidad de pelos erguidos en el peciolo relativamente alta (carácter OIV 091), aunque este último descriptor no resulta tan discriminante. Las variaciones encontradas a nivel ampelográfico, a diferencia de la anterior accesión B-47, no permitieron diagnosticar que se tratase de una variedad diferente de Tempranillo, dado que dichas diferencias podían englobarse dentro de la propia variabilidad intravarietal. Por lo tanto, se podía afirmar que, a nivel ampelográfico, la accesión R-32 se correspondía con la variedad Tempranillo tinto, si bien era necesario confirmar dicha afirmación con los análisis moleculares.

El resto de accesiones del grupo de los “Tempranillos” se encontraron divididas fundamentalmente en dos subgrupos: el primero estaba formado por las accesiones NA-104, NA-105 e I-58, y el segundo estaba formado por las accesiones AR-40, A-34, R-30 y R-31. Según el dendrograma de la caracterización ampelográfica realizada (Figura 4.1.1), las accesiones **NA-104** y **NA-105**, ambas recogidas como Tempranillo en la localidad de Navarrete, eran idénticas. Además, a nivel ampelográfico, coincidieron con las abundantes descripciones existentes sobre esta variedad (Cabello *et al.*, 2011; Peñín J. *et al.*, 1997; Boidron R. *et al.*, 1995) y con el aspecto general de una variedad tan conocida, por lo que pudo indicarse con toda seguridad que se trataban de la variedad Tempranillo. La accesión **I-58** era morfológicamente muy similar a las anteriores y únicamente difería levemente en 5 descriptores referentes al pámpano y a la hoja adulta: mayor intensidad de la pigmentación antociánica de los pelos tumbados de la sumidad, color de la cara dorsal del entrenudo más verdoso, tonalidad del haz de la hoja más amarillenta, grado de solapamiento del seno peciolar más elevado y mayor densidad de pelos erguidos en el peciolo (caracteres OIV 003, 007, 051*, 079 y 091 respectivamente). Las pequeñas variaciones citadas indicaban que la accesión I-58, recogida con el nombre “Tinto Aragonés”, se correspondía también con la variedad Tempranillo. Ninguno de los caracteres mencionados anteriormente permitía considerar la accesión I-58 como una variedad diferente, a diferencia de la accesión B-47 con la diferencia sobre el color de la epidermis de la baya (carácter OIV 225).

Las diferencias morfológicas del segundo subgrupo de “Tempranillos” (**AR-40, A-34, R-30 y R-31**) respecto del primero, coincidieron en los mismos descriptores que variaban en la accesión I-58 con respecto a la NA-104 y NA-105; a excepción del OIV-007, que poseía en ambos grupos los mismos valores. Pero en este caso, además de las variaciones morfológicas anteriormente mencionadas, destacaron 4 descriptores ampelográficos que marcaron las diferencias más notables: tamaño del limbo, longitud del racimo, longitud de la baya y anchura de la baya (caracteres OIV 065, 202, 220 y 221 respectivamente). Todos ellos estaban estrechamente relacionados con el vigor de la planta, por lo que tampoco pudieron considerarse como suficientes ni determinantes para establecer que las cuatro accesiones de este subgrupo correspondían a una variedad distinta de Tempranillo. De esta forma, se identificaron también aquellos descriptores ampelográficos más relevantes para describir la heterogeneidad intravarietal de Tempranillo existente en estas accesiones. Las diferencias morfológicas existentes entre la accesión AR-40 y A-34, así como aquellas entre la R-31 y R-30, correspondían igualmente a los descriptores ampelográficos anteriormente descritos. Con la excepción de la A-34, recogida en la localidad de Aldeanueva de Ebro, en la Rioja Baja, con el nombre local de “Teta de vaca”, el resto de accesiones carecían de cualquier nomenclatura. Como a nivel ampelográfico se desprendía que las cuatro accesiones pertenecientes a este subgrupo podían ser consideradas como Tempranillo, la denominación local de “Teta de vaca” a la accesión A-34 no pudo ser más que un error. Esta nomenclatura solía utilizarse para vides destinadas a la producción de uva de mesa y con una morfología de la baya muy característica, como ha quedado descrito anteriormente.

Debajo del grupo de los “Tempranillos” (Figura 4.1.1), se encontraba la accesión **B-52** que fue recogida con la denominación local de “Tintorera” en la localidad de Badarán, en la subzona de Rioja Alta. El nombre local hacía alusión a la presencia de antocianos en la pulpa. El nivel de disimilitud con respecto a aquellas accesiones más próximas a esta variedad denominada “Tintorera” era muy superior a 0.13 ó 0.15, por lo que se consideró una variedad diferente, teniendo en cuenta también la particularidad de la coloración de su pulpa, muy poco habitual en la especie *Vitis vinifera*. Una de las características morfológicas que diferenciaron la accesión B-52 del resto fue la presencia de una mayor densidad de pelos tumbados, tanto en la extremidad del pámpano como en el envés de la hoja. Más notable e importante fue la mayor intensidad de su pigmentación antociánica en los pelos tumbados de la extremidad del pámpano, así como la de los nervios principales del haz. El color del haz del limbo destacó también por tener una tonalidad más cobriza-rojiza de lo que suele ser habitual en variedades

de vinificación. Respecto a la morfología del racimo y de la baya se detectaron también diferencias, aunque eran menos discriminantes, a excepción del carácter OIV 231, que manifestó una intensidad fuerte de la pigmentación antocianica de la pulpa en la accesión B-52, como ya se había reflejado anteriormente. Por lo tanto, la accesión B-52 podía corresponderse con alguna de las variedades de vinificación tintoreras más comunes cultivadas en España, como son Alicante Henri Bouschet, Morrastel x Bouschet ó Petit Bouschet (Cabezas J. A. *et al.*, 2003). Para esclarecer cualquiera de las correspondencias anteriormente mencionadas era necesario realizar la identificación mediante el estudio de los marcadores moleculares. En cualquier caso, y desde el punto de vista ampelográfico, era casi seguro que se correspondía con la variedad Petit Bouschet, sinonimia de Negrón de Aldán (Martín J. P. *et al.*, 2003), atendiendo a su parecido ampelográfico descrito por otros autores (Galet P., 1988).

El siguiente grupo del dendrograma se componía de cuatro accesiones: **BE-70, I-57, B-53 y AR-44**. Todas ellas, con independencia de su lugar de origen, fueron recogidas con la denominación de Graciano. Las cuatro accesiones tenían un nivel de disimilitud inferior al encontrado en el grupo de los “Tempranillos”. Por lo tanto, aunque el grupo de los “Gracianos” fuese menos numeroso, también podía afirmarse que, en el supuesto caso de que todas las accesiones fuesen la misma variedad, la heterogeneidad intravarietal muestreada era ligeramente inferior a la del grupo de los “Tempranillos”. Los principales caracteres ampelográficos que diferenciaban en general a las cuatro accesiones denominadas Graciano con respecto al resto de variedades de vinificación, se basaron fundamentalmente en una mayor pigmentación antocianica de la extremidad del pámpano joven y de los nervios de la hoja, así como en un color más rojizo en el dorso del pámpano y en el limbo de la hoja (caracteres OIV 003, 070, 007 y 051* respectivamente). También se pudieron diferenciar otras características morfológicas menos relevantes en las hojas que hacían referencia a la vellosoidad, a un menor tamaño del limbo y a su nivel de hinchazón. En racimo, se podía considerar a nivel global que su tamaño era ligeramente inferior a la media del resto de accesiones del banco de germoplasma, así como también era menor el tamaño de la baya. Atendiendo a los resultados ampelográficos obtenidos, en comparación con los de otras descripciones de la variedad Graciano ó Morrastel (Galet P., 1988; Boidron R. *et al.*, 1995; Cabello F. *et al.*, 2011) y al conocimiento y experiencia propia acumulados sobre la variedad Graciano, pudo concluirse que las cuatro accesiones estaban denominadas localmente de forma correcta. Se correspondían con diferentes biotipos de la variedad Graciano,

históricamente autorizada en la D.O.Ca. Rioja como una de las variedades para el cultivo de la vid.

Los caracteres ampelográficos que más determinaron la variabilidad intravarietal en las cuatro accesiones estudiadas se encontraron en la hoja adulta y en el racimo. La accesión que más difirió del resto del grupo fue la AR-44. Destacó por tener mayor hinchazón del haz del limbo, así como por un racimo más pequeño y más suelto (caracteres OIV 202 y 204). Estas dos últimas características pudieron ser provocadas por la presencia de virosis en el material recogido, dado que dichos efectos son muy comunes en vides con entrenudo corto infeccioso - GFLV (Padilla V. *et al.*, 2007). Las tres accesiones restantes presentaron un nivel de disimilitud muy pequeño. La accesión BE-70 difería ligeramente de la I-57 y de la B-53 en el número de lóbulos y pigmentación de los nervios de las hojas, así como en la forma, tamaño y compacidad del racimo. Las accesiones I-57 y B-53 únicamente diferían entre sí en la distribución de la pigmentación antociánica de los nervios principales del haz y en el número de alas de los racimos (caracteres OIV 070 y 209). Todas estas pequeñas diferencias morfológicas son propias de la variabilidad intravarietal de cualquier variedad ampliamente cultivada, como es el caso del Graciano.

Debajo del grupo de los “Gracianos” había dos accesiones bastante próximas entre sí. La primera de ellas era **NA-102**, recogida en la localidad de Navarrete con la denominación local de Maturana Tinta. La segunda accesión era **CI-76**, procedente de la colección nacional del INIA en Madrid con el código 22-A-27 (Cabello F., 1995), y con la denominación de Maturana Tinta. El nivel de disimilitud entre ambas era de 0.11; por debajo de los límites de disimilitud establecidos en el grupo de los “Tempranillos”, lo que indicaba que ambas accesiones podrían considerarse la misma variedad. Los caracteres que más diferenciaban ambas accesiones se recogían fundamentalmente en la hoja adulta: el seno peciolar de NA-102 era abierto, mientras que CI-76 tenía el seno peciolar superpuesto (carácter OIV 079). Al contrario, los senos laterales de NA-102 eran superpuestos, mientras que los de la accesión CI-76 eran cerrados (carácter OIV 082*). La hoja de la accesión procedente de la colección nacional tendía a ser de mayor tamaño y con más lóbulos, aunque estas dos características son bastante relativas y poco discriminantes (caracteres OIV 065 y 068). Otras características destacables eran la coloración más rojiza del pámpano en la accesión NA-102 frente a la mayor intensidad de pigmentación antociánica en la extremidad del pámpano joven de CI-76. En los descriptores ampelográficos referentes al racimo no se describieron diferencias morfológicas

relevantes. Considerando todo lo expuesto anteriormente, se podía concluir que aunque ambas accesiones podían pertenecer a la misma variedad (debido al bajo nivel de disimilitud mostrado en el dendrograma de la Figura 4.1.1), el aspecto general de la planta, y especialmente sus hojas, hacían indicar que ambas accesiones podían corresponder a variedades distintas. Este aspecto se debería confirmar con el estudio de marcadores moleculares. En consecuencia, y si esta hipótesis se confirmara, se trataría de un caso de homonimia, al aplicar la misma denominación a dos variedades diferentes. Además, la variedad Maturana Tinta se encuentra recogida a su vez como una sinonimia de la variedad gallega Merenzao ó María Ordoña (Cabello *et al.*, 2011). No obstante, la descripción ampelográfica de esta última variedad se pareció más a la de la accesión CI-76 que a la de la accesión NA-102.

El siguiente agrupamiento establecido en el dendrograma (Figura 4.1.1) se componía por las accesiones **BE-69** y **G-68**. La primera fue recogida en la localidad de Baños de Ebro, perteneciente a Rioja Alavesa, con la denominación local de Bobal. La segunda fue recogida sin apelativo alguno en la localidad de Grávalos. Ambas accesiones estaban relacionadas muy estrechamente entre sí, con un nivel de disimilitud de 0.04; y a su vez, muy distanciadas del resto de accesiones del banco de germoplasma. Por lo tanto, a nivel ampelográfico pudo determinarse que la accesión G-68 y la accesión BE-69 (denominada localmente Bobal) eran la misma variedad y que dicha variedad era diferente del resto de variedades encontradas en el banco de germoplasma objeto del estudio. Las principales diferencias existentes entre ambas accesiones se encontraban únicamente en tres descriptores de la hoja adulta, donde únicamente se detectaron pequeñas diferencias en el tamaño del limbo, número de lóbulos y grado de solapamiento del seno peciolar (caracteres OIV 065, 068 y 079). Ninguna de las diferencias mencionadas era relevante y podían deberse, entre otros factores, a diferencias de vigor en el material recogido y a ligeros matices en la apreciación por parte de los observadores. Comparando la caracterización ampelográfica realizada con los descriptores ampelográficos de Bobal (Peñín J. *et al.*, 1997; Salazar D. y López I., 2006; Cabello *et al.*, 2011), pudo apreciarse que eran muy similares: elevada densidad de pelos tumbados en la extremidad del pámpano joven y entre los nervios del envés del limbo (caracteres OIV 004 y 053), hoja orbicular (carácter OIV 067), etc. Como conclusión, con el estudio ampelográfico se consideró que las accesiones BE-69 y G-68 se correspondían con la variedad de origen levantino Bobal, si bien había que confirmar esta afirmación con el estudio de los marcadores microsatélite.

La siguiente agrupación del dendrograma (Figura 4.1.1) estaba formada por cuatro accesiones: A-16, RA-73, SO-65 y R-3. Todas ellas poseían una característica en común: tenían la palabra “tintorera” en su denominación local, haciendo mención, al igual que ocurría con la B-52, a la elevada intensidad de la pigmentación antociánica de su pulpa. La accesión A-16 fue recogida en la localidad de Aldeanueva de Ebro, en la subzona de Rioja Baja, con la denominación local de “Tintorera”. RA-73 fue recogida como “Granegro Tintorera” en Labastida, perteneciente a Rioja Alavesa. Y las accesiones SO-65 y R-3 se recogieron en la localidad de Sotés (subzona de Rioja Alta) y El Redal (subzona de Rioja Baja) respectivamente, ambas conocidas localmente con el nombre de “Garnacha Tintorera”. Atendiendo a los límites de disimilitud establecidos para el grupo de los “Tempranillos”, se tenía que en estas cuatro accesiones existían teóricamente tres variedades diferentes. La accesión que más difería del resto del grupo era A-16, mientras que las accesiones SO-65 y R-3 eran las que presentaban mayor nivel de similitud entre sí. No obstante, su nivel de disimilitud alcanzó el valor de 0.12 en la matriz de correlación (Anejo II, Tabla 7.5), muy cerca de los límites de 0.15 y 0.13 establecidos anteriormente, pero dentro de ellos, por lo que podía tratarse de la misma variedad. La accesión RA-73, que mostró un nivel de disimilitud de 0.18 con respecto a la pareja formada por SO-65 y R-3, estuvo más próxima a estas dos accesiones que a la accesión A-16. Según la hipótesis de partida, en la que se estableció un nivel de disimilitud intravarietal máximo de 0.13, se tuvo que la accesión RA-73 era diferente de A-16 y también de la variedad que comprendía a las accesiones SO-65 y R-3.

Se registraron caracteres ampelográficos en el pámpano joven que diferían en la accesión **A-16** respecto de las otras tres, mientras que para estas accesiones, dichos caracteres eran coincidentes. La accesión A-16 carecía de pigmentación antociánica en la extremidad del pámpano joven, a diferencia de SO-65, R-3 y RA-73, que poseían una intensidad fuerte (caracteres OIV 002 y 003). La densidad de pelos tumbados en la extremidad era mayor para A-16 que en las otras tres accesiones del grupo (carácter OIV 004); ocurriendo lo mismo para el envés del limbo de las hojas jóvenes (carácter OIV 053.) Otros descriptores comunes en las tres accesiones que diferían respecto de A-16 fueron: la forma del limbo, la distribución de la pigmentación antociánica de los nervios del haz y el hinchazón de éste, la forma de la base de los senos laterales superiores y el color general del sarmiento (caracteres OIV 067, 070, 075, 083-1 y 103*). Todos los caracteres anteriores indicaron que, al igual que se había mostrado con el límite de disimilitud en el párrafo anterior, la accesión A-16 era una variedad tintorera

distinta de las otras tres accesiones, aunque para su identificación sería necesario el estudio de los marcadores moleculares.

La variabilidad encontrada entre las dos accesiones más próximas (**SO-65** y **R-3**) fue considerable, aunque se originó fundamentalmente por las diferencias existentes entre las respectivas dimensiones del racimo y de la baya. Por lo tanto, era posible que se tratara de la misma variedad. Como ambas accesiones fueron recogidas con el nombre local de “Garnacha Tintorera”, estableciendo las comparaciones ente la caracterización ampelográfica realizada y anteriores descripciones de la citada variedad (Chomé *et al.*, 2003; Cabello *et al.*, 2011), se observó que ambas fueron coincidentes para la mayoría de los descriptores ampelográficos más discriminantes. Por lo tanto, del estudio ampelográfico se sostuvo que, tanto la accesión SO-65 como la R-3, a falta de confirmación mediante el análisis genético, se correspondían con la variedad Garnacha Tintorera.

Comparando la variabilidad adicional que presentó la accesión **RA-73** con respecto a la variabilidad existente entre las dos últimas, únicamente se encontraron modificaciones en tres descriptores más: presentó un seno peciolar superpuesto en lugar de ser abierto (carácter OIV 079), una menor succulencia de la pulpa y un menor peso de la baya (caracteres OIV 232 y 503 respectivamente). A excepción del primer descriptor, no se observaron diferencias morfológicas que indicasen que RA-73 pudiera ser considerada una variedad diferente. Por lo tanto, aun considerando que la distancia de disimilitud superó los límites establecidos, pudo concluirse que la accesión RA-73 coincidió también con la variedad Garnacha Tintorera. El estudio posterior de los marcadores moleculares debería validar dicha hipótesis.

Dado que las tres variedades de vinificación tintoreras más comunes en España son actualmente Alicante Henri Bouschet, Morrastel x Petit Bouschet y Petit Bouschet (Cabezas J. A. *et al.*, 2003) y habiendo establecido en los párrafos anteriores la posible identificación de la accesión B-52 como la variedad Petit Bouschet, además de las accesiones R-3, SO-65 y RA-73 como Alicante Henri Bouschet, parecía lógico comparar, a nivel ampelográfico, la accesión A-16, que es diferente al resto de accesiones, con la variedad Morrastel x Petit Bouschet . Los resultados de dicha comparación mostraron que, para los descriptores ampelográficos observados, la descripción de la accesión A-16 se correspondía con las descripciones ampelográficas previamente realizadas de la variedad Morrastel x Petit Bouschet (Chomé *et al.*, 2003; Cabello *et al.*, 2011), por lo que podía corresponderse con dicha variedad.

Atendiendo al parecido de la hoja de la accesión A-16 con la variedad Graciano, sinónima de Morrastel (Cabello *et al.*, 2011), que es un parental de la variedad Morrastel x Petit Bouschet, pudo reforzarse la hipótesis mencionada anteriormente. No obstante, todas estas hipótesis establecidas a nivel ampelográfico deberían ser confirmadas mediante el estudio de marcadores moleculares para tener una garantía total.

Por debajo del grupo de las “tintoreras” se encontró un grupo formado por cuatro accesiones: B-48, AR-41, AR-39 y A-15. Considerando el primer límite de disimilitud establecido como referencia en el dendrograma (0.15), se tenía que todas ellas quedaban agrupadas por una distancia inferior a dicho límite, por lo que teóricamente se corresponderían con una misma variedad. Pero considerando el segundo límite, que es más restrictivo (0.13), el nivel de disimilitud de la accesión B-48 sería superior a éste y por lo tanto, se consideraría como una variedad diferente de las otras tres. Las accesiones AR-41, AR-39 y A-15 manifestaron un elevado grado de similitud entre sí, con un nivel máximo de disimilitud de 0.04, por lo que eran, muy probablemente, accesiones pertenecientes a una única variedad.

Las principales diferencias recogidas en el estudio ampelográfico ente la accesión **B-48** y las otras tres, se localizaron fundamentalmente en el racimo. B-48 poseía un racimo más ancho y menos compacto (caracteres OIV 203 y 204), además de ligeras diferencias morfológicas en otros descriptores del racimo y en el tamaño de baya (caracteres OIV 208, 209 y 503). En el pámpano, el color de la cara ventral del entrenudo fue más rojizo (carácter OIV 008). En la hoja adulta, se diferenció un mayor tamaño del limbo y una forma de la base de los senos laterales superiores en llave, y no en forma de U como ocurría en las otras tres accesiones (caracteres OIV 065 y 083-1 respectivamente). Por todas las diferencias mencionadas, no pudo establecerse ninguna correspondencia entre la accesión B-48, recogida en Badarán sin un nombre local conocido, y el resto de las otras tres accesiones del grupo. Pero dicha variabilidad pudo ser debida también a la variabilidad intravarietal, dado que no se describió ningún carácter que conllevase de forma determinante a considerar la accesión B-48 como una variedad diferente. Por lo tanto, será necesario el estudio de los marcadores moleculares para proceder a su identificación y a la inclusión ó no dentro del grupo de las otras tres accesiones.

Las accesiones **AR-41**, **AR-39** y **A-15** sólo difirieron ligeramente entre sí en aquellos descriptores modificados por variaciones del vigor de la planta, como el tamaño del limbo y el

peso de la baya (caracteres OIV 065 y 503). También se registró una leve diferencia en el número de lóbulos que varió de igual forma que el tamaño del limbo para estas tres accesiones, por lo que pudo deberse igualmente a un menor vigor. Las dos primeras accesiones (AR-41 y AR-39) fueron recogidas en Arnedo, en la subzona de Rioja Baja, ambas con la denominación local de “Tempranillo Temprano”, haciendo alusión a la pronta maduración de la uva. La tercera accesión fue recogida en Aldeanueva de Ebro, también en Rioja Baja y con el mismo nombre local que las dos anteriores. Debido a la enorme coincidencia en la descripción ampelográfica, así como en la denominación local, pudo indicarse que se trataba de la misma variedad. Algunos autores propusieron la “Tempranillo Temprano” procedente de Logroño como una homonimia de la variedad Tempranillo y la identificaron genéticamente mediante el uso de 95 marcadores AFLP como la variedad Moristel (Cervera *et al.*, 2002). En el catálogo internacional de variedades de vid (www.vivc.de, acceso: 10/08/2012) se recoge también la variedad Tempranillo Temprano como una sinonimia de Moristel. Analizando la descripción ampelográfica de la variedad Moristel (Chomé *et al.*, 2003; Cabello *et al.*, 2011), en comparación con las tres accesiones estudiadas correspondientes a “Tempranillo Temprano”, se observó que dichas descripciones diferían sustancialmente, por lo que se trataba de una variedad diferente a Moristel; en contraposición a los resultados mencionados anteriormente. Por lo tanto, se concluyó que las accesiones conocidas como “Tempranillo Temprano” eran una variedad diferente de Moristel. A su vez, también se consideraron diferentes a Tempranillo, como ya se había demostrado en estudios anteriores (Cervera *et al.*, 2002), debido a la gran disimilitud que presentaron las tres accesiones estudiadas en el presente trabajo con respecto al grupo de los “Tempranillos”. Para la identificación definitiva será necesario recurrir al estudio de marcadores moleculares, dado que su nomenclatura local y todas las aproximaciones realizadas hasta la actualidad con las variedades de cultivo más habituales, no habían proporcionado un resultado preciso.

Siguiendo el orden descendente del dendrograma (Figura 4.1.1), se tuvo dos accesiones emparejadas (**AR-37** y **R-10**), que a su vez formaban un grupo más amplio con las anteriores accesiones. El nivel de disimilitud encontrado entre ellas dos, así como el encontrado entre ellas dos y el resto de accesiones, indicó que tanto la AR-37 como la R-10 eran dos accesiones correspondientes a dos variedades distintas. La accesión AR-37, recogida en la localidad de Arnedo sin denominación local alguna, presentó un nivel de disimilitud de 0.29 con respecto a la accesión R-10, recogida como “Graciano de Alfaro” en la localidad de El Redal, también en Rioja Baja. Los caracteres ampelográficos que más las diferencian fueron la

densidad de pelos tumbados, tanto en la extremidad del pámpano joven, como en el envés de la hoja (caracteres OIV 004 y 053 respectivamente), siendo la densidad mucho más elevada en la accesión AR-37. Además, también diferían considerablemente en el tamaño y el hinchazón del limbo, así como en el grado de apertura del seno peciolar (caracteres OIV 065, 075 y 079). Diferencias manifiestas también se observaron en la morfología del racimo (caracteres OIV 202, 204 y 220). Las diferencias encontradas en el estudio ampelográfico no ofrecían garantías suficientes para afirmar que ambas accesiones eran diferentes variedades, ni tampoco posibilitaron su identificación, por lo que el estudio de los marcadores moleculares será imprescindible para el esclarecimiento de las dudas presentadas. Lo que sí se pudo constatar desde el punto de vista ampelográfico es que la accesión R-10, conocida como “Graciano de Alfaro”, era diferente de la variedad Graciano, confirmando la existencia de una homonimia como ya se había propuesto anteriormente por otros autores (López de Heredia M. J., 1994; Martínez de Toda F. y Sancha J. C., 1997 b).

Las dos siguientes accesiones, correspondientes a los códigos **A-20** y **R-8**, pertenecían a un subgrupo diferente del anterior. La primera fue recogida en la localidad de Aldeanueva de Ebro, perteneciente a la subzona de Rioja Baja, con la denominación local de “Garnacha Tardía”. R-8 fue recogida en la localidad de El Redal, con el mismo nombre local y también en Rioja Baja. El nivel de disimilitud encontrado entre ellas alcanzó un valor de 0.14 (Anejo II, Tabla 7.5), superando ligeramente el nivel más restrictivo establecido en el grupo de los “Tempranillos”, por lo que existían dudas sobre si pudieran corresponderse o no con la misma variedad. Las principales diferencias morfológicas descritas en el estudio ampelográfico se encontraron exclusivamente en el racimo y en la baya. El racimo de la accesión A-20 fue descrito ligeramente más largo, con mayor compacidad, con más alas y con una baya de mayor tamaño (caracteres OIV 202, 203, 204, 220 y 221), mientras que el racimo de la accesión R-8 se describió con una anchura ligeramente superior. Estas características señaladas podían responder a ligeras diferencias en el vigor de las cepas, por lo que no se consideraron suficientes como para que ambas accesiones fuesen variedades distintas. A nivel de vegetación, tanto en hoja como en pámpano, no se describió ninguna variación y todos los caracteres ampelográficos analizados fueron coincidentes. Por todo ello, del estudio ampelográfico pudo desprenderse que las accesiones A-20 y R-8 eran una misma variedad; corroborándose la similitud descrita en su denominación local. En la bibliografía consultada no se encontró ninguna variedad denominada “Garnacha Tardía” que pudiera contribuir a la identificación de las accesiones, pero sí se encontró la variedad Garnacha Tardía en el catálogo

internacional de variedades de vid (www.vivc.de, acceso: 10/08/2012) con el código VIVC 17729, aunque no se mostraba ninguna descripción ni otros datos de interés. Comparando los resultados ampelográficos obtenidos de las dos accesiones estudiadas con los de la variedad Garnacha Tinta (Chomé *et al.*, 2003; Cabello *et al.*, 2011), pudo afirmarse que, debido a la grandes diferencias encontrados en diversos caracteres, las accesiones A-20 y R-8 no se correspondían con la variedad Garnacha Tinta, ampliamente cultivada a nivel mundial. Por lo tanto, será necesario el estudio de los marcadores para la identificación de ambas accesiones.

Descendiendo en el dendrograma (Figura 4.1.1) se encontró la accesión **B-56**, con un nivel de disimilitud muy elevado con respecto a cualquiera de los agrupamientos más próximos. La accesión más estrechamente relacionada fue SV-28, con la que poseía un nivel de disimilitud de 0.2 (Anejo II, Tabla 7.5), pero se trataba previsiblemente de una variedad distinta. Por lo tanto, pudo afirmarse que la accesión B-56 se correspondía con una variedad diferente de las accesiones más próximas a nivel ampelográfico. La accesión B-56 fue recogida en la localidad de Badarán, en la subzona de Rioja Alta, sin ninguna denominación local conocida. Tampoco existía ninguna característica ampelográfica discriminante ó particular que ayudase a la identificación de la variedad, ni un agrupamiento próximo conocido que permita establecer ciertas semejanzas varietales. Por lo tanto, el estudio molecular será determinante para su identificación.

Siguiendo el orden descendente en el dendrograma, aparecieron dos accesiones muy próximas ente sí. La primera de ellas, **SV-28**, fue recogida en la localidad de San Vicente de la Sonsierra con la denominación local de “Garnacha Tinta”. La segunda accesión, **A-17**, fue recogida en la localidad de Aldeanueva de Ebro, en la subzona de Rioja Baja con la denominación local de “Garnacha Roya”. A nivel ampelográfico, únicamente se detectaron tres descriptores en la hoja adulta que mostraban leves diferencias entre ellas: el tamaño del limbo, su forma y el grado de apertura del seno peciolar (caracteres OIV 065, 067 y 079 respectivamente). Estas diferencias no eran suficientes para considerar a ambas accesiones como variedades distintas. Pero en el descriptor OIV 225 quedaba reflejado que el color de la epidermis de la baya de la accesión SV-28 era rojo-violeta oscuro, mientras que el de A-17 era gris. Por lo tanto, ambas accesiones se consideraron variedades distintas. Además, teniendo en cuenta las descripciones ampelográficas de SV-28 y A-17 con respecto a previas caracterizaciones ampelográficas (Chomé *et al.*, 2003; Cabello *et al.*, 2011), pudo confirmarse que las respectivas denominaciones locales eran correctas. Se identificó la accesión SV-28

como Garnacha Tinta, mientras que la accesión A-17 se correspondió con la variedad Garnacha Roja, Roya, Gris ó Dorada (Cabello *et al.*, 2011).

Finalmente, en la zona inferior del dendrograma se tuvo un último agrupamiento compuesto por las accesiones B-51, B-50, R-11, R-2 y R-1. Las tres primeras mostraron un nivel de disimilitud muy pequeño, alcanzando un valor de 0.05. La accesión R-2, a pesar de que difería de las tres anteriores en mayor medida, se encontraba por debajo del nivel de disimilitud más restrictivo presentado para el grupo de los “Tempranillos”, por lo que con bastante probabilidad podía ser considerada la misma variedad que las tres accesiones anteriores. Sin embargo, la accesión R-1 sobrepasó ligeramente el nivel de disimilitud anterior, por lo que podía tratarse de una variedad distinta.

Las accesiones **B-50** y **B-51** únicamente diferían en el carácter OIV 209, de entre los 44 descriptores ampelográficos sometidos a análisis: la accesión B-51 no tenía alas en el racimo, mientras que B-50 tenía un ala. Ambas accesiones habían sido recogidas en la localidad de Badarán, con la denominación de Monastel. Por lo tanto, además de coincidir en su denominación local, también coincidieron en su caracterización ampelográfica. La variedad Monastel es una sinonimia de Morate (Cabello *et al.*, 2011), y las descripciones ampelográficas recogidas de la variedad Morate (Cabello *et al.*, 2011) coincidieron con las recogidas en ambas accesiones. Por lo tanto, pudo concluirse que mediante la caracterización ampelográfica, las accesiones B-50 y B-51 se identificaron con la variedad Monastel ó Morate. También se recoge la sinonimia de Monastel con las variedades Graciano y Miguel de Arco en el catálogo internacional de variedades de vid (www.vivc.de, acceso: 10/08/2012), con el código VIVC 4935 y VIVC 7710 respectivamente. Pero las descripciones ampelográficas de ambas variedades (Chomé *et al.*, 2003; Cabello *et al.*, 2011) no coincidieron con las de las dos accesiones estudiadas, por lo que se descartó su posible sinonimia.

La accesión **R-11** se recogió con la denominación local de “Morato” en la localidad de El Redal, en la subzona de Rioja Baja. Únicamente se encontraron diferencias morfológicas entre esta accesión y las dos anteriores en 3 caracteres ampelográficos: R-11 tenía un tamaño del limbo ligeramente más grande (carácter OIV 065) y una baya algo más pequeña (caracteres OIV 220 y 221). Estas diferencias en caracteres tan estrechamente vinculados al vigor de la planta no pueden atribuirse directamente a factores genéticos, sino que son en la mayoría de los casos debidas a factores ambientales. Teniendo en cuenta estas consideraciones, no existió

ninguna característica morfológica que indicase que la accesión R-11 era distinta de las accesiones B-50 y B-51. Por lo tanto, con la caracterización ampelográfica se concluyó que la accesión R-11 se correspondía también a la variedad Morate ó Monastel. La denominación “Morato” también se encontró recogida como sinonimia de la variedad Morate (Cabello *et al.*, 2011).

La accesión **R-2**, recogida en la localidad de El Redal en la subzona de Rioja Baja con la denominación local de “Miguel de Arco” mostró un coeficiente de disimilitud considerable respecto del grupo de las tres accesiones anteriores: B-50, B-51 y R-11. Poseía mayor intensidad en la pigmentación antocianica de la extremidad del pámpano, así como una mayor densidad de pelos tumbados en su extremidad (caracteres OIV 003 y 004 respectivamente). Además, en la hoja adulta difería en varios descriptores: tenía un tamaño significativamente menor, un hinchazón del haz más marcado y un seno peciolar cerrado (a diferencia de las anteriores que era muy abierto) con lóbulos ligeramente superpuestos (caracteres OIV 065, 075, 079 y 082* respectivamente). Las diferencias encontradas a nivel de baya y racimo, a pesar de presentar mayor número de alas (carácter OIV 209), no fueron tan destacables. Considerando todas las variaciones morfológicas encontradas, si la accesión R-2 se correspondiese con la variedad Morate, podría afirmarse que dicha variedad posee una heterogeneidad intravarietal muy amplia. Generalmente, dichas diferencias indicarían una correspondencia de la accesión R-2 con una variedad distinta de la variedad Morate ó Monastel. El análisis de los marcadores moleculares permitirá resolver cuál de las dos hipótesis planteadas era la correcta. Las descripciones ampelográficas sobre la variedad Miguel de Arco (Cabello *et al.*, 2011), coincidentes con las descripciones registradas en el banco de datos Europeo (www.eu-vitis.de/index.php, acceso: 10/07/2012) para las dos accesiones descritas de dicha variedad (códigos ESP080-BGVCAM1189 y ESP080-BGVCAM1643), distaban en gran medida de la descripción realizada en el presente trabajo sobre la accesión R-2: ésta no presentaba una extremidad del pámpano joven muy algodonosa y su hoja era lampiña, en lugar de ser muy algodonosa. Son algunas de las características que conducían a rechazar la hipótesis de que la accesión R-2 se correspondía con la variedad Miguel de Arco.

Por último, la accesión **R-1**, con un nivel de disimilitud superior al límite más restrictivo establecido para el grupo de los “Tempranillos”, pudo considerarse una variedad diferente de las otras accesiones. Al igual que R-2, la accesión R-1 fue también recogida en la localidad de El Redal. Su denominación local de “Monastel” coincidió con la de las accesiones B-50 y B-51.

Pero la accesión R-1 difería del grupo formado por las anteriores accesiones en numerosos descriptores: poseía menor pigmentación antociánica y mayor densidad de pelos en la extremidad del pámpano joven (caracteres OIV 003 y 004), así como un color más verdoso en la cara ventral del pámpano (carácter OIV 008). La hoja tenía cinco lóbulos, en lugar de tres como el resto del grupo (carácter OIV 068) y el racimo resultaba ser más compacto y con forma de embudo, en lugar de tener una forma cónica (caracteres OIV 204 y 208). Las diferencias encontradas indicaban que, a pesar de coincidir en la denominación local, la accesión R-1 podía ser considerada una variedad distinta de Morate. La confirmación de esta hipótesis así como la identificación de la variedad, deberá realizarse mediante el estudio de los marcadores moleculares.

3.7.2. VARIEDADES IDENTIFICADAS.

Como resumen del análisis de la caracterización ampelográfica realizada se pudo concluir que dicha caracterización permitió distinguir, casi con total seguridad, 24 de las 45 accesiones estudiadas. En principio, a falta de la confirmación de los análisis moleculares, las 24 accesiones identificadas podrían corresponderse con 9 variedades diferentes. En la Figura 4.1.2 se representó nuevamente el dendrograma de la caracterización ampelográfica, recogiendo la nomenclatura de las variedades identificadas con sus respectivas accesiones.

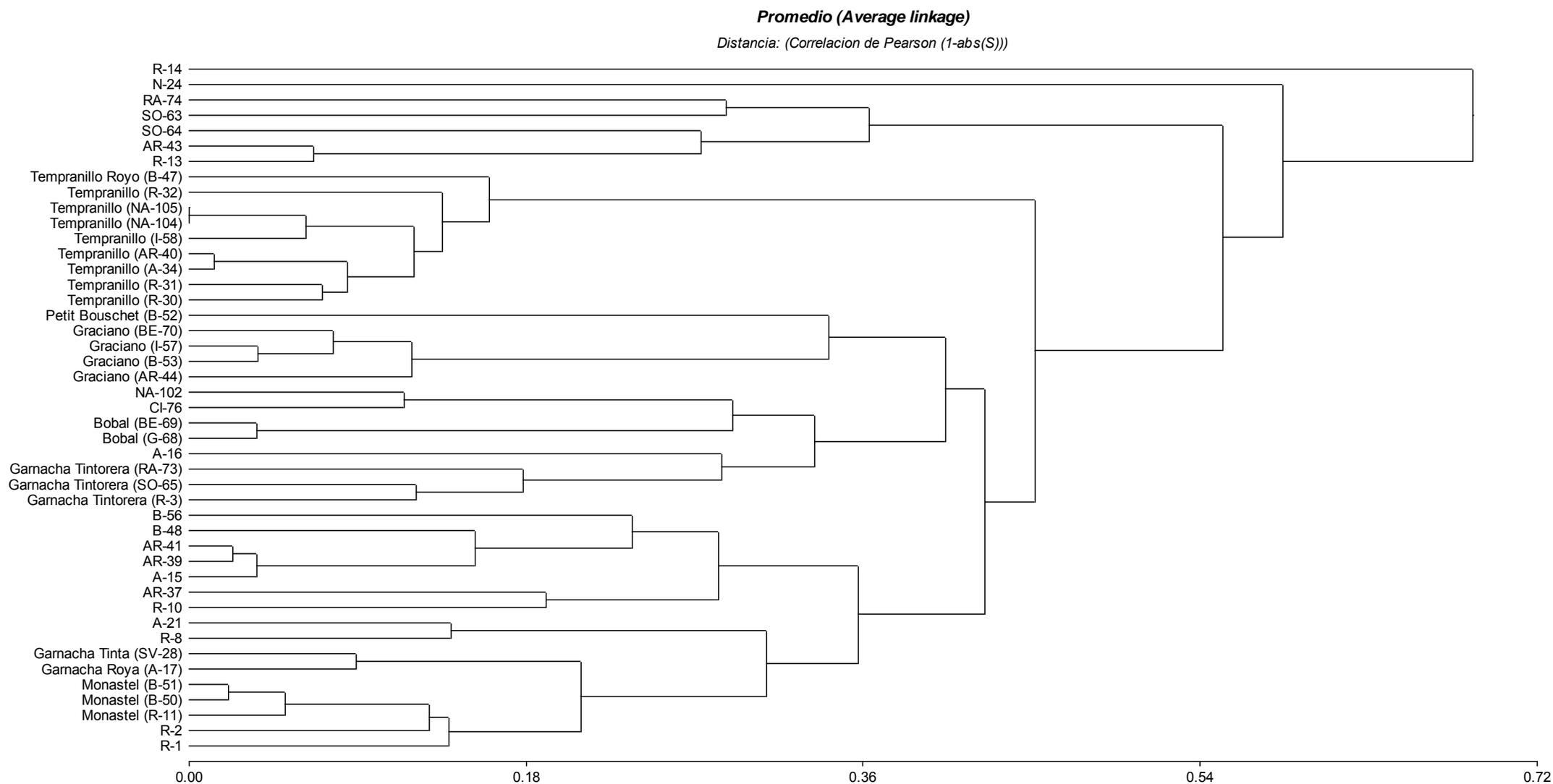


Figura 4.1.2. Dendrograma de las 45 accesiones estudiadas, obtenido por el método UPGMA con 44 descriptores ampelográficos y el coeficiente de correlación de Pearson, con los nombres de las variedades en las 24 accesiones identificadas ampelográficamente.

Para la confirmación de las correspondencias determinadas a nivel ampelográfico, así como para abordar la posible identificación de las 18 accesiones restantes, será necesario complementar la caracterización ampelográfica con una caracterización genética, tal y como se realiza en el apartado siguiente.

3.7.3. CARACTERES AMPELOGRÁFICOS MÁS DISCRIMINANTES

Para conocer los caracteres ampelográficos más discriminantes entre los 44 descriptores OIV estudiados, es decir, los que más influyeron en la diferenciación ampelográfica de todas las accesiones estudiadas, se muestra el diagrama de ordenación del análisis de componentes principales (ACP) realizado sobre las 45 accesiones objeto del presente estudio y los 44 caracteres OIV analizados (Figura 4.1.3). El coeficiente de correlación cofenética del ACP es de 0.78, lo que indica que el ajuste realizado fue adecuado.

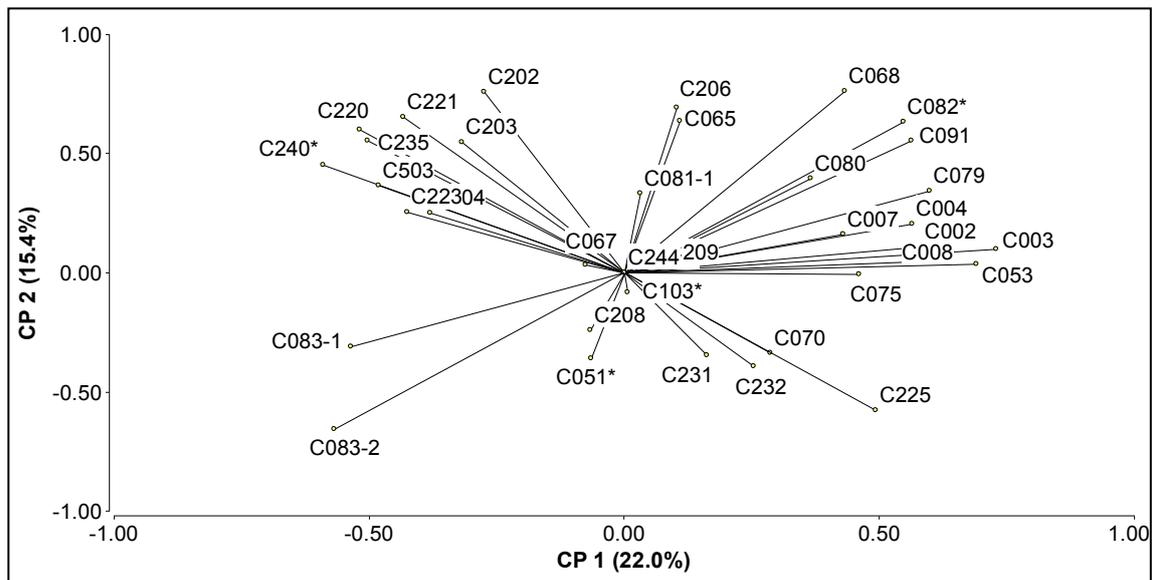


Figura 4.1.3. Diagrama de ordenación del análisis de componentes principales de los 44 descriptores ampelográficos OIV para las 45 accesiones estudiadas.

Como se observa en la Figura 4.1.3, los dos ejes explicaron el 37,4 % del total de la varianza registrada en las observaciones ampelográficas de las accesiones estudiadas. El eje de abscisas explicó un 22 %, mientras que el eje de ordenadas explicó el 15,4 %.

Los descriptores ampelográficos más determinantes en el eje de abscisas fueron el carácter OIV 003 (Pámpano joven: intensidad de la pigmentación antociánica de los pelos tumbados de la extremidad) y el carácter OIV 053 (Hoja joven: densidad de los pelos tumbados entre los nervios en el envés del limbo). Ambos se recogieron en el sentido positivo del eje, quedando explicados por dicho eje con un 79 y 75 % respectivamente. El resto de descriptores quedaron representados en el eje de abscisas por debajo del 70%, considerándose por lo tanto menos relevantes para la diferenciación del grupo de accesiones estudiado. Son destacables también los caracteres OIV 079, 002, 008, 004 y 091, que quedaron explicados entre el 60 y el 65 % por el eje de abscisas.

En el eje de ordenadas, ningún descriptor ampelográfico alcanzó el 70 %, aunque hubo dos caracteres OIV que se explicaron en un 69 % por dicho eje, ambos en sentido positivo: el carácter OIV 068 (Hoja adulta: número de lóbulos) y el carácter 202 (Racimo: longitud). Destacaron también los caracteres OIV 206, 221, 065 y 082*, explicándose entre el 58 y el 63 % en el eje de ordenadas.

Los cuatro descriptores OIV más discriminantes, según el análisis de componentes principales, pertenecían a diferentes órganos: hoja joven, hoja adulta, pámpano joven y racimo. No destacó ningún órgano de la planta con una importancia más relevante a la hora de diferenciar las accesiones estudiadas. De esta forma se confirma que en las descripciones ampelográficas conviene abordar, al menos, varios de los órganos de la vid.

3.8. CARACTERIZACIÓN GENÉTICA

3.8.1. ANÁLISIS DE MICROSATÉLITES.

Los resultados conjuntos de los dos análisis moleculares realizados en los laboratorios de NEIKER y del IMIDRA para todas las accesiones estudiadas quedaron expuestos en la tabla 4.2.1, a excepción del microsatélite VrZAG 47 que no fue recogido por tratarse del mismo locus que el marcador VVMD 27 y no estar incluido dentro de los marcadores moleculares propuestos como referencia por el proyecto GENRES 081 (This *et al.*, 2004). Entre las 45 accesiones analizadas se encontraron 24 genotipos distintos. Considerando que dos de los genotipos descritos presentaron variantes somáticas en el color de la epidermis de la baya, según se recoge en la tabla 7.4.d del anejo II, sumaron un total de 26 variedades diferentes.

Tabla 4.2.1.a Genotipos de las 45 accesiones estudiadas. El tamaño de los alelos está expresado en pares de bases.

| ACCESIÓN | VVS2 | VVMD5 | VVMD7 | VVMD27 | VVMD28 | VrZAG29 | VrZAG62 | VrZAG67 | VrZAG79 | VrZAG83 | VrZAG112 | | | | | | | | | | | |
|----------|------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| R-1 | 142 | 144 | 231 | 233 | 237 | 245 | 179 | 187 | 257 | 259 | 111 | 111 | 188 | 204 | 150 | 154 | 241 | 245 | 189 | 191 | 233 | 241 |
| R-2 | 136 | 151 | 235 | 237 | 231 | 237 | 179 | 192 | 247 | 259 | 111 | 111 | 204 | 204 | 148 | 148 | 245 | 255 | 189 | 189 | 233 | 239 |
| R-3 | 131 | 144 | 223 | 235 | 237 | 241 | 179 | 192 | 243 | 259 | 111 | 111 | 188 | 188 | 130 | 138 | 241 | 255 | 189 | 191 | 228 | 237 |
| R-8 | 142 | 151 | 223 | 237 | 237 | 237 | 181 | 192 | 243 | 257 | 111 | 111 | 186 | 188 | 130 | 138 | 255 | 257 | 195 | 201 | 228 | 233 |
| R-10 | 131 | 131 | 229 | 235 | 231 | 251 | 177 | 183 | 247 | 259 | 111 | 111 | 200 | 204 | 148 | 154 | 235 | 249 | 195 | 195 | 228 | 233 |
| R-11 | 142 | 144 | 233 | 233 | 237 | 237 | 181 | 187 | 257 | 257 | 111 | 111 | 186 | 188 | 130 | 154 | 241 | 249 | 191 | 195 | 233 | 237 |
| R-13 | 136 | 156 | 223 | 231 | 237 | 241 | 181 | 183 | 243 | 257 | 111 | 111 | 186 | 188 | 124 | 138 | 245 | 249 | 189 | 195 | 228 | 237 |
| R-14 | 134 | 134 | 233 | 233 | 237 | 247 | 183 | 185 | 229 | 243 | 111 | 115 | 192 | 202 | 138 | 142 | 237 | 247 | 191 | 195 | 237 | 237 |
| A-15 | 142 | 151 | 223 | 229 | 241 | 253 | 179 | 192 | 227 | 259 | 113 | 115 | 188 | 204 | 124 | 130 | 247 | 257 | 191 | 195 | 228 | 239 |
| A-16 | 138 | 151 | 223 | 231 | 237 | 241 | 179 | 181 | 235 | 243 | 111 | 111 | 188 | 188 | 138 | 150 | 241 | 257 | 195 | 201 | 228 | 233 |
| A-17 | 136 | 144 | 223 | 237 | 237 | 241 | 192 | 192 | 243 | 243 | 111 | 111 | 188 | 188 | 130 | 148 | 255 | 255 | 189 | 191 | 228 | 228 |
| A-20 | 142 | 151 | 223 | 237 | 237 | 237 | 181 | 192 | 243 | 257 | 111 | 111 | 186 | 188 | 130 | 138 | 255 | 257 | 195 | 201 | 228 | 233 |
| N-23 | 131 | 142 | 223 | 231 | 241 | 247 | 177 | 192 | 257 | 257 | 111 | 111 | 188 | 204 | 138 | 150 | 249 | 255 | 195 | 201 | 228 | 233 |
| SV-28 | 136 | 144 | 223 | 237 | 237 | 241 | 192 | 192 | 243 | 243 | 111 | 111 | 188 | 188 | 130 | 148 | 255 | 255 | 189 | 191 | 228 | 228 |
| R-30 | 142 | 144 | 233 | 233 | 237 | 251 | 181 | 181 | 257 | 257 | 111 | 111 | 196 | 200 | 124 | 148 | 245 | 249 | 195 | 195 | 228 | 237 |
| R-31 | 142 | 144 | 233 | 233 | 237 | 251 | 181 | 181 | 257 | 257 | 111 | 111 | 196 | 200 | 124 | 148 | 245 | 249 | 195 | 195 | 228 | 237 |
| R-32 | 142 | 144 | 233 | 233 | 237 | 251 | 181 | 181 | 257 | 257 | 111 | 111 | 196 | 200 | 124 | 148 | 245 | 249 | 195 | 195 | 228 | 237 |
| A-34 | 142 | 144 | 233 | 233 | 237 | 251 | 181 | 181 | 257 | 257 | 111 | 111 | 196 | 200 | 124 | 148 | 245 | 249 | 195 | 195 | 228 | 237 |
| AR-37 | 131 | 131 | 223 | 223 | 241 | 245 | 177 | 179 | 227 | 233 | 111 | 113 | 188 | 204 | 138 | 138 | 253 | 257 | 191 | 195 | 228 | 233 |
| AR-39 | 142 | 151 | 223 | 229 | 241 | 253 | 179 | 192 | 227 | 259 | 113 | 115 | 188 | 204 | 124 | 130 | 247 | 257 | 191 | 195 | 228 | 239 |
| AR-40 | 142 | 144 | 233 | 233 | 237 | 251 | 181 | 181 | 257 | 257 | 111 | 111 | 196 | 200 | 124 | 148 | 245 | 249 | 195 | 195 | 228 | 237 |
| AR-41 | 142 | 151 | 223 | 229 | 241 | 253 | 179 | 192 | 227 | 259 | 113 | 115 | 188 | 204 | 124 | 130 | 247 | 257 | 191 | 195 | 228 | 239 |
| AR-43 | 136 | 156 | 223 | 231 | 237 | 241 | 181 | 183 | 243 | 257 | 111 | 111 | 186 | 188 | 124 | 138 | 245 | 249 | 189 | 195 | 228 | 237 |
| AR-44 | 138 | 151 | 223 | 235 | 237 | 237 | 177 | 181 | 243 | 257 | 111 | 111 | 186 | 188 | 138 | 150 | 249 | 257 | 191 | 201 | 228 | 233 |
| B-47 | 142 | 144 | 233 | 233 | 237 | 251 | 181 | 181 | 257 | 257 | 111 | 111 | 196 | 200 | 124 | 148 | 245 | 249 | 195 | 195 | 228 | 237 |

Tabla 4.2.1.b Genotipos de las 45 accesiones estudiadas. El tamaño de los alelos está expresado en pares de bases.

| ACCESIÓN | VVS2 | VVMD5 | VVMD7 | VVMD27 | VVMD28 | VrZAG29 | VrZAG62 | VrZAG67 | VrZAG79 | VrZAG83 | VrZAG112 | | | | | | | | | | | |
|----------|------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| B-48 | 136 | 144 | 223 | 231 | 237 | 251 | 179 | 192 | 257 | 259 | 111 | 111 | 188 | 204 | 130 | 150 | 245 | 249 | 189 | 195 | 228 | 241 |
| B-50 | 142 | 144 | 233 | 233 | 237 | 237 | 181 | 187 | 257 | 257 | 111 | 111 | 186 | 188 | 130 | 154 | 241 | 249 | 191 | 195 | 233 | 237 |
| B-51 | 142 | 144 | 233 | 233 | 237 | 237 | 181 | 187 | 257 | 257 | 111 | 111 | 186 | 188 | 130 | 154 | 241 | 249 | 191 | 195 | 233 | 237 |
| B-52 | 131 | 151 | 231 | 235 | 237 | 241 | 179 | 187 | 235 | 259 | 111 | 111 | 188 | 196 | 124 | 138 | 241 | 241 | 189 | 195 | 233 | 237 |
| B-53 | 138 | 151 | 223 | 235 | 237 | 237 | 177 | 181 | 243 | 257 | 111 | 111 | 186 | 188 | 138 | 150 | 249 | 257 | 191 | 201 | 228 | 233 |
| B-56 | 151 | 158 | 229 | 233 | 237 | 237 | 177 | 183 | 233 | 257 | 111 | 111 | 186 | 186 | 148 | 154 | 251 | 251 | 191 | 191 | 228 | 228 |
| I-57 | 138 | 151 | 223 | 235 | 237 | 237 | 177 | 181 | 243 | 257 | 111 | 111 | 186 | 188 | 138 | 150 | 249 | 257 | 191 | 201 | 228 | 233 |
| B-48 | 142 | 144 | 233 | 233 | 237 | 251 | 181 | 181 | 257 | 257 | 111 | 111 | 196 | 200 | 124 | 148 | 245 | 249 | 195 | 195 | 228 | 237 |
| SO-63 | 136 | 144 | 225 | 231 | 237 | 241 | 183 | 192 | 235 | 243 | 111 | 111 | 188 | 188 | 130 | 148 | 245 | 255 | 191 | 195 | 228 | 233 |
| SO-64 | 134 | 147 | 229 | 235 | 237 | 247 | 181 | 192 | 247 | 253 | 111 | 111 | 192 | 204 | 138 | 154 | 245 | 257 | 195 | 201 | 233 | 239 |
| SO-65 | 131 | 144 | 223 | 235 | 237 | 241 | 179 | 192 | 243 | 259 | 111 | 111 | 188 | 188 | 130 | 138 | 241 | 255 | 189 | 191 | 228 | 237 |
| G-68 | 144 | 147 | 225 | 231 | 237 | 241 | 179 | 187 | 233 | 259 | 111 | 111 | 188 | 188 | 138 | 150 | 241 | 245 | 195 | 195 | 228 | 228 |
| BE-69 | 144 | 147 | 225 | 231 | 237 | 241 | 179 | 187 | 233 | 259 | 111 | 111 | 188 | 188 | 138 | 150 | 241 | 245 | 195 | 195 | 228 | 228 |
| BE-70 | 138 | 151 | 223 | 235 | 237 | 237 | 177 | 181 | 243 | 257 | 111 | 111 | 186 | 188 | 138 | 150 | 249 | 257 | 191 | 201 | 228 | 233 |
| RA-73 | 131 | 144 | 223 | 235 | 237 | 241 | 179 | 192 | 243 | 259 | 111 | 111 | 188 | 188 | 130 | 138 | 241 | 255 | 189 | 191 | 228 | 237 |
| RA-74 | 134 | 142 | 231 | 235 | 241 | 241 | 192 | 192 | 247 | 257 | 111 | 111 | 188 | 188 | 124 | 150 | 255 | 255 | 191 | 195 | 228 | 237 |
| CI-76 | 142 | 151 | 235 | 235 | 237 | 255 | 173 | 187 | 233 | 247 | 111 | 111 | 188 | 188 | 124 | 138 | 243 | 245 | 191 | 201 | 233 | 239 |
| NA-102 | 131 | 151 | 233 | 235 | 237 | 241 | 173 | 187 | 227 | 233 | 111 | 111 | 188 | 188 | 124 | 138 | 243 | 245 | 201 | 201 | 233 | 241 |
| NA-104 | 142 | 144 | 233 | 233 | 237 | 251 | 181 | 181 | 257 | 257 | 111 | 111 | 196 | 200 | 124 | 148 | 245 | 249 | 195 | 195 | 228 | 237 |
| NA-105 | 142 | 144 | 233 | 233 | 237 | 251 | 181 | 181 | 257 | 257 | 111 | 111 | 196 | 200 | 124 | 148 | 245 | 249 | 195 | 195 | 228 | 237 |

3.8.2. DIVERSIDAD GENÉTICA DE LA POBLACIÓN.

En total se registraron 79 alelos, repartidos en los 11 loci analizados, según se recogió en la tabla 4.2.2. El número total de alelos descritos mostraron una variación entre 3 (VrZAG29) y 11 (VrZAG79) alelos por locus, con un promedio de 7.18. La variabilidad genética descrita para la población de variedades minoritarias tintas de Rioja fue ligeramente inferior a la encontrada en otros estudios de ámbito nacional realizados en países próximos como Portugal, con una variación media de 8.17 (Almadanim *et al.*, 2007) y Grecia, con una variación media de 7.9 alelos por locus (Lefort and Roubelakis-Angelakis, 2001). Hay que considerar que el territorio prospectado abarcó únicamente la región de La Rioja, por lo que es razonable detectar una variabilidad inferior a la de cualquier estudio hecho a nivel nacional. En España, la variabilidad encontrada por otros autores fue notablemente superior a la de Portugal y Grecia, alcanzando la cifra de 9.85 alelos por locus en el estudio genético realizado sobre el banco de referencia de la colección nacional (Ibáñez *et al.*, 2003). Estudios realizados en otras regiones de Italia mostraron entre 6 y 9 alelos por locus (Costantini *et al.*, 2005); datos muy similares a otros trabajos llevados a cabo en diferentes regiones europeas (Sefc *et al.*, 2000).

Tabla 4.2.2. *Diversidad genética de los 24 genotipos no redundantes en los 11 loci nucleares estudiados. Medias (\pm SD) en el número de alelos por locus (N_a), heterocigosidad esperada y observada (H_o y H_e), frecuencia estimada de alelos nulos (r), contenido en información polimórfica (PIC) y probabilidad de identidad (PI).*

| | N_a | H_e | H_o | r | PIC | PI |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|--------|-------|----------------------------------|
| VVS2 | 10 | 0.878 | 0.875 | -0.008 | 0.843 | 0.036 |
| VVMD5 | 7 | 0.839 | 0.792 | 0.016 | 0.796 | 0.057 |
| VVMD7 | 8 | 0.699 | 0.792 | -0.063 | 0.644 | 0.14 |
| VVMD27 | 8 | 0.853 | 0.875 | -0.022 | 0.814 | 0.048 |
| VrZAG62 | 7 | 0.664 | 0.583 | 0.041 | 0.615 | 0.157 |
| VrZAG79 | 11 | 0.875 | 0.833 | 0.013 | 0.841 | 0.037 |
| VVMD28 | 9 | 0.851 | 0.833 | 0 | 0.813 | 0.048 |
| VrZAG29 | 3 | 0.160 | 0.125 | 0.027 | 0.15 | 0.718 |
| VrZAG67 | 7 | 0.836 | 0.917 | -0.054 | 0.795 | 0.057 |
| VrZAG83 | 4 | 0.730 | 0.750 | -0.02 | 0.664 | 0.131 |
| VrZAG112 | 5 | 0.735 | 0.833 | -0.066 | 0.673 | 0.125 |
| Promedio | 7,18 \pm 2.44 | 0,738 \pm 0.062 | 0,746 \pm 0.026 | - | 0.695 | - |
| Acumulado | 79 | - | - | - | - | 2.531 \times 10 ⁻¹² |

De la tabla 4.2.2 se desprendió que el marcador molecular VrZAG 29 fue el menos informativo de los 11 STMs estudiados, como ya se había reflejado anteriormente en trabajos previos (Ibáñez *et al.*, 2009 a). Su probabilidad de identidad fue muy elevada, con un valor de 0.718, por encima de los otros marcadores. El resto de loci, con un contenido de información polimórfica medio de 0.75, mostraron una heterocigosidad elevada y, por lo tanto, un PI promedio de 0.084. Ello supuso una probabilidad muy baja de que los alelos de dichos microsatélites fuesen coincidentes al comparar variedades distintas. Los alelos más determinantes a la hora de diferenciar entre las variedades analizadas fueron el VVS 2 y el VrZAG 79, con un PI de 0.036 y 0.037 respectivamente.

Tanto la heterocigosidad esperada (0.738 ± 0.062) como la observada (0.746 ± 0.026), mostraron valores muy habituales, muy similares entre sí, por lo que la frecuencia estimada de alelos nulos fue insignificante. El locus VrZAG 62, con un valor de 0.041, mostró la frecuencia máxima en el presente estudio, por debajo del valor máximo obtenido en otros estudios de poblaciones de vid a nivel regional en España (Moreno-Sanz *et al.*, 2011; Santana *et al.*, 2010). Por lo tanto, la existencia de alelos nulos en los resultados obtenidos fue muy improbable.

3.8.3. ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTOS.

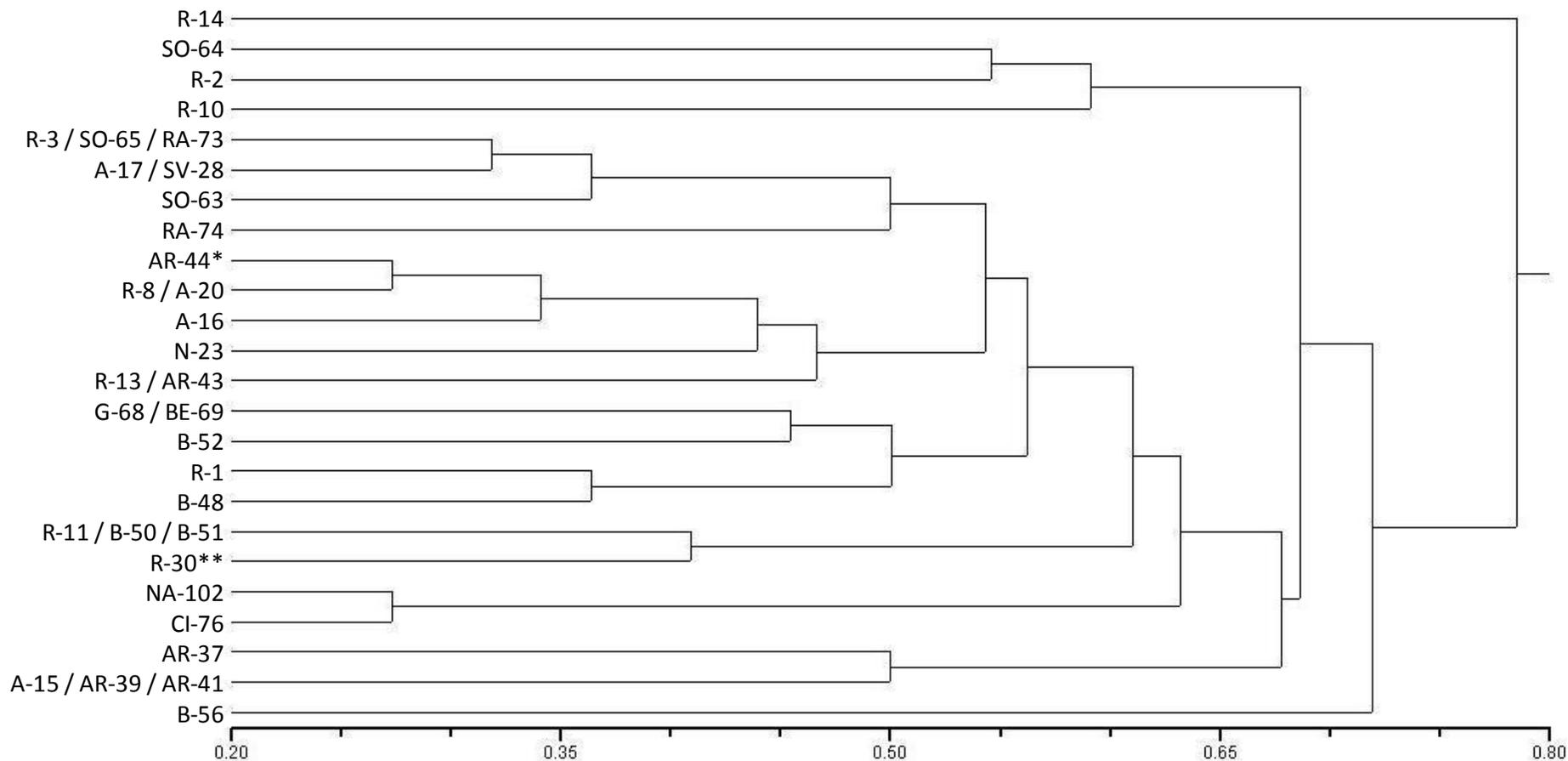
Las relaciones existentes entre todos los genotipos descritos en las accesiones estudiadas se representaron mediante el dendrograma de la figura 4.2.1. Se eligió de entre cuatro posibles dendrogramas por mostrar el mayor coeficiente de correlación cofenética ($r=0.8$), lo cual indicó una buena representatividad de la matriz de distancias genéticas.

A nivel molecular se diferenciaron un total de 24 variantes entre las 45 accesiones estudiadas, como quedó recogido en la tabla 4.2.1. Los agrupamientos registrados se encontraron con un nivel de disimilitud que osciló entre un mínimo de 0.27 y un máximo de 0.91. Aquellas accesiones cuyos agrupamientos tuvieron un coeficiente de disimilitud igual ó inferior a 0.5 entre ellas, tenían la posibilidad de compartir algún tipo de parentesco de primer orden entre sí. Los agrupamientos con el coeficiente de disimilitud de valor cero correspondieron a genotipos coincidentes y compartían ambos parentales, tratándose en principio de la misma variedad, a excepción de aquellas mutaciones somáticas, como pudieron ser las variantes del color de la baya, que no son detectadas mediante los marcadores

moleculares STMSs y originan variedades diferentes. Por ello, es siempre necesario corroborar la caracterización genética con el estudio ampelográfico para afirmar que dos accesiones corresponden a una misma variedad.

Al comparar el dendrograma de la figura 4.1.1 obtenido en la caracterización ampelográfica, con el dendrograma de la figura 4.2.1 expuesto a continuación, pudo apreciarse que la accesión R-14 estaba bien diferenciada del resto de accesiones en ambas figuras. Además, todos los genotipos coincidentes mostraron una notable proximidad en los agrupamientos realizados a nivel ampelográfico. De estas observaciones pudo desprenderse que, en general, los dendrogramas ampelográfico y molecular estuvieron estrechamente relacionados. Para niveles de proximidad intermedios, no se observó concordancia entre las agrupaciones establecidas por ambas técnicas de reconocimiento varietal.

El coeficiente de proporción de alelos compartidos más elevado, que se encontró reflejado en el dendrograma mediante la distancia más pequeña (0.273), fue detectado entre las accesiones identificadas como Graciano (AR-44, B-53, I-57, BE-70) y el genotipo R-8 / A-20; y también entre las accesiones NA-102 y CI-76. Éste último par de genotipos sí que aparecieron estrechamente relacionados a nivel ampelográfico, con una distancia de 0.11, pero no se apreció una relación entre los dos grupos de accesiones anteriores, cuyos coeficientes de similitud en el dendrograma de ampelografía oscilaron en torno a 0.4, alcanzándose el valor mínimo de 0.37 entre las accesiones I-57 y R-8. Otros tres agrupamientos destacables a nivel molecular, con un coeficiente de 0.318, fueron aquellos formados por las accesiones de Graciano con la accesión A-16, las accesiones de Garnacha (A-17 y SV-28) con Alicante Henri Bouschet (R-3, SO-65 y RA-73) y nuevamente Garnacha con la accesión SO-63. Ninguno de estos tres emparejamientos moleculares se reflejó en el dendrograma ampelográfico. Analizando los posibles parentescos que pudieron derivarse de las agrupaciones mencionadas anteriormente, se observó que todos los emparejamientos descritos en el párrafo anterior pudieron guardar alguna relación de parentesco, a excepción de la última pareja formada por Garnacha y SO-63, que no compartieron ningún alelo coincidente en el locus VVMD 5. En el resto de marcadores analizados y para todos los emparejamientos descritos, se encontró un alelo común por locus en todos los casos. No obstante, estas relaciones de parentesco deberían ser confirmadas con un estudio más amplio de marcadores moleculares.



Los asteriscos complementan las accesiones del banco de germoplasma pertenecientes al mismo genotipo (* B-53, I-57, BE-70; ** R-31, R-32, A-34, AR-40, B-47, I-58, NA-104, NA-105).

Figura 4.2.1. Dendrograma obtenido a partir de la matriz de distancias utilizando 11 STMSs y como coeficiente de distancias la proporción de alelos compartidos, a partir de los 24 genotipos no redundantes.

El último emparejamiento destacable, con una distancia inferior a 0.4, se encontró entre la accesión B-48 y R-1. Ésta última accesión también se encontró estrechamente relacionada a nivel ampelográfico con las accesiones conocidas como Morate ó Monastel. Analizando más detalladamente todos los alelos repartidos en los 11 locus estudiados de los tres genotipos, se observó que, muy probablemente, la accesión R-1 pudiera haber sido generada por la hibridación de la accesión B-48 con la variedad Morate ó Monastel. Todos los loci analizados corroboran este cruzamiento, excepto un alelo del locus VVMD 7 en la accesión B-48. Estudios más detallados del perfil genético de estas variedades serán necesarios para confirmar ó desmentir la hipótesis planteada.

Además de los 6 emparejamientos anteriores, se observaron también otros 42 emparejamientos con un coeficiente de proporción de alelos compartidos entre 0.4 y 0.5, que podrían ser debidos a relaciones de parentesco. Analizando todos ellos para los 11 locus estudiados, sólo cuatro emparejamientos resultaron compatibles. A falta de estudios más exhaustivos y considerando también las identificaciones realizadas previamente a nivel ampelográfico, las cuatro parejas mencionadas fueron:

1. B-48 con G-68 y BE-69 (Bobal).
2. B-52 (Petit Bouschet) con R-3, SO-65 y RA-73 (Alicante Henri Bouschet).
3. B-52 (Petit Bouschet) con A-16.
4. RA-74 con N-23.

4.2.4. VARIEDADES IDENTIFICADAS.

Tras establecer las comparaciones correspondientes con las bases de datos recogidas en la metodología, se identificaron 22 de los 24 genotipos únicos. Considerando las dos variantes de color anteriormente mencionadas, se determinaron 24 de las 26 variedades resultantes, obteniéndose dos nuevos genotipos desconocidos (accesiones B-48 y B-56) cuyo perfil molecular no encajó con ninguna de las bases de datos consultadas a nivel nacional ó europeo. En tabla 4.2.3 se resumieron las variedades identificadas con el código de accesión y el nombre local correspondiente que tenían en su zona de origen.

Tabla 4.2.3. Lista de las 45 accesiones estudiadas con su nombre local y su variedad correspondiente.

| Código | Nombre local | Variedad ^a | Código | Nombre local | Variedad ^a |
|--------|----------------------|-------------------------|--------|--------------------|------------------------------|
| R-1 | Monastel | Moristel | AR-44 | Graciano | Graciano |
| R-2 | Miguel de Arco | Vidadillo | B-47 | Tempranillo royo | Tempranillo royo |
| R-3 | Garnacha tintorera | Alicante Henri Bouschet | B-48 | Desconocida | Desconocida 1* |
| R-8 | Garnacha tardía | Mandón | B-50 | Monastel | Morate |
| R-10 | Graciano Alfaro | Tinto Velasco | B-51 | Monastel | Morate |
| R-11 | Morato | Morate | B-52 | Tintorera | Petit Bouschet |
| R-13 | Cojón de gato | Quiebratinajas Tinto | B-53 | Graciano | Graciano |
| R-14 | Sabor a menta | Agawam | B-56 | Desconocida | Desconocida 2* |
| A-15 | Tempranillo temprano | Portugieser Blau | I-57 | Graciano | Graciano |
| A-16 | Tintorera | Morrastel Bouschet | I-58 | Tinto aragonés | Tempranillo |
| A-17 | Garnacha roya | Garnacha Roya | SO-63 | Navarra | Royal Tinta |
| A-20 | Garnacha tardía | Mandón | SO-64 | Teta de vaca | Ahmeur bou Ahmeur |
| N-23 | Tempranillo Barón | Trepát | SO-65 | Garnacha tintorera | Alicante Henri Bouschet |
| SV-28 | Garnacha tinta | Garnacha Tinta | G-68 | Desconocida | Bobal |
| R-30 | Desconocida | Tempranillo | BE-69 | Bobal | Bobal |
| R-31 | Desconocida | Tempranillo | BE-70 | Graciano | Graciano |
| R-32 | Desconocida | Tempranillo | RA-73 | Granegro tintorera | Alicante Henri Bouschet |
| A-34 | Teta de vaca | Tempranillo | RA-74 | Desconocida | Jerónimo |
| AR-37 | Desconocida | Cinsaut | CI-76 | Maturana tinta | Trousseau Noir |
| AR-39 | Tempranillo temprano | Portugieser Blau | NA-102 | Maturana | Maturana tinta de Navarrete* |
| AR-40 | Desconocida | Tempranillo | NA-104 | Tempranillo | Tempranillo |
| AR-41 | Tempranillo temprano | Portugieser Blau | NA-105 | Tempranillo | Tempranillo |
| AR-43 | Cojón de gato | Quiebratinajas Tinto | | | |

^a Prime names según el VIVC, excepto aquellos nombres marcados con *

Seguendo el orden alfabético de las variedades identificadas, se expone a continuación el estudio más pormenorizado de todas ellas, en el que se consideraron los aspectos más relevantes, así como también las posibles relaciones existentes entre las mismas.

4.2.4.1. AHMEUR BOU AHMEUR.

La accesión con la denominación local “Teta de Vaca” fue recogida en Sotés con el código SO-64 y se correspondió con la variedad de uva de mesa **Ahmeur bou Ahmeur**. Se confirmó así la hipótesis planteada durante la caracterización ampelográfica por la particular forma de su baya y se corroboró la sinonimia descrita anteriormente por diferentes autores (Cabello *et al.*, 2011), si bien no siempre se corresponde con dicha variedad la denominación local de “Teta de Vaca” (Ibáñez *et al.*, 2009 b). Ahmeur bou Ahmeur es una variedad originaria

de Argelia, pero se encuentra muy extendida por todo el mundo bajo muy diversas denominaciones (Galet, 2000), alcanzando 61 sinonimias diferentes en el Catálogo Internacional de Variedades de Vid (<http://www.vivc.de/index.php>; acceso 2/12/2012).

4.2.4.2. ALICANTE HENRI BOUSCHET

Las accesiones R-3, SO-65 y RA-73, correspondieron a la variedad **Alicante Henri Bouschet**, también denominada Garnacha Tintorera ó Alicante Bouschet. Las dos primeras se recogieron con la denominación local de Garnacha Tintorera, mientras que la tercera accesión fue recogida como Granegro Tintorera. Es el grupo que presentó el mayor nivel de disimilitud encontrado en el estudio ampelográfico dentro de una misma variedad: 0.21, concretamente entre las accesiones R-3 y RA-73. Alicante Henri Bouschet fue obtenida por Henri Bouschet en 1866, a partir del cruzamiento entre Petit Bouschet y Garnacha Tinta (Viala and Vermorel, 1910; Cabezas *et al.*, 2003). El nivel de disimilitud existente entre las accesiones Garnacha Tintorera y la accesión más próxima (A-16, Morrastel Bouschet) osciló entre 0.28 y 0.32; esto fue debido a que poseían un parental común: Petit Bouschet. Garnacha Tintorera fue ampliamente conocida por toda Europa (Föex, 1891), donde reunió más de 55 sinonimias (VIVC), pero su cultivo había sido tan arraigado en algunas zonas españolas que incluso se consideró como una variedad autóctona y única tintorera cultivada en España (Hidalgo y Galet, 1988; Peñín, 1997). Estudios posteriores confirmaron que Alicante, Alicante Bouschet, Moratón, Colorina, etc. son sinonimias de la variedad Alicante Henri Bouschet (Cabezas *et al.*, 2003; Santiago *et al.*, 2008), obtenida en Francia por Henri Bouschet. Está autorizada en catorce D.O. españolas y es la décima variedad más cultivada (20.991 ha en el año 2009), aunque fundamentalmente se cultiva en Castilla-La Mancha (57%) y en Galicia (30%) (Cabello *et al.*, 2011).

4.2.4.3. BOBAL

Las accesiones BE-69 y G-68 coincidieron con el emparejamiento establecido en el dendrograma del análisis ampelográfico. Se confirmó la hipótesis inicial que consideraba ambas accesiones como correspondientes con la variedad **Bobal**, coincidiendo con la denominación local de la accesión BE-69. Aunque en Rioja se encontró como variedad minoritaria, Bobal es una de las cinco variedades más cultivadas en España, representando el 7,4% de la superficie de viñedo, aunque su superficie de cultivo se ha visto reducida en los últimos años (Cabello *et al.*, 2011). Es considerada una variedad española (Santana *et al.*, 2010), incluso otros autores proponen su origen levantino (Cabello *et al.*, 2011). García de los

Salmones (1914) la ubicaba en las regiones de Alicante, Albacete, Valencia, Castellón, etc. y actualmente se encuentra repartida por toda la península ibérica, donde se ha encontrado con diferentes sinonimias: Vinaté en Mallorca (García-Muñoz *et al.*, 2011.b), Tinta Madrid en Castilla-León (Santana *et al.*, 2010), además de Aprovechón, Morenillo, Moravia, etc., llegándose a recoger hasta un total de 29 sinonimias diferentes para esta variedad (VIVC).

4.2.4.4. CINSAUT

La accesión con el código AR-37 y sin ninguna denominación local, se correspondió con la variedad de origen francés **Cinsaut**. En el estudio ampelográfico previo, se consideró que dicha variedad podría tener cierta similitud con la accesión R-10, denominada Graciano de Alfaro, dado que la distancia existente entre ambas fue de 0.22 unidades, muy cerca del valor de la máxima distancia detectada en el estudio dentro de una misma variedad (0.18). La accesión R-10, según la identificación establecida en la caracterización molecular, se correspondió con la variedad Tinto Velasco. Tanto Cinsaut como Tinto Velasco son dos variedades distintas, con orígenes, zonas de cultivo y marcadores moleculares bien diferenciados.

La variedad Cinsaut, ampliamente cultivada en las regiones meridionales de Francia (Galet, 2000) e inscrita dentro del catálogo francés de variedades de vid, es considerada una variedad meridional y posiblemente de origen provenzal (Boidron R. *et al.*, 1995). Se utiliza tanto para uva de vinificación como para uva de mesa, pero debido al tamaño de su baya no goza de gran aceptación a nivel internacional como variedad de mesa (Galet P. 2000). Actualmente hay 20 clones disponibles de esta variedad, todos ellos seleccionados en Francia (<http://plantgrape.plantnet-project.org>; acceso 3/4/2012). Debido a su elevada tendencia productiva, la variedad Cinsaut genera vinos mediocres y carece del prestigio de otras variedades francesas (Clarke O. y Rand M., 2002). La superficie de cultivo en Francia se ha visto disminuida en los últimos años hasta ocupar menos de 25.000 ha, la mitad que a finales de los años setenta, cuando se alcanzaron más de 50.000 ha de cultivo (<http://plantgrape.plantnet-project.org>; acceso 5/4/2012). Su buen comportamiento frente a la sequía es el motivo por el cual se cultivan más de 6.000 ha en Marruecos. También es cultivada en otros países como Sudáfrica (Hermitage), Italia (Ottavianello), Rumanía (Sarichioi), etc. (Galet, 2000).

4.2.4.5. DESCONOCIDA 1

La accesión B-48 procedió de una cepa localizada en Badarán (Rioja Alta) sin ninguna denominación local. El estudio ampelográfico previo la relacionó con las accesiones AR-41, AR-39 y A-15, de las que la separó una distancia de 0.15 unidades; por debajo de la máxima distancia registrada dentro de grupos de accesiones pertenecientes a una misma variedad para el dendrograma de estudio (Fig. 4.1.1). A pesar de tener menor diferenciación respecto de las tres accesiones más próximas (identificadas como Portugieser Blau), que la propia heterogeneidad intravarietal de otros agrupamientos, la accesión B-48 no se correspondió con la variedad Portugieser Blau. Estableciendo la comparación de los marcadores moleculares obtenidos con las bases de datos disponibles, tanto a nivel nacional (Ibáñez *et al.*, 2003 y Martín *et al.*, 2003) como internacional (<http://www.eu-vitis.de> y <http://www.vivc.de/index.php>; acceso 5/12/2012), se pudo comprobar que no existía ninguna similitud entre dicho material vegetal y las variedades registradas en las diferentes bases de datos. Por lo tanto, además de descartar que dicha accesión pudiera corresponderse con la variedad Portugieser Blau, se propuso como una nueva variedad desconocida hasta ahora. Ni sus características agronómicas ni enológicas permitieron avanzar en la identificación de dicha variedad; por lo tanto, su estudio deberá ser profundizado en mayor medida para conocer mejor su comportamiento.

4.2.4.6. DESCONOCIDA 2

La accesión B-56, sin ninguna denominación local, no coincidió con ningún perfil genético de las variedades registradas en las bases de datos consultadas a nivel nacional como internacional. Al igual que la otra variedad desconocida, correspondiente a la accesión B-48, también procedió de la localidad de Badarán. La caracterización ampelográfica previa tampoco ayudó en la identificación y su estudio deberá ser ampliado en mayor medida para intentar conocer alguna posible correspondencia con otras variedades minoritarias que han sido localizadas en diferentes regiones españolas (Santana *et al.*, 2010; Buhner-Zaharieva *et al.*, 2010), así como portuguesas (Castro *et al.*, 2012; Lopes *et al.*, 2006), para ampliar la búsqueda a bases de datos de otros países, si los resultados son negativos.

4.2.4.7. GARNACHA

Las accesiones SV-28 y A-17 ya fueron identificadas previamente en la caracterización ampelográfica como dos variedades diferentes, correspondiéndose con **Garnacha Tinta** y **Garnacha Roya** respectivamente, aunque su nivel de disimilitud morfológica únicamente

alcanzaba 0.09; muy por debajo del nivel de disimilitud encontrado dentro de grupos de accesiones pertenecientes a la misma variedad. Como ya se había previsto, los resultados de los marcadores moleculares analizados fueron coincidentes en ambas accesiones. La variedad Garnacha ha sido cultivada durante muchos siglos tanto en España como en Cerdeña, aunque se considera una variedad originaria de la península ibérica, dado que no guarda ninguna relación directa a nivel genético con las especies salvajes de Cerdeña (De Mattia *et al.*, 2009) y se corresponde mayoritariamente con el clorotipo A (Santana *et al.*, 2010). Se encuentra extendida por todo el mundo, lo que ha generado más de 115 sinonimias reconocidas (VIVC). En España está autorizada en numerosas D.O. y es la cuarta variedad en cuanto a superficie de cultivo, con más de 69.400 ha en el año 2009 (Cabello *et al.*, 2011), muy por debajo de la superficie destinada en Francia ese mismo año (98.000 ha). La primera hipotética referencia bibliográfica de Garnacha se recoge en una sentencia del Parlamento de París (1321), que documenta un cargamento de vino de “Varnacie” (Peñín, 1197). Posee además diversas variantes somáticas que la convierten en una de las variedades con mayor diversidad, tanto por la coloración de su baya, como por las características de sus hojas, dando lugar a diferentes variedades: Garnacha Blanca, Garnacha Roja, Garnacha Tinta y Garnacha Peluda (Cabezas *et al.*, 2003). El gran interés por su cultivo ha incentivado la realización de varias selecciones clonales en España, Francia e Italia.

4.2.4.8. GRACIANO

El grupo compuesto por cuatro accesiones (BE-70, I-57, B-53 y AR-44) fue identificado a nivel ampelográfico como **Graciano** y los análisis moleculares confirman dicha afirmación en cada una de las accesiones. Así, se pudo establecer que el máximo nivel de disimilitud encontrado dentro del grupo alcanzó el valor de 0.13; por debajo del nivel encontrado en otras agrupaciones. Graciano es considerada una variedad de origen español que ha sido descrita ampliamente a lo largo de toda la historia de la viticultura, tanto a nivel nacional por Valcárcel (1791), Clemente (1807) y Abela (1885) entre otros (Cabello *et al.*, 2011), como a nivel local en Rioja por Jean Pinaud (1877), director técnico de Bodegas Marqués de Riscal y Victor Cruz Manso de Zúñiga (1894), director de la Estación Enológica de Haro. Recientemente, otros trabajos apoyan el origen ibérico de la variedad Graciano al caracterizar dicha variedad con el clorotipo A (Santana *et al.*, 2010). Además de ser una variedad muy extendida por toda la península ibérica, también se encuentra en otras regiones europeas, por lo que se conocen más de 78 sinonimias (<http://www.vivc.de/index.php>; acceso 5/2/2013), destacando Tintilla de Rota en el Sur de España, Tinta Miuda en Portugal ó Morrastel en Francia. Debido al gran

interés de esta variedad dentro de la industria vitivinícola, se realizaron varias selecciones clonales; el CIDA de La Rioja obtuvo seis clones durante los años 1983-1991 (Vicente *et al.*, 1995), y el ENTAV de Languedoc (Francia) obtuvo otros tres clones más. Actualmente, la superficie de Graciano en España se estima en 1.800 ha, mientras que en Francia apenas alcanza 20 ha en el año 2011.

4.2.4.9. JERÓNIMO

La accesión RA-74, recogida en la localidad de Labastida sin ninguna denominación local, no pudo ser identificada ampelográficamente, aunque sí se estableció que era uva de mesa. Todos los marcadores moleculares analizados fueron coincidentes para la variedad **Jerónimo**. Se corroboró por lo tanto que es una variedad distinta de Ahmeur bou Ahmeur (SO-64), siendo ésta la más correlacionada a nivel ampelográfico y con respecto a la cual se estimó un coeficiente de disimilitud de 0.25. Jerónimo se encuentra registrada como uva de mesa en la colección de variedades de vid de El Encín en dos accesiones distintas: 22-A-37, procedente de Navarra y 25-VII-A-20, de procedencia desconocida (Cabello, 1995); así como en la colección del Rancho de la Merced, también como uva de mesa (García de Luján y Lara, 1997).

4.2.4.10. MANDÓN

Las dos accesiones A-20 y R-08, recogidas con la denominación local de “Garnacha Tardía” en las localidades de Aldeanueva de Ebro y El Redal, coincidieron a nivel molecular con la variedad **Mandón**. Se corroboró la hipótesis establecida durante la caracterización ampelográfica, que proponía ambas accesiones como coincidentes, así como que se trataba de una variedad distinta de Garnacha, por lo que su denominación local inducía a error. El nivel de disimilitud existente entre ambas accesiones de la variedad Mandón fue de 0.14, similar al encontrado en otros grupos del presente estudio. Mandón es una variedad que se corresponde con el haplotipo A, definido por Arroyo-García *et al.* (2006), de acuerdo con los análisis moleculares desarrollados en diferentes estudios (Santana *et al.*, 2010), por lo que tiene su origen previsiblemente dentro de la península ibérica. Además, se demostró que procede del cruzamiento entre Heben y Graciano, que corresponden respectivamente a la madre y al padre de la variedad Mandón (García-Muñoz *et al.*, 2011.b), confirmándose el origen español de esta variedad. Aunque es popularmente considerada una variedad del levante español, se ha encontrado también como variedad minoritaria en las provincias de Asturias, Zamora, Teruel, Baleares, Cataluña y Rioja (Santana *et al.*, 2010; García-Muñoz *et al.*, 2011.b; Cabello *et al.*, 2011). En Cataluña, según las referencias de García de los Salmones

(1914) y Pacottet (1928), parece ser que se ha confundido históricamente la denominación Mandón con la denominación Trepát; y también se la considera como sinonimia de Monastrell (Cabello *et al.*, 2011), que nada tiene que ver con la variedad Mandón. Las sinonimias más destacadas de Mandón son: Garró, Mandó (García-Muñoz *et al.*, 2011.b), Morenillo (Cabello *et al.*, 2011), Galmeta y Galmete (<http://www.vivc.de/index.php>; acceso 8/2/2013).

4.2.4.11. MATURANA TINTA DE NAVARRETE

La accesión NA-102, recogida con la denominación de **Maturana Tinta de Navarrete** se corresponde con un genotipo distinto de la accesión CI-76, con la que comparte la nomenclatura de Maturana y con la que se encontró estrechamente relacionada a nivel ampelográfico, con un coeficiente de disimilitud de 0.11. Por ello, mediante la descripción de los caracteres ampelográficos, no pudo afirmarse que se tratasen de variedades diferentes. Pero los marcadores moleculares analizados en el presente estudio demostraron por primera vez que la accesión NA-102 coincidió con la variedad Castets; diferente de Trousseau Noir, con la que se correspondía la accesión CI-76. Los resultados fueron comparados con bases de datos europeas (Lacombe *et al.*, 2012; VIVC), porque no se encontraba registrada en ninguna base de datos española (Ibáñez *et al.*, 2003; Martín *et al.* 2003). Aunque Castets era una variedad cultivada en Francia, concretamente en la región de Cahors, su cultivo ha quedado prácticamente extinguido. Maturana Tinta de Navarrete fue la primera variedad tinta en autorizarse en la DOCa Rioja desde el origen del Consejo Regulador; se autorizó para su cultivo en el año 2007. Actualmente se cultivan más de 50 ha de viñedo y es la región vitivinícola del mundo con mayor superficie de cultivo destinada a esta variedad. Aunque es difícil conocer su origen y, a pesar de coincidir genéticamente con Castets, puede tratarse de una variedad de origen Ibérico, dado que además de encontrarse en la localidad de Navarrete, también se encontró posteriormente en viñedos viejos de otras poblaciones de Rioja (Fuenmayor, Santo Domingo de la Calzada), e incluso en viñedos de la comunidad de Castilla-León, concretamente en la provincia de Burgos. Las cepas encontradas en Rioja podrían ser el resultado de la propagación vegetativa de la colección de cepas encontrada inicialmente en Navarrete, pero también es posible que dicha variedad haya sido diseminada a lo largo de la ruta del Camino de Santiago, sobre la que coincidían todos los puntos mencionados.

4.2.4.12. MORATE

Este grupo lo integraron tres accesiones, todas ellas correspondientes a la variedad **Morate**, también denominada Monastel: B-50, B-51 y R-11. En el análisis ampelográfico ya se

había descrito que previsiblemente se trataba de la misma variedad, a pesar de sus distintos nombres locales y orígenes: B-50 y B-51 se recogieron como Monastel en la localidad de Badarán (Rioja Alta), mientras que R-11 se recogió con la denominación local de Morato en El Redal (Rioja Baja). Por otro lado, se confirmó la hipótesis que ampelográficamente calificaba como distintas las accesiones R-2 y R-1 respecto de B-50, B-51 y R-11. Morate es una variedad poco conocida, cultivada fundamentalmente en Aragón (Cabello *et al.*, 2011), aunque también se ha encontrado como variedad minoritaria sin denominación local en Castilla León (Santana *et al.*, 2010). Las sinonimias más destacadas de esta variedad son Macicillo en Aragón (Buhner-Zaharieva *et al.*, 2010), Morenillo y Ribote (Cabello *et al.*, 2011). Monastel se encuentra registrada también como sinonimia de Miguel de Arco (<http://www.vivc.de/index.php>; acceso 10/2/2013) y de Moristel (Cabello *et al.*, 2011), que son dos variedades diferentes entre sí y diferentes también a su vez de la variedad Morate. Es considerada una variedad española, tanto por el carácter histórico reflejado en bibliografía, donde Abela (1885) habla de las Moratas cultivadas en Navarra y más tarde García de los Salmones (1914) la cita en Aragón, Rioja, Navarra y Castellón, así como por recientes estudios genéticos, que caracterizan dicha variedad con el clorotipo A (Santana *et al.*, 2010).

4.2.4.13. MORISTEL

La accesión R-1 fue recogida en la localidad de El Redal como Monastel, pero los microsatélites analizados concordaron con **Moristel**, que es una variedad distinta de Morate ó Monastel. Las accesiones de Morate ó Monastel (R-11, B-50 y B-51) se encontraron muy próximas a la accesión R-1 a nivel ampelográfico, además de a la accesión R-2 (Vidadillo). El nivel de disimilitud con respecto a la accesión más próxima de la variedad Morate (R-11) fue 0.11, y con respecto a la única accesión de Vidadillo fue 0.17. Ambos se encontraron por debajo de 0,21, que fue el nivel de disimilitud establecido en la matriz de distancias para un grupo de accesiones pertenecientes a la misma variedad. Consecuentemente, a nivel ampelográfico, resultó difícil establecer la distinción entre las variedades mencionadas, pero pudo confirmarse que son tres variedades distintas, dilucidando las dudas de la caracterización ampelográfica. La gran similitud detectada entre las variedades Moristel y Morate pudo estar relacionada con algún nivel de parentesco existente entre ambas. Los microsatélites estudiados de Moristel se mostraron compatibles, a excepción de uno de ellos, con un cruzamiento entre Morate y la accesión B-48, una de las dos que no pudo ser identificada. Por lo tanto, la proximidad reflejada a nivel ampelográfico entre Moristel y Morate pudo derivarse de una relación paterno-filial entre ambas. No se conoce el origen de Moristel, y sería

necesario corroborar la hipótesis anterior con un estudio más profundo ampliando el número de marcadores moleculares, pero se considera una variedad muy relacionada con Aragón. Es la única comunidad autónoma española que ha autorizado su cultivo, concretamente en las D.O. Cariñena y Somontano. También se encontró como variedad minoritaria en Castilla-León (Santana, 2010) y Manso de Zúñiga (1905) ya citaba con el nombre de Miguel de Arco una variedad que coincidió con Moristel, cultivada en La Rioja desde 1887. Dada la extensión de su cultivo por toda la geografía española, son numerosas las sinonimias que se registran de esta variedad: Corcejón, Juan Ibáñez, Monastel, Monastrel, Moristell, Negrалеjo, etc. (Cabello *et al.*, 2011).

4.2.4.14. MORRASTEL BOUSCHET

La accesión con el código A-16 y recogida en Alfaro como “Tintorera” se correspondió con la variedad **Morrastel Bouschet**. Es un cruzamiento entre Graciano (también denominado en Francia como Morrastel) y Petit Bouschet, obtenido en 1885 por Henri Bouschet (Viala y Vermorel, 1910; Cabezas *et al.*, 2003). El resto de cruzamientos obtenidos por Henri Bouschet a partir de estas dos variedades, como Morrastel-Bouschet Nº 1 a 7, Morrastel-Bouschet à feuilles lasciniées, Morrastel-Bouschet à feuilles lisses, Morrastel-Bouschet à petit grains ó Morrastel-Bouschet à sarments érigés no obtuvieron interés comercial (Galet P., 2000). La gran proximidad de la accesión A-16 con el grupo de las accesiones correspondientes a la variedad Graciano, como quedó recogido en el dendrograma del estudio ampelográfico previo (Fig 4.1.1), es debido a que Morrastel Bouschet conserva numerosos caracteres morfológicos en la hoja similares a los de su parental. Estas características, junto con la presencia de antocianos en la pulpa, hacen de Morrastel Bouschet una variedad fácilmente identificable a nivel ampelográfico, al ser pocas las variedades cultivadas a nivel mundial que poseen coloración en la pulpa y no conservar ninguna de ellas las características fundamentales de la hoja de Graciano. El desarrollo en España de la variedad Morrastel Bouschet ha sido testimonial, apareciendo como variedad minoritaria en la región leonesa del Bierzo (González-Andrés *et al.*, 2007) y en Asturias (Moreno-Sanz *et al.*, 2011), pero también en Valladolid y Cantabria (Cabello, 1995 y Cabezas *et al.*, 2003). Se cultiva fundamentalmente en Galicia, alcanzando una superficie de 592 ha en el año 2009, y siendo Valdeorras la única D.O. en autorizar su cultivo con el nombre de Gran Negro (Cabello *et al.*, 2011). En Francia se cultiva principalmente en la región de Languedoc Roussillon (Robinson, 1996). Además de la sinonimia de Gran Negro (Cabezas *et al.*, 2003) y Graciano Tintorero, también se han descrito como sinonimias Garnacho (Martín *et al.*, 2003) y Grand Noir (Cabello *et al.*, 2011). Pero esta última

denominación se encuentra registrada como hibridación de Aramon Noir y Petit Bouschet (<http://www.vivc.de/index.php>; acceso 3 de diciembre de 2012), y no de Graciano y Petit Bouschet, resultando que Grand Noir y Morrastel Bouschet corresponden a distintas variedades.

4.2.4.15. PETIT BOUSCHET

La accesión B-52, recogida con la denominación local de “Tintorera” en la localidad de Badarán, coincidió a nivel molecular con la variedad **Petit Bouschet**, confirmándose la hipótesis establecida en la caracterización ampelográfica. Esta variedad fue creada por Louis Bouschet en 1928, a partir de las variedades Aramón y Teinturier du Cher (Viala and Vermorel, 1910; Cabezas *et al.*, 2003). El coeficiente de disimilitud obtenido respecto de sus descendientes Morrastel Bouschet y Alicante Henri Bouschet alcanzó 0.43 y 0.36-0.46 respectivamente, por lo que las diferencias morfológicas descritas fueron lo suficientemente importantes como para poder identificar a nivel ampelográfico dicha variedad. Petit Bouschet no ha sido tan ampliamente cultivada como Alicante Bouschet, aunque diversos trabajos realizados en la península ibérica la han localizado con la denominación de “Tinta Aragonesa” en el Bierzo (González-Andrés *et al.*, 2007) y “Tinta da Zorra” en Galicia (Santiago *et al.*, 2008). Pero su sinonimia más reconocida a nivel nacional es “Negrón de Aldán” (Cabezas *et al.*, 2003; Martín *et al.*, 2006) que, a su vez, también se considera sinonimia de la variedad española Juan García (Cabello *et al.*, 2011), siendo ésta última una variedad totalmente distinta de Petit Bouschet.

4.2.4.16. PORTUGIESER BLAU

Se comprendió un grupo formado por tres accesiones idénticas a nivel molecular: A-15, AR-39 y AR-41. Todas ellas, denominadas localmente como “Tempranillo temprano”, se correspondieron con la variedad **Portugieser Blau**, según el reconocimiento realizado en el segundo análisis del presente estudio. Previamente, se había identificado como Moristel una accesión del banco de germoplasma del Encín denominada “Tempranillo temprano”, que llegó a Madrid en 1971 procedente de Aldeanueva de Ebro (Cervera *et al.*, 2002), enviada por Manuel Naranjo, del D.P.A. de Logroño, y que él mismo había solicitado a un agricultor de Aldeanueva de Ebro. Dicho estudio, que englobaba 48 descriptores morfológicos y 95 marcadores AFLP, no comparó los resultados ampelográficos obtenidos con los de la variedad Moristel, aunque sí lo realizó a nivel molecular y obtuvo un coeficiente de similitud $GS \geq 0.93$. Dichos resultados aún continúan apareciendo en el Catálogo Internacional de Variedades de

Vid, donde se recoge al Tempranillo Temprano como una sinonimia de Moristel (<http://www.vivc.de/index.php>; acceso 10/5/2012). Un estudio posterior englobó las tres accesiones estudiadas (A-15, AR-39 y AR-41) dentro de una misma variedad, por su gran similitud a nivel ampelográfico, considerándolas también como una homonimia de Tempranillo, debido a la existencia de importantes diferencias morfológicas en numerosos caracteres (Martínez de Toda *et al.*, 2004). La identificación del primer estudio difiere de los resultados obtenidos en el presente estudio, que identifican las tres accesiones de “Tempranillo temprano” como Portugieser Blau. Aunque no se realizaron comparaciones a nivel ampelográfico con dicha variedad, de forma visual, las características del racimo y de hoja descritas en las tres accesiones coincidieron con las descripciones de Portugieser Blau encontradas en bibliografía (<http://plantgrape.plantnet-project.org/cepage/Portugais%20Blau%20N>; acceso 5 de julio de 2012). Actualmente, la identificación molecular con marcadores microsatélite es inequívoca para las variedades Moristel, Tempranillo y Portugieser Blau, por lo que puede afirmarse con total certeza que las tres accesiones (A-15, AR-39 y AR-41) se correspondían con la variedad Portugieser Blau y no con Tempranillo ni con Moristel. El cultivo de la variedad Portugieser Blau se extiende fundamentalmente en Alemania y Austria, siendo considerada una variedad de origen austríaco por numerosos autores (Clarke O. y Rand M., 2002). Otros autores otorgan mayor validez a la hipótesis de su origen portugués y su posterior trasladado a Austria por el embajador austríaco de Portugal en 1772. Estudios moleculares sobre el material vegetal de ambos países demuestran que ambos cultivares son genéticamente coincidentes (Regner *et al.*, 1999), dando validez a la última hipótesis. La variedad Portugieser Blau se encuentra dentro de las primeras 60 variedades más importantes en superficie de cultivo, con más de 20.000 ha (Galet P., 1990), y está inscrita en los catálogos oficiales de 11 países europeos. Se conservan en Francia una cuarentena de clones, pero sólo está certificado el clon 939, seleccionado por el ENTAV en 1988 (<http://plantgrape.plantnet-project.org>). Tradicionalmente, la Portugieser Blau ha sido descrita como una variedad de ciclo corto desde principios del siglo XX, con una maduración entre 10 y 12 días antes de Chasselas Doré (Viala P. y Vermorel V., 1902-1910). Otras fuentes señalan también que se trata de una variedad temprana, pero con una maduración 8 días más tarde de Chasselas (Boidron R. *et al.*, 1995). Es esta característica varietal la responsable de que en Rioja se la conociese como “Tempranillo temprano”, debido a que madura dos semanas antes que el Tempranillo. También es conocida de forma oficial en Alemania y Austria (Blauer Portugieser), Hungría (Kékoportó), Rumanía (Oporto), Portugal (Português Azul), etc.

4.2.4.17. QUIEBRATINAJAS TINTO

Las accesiones R-13 y AR-43, denominadas localmente como “Cojón de Gato”, procedían de las localidades de El Redal y Arnedo respectivamente. Aunque sus orígenes fueron diferentes, compartían la misma denominación local. Según se recoge en el dendrograma de la figura 4.2.1, ambas coincidieron en todos los marcadores moleculares analizados, por lo que se correspondían con una misma variedad. En el estudio ampelográfico previo ya se había detectado su gran similitud fenotípica, registrándose entre ellas un coeficiente de correlación de 0.94 (Anejo II, Tabla 7.5.a), indicando por tanto que podían corresponderse con la misma variedad. Aunque a nivel ampelográfico no se pudo realizar la identificación, comparando los resultados moleculares con la base de datos española, se estableció que ambas accesiones se correspondían con la variedad **Quebratinajas Tinto**. Es una variedad con variaciones somáticas en el color de la baya: blanco, rojo y negro (Martín *et al.*, 2003), y se encuentran registradas en el Catálogo Internacional de Variedades de Vid con los códigos 9848, 22735 y 9849 respectivamente (<http://www.vivc.de>; acceso 15/12/12). A pesar de que Quebratinajas Blanco es utilizada en vinificación, la variedad Quebratinajas Tinto es utilizada como uva de mesa (Cabello, 1995). Se cultivaba antiguamente en la zona de Cariñena (Aragón), desde donde se extendió a las regiones limítrofes (Cabello *et al.*, 2011). También es conocida como Torralba, y así se encuentra registrada en una de las bases de datos europeas, con el número de accesión ESP080-BGVCAM1084 (<http://www.eu-vitis.de>; acceso 14/12/12), ya que fue encontrada en la localidad aragonesa de Torralba, según se recoge en la colección de vides del jardín botánico de Madrid. Otras sinonimias corresponden a ligeras modificaciones en su nomenclatura, como Quebratinajas o Quebrantatinajas (Cabello *et al.*, 2011), además de Colgadero ó Colorada (<http://www.vivc.de/index.php>; acceso 14/12/12). El nombre local con el que ha sido encontrada en los dos puntos de Rioja (Cojón de Gato) se corresponde con una sinonimia de la variedad Juan García, que no guarda relación alguna con la Quebratinajas. Además, se consideró una homonimia de Leonada (Rojas Clemente, 1807) que, a su vez, es sinonimia de Quebrantatinajas, Teta de Vaca y Corazón de Cabrito, que es una variedad distinta (Cabello *et al.*, 2011).

4.2.4.18. ROJAL TINTA

La accesión con el código SO-63 fue recogida en Sotés con la denominación local de “Navarra”, pero en la caracterización ampelográfica previa no pudo identificarse la variedad. Los marcadores moleculares resultantes coincidieron con la variedad **Rojal**, que aunque era una sinonimia de Alarije ó Malvasía Riojana (Cabello *et al.*, 2011), no guardaba ninguna

relación con éstas y se correspondía con una variedad de uva de mesa. Existen varias accesiones de uva de mesa distintas que han sido identificadas con la variedad Rojal en la colección de variedades de vid de El Encín y se encuentran registradas con un uso indistinto, tanto para uva de mesa como para vinificación. Proceden de Albacete (Rojal y Royal), Almería, Lérida y Castellón (Royal). También se encuentra registrada en la colección del Rancho de la Merced como uva de mesa (García de Luján y Lara, 1997). Estudios más recientes han localizado la variedad Rojal en Aragón (Buhner-Zaharieva *et al.*, 2010), y en Castilla La Mancha (Fernández *et al.*, 2012). A pesar de estar autorizada en las D.O. Méntrida y Manchuela (Fernández *et al.*, 2012; Cabello *et al.*, 2011), no es una variedad muy cultivada, llegando a alcanzar una superficie de 1170 ha en Castilla-La Mancha fundamentalmente. Se desconoce el origen de esta variedad, aunque previsiblemente es española, dado que existen referencias históricas muy antiguas: Valcárcel (1791) y Pacottet (1928). La única sinonimia descrita, aparte de las nomenclaturas locales erróneas dadas a las accesiones coincidentes con la variedad Rojal, es Royal (Cabello *et al.*, 2011), que a su vez es una sinonimia de Alphonse Lavallée (Ibáñez *et al.*, 2009 b).

4.2.4.19. SABOR A MENTA - AGAWAM

La variedad procedente de la localidad de El Redal con el código R-14 se identificó, aunque no con total certeza, con la variedad **Agawam**, obtenida en 1861 por E. S. Rogers en el estado de Massachusetts (EEUU), a partir de un cruce interespecífico de Carter por Black Hamburg (<http://www.vivc.de/index.php>; acceso 2/12/2012). Se corresponde con el número 15 de la colección de los híbridos de Rogers (Viala et Vermorel, 1902-1910). De esta forma, se esclarece el origen de las características que relacionaban la accesión R-14 con las *Vitis labrusca*, dado que la variedad Carter procede de un cruzamiento de Isabella, y ésta fue a su vez obtenida por otro cruzamiento interespecífico de *Vitis labrusca* por *Vitis vinifera*. Por tanto, la variedad Agawam posee las características del gusto “foxé”, entre otras particularidades, que fueron transmitidas a través de tres generaciones. No se encuentra muy extendido el cultivo de la variedad Agawam y su principal zona de producción se localiza en Estados Unidos, donde se utiliza tanto para uva de mesa como para uva de vinificación, aunque también fue introducida en Europa a consecuencia de la crisis de la filoxera (Viala et Vermorel, 1902-1910). De entre todos los híbridos de Rogers, es la única variedad que posee flores hermafroditas y puede desarrollar fruto con total normalidad (http://www.bunchgrapes.com/agawam_grapes.html; acceso 2/12/2012).

4.2.4.20. TEMPRANILLO

La variedad **Tempranillo** englobó un grupo de 9 accesiones que comparten idénticos resultados en todos los marcadores moleculares estudiados: R-30, R-31, R-32, A-34, AR-40, B-47, I-58, NA-104 y NA-105. Todas ellas ya se habían descrito en el estudio ampelográfico previo como Tempranillo, formando un grupo muy homogéneo, con un nivel de disimilitud por debajo de 0.19. Por lo tanto se confirmó que, a pesar de existir variaciones somáticas propias de la variabilidad intravarietal, todas las accesiones se correspondían a nivel genético con la variedad Tempranillo. El objetivo de la prospección consistía en detectar aquellos individuos que previsiblemente no se correspondían con variedades conocidas ni eran cultivados ampliamente. Aún así, el número de accesiones correspondientes a Tempranillo fue elevado. El motivo pudo ser debido a que los fenotipos originales estaban fuertemente influenciados por los factores ambientales y también a la gran heterogeneidad intravarietal existente en la actualidad para Tempranillo (Pérez-Hugalde *et al.*, 2004). Es una de las variedades más ampliamente cultivadas, ocupando el 78% de la superficie de la D.O.Ca. Rioja (Estadísticas 2009 - Consejo Regulador). Posiblemente sea una de las variedades españolas más internacionales, con más de 73 sinonimias (VIVC). A mayor superficie de cultivo, mayor probabilidad existe de que aparezcan mutaciones somáticas espontáneas que generen nuevos biotipos y se propaguen vegetativamente a lo largo del tiempo (Alba *et al.*, 2011). Es también una forma de generación de nuevas variedades, en el caso de que dichas mutaciones provoquen cambios significativos, tanto a nivel de genotipo como de fenotipo (This *et al.*, 2006).

Además de la importancia en cuanto a superficie de cultivo, es importante considerar que, muy probablemente, la variedad Tempranillo sea originaria de la zona de Rioja, al provenir sus dos parentales de zonas adyacentes: Benedicto es una variedad originaria de Aragón y Albillo Mayor se considera una variedad autóctona de Castilla León (Ibáñez *et al.*, 2012). Por lo tanto, las probabilidades de que su hibridación se produjese en una región intermedia son mayores. Respecto a su elevada variabilidad intravarietal, se unieron los dos factores fundamentales: amplias zonas de cultivo y un largo período de tiempo en la región, que conllevan un elevado número de divisiones celulares y, por lo tanto, la posibilidad de aparición de mutaciones. Considerando las prácticas culturales de propagación vegetal realizadas a lo largo de toda la historia de la viticultura riojana y española, no es de extrañar que en La Rioja se acumule una gran diversidad de biotipos de Tempranillo. Así, hay varias

colecciones de vid en La Rioja con un número elevado de biotipos de Tempranillo: 729 en la colección de La Grajera (Vicente *et al.*, 2006) y 532 en la colección de Bodegas Roda.

No todas las accesiones identificadas como Tempranillo se correspondieron con Tempranillo Tinto. La accesión B-47 presentaba una variación somática importante con respecto al resto del grupo, como se había reflejado previamente en la caracterización ampelográfica: la coloración de la epidermis de la baya era gris, mientras que el resto fueron descritas con una coloración azul-negra. Esta mutación, que no había sido detectado a nivel molecular, es una variación somática lo suficientemente importante como para que la accesión B-47 fuese considerada una variedad diferente: **Tempranillo Royo**. Fue recogida en Badarán y es allí donde se localizó por primera vez en varias cepas aisladas de viñedos viejos de dicha localidad (Martínez de Toda *et al.*, 2012 b). Su origen temporal y geográfico es incierto, aunque probablemente surgió a partir de una mutación en una yema de una cepa ubicada en el entorno de Badarán y fue propagada vegetativamente desde entonces. Es una variedad que no alcanzó nunca un desarrollo importante a nivel de superficie de cultivo y siempre se mantuvo como una variedad minoritaria en los viñedos de su previsible zona de origen, el término municipal de Badarán. Recientemente se han localizado nuevos biotipos de Tempranillo con coloración roja o gris en el hollejo. Uno de ellos se encuentra preservado dentro de la colección del Gobierno de la Rioja y los otros se encuentran en sus lugares de origen: en 2 viñedos de Tempranillo Tinto en las localidades de Navarrete y San Vicente de la Sonsierra, donde se detectaron las mutaciones tan sólo hace unos años. También se han localizado variantes somáticas en Tempranillo fuera de Rioja con el color de la baya gris, como es el caso de una accesión denominada “Tinta de Toro Blanca”, procedente de Toro y registrada en la colección de Zamadueñas, Valladolid (Yuste *et al.*, 2006).

4.2.4.21. TINTO VELASCO

La variedad **Tinto Velasco** (accesión R-10) se recogió en la localidad de El Redal. Dicho material vegetal era reconocido en toda la subzona de Rioja Baja como Graciano. Se mantuvo dicha nomenclatura hasta principios de los años noventa, cuando se confirmó que no se correspondía con la variedad Graciano y se trataba de una variedad distinta, poniéndose entonces el apelativo de “Graciano de Alfaro” (López de Heredia, 1994), debido a que era en la localidad de Alfaro y en sus alrededores donde más extendida se encontraba. Hasta el presente estudio no se logró esclarecer su identificación, comprobándose que a nivel molecular se correspondía con la variedad Tinto Velasco. No guardaba ninguna relación con las

dos accesiones que fueron recogidas como “Graciano de Alfaro” en otro estudio: se cultivaban en Cariñena (Aragón) y fueron identificadas con la variedad Trepát (Buhner-Zaharieva *et al.*, 2010), corrigiendo un error de identificación previo que consideraba una de las accesiones (“Graciano de Alfaro” 17-15) como la variedad Rojal (Montaner *et al.*, 2004). Tinto Velasco es considerada una variedad española, de la zona de Toledo, aunque no aparece en la actualidad como variedad autorizada dentro de los listados de ninguna Denominación de Origen. A nivel molecular es muy próxima a la variedad Tinto de la Pámpana Blanca, tratándose de una variante de aquélla (Muñoz-Organero, 2002). Las primeras referencias de la Tinto Velasco datan de principios del siglo XIX: se recoge como una variedad cultivada en Toledo (Boutelou, 1805) y es citada con el nombre de Velasco, Blasca y Blasco por el autor Rojas Clemente (Rojas Clemente, 1807). Otras sinonimias descritas de esta variedad son: Benitillo, Tinta y Frasco (Cabello *et al.*, 2011).

4.2.4.22. TREPAT

La accesión con el código N-23 y denominada localmente como “Tempranillo del Barón”, se correspondió con la variedad catalana **Trepát** (Martínez de Toda, 2012). Aunque fue recuperada en el valle del Najerilla, en la subzona de Rioja Alta, es considerada una variedad catalana. Las primeras referencias encontradas sobre la Trepát datan de finales del siglo XIX: se cita como Trobat en Barcelona y Lérida, donde también es citada como Tropat. Así se recoge en el “índice de las variedades que no se han podido insertar en el cuerpo de las clasificadas por ser incompleta su característica ó conocer sólo las localidades en que se las da los nombres indicados” (Abela y Sainz de Andino E., 1885). En la caracterización ampelográfica previa, ya se comprobó que se trataba de una variedad distinta de Tempranillo, pero fue el segundo análisis molecular llevado a cabo en las instalaciones del IMIDRA, el que posibilitó su identificación. Se confirmó por tanto, que el “Tempranillo del Barón”, además de ser una variedad diferente de Tempranillo, es una sinonimia de Trepát. Estudios previos (Martínez de Toda y Sancha, 1997; Martínez de Toda *et al.*, 2004) ya la habían considerado una homonimia del Tempranillo, tratándose por tanto de una variedad diferente; pero hasta ahora no se había logrado la identificación con Trepát. Las primeras descripciones encontradas sobre la variedad Trepát destacan su elevado potencial productivo, su gran tamaño de racimo y su maduración tardía (Pacotet, 1928) coincidiendo con las observaciones realizadas durante el presente estudio. La variedad Trepát es conocida también como Bonicaire, Parrel, Parrel-Verdal, Trapat, etc. En 1990 se cultivaban 3.356 ha, pero su superficie de cultivo ha ido reduciéndose. Se utiliza fundamentalmente para la elaboración de cavas rosados y está presente en cinco

comunidades autónomas; principalmente en Cataluña y algo en la Comunidad Valenciana (Cabello *et al.* 2011). En el año 2007 había registradas 953 ha de esta variedad, confirmándose la tendencia decreciente de su cultivo (MARM, 2007).

4.2.4.23. TROUSSEAU NOIR

En primer lugar conviene destacar que la accesión CI-76, recogida con la denominación de Maturana Tinta, fue el único material que no se recogió en viñedos cultivados sino en la colección ampelográfica del Gobierno de La Rioja, que a su vez, procedía del banco de germoplasma de El Encín en Madrid. No se encontró en ningún viñedo cultivado actualmente en la Denominación de Origen Calificada Rioja ni existen indicios de su cultivo en los últimos cien años. La accesión CI-76 se correspondió genéticamente con la variedad **Trousseau Noir**. A pesar de que a nivel ampelográfico guardó cierta similitud con la accesión NA-102, también denominada localmente en Rioja como Maturana y respecto de la cual sólo tenía un nivel de disimilitud de 0.11, no resultaron ser variedades coincidentes. Trousseau Noir es bastante común en el noroeste de la península ibérica, y aunque es considerada una variedad francesa, cultivada fundamentalmente en el valle del Jura (Díaz *et al.*, 2010), ya se citaba antiguamente su cultivo en Orense (Abela, 1885). Otros estudios genéticos establecieron un primer grado de parentesco con la variedad francesa Sauvignon Blanc (Santana *et al.*, 2010), pero posiblemente su origen sea español, ya que en dichos estudios se caracteriza a Trousseau Noir ó Merenzao con el clorotipo A, típico de las poblaciones de vides salvajes de la península ibérica y de la mayoría de las variedades españolas (Arroyo-García *et al.*, 2006). Sin embargo, otras investigaciones desarrolladas en Montpellier califican la Trousseau Noir como probable descendiente de Savagnin Blanc ([http://plantgrape.plantnet-project.org/cepage/Trousseau %20N](http://plantgrape.plantnet-project.org/cepage/Trousseau%20N); acceso 20/2/2013), aunque apenas se estiman 174 ha dedicadas a su cultivo en toda Francia el año 2011. En España, su superficie de cultivo es ligeramente inferior, con 112 ha en el año 2009, repartidas fundamentalmente entre Canarias, Asturias y Galicia (Cabello *et al.*, 2011).

Otros estudios también proponen la Trousseau Noir como una variedad portuguesa, con el nombre de Bastardo, y refuerzan la teoría del origen ibérico de dicha variedad (Cunha *et al.*, 2010). Aunque en el banco de germoplasma de El Encín consta que fue recogida en La Rioja a principios del siglo pasado con la denominación local de Maturana Tinta, puede tratarse de un error o es posible que sólo existiese en alguna colección de variedades ya que, como se ha reflejado anteriormente, no se ha encontrado ninguna cepa en el viñedo riojano, ni hay

indicios de su cultivo en los últimos cien años. Es muy difícil que una variedad cultivada en esa época haya desaparecido, tanto físicamente como de la memoria colectiva de varias generaciones de vicultores. Las únicas plantas de dicha variedad cultivadas en Rioja se encuentran actualmente en los bancos de germoplasma y en campos experimentales; y no en los viñedos viejos. Además de Maturana, se han descrito otras sinonimias en diferentes regiones españolas: María Ordoña en León y Orense (García de los Salmones, 1914), Verdejo Negro y Merenzao en Galicia (Gago *et al.*, 2009; Freijanes y Alonso, 1997), además de Roibal y Tintilla, entre otras (Cabello *et al.*, 2011).

4.2.4.24. VIDADILLO

Por último, quedó la accesión procedente de la localidad de El Redal bajo la denominación de “Miguel de Arco”. Aunque de acuerdo con la caracterización ampelográfica, la accesión R-02 podría corresponderse con la variedad Morate, mediante el estudio de los marcadores moleculares se identificó como **Vidadillo** y se descartó cualquier correspondencia con la variedad Morate. A su vez, se confirmó la hipótesis del estudio ampelográfico que consideraba a la accesión R-02 distinta de la variedad Miguel de Arco. Vidadillo es considerada una variedad autóctona de Aragón debido a que las primeras referencias la ubican en las provincias de Zaragoza y Huesca (García de los Salmones, 1914). Estudios más recientes han identificado dicha variedad en cuatro zonas de Aragón bajo la denominación local de “Garnacha basta”, “Vidadillo” ó “Miguel” (Casanova *et al.*, 2011). Otras sinonimias descritas son Garnacha gorda y Canona (<http://www.vivc.de/index.php>; acceso 4/12/2012). Se trata de una variedad que ha quedado en desuso debido a sus pobres aptitudes enológicas y su superficie de cultivo ha disminuido de 2.300 ha a, apenas, 800 ha. en los últimos veinte años (Cabello *et al.*, 2011).

4.2.5. LÍNEAS DE PARENTESCOS DESCRITAS.

Teniendo en cuenta las identificaciones realizadas en el apartado anterior y con las relaciones genéticas establecidas a nivel genético, se representaron en la figura 4.2.2 las líneas de parentesco encontradas entre todas las accesiones de variedades minoritarias tintas de Rioja. Algunas de estas relaciones ya se habían descrito hace mucho tiempo por diversos autores, como es el caso de los descendientes de Petit Bouschet (Viala and Vermorel, 1910). Otros parentales, como en el caso de la variedad Mandón, han sido descubiertos

recientemente (García-Muñoz *et al.*, 2011.b). La línea 1 mostró relaciones conocidas y descritas previamente, pero las relaciones establecidas en las líneas 2, 3 y 4 no habían sido citadas en ninguna de las fuentes consultadas. Hay que tener en cuenta que el número de STMSs estudiados fue insuficiente para poder establecer con total certeza una relación paterno-filial, por lo que se considera recomendable incrementar el número de marcadores moleculares hasta obtener una mayor certeza de las relaciones genéticas establecidas en las diferentes líneas propuestas en la figura 4.2.2.

La segunda línea recogió una cierta relación de parentesco (aún sin determinar) entre una de las dos variedades pendientes de identificar (Desconocida 1) con Moristel y Bobal. Las líneas 3 y 4 mostraron también por primera vez posibles relaciones existentes entre variedades que no habían sido descritas previamente en otros estudios.

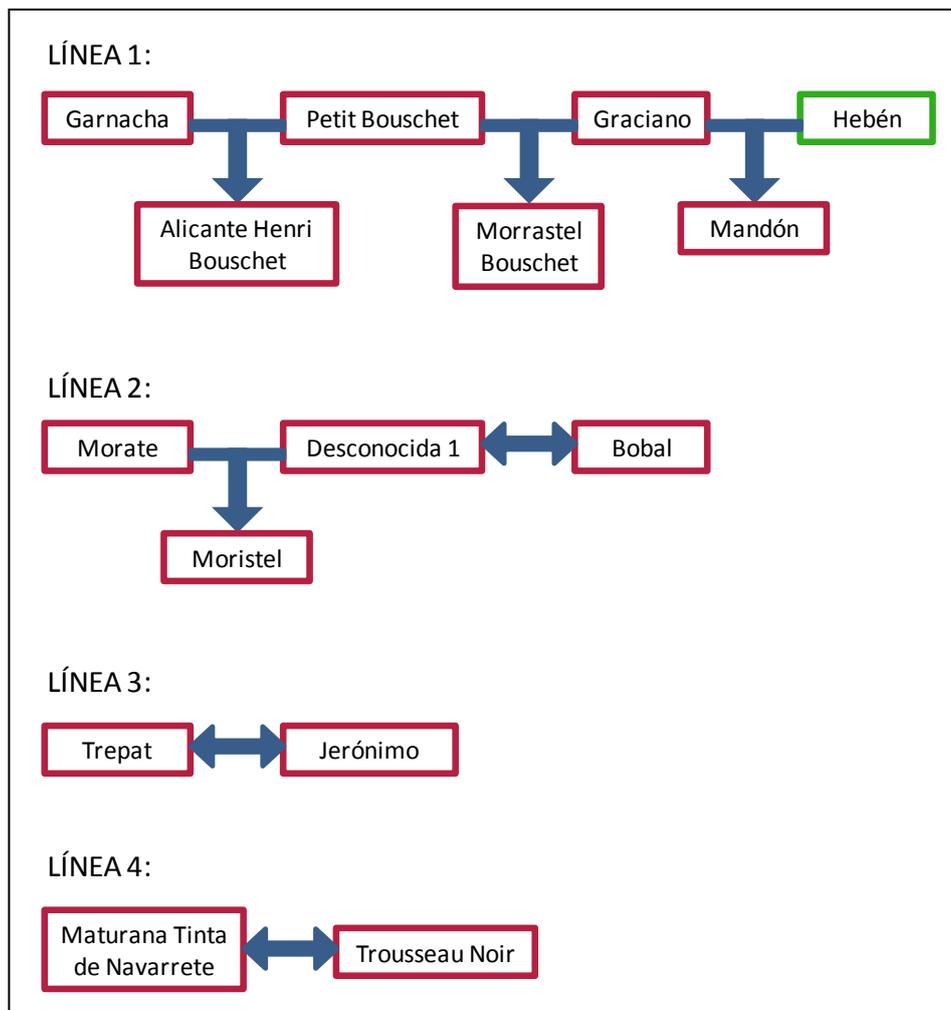


Figura 4.2.2. Líneas de posibles relaciones de parentesco establecidas entre las accesiones del banco de germoplasma de variedades minoritarias tintas de Rioja.

4.3. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y ENOLÓGICA

Durante las campañas 2009 y 2010 se realizó la valoración agronómica y la elaboración de los vinos en aquellas variedades tintas del banco de germoplasma; es decir, en las variedades que presentaron síntesis de antocianos en la baya, en cualquiera de sus variantes de color. Se desestimó el estudio de todas aquellas accesiones suficientemente conocidas ó consideradas como uva de mesa y con poco interés para la elaboración de vinos. Por ello, las variedades Quebratinajas Tinto (R-13 y AR-43), Garnacha Tinta (SV-28), Tempranillo Tinto (R-30, R-31, R-32, A-34, AR-40, I-58, NA-104 y NA-105), Cinsaut (AR-37), Graciano (AR-44, B-53, I-57 y BE-70), Ahmeur bou Ahmeur (SO-64), Bobal (G-68 y BE-69), Jerónimo (RA-74) y Trousseau Noir (CI-76) no fueron consideradas para su estudio agronómico ni enológico durante la campaña 2009.

En la campaña 2010 se incluyeron en el estudio dos variedades de referencia, por ser ampliamente conocidas y estudiadas en muchas regiones vitivinícolas de España: Tempranillo Tinto y Bobal. Además, se incluyó también la variedad Cinsaut, previamente considerada de uva de mesa por su gran tamaño de baya y con poco interés a nivel enológico. En contraposición, no se continuó con el estudio de Desconocida 1 (B-48) debido a los malos resultados que presentó en la campaña 2009, ni con Rojal (SO-63), al descubrirse que se trataba de una variedad de uva de mesa.

En resumen, se estudiaron 17 variedades distintas durante la campaña 2009 y 18 variedades en el año 2010. En total, considerando los dos años de estudio, se evaluaron 20 variedades diferentes.

4.3.1. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA.

En el estudio de caracterización agronómica se atendió fundamentalmente a los componentes de la producción en todas variedades mencionadas anteriormente. Se consideraron también otros aspectos destacados visualmente, como el comportamiento frente a plagas y enfermedades ó la resistencia a sequía.

4.3.1.1. PRODUCCIÓN

Los rendimientos productivos de la vendimia 2009 (Figura 4.3.1) oscilaron entre 1 Kg/cepa para la variedad Agawam y 7.8 Kg/cepa para Trepata. Las variedades que presentaron una producción más moderada (entre 2.9 y 3.5 kg/cepa) fueron en el siguiente orden: Vidadillo, Portugieser Blau, Maturana Tinta de Navarrete y Tempranillo Rojo; mostrando a priori una mayor aptitud vitícola que el resto. Tinto Velasco manifestó un comportamiento intermedio, con 3.8 Kg/cepa.

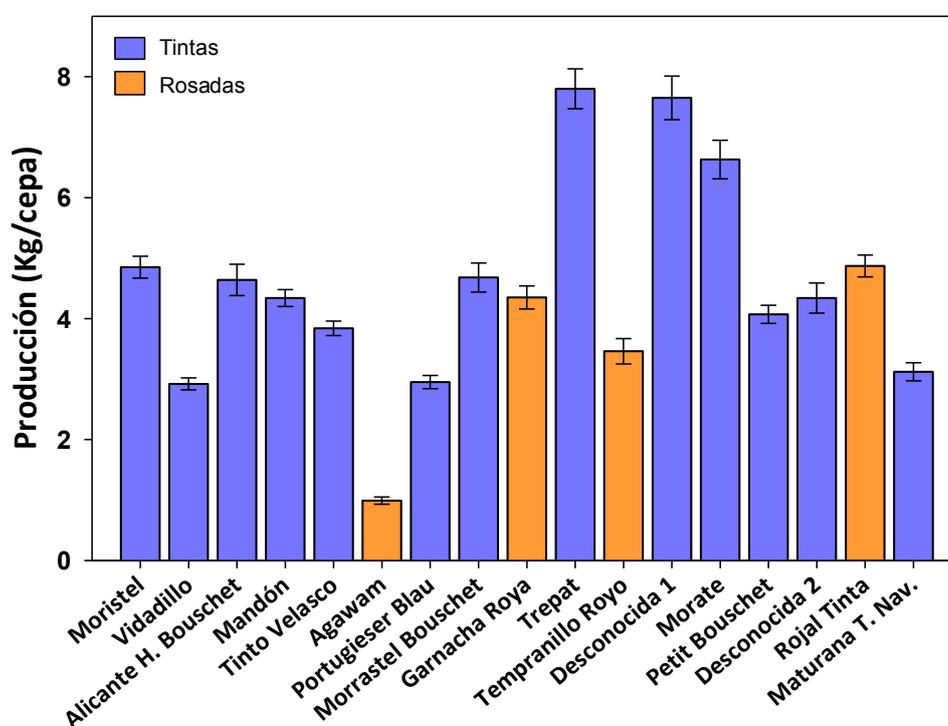


Figura 4.3.1. Media y error estándar de la producción por cepa en las 17 variedades estudiadas el año 2009.

Casi la mitad de las variedades estudiadas (8 de 17) presentaron rendimientos por cepa comprendidos entre 4 y 5 Kg: Petit Bouschet, Desconocida 2, Mandón, Garnacha Roya, Alicante Henri Bouschet, Morrastel Bouschet, Moristel y Rojal Tinta. Para una densidad de plantación habitual (en torno a 3.000 cepas/ha), los rendimientos podrían alcanzar 12.000-15.000 kg/ha, siendo producciones elevadas para la obtención de vinos de calidad y muy por encima de los límites legales establecidos en la D.O.Ca. Rioja (6.500 kg/Ha).

Los mayores rendimientos de la cosecha 2009 se obtuvieron en las variedades Morate, Desconocida 1 y Trepát. Debido a su gran potencial productivo, se tratarían de variedades más adecuadas para la elaboración de diferentes estilos de vino (rosados ó tintos jóvenes ligeros), pero en ningún caso de vinos tintos de alta calidad destinados a largas crianzas.

Considerando la cosecha 2010, se observó un incremento medio de 1 Kg/cepa con respecto a la media de la vendimia anterior, en el conjunto de todas las variedades estudiadas ambos años. Ello fue debido a una precipitación más abundante durante el período vegetativo, aunque el frío y la lluvia durante floración provocaron una tasa de cuajado más irregular que generó a su vez rendimientos por cepa más heterogéneos. Por ello, el error estándar observado en el gráfico (Figura 4.3.2) fue mayor que en la campaña anterior (Figura 4.3.1)

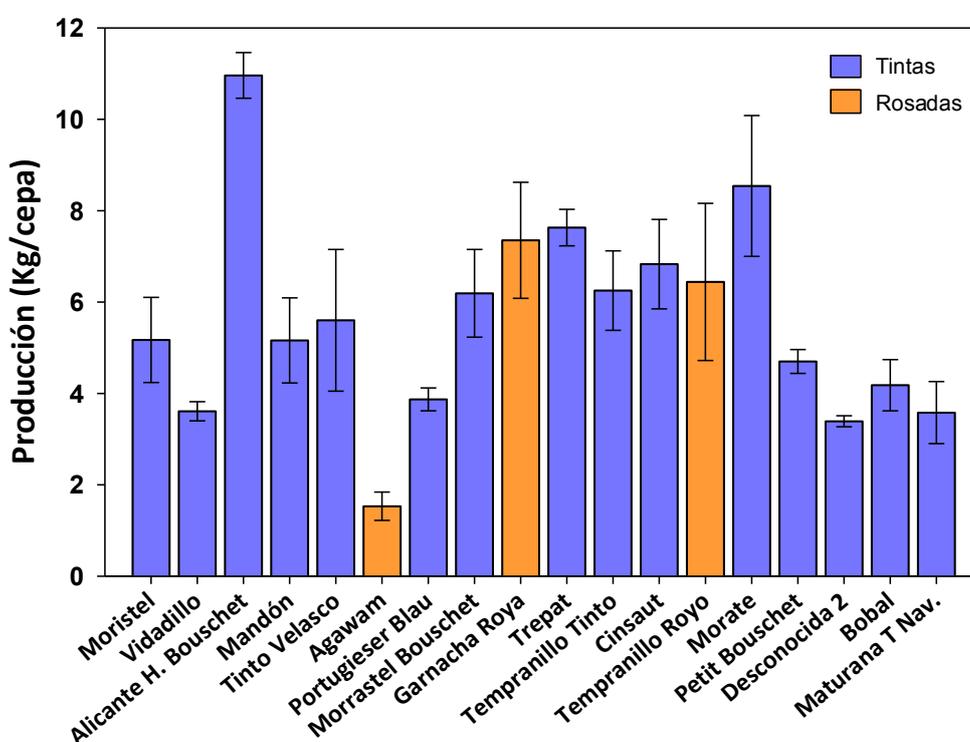


Figura 4.3.2. Media y error estándar de la producción por cepa en las 18 variedades estudiadas el año 2010.

Nuevamente, la variedad menos productiva fue Agawam, con 1.5 Kg/cepa. Con rendimientos adecuados (entre 3 y 4 Kg/cepa) se encontraron: Desconocida 2, Maturana Tinta de Navarrete, Vidadillo y Portugieser Blau. Estas tres últimas variedades, coincidieron también en la cosecha anterior dentro del grupo con menor rendimiento. Por lo tanto, se probó que, a nivel productivo, son variedades con gran aptitud para la obtención de vinos tintos de calidad.

Entre 4 y 6.5 kg/cepa, se encontró un grupo formado por 8 variedades en el siguiente orden creciente: Bobal, Petit Bouschet, Mandón, Moristel, Tinto Velasco, Morrastel Bouschet, Tempranillo Tinto y Tempranillo Royo. Muchas de ellas fueron catalogadas por segundo año consecutivo como variedades de rendimiento bastante elevado. Tempranillo Royo, que el año anterior se ubicó en el grupo de las “poco productivas” obtuvo mayores rendimientos en la añada 2010. La aptitud vitícola de la mayoría de estas variedades puede ser adecuada para la obtención de vinos de calidad, pero debido a su tendencia a generar altos rendimientos en el viñedo, son variedades que pueden necesitar un adecuado control del rendimiento durante su cultivo.

Por último, con producciones en torno a 7-11 kg/cepa, se encontraron las variedades Cinsaut, Garnacha Roya, Trepát, Morate y Alicante Henri Bouschet en orden creciente de producción. Trepát y Morate ya fueron en la campaña anterior las variedades más productivas, confirmándose su enorme rendimiento y, por lo tanto, su escasa aptitud enológica para vinos tintos estructurados. Cinsaut, que no había sido estudiada el año anterior, se confirmó como una variedad de elevados rendimientos, característica ya conocida en las regiones vitivinícolas donde se cultiva dicha variedad (Francia, Sudáfrica, etc.). Tanto Garnacha Roya como Alicante Henri Bouschet, obtuvieron el año anterior unos rendimientos en torno a 4.5 Kg/cepa, mientras que en la cosecha 2010 fueron de 7.3 Kg/cepa y 11 kg/cepa respectivamente (Figura 4.3.2). Este comportamiento pudo deberse a la inestabilidad productiva característica de la variedad Garnacha, con alta sensibilidad al corrimiento que ocasiona grandes oscilaciones interanuales de su producción.

4.3.1.2. PESO DE RACIMO Y BAYA

Dos de los parámetros vitícolas más importantes para valorar las aptitudes cualitativas de una variedad son el peso del racimo y el peso de la baya. Generalmente, se considera positiva la relación entre valores bajos de ambas variables con altas puntuaciones en la calidad de los vinos tintos.

Con pesos de racimo iguales ó inferiores a 200 g sólo se encontraron las mismas dos variedades en las dos campañas estudiadas: Agawam y Maturana Tinta de Navarrete (Fig 4.3.3 y 4.3.4). Considerando además el tamaño de la baya, se pudo observar que Maturana Tinta de Navarrete fue la variedad que presentó el valor más bajo en el año 2010 (1.01 g/baya, Figura 4.3.4) y el segundo valor más bajo en el año 2009 (1.36 g/baya, Figura 4.3.3). Por consiguiente, y teniendo en cuenta también los adecuados rendimientos productivos expuestos en el apartado anterior, Maturana Tinta de Navarrete se mostró como una de las variedades con mayor aptitud vitícola, de entre las 20 variedades estudiadas en ambos años.

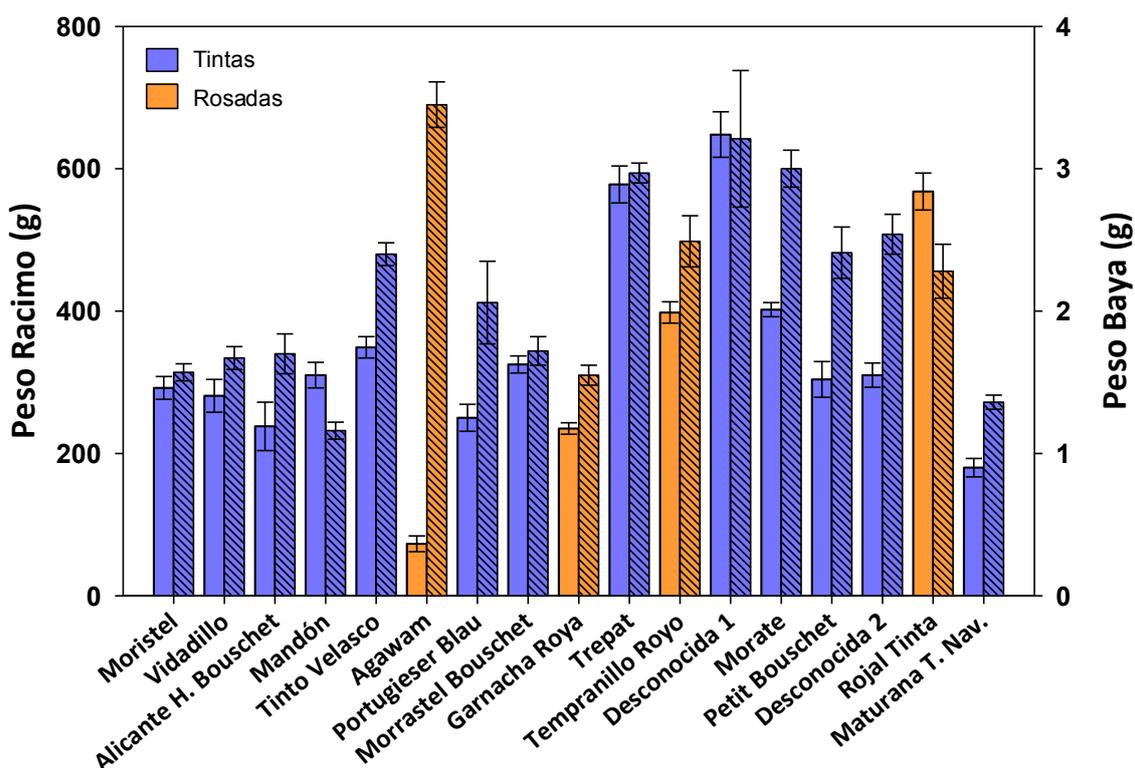


Figura 4.3.3. Media y error estándar del peso del racimo (columnas lisas a la izquierda) y de la baya (columnas rayadas a la derecha) en las 17 variedades estudiadas el año 2009.

Considerando el peso de racimo, se establecieron diferentes grupos:

- Grupo 1: 200 g ó menos (expuestos anteriormente)
- Grupo 2: entre 200 g y 350 g.
- Grupo 3: entre 350 g y 500 g.
- Grupo 4: 500 g ó más.

En el grupo 2, con un tamaño de racimo adecuado, se encontraron 10 de las 17 variedades estudiadas el año 2009 según el siguiente orden creciente: Garnacha Roya, Alicante Henri Bouschet, Portugieser Blau, Vidadillo, Moristel, Petit Bouschet, Mandón, Desconocida 2, Morrastel Bouschet y Tinto Velasco. En la siguiente campaña, sólo 5 de ellas volvieron a encontrarse en dicho rango de valores: Portugieser Blau, Vidadillo, Moristel, Petit Bouschet y Desconocida 2. El resto de variedades presentaron valores más elevados.

En el grupo 3 se recogieron las variedades que presentaron tamaños de racimo más elevados, asociados a una menor calidad y con posibilidad de presentar problemas de ventilación, mayores riesgos de enfermedades, etc. Por orden creciente, en el año 2009 se encontraron las variedades Tempranillo Rojo y Morate, ambas en torno a los 400 g/racimo. En el siguiente año de estudio, en este grupo se incluyeron, además de las dos variedades mencionadas anteriormente, Garnacha Roya, Mandón, Morrastel Bouschet, Tinto Velasco y Tempranillo Tinto, que el año anterior se habían ubicado dentro del grupo 2 (Figuras 4.3.3 y 4.3.4).

El último grupo (4), se correspondió con aquellas variedades que presentaron un excesivo tamaño medio de racimo, con pocas aptitudes vitícolas para uva de vinificación. En la campaña 2009, Rojal, Trepát y Desconocida 1 presentaron valores por encima de 500 g. En la vendimia del año 2010, Trepát volvió a manifestar un peso de racimo superior a medio kilo (622 g), siendo la variedad con mayor tamaño registrada. Las otras dos variedades (Rojal y Desconocida 1) no se volvieron a evaluar por su escaso interés. En el segundo año de estudio, le acompañaron a Trepát en el grupo 4 las variedades Alicante Henri Bouschet, Cinsaut y Bobal. Excepto Alicante Henri Bouschet, que es una variedad tintorera y debe ser considerada de forma distinta, tanto Cinsaut como Bobal reflejaron la dificultad que pueden mostrar para la obtención de vinos de alta calidad, siendo únicamente estudiadas en la segunda campaña 2010.

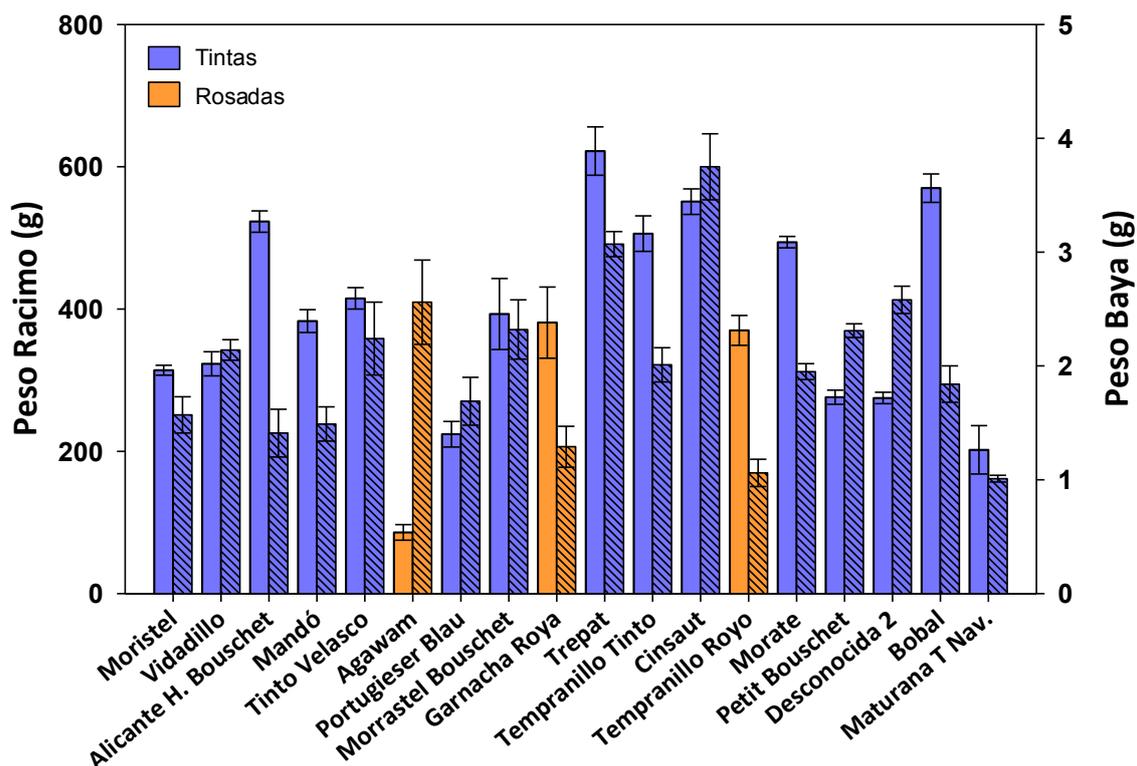


Figura 4.3.4. Media y error estándar del peso del racimo (columnas lisas a la izquierda) y de la baya (columnas rayadas a la derecha) en las 18 variedades estudiadas el año 2010.

Respecto al tamaño de la baya, se establecieron tres grupos diferentes:

- Grupo 1: menos de 1.5 g/baya.
- Grupo 2: entre 1.5 g/baya y 2.5 g/baya.
- Grupo 3: más de 2.5 g/baya.

Dentro del grupo 1 se encontraron Maturana Tinta de Navarrete y Mandón en los dos años estudiados. Además, en la vendimia 2010, se sumaron 3 variedades más: Tempranillo Royo, Garnacha Roya y Alicante Henri Bouschet (Figura 4.3.4). La elevada relación hollejo/pulpa para las variedades con menor tamaño ó peso de baya, permite la obtención de vinos con mayor concentración de compuestos fenólicos, que resulta un factor fundamental para la elaboración de vinos tintos estructurados.

En el grupo 2 (1.5-2.5 g/baya) se encontraron 10 de las 17 variedades estudiadas en el año 2009 (Figura 4.3.3), por orden creciente: Garnacha Roya, Moristel, Vidadillo, Alicante Henri Bouschet, Morrastel Bouschet, Portugieser Blau, Rojal Tinta, Tinto Velasco, Petit Bouschet y Tempranillo Royo. Todas ellas volvieron a incluirse dentro del mismo grupo en la cosecha

2010, a excepción de las 3 variedades mencionadas anteriormente que se sumaron al grupo 1 (Garnacha Roya, Alicante Henri Bouschet y Tempranillo Royo). Sin embargo, quedó incluida Morate, que el año 2009 manifestó un tamaño de baya mayor.

Por último, en el grupo 3 se ubicaron por orden creciente: Desconocida 2, Trepát, Morate, Desconocida 1 y Agawam, con un peso medio de 3.5 g/baya. Agawam, Desconocida 2 y Trepát, con pesos de baya entre 2.5 y 3.1 g, volvieron a incluirse en el grupo 3 en el año 2010 (Figura 4.3.4). Cinsaut, estudiada por primera vez en la cosecha 2010 y con un peso promedio de 3.75 g/baya, fue la variedad que obtuvo el mayor tamaño de baya en el segundo año. Por este motivo se confundió el año anterior, con la caracterización genética pendiente de resolver, con una variedad de uva de mesa.

4.3.1.3. PARÁMETROS VEGETATIVOS Y OTROS ÍNDICES

Los parámetros vegetativos y los índices recogidos en las tablas 4.3.1 y 4.3.2, son variables condicionadas por el tipo de poda que se realizó en el banco de germoplasma (6 pulgares de 2 yemas por cepa). El parámetro más influenciado directamente fue el número de sarmientos por cepa, que osciló entre 7-12 en el año 2009 y entre 12-15 para la campaña de 2010. El menor promedio de número de sarmientos por cepa del primer año de estudio pudo contribuir también a la menor producción media que se comentó anteriormente, además de los factores climáticos, como ya se ha mencionado.

La fertilidad, medida como el número de racimos por sarmiento ó pámpano, también estuvo condicionada por la poda, pues sólo se dejaron yemas de rango 1 y 2 en los pulgares y su fertilidad es menor que las yemas de mayor rango. Las variedades con mayor fertilidad durante los dos años de estudio fueron Morate, Maturana Tinta de Navarrete, Alicante Henri Bouschet y Garnacha Roya. Sus valores oscilaron entre 1.64 y 1.72 racimos/pámpano en el año 2009; y entre 1.45 y 1.75 en el 2010 (Tablas 4.3.1 y 4.3.2).

Otras variedades como Moristel, Portugieser Blau y Agawam también superaron el umbral de 1.5 racimos/pámpano durante la campaña 2009 (Tabla 4.3.1). En posiciones intermedias, con 1.25 - 1.5 racimos/pámpano en el 2009 y con 1.10 - 1.5 en el 2010, se encontraron las variedades Morrastel Bouschet, Trepát, Petit Bouschet y Mandón. Los

tempranillos (Tinto y Royo) mostraron valores habituales en el año 2010 (Tabla 4.3.2), entre 1.3-1.4 racimos/pámpano respectivamente, pero Tempranillo Royo manifestó una baja fertilidad en el primer año de estudio, con 0.85 racimos/pámpano (Tabla 4.3.1).

Los índices de fertilidad más bajos correspondieron a las variedades Bobal y Rojal Tinta en los años 2010 y 2009 respectivamente, con 0.63 y 0.84 racimos/pámpano (Tablas 4.3.1 y 4.3.2). Otras variedades destacadas por su baja fertilidad fueron Tinto Velasco, Desconocida 1 y 2, Vidadillo y Cinsaut, que no superaron el umbral de 1.27 racimos/pámpano en el año 2009 (a excepción de Desconocida 2) ni 1.11 racimos/pámpano en la campaña 2010. En general, para todas las variedades estudiadas, no se detectaron índices de fertilidad anómalos ni por exceso ni por defecto.

Tabla 4.3.1. Media y error estándar de parámetros vegetativos, fertilidad e índice de Ravaz en las 17 variedades estudiadas el año 2009.

| Variedad | N° sarmientos | N° Racimos | Peso madera poda (g) | Peso sarmiento (g) | Fertilidad | Índice de Ravaz |
|----------------------|---------------|------------|----------------------|--------------------|-------------|-----------------|
| Moristel | 11.1 ± 0.4 | 16.6 ± 1.1 | 438 ± 20 | 39 ± 2 | 1.5 ± 0.08 | 11.1 ± 1.2 |
| Vidadillo | 8.2 ± 0.6 | 10.4 ± 0.6 | 240 ± 34 | 29 ± 3 | 1.27 ± 0.04 | 12.2 ± 0.5 |
| Alicante H. Bouschet | 11.7 ± 0.5 | 19.5 ± 0.9 | 457 ± 27 | 39 ± 2 | 1.67 ± 0.13 | 10.2 ± 0.3 |
| Mandón | 9.7 ± 0.6 | 14 ± 0.5 | 565 ± 24 | 58 ± 2 | 1.45 ± 0.08 | 7.7 ± 0.3 |
| Tinto Velasco | 9.6 ± 0.6 | 11 ± 0.4 | 393 ± 10 | 41 ± 1 | 1.15 ± 0.09 | 9.8 ± 0.4 |
| Agawam | 8.1 ± 0.8 | 13.6 ± 0.4 | 408 ± 15 | 50 ± 2 | 1.68 ± 0.08 | 2.4 ± 0.1 |
| Portugieser Blau | 7.7 ± 0.4 | 11.8 ± 0.7 | 783 ± 12 | 102 ± 3 | 1.54 ± 0.23 | 3.8 ± 0.1 |
| Morrastel Bouschet | 11.3 ± 0.9 | 14.4 ± 0.5 | 842 ± 69 | 74 ± 6 | 1.27 ± 0.06 | 5.6 ± 0.4 |
| Garnacha Roya | 11.3 ± 1.1 | 18.5 ± 0.6 | 608 ± 33 | 54 ± 3 | 1.64 ± 0.23 | 7.1 ± 0.4 |
| Trepát | 10.3 ± 1.3 | 13.5 ± 0.5 | 742 ± 25 | 72 ± 2 | 1.31 ± 0.08 | 10.5 ± 0.9 |
| Tempranillo Royo | 10.2 ± 0.8 | 8.7 ± 0.4 | 1008 ± 77 | 99 ± 8 | 0.85 ± 0.04 | 3.4 ± 0.2 |
| Desconocida 1 | 9.3 ± 0.6 | 11.8 ± 0.7 | 702 ± 38 | 75 ± 4 | 1.26 ± 0.03 | 10.9 ± 0.4 |
| Morate | 9.6 ± 0.3 | 16.5 ± 0.8 | 970 ± 36 | 101 ± 4 | 1.72 ± 0.37 | 6.8 ± 0.1 |
| Petit Bouschet | 9.9 ± 0.8 | 13.4 ± 0.1 | 548 ± 45 | 55 ± 5 | 1.35 ± 0.05 | 7.4 ± 0.3 |
| Desconocida 2 | 9.8 ± 1.4 | 14 ± 0.6 | 715 ± 152 | 73 ± 12 | 1.43 ± 0.12 | 6.1 ± 0.5 |
| Rojal Tinta | 10.2 ± 0.7 | 8.6 ± 0.4 | 587 ± 88 | 58 ± 7 | 0.84 ± 0.02 | 8.3 ± 0.5 |
| Maturana T. Nav. | 10.1 ± 0.6 | 17.3 ± 0.8 | 673 ± 30 | 67 ± 3 | 1.71 ± 0.14 | 4.6 ± 0.2 |

Considerando el número de racimos por cepa, destacaron con los valores máximos para los 2 años estudiados las variedades Alicante Henri Bouschet y Garnacha Roya, con 18.5-21 racimos/cepa en ambos años. La siguiente variedad con mayor número de racimos fue Maturana Tinta de Navarrete, que superó 17 racimos/cepa en 2009 y 2010 (Tablas 4.3.1 y 4.3.2). Morate y Moristel también destacaron con valores entre 16 y 17 racimos/cepa ambos años. El resto de variedades estudiadas el año 2009 presentaron valores comprendidos entre 10.4 y 14.4 racimos/cepa, excepto Rojal Tinta y Tempranillo con un promedio en torno a 8.5 racimos/cepa (Tabla 4.3.1).

En la campaña 2010 se obtuvo un promedio de 15 racimos/cepa considerando todas las variedades estudiadas, por encima de los 13.7 racimos/cepa obtenidos el año anterior. Es lógico que, para una fertilidad similar en ambos años (1.4 en el 2009 y 1.3 en el 2010), el número medio de racimos por cepa de la campaña 2010 fuese superior a la de 2009, al ser mayor el número de pámpanos en el segundo año de estudio. A excepción de Bobal, con 7 racimos/cepa, y de los 2 valores máximos mencionados anteriormente, 15 de las 18 variedades estudiadas en el año 2010 mostraron valores comprendidos entre 12 y 18 racimos/cepa (Tabla 4.3.2). Teniendo en cuenta una media de 12 racimos por cepa, la fertilidad oscilaría 0.5 unidades entre las 15 variedades comprendidas en dicho grupo.

Considerando el peso de la madera de poda, que refleja la expresión vegetativa de la cepa, pudieron establecerse tres grupos diferentes de variedades: hasta los 500 g, entre 500 y 800 g, y más de 800 g. En el año 2009 (Tabla 4.3.1), en el primer grupo, correspondiente a las variedades con menor desarrollo vegetativo, se encontraron por orden creciente: Vidadillo, Tinto Velasco, Agawam, Moristel y Alicante Henri Bouschet. En el segundo grupo, comprendido entre 500 y 800 g, se establecieron 9 de las 18 variedades estudiadas: Petit Bouschet, Mandón, Rojal Tinta, Garnacha Roya, Maturana tinta de Navarrete, Desconocida 1 y 2, Trepas y Portugieser Blau. Por último, en el tercer grupo, destacaron las variedades con mayor desarrollo vegetativo durante la campaña 2009: Morrastel Bouschet, Morate y Tempranillo Royo, que llegó a alcanzar 1 Kg de peso de poda.

En el año 2010, volvieron a destacar con los valores máximos (entre 990 y 1132 g) las tres últimas variedades mencionadas (Tabla 4.3.2). Además, otras 6 variedades obtuvieron valores por encima de 800 g: Maturana tinta de Navarrete, Agawam, Garnacha Roya, Portugieser Blau, Cinsaut y Tempranillo Tinto. El mínimo correspondió a Tinto Velasco, con 476

g. Las 8 variedades restantes presentaron valores entre 500 y 800 g. El promedio del peso de madera de poda fue 160 g superior en 2010 respecto a 2009. Los motivos pudieron deberse al mayor número de sarmientos por cepa registrado en el segundo año de estudio y a una mayor precipitación que incrementó el desarrollo vegetativo de la planta.

Tabla 4.3.2. Media y error estándar de parámetros vegetativos, fertilidad e índice de Ravaz en las 18 variedades estudiadas el año 2010.

| Variedad | N° sarmientos | N° Racimos | Peso madera poda (g) | Peso sarmiento (g) | Fertilidad | Índice de Ravaz |
|-----------------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------|-----------------|
| Moristel | 12.1 ± 0.3 | 16.3 ± 2.6 | 504 ± 13 | 42 ± 1 | 1.36 ± 0.22 | 10.2 ± 1.7 |
| Vidadillo | 10.9 ± 0.6 | 12 ± 0.6 | 503 ± 11 | 46 ± 2 | 1.09 ± 0.06 | 7.2 ± 0.5 |
| Alicante H. Bouschet | 12 ± 0.6 | 21 ± 1.2 | 564 ± 22 | 47 ± 1 | 1.75 ± 0.01 | 19.4 ± 0.2 |
| Mandón | 11.6 ± 0.9 | 13.3 ± 1.9 | 692 ± 21 | 60 ± 3 | 1.14 ± 0.09 | 7.4 ± 1.2 |
| Tinto Velasco | 11.7 ± 0.7 | 13.2 ± 3.5 | 476 ± 30 | 41 ± 2 | 1.11 ± 0.22 | 11.6 ± 3 |
| Agawam | 14.6 ± 0.5 | 17.8 ± 0.8 | 891 ± 52 | 61 ± 4 | 1.22 ± 0.04 | 1.72 ± 0.3 |
| Portugieser Blau | 13 ± 0.4 | 17.4 ± 0.9 | 945 ± 45 | 73 ± 3 | 1.33 ± 0.01 | 4.1 ± 0.3 |
| Morastel Bouschet | 11.9 ± 1.2 | 15.7 ± 0.9 | 993 ± 59 | 84 ± 6 | 1.34 ± 0.20 | 6.4 ± 1.3 |
| Garnacha Roya | 12.4 ± 1.1 | 19.3 ± 0.75 | 942 ± 87 | 76 ± 5 | 1.56 ± 0.26 | 7.8 ± 0.9 |
| Trepat | 11 ± 0.7 | 12.3 ± 0.9 | 778 ± 56 | 71 ± 2 | 1.12 ± 0.03 | 9.9 ± 0.7 |
| Tempranillo Tinto | 9.3 ± 0.9 | 12.4 ± 1.5 | 967 ± 30 | 105 ± 7 | 1.31 ± 0.03 | 6.4 ± 0.5 |
| Cinsaut | 11.1 ± 0.4 | 12.3 ± 1.5 | 952 ± 42 | 86 ± 1 | 1.11 ± 0.07 | 7.1 ± 0.7 |
| Tempranillo Royo | 12.3 ± 1.3 | 17.4 ± 2.6 | 1132 ± 63 | 92 ± 8 | 1.41 ± 0.24 | 5.7 ± 1.1 |
| Morate | 11.1 ± 1.5 | 17.3 ± 3.3 | 1050 ± 55 | 98 ± 11 | 1.56 ± 0.14 | 8.1 ± 1.3 |
| Petit Bouschet | 11.7 ± 0.8 | 17 ± 0.6 | 627 ± 62 | 53 ± 1 | 1.47 ± 0.12 | 7.6 ± 0.5 |
| Desconocida 2 | 12.2 ± 0.2 | 12.2 ± 0.3 | 750 ± 55 | 62 ± 4 | 1.01 ± 0.04 | 4.6 ± 0.6 |
| Bobal | 11.7 ± 0.3 | 7.3 ± 0.9 | 662 ± 39 | 57 ± 2 | 0.63 ± 0.06 | 6.3 ± 0.6 |
| Maturana T. Nav. | 12.3 ± 0.7 | 17.7 ± 0.9 | 842 ± 61 | 68 ± 1 | 1.45 ± 0.15 | 4.4 ± 1.2 |

Atendiendo al vigor unitario del sarmiento, medido a través de su peso, todas las variedades presentaron valores aproximados entre 30 y 100 g/sarmiento. Vidadillo, Moristel, Alicante Henri Bouschet y Tinto Velasco obtuvieron ambos años los valores más bajos (30-50 g/sarmiento). Sin embargo, las variedades más vigorosas resultaron ser Portugieser Blau, Morate y Tempranillo Royo: en torno a 100 g/sarmiento en 2009 y entre 70-100 en el 2010 (Tablas 4.3.1 y 4.3.2). Las 10 variedades restantes, oscilaron entre 50 y 75 g/sarmiento para el

año 2009. En la campaña 2010 todas ellas se establecieron en el mismo rango de valores, a excepción de Garnacha Roya y Morrastel Bouschet que alcanzaron 76 y 84 g/sarmiento respectivamente. Destacó especialmente la variedad Alicante Henri Bouschet que, a pesar de mostrar un vigor muy bajo, presentó en ambos años el mayor número de racimos por cepa y una elevada fertilidad.

El índice de Ravaz continúa utilizándose en viticultura por ser uno de los parámetros que mejor establecen la relación vegeto-productiva de la cepa; valores entre 5 y 7 indican un buen equilibrio en la cepa (Ravaz, 1903). Las variedades Agawam, Tempranillo Royo, Portugieser Blau y Maturana tinta de Navarrete presentaron valores inferiores a 5 durante los dos años estudiados (excepto Tempranillo Royo en el 2010, con 5.7). Ello pudo propiciar un adelanto de la maduración, al estar sobredimensionada la capacidad fotosintética de la planta. Al contrario, las variedades Rojal Tinta, Tinto Velasco, Alicante Henri Bouschet, Trepát, Desconocida 1, Moristel y Vidadillo presentaron un índice de Ravaz comprendido entre 8.3 y 12.2 en los años 2009 y 2010 (Tablas 4.3.1 y 4.3.2), con la excepción de Alicante Henri Bouschet para el año 2010, que incrementó su valor hasta 19.4. Estos índices pudieron ser ocasionados por la falta de vigor en la planta. Los valores tan elevados del índice de Ravaz indicaron un desequilibrio importante, pudiendo ocasionar una incorrecta maduración de la uva, y provocar aromas vegetales, además de una excesiva acidez y un contenido bajo de azúcares.

El resto de variedades mostraron valores comprendidos entre 5 y 8, propiciados por un vigor suficiente en las plantas y unas producciones adecuadas. Si bien, las variedades con índices próximos a 8 (Morate, Mandón, Petit Bouschet, Garnacha Roya) pudieron presentar maduraciones más lentas y complicadas que aquellas cuyos índices fueron próximos a 5, como Morrastel Bouschet ó Deconocida 2 (Tablas 4.3.1 y 4.3.2).

4.3.1.4. ASPECTOS AGRONÓMICOS RELEVANTES

Ninguna de las variedades estudiadas mostró un comportamiento especial (por su elevada resistencia ó sensibilidad) frente a las plagas y enfermedades más comunes del viñedo: oidio (*Uncinula necator*), mildiu (*Plasmopara vitícola*), podredumbre noble (*Botrytis cinerea*), araña amarilla (*Tetranychus urticae*), etc.

Respecto a la resistencia a la sequía y su posibilidad de adaptación frente al cambio climático, es comúnmente conocido el mejor comportamiento de la variedad Garnacha frente a otras variedades con menor capacidad para regular el cierre estomático, como la variedad Tempranillo Tinto. En ninguno de los dos años de estudio se manifestaron diferencias que indicasen mayor ó menor resistencia a la sequía en las variedades estudiadas. Ello pudo ser debido a la adecuada gestión del riego cuando las condiciones ambientales fueron más desfavorables, evitando la aparición de diferencias entre las distintas accesiones y sin poderse apreciar indicios de senescencia foliar en las hojas basales.

Otro de los aspectos agronómicos más destacables fue la maduración precoz de la variedad Portugieser Blau, conocida comúnmente como “Tempranillo Temprano”, como se puede apreciar en la tabla 4.3.3 del siguiente punto. Se estimó más de un mes de adelanto con respecto a otras variedades del banco de germoplasma: Morrastel Bouschet, Petit Bouschet, Vidadillo, Trepát y Cinsaut.

4.3.2. ANÁLISIS QUÍMICO DE MOSTOS Y VINOS.

La vendimia se realizó tras un control de maduración individual para todas las variedades del banco de germoplasma. El objetivo consistía en poder elaborar los vinos con 12.5° de alcohol, lo que suponía realizar la vendimia en torno a 22 °Brix. En función del ciclo de cada variedad, se determinó la fecha de vendimia y se procedió a la elaboración y análisis de los mostos y sus correspondientes vinos. Aquellas variedades que presentaron un ciclo muy largo, una producción excesiva ó cierta incapacidad para sobrepasar un cierto nivel de concentración de azúcares, fueron vendimiadas al final de la campaña, antes del cierre de la vendimia en la finca institucional del Gobierno de La Rioja “La Grajera” donde se ubicaba el banco de germoplasma. Por ello, algunas variedades como Trepát, Vidadillo, Cinsaut y Morrastel Bouschet pudieron presentar un nivel de maduración insuficiente.

4.3.2.1. RESULTADOS DE LOS DIFERENTES PARÁMETROS ANALIZADOS

Las variedades que mostraron una maduración más temprana, además de la ya mencionada Portugieser Blau, fueron las variedades rosadas ó royas: Agawam, Tempranillo Royo y Garnacha Roya, con casi dos semanas de adelanto con respecto al resto de variedades estudiadas (Tablas 4.3.3 y 4.3.5).

Considerando la concentración de azúcares, hubo 2 variedades que sobrepasaron en el año 2009 el nivel de 23 °Brix: Tempranillo Royo y Desconocida 2 (Tabla 4.3.3). También volvieron a sobrepasar dicho umbral en el año 2010, junto con Maturana Tinta de Navarrete y Portugieser Blau (Tabla 4.3.5). Las 4 variedades mostraron valores bajos para el índice de Ravaz, como ya se había descrito anteriormente, lo que pudo favorecer una adecuada acumulación de azúcares. Al contrario, las variedades Trepát, Rojal, Moristel, Vidadillo y Cinsaut, que presentaron bajos niveles de azúcares, obtuvieron los valores más altos del índice de Ravaz. Se puso de manifiesto, además del factor varietal, la enorme importancia que tiene la relación entre la capacidad fotosintética de la planta y su capacidad productiva, para alcanzar un adecuado contenido de azúcares en la uva.

El nivel de azúcares fue proporcional al contenido de alcohol en los vinos, alcanzándose unos coeficientes de correlación elevados: $r^2=0.85$ en 2009 y $r^2=0.88$ en el año

2010. El ajuste fue ligeramente mejor en 2010 debido a la que las fermentaciones fueron más completas: en el año 2010 se obtuvo una concentración media de azúcares residuales en el vino de 0.9 g/l, con un máximo de 2.37 g/l en la variedad Portugieser Blau (Tabla 4.3.6). Sin embargo, en el año 2009 la media de azúcares residuales fue de 1.8 g/l, llegando a alcanzar 8.8 g/l para la variedad Desconocida 2 (Tabla 4.3.4). Por este motivo, al quedar parte de los azúcares sin fermentar, el ajuste entre grado alcohólico del vino y contenido de azúcares en mosto fue ligeramente peor en el año 2009. De forma general, como se pudo apreciar por el contenido de azúcares residuales en los vinos de ambas campañas, las fermentaciones transcurrieron adecuadamente. Además, la acidez volátil se mantuvo en niveles correctos ambos años, con valores entre 0.17 y 0.53 g/l de ácido acético (Tablas 4.3.4 y 4.3.6), a pesar de los riesgos de oxidación que conllevaba la realización de fermentaciones en depósitos de pequeño tamaño.

Considerando los valores de pH de los mostos y vinos en las 20 variedades analizadas entre las dos campañas (Tablas 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5 y 4.3.6), se obtuvo una buena correlación del pH mosto-vino en año 2010 ($r^2=0.80$), pero curiosamente no ocurrió lo mismo para el año 2009 ($r^2=0.50$). Ello pudo ser debido a la precipitación de ácidos en mayor ó menor proporción durante el proceso de elaboración y sedimentación de los vinos en cámara frigorífica a 2 °C. Atendiendo a la relación entre el pH de los mostos con respecto a su concentración de azúcares, ó al pH de los vinos con respecto al contenido alcohólico, para todos los casos en ambos años se establecieron correlaciones positivas pero poco significativas, con valores de r^2 que oscilaron entre 0.11 y 0.38.

Las 2 variedades más destacadas por su bajo nivel de pH, tanto en mosto como en vino, en los 2 años de estudio fueron Garnacha Roya y Trepát. A diferencia de Trepát, que mostró un bajo nivel de maduración, Garnacha Roya alcanzó un nivel de azúcares y un grado alcohólico adecuados, haciendo más interesantes aún los resultados obtenidos. Cinsaut, que sólo fue estudiada en el segundo año, también presentó valores de pH bajos en mosto y en vino, debido a su bajo nivel de madurez, al igual que Trepát (Tablas 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5 y 4.3.6). Desde el punto de vista enológico resulta muy favorable trabajar con variedades que, con un buen nivel de madurez, posean un pH bajo; ello incrementa la eficiencia del uso del sulfuroso y la longevidad de los vinos, debido a su mayor estabilidad microbiológica, su menor riesgo de oxidación, etc. Otras variedades con valores bajos de pH en mosto y vino para los 2 años de estudio fueron Tempranillo Royo, Agawam y Morrastel Bouschet. Todas las variedades rosadas

analizadas, con la excepción de Rojal Tinta, presentaron valores de pH adecuados para la elaboración de vinos blancos y rosados, si bien el Tempranillo Royo obtuvo valores ligeramente elevados en el 2009, cuyas condiciones climáticas fueron más cálidas que en el 2010.

Tabla 4.3.3. Fecha de vendimia y resultado del análisis químico en los mostos de las 17 variedades estudiadas el año 2009 (media \pm error estándar).

| Variedad | Fecha de vendimia | ° Brix | pH | Acidez Total (g/l TH ₂) ¹ | Ácido málico (g/l) | Ácido tartárico (g/l) |
|-----------------------------|-------------------|----------------|-----------------|--|--------------------|-----------------------|
| Moristel | 24 Sept. | 18.9 \pm 0.1 | 3.09 \pm 0.01 | 6.9 \pm 0.02 | 2.5 \pm 0.03 | 3.32 \pm 0.11 |
| Vidadillo | 24 Sept. | 19.2 \pm 0.1 | 3.16 \pm 0.01 | 6.76 \pm 0.04 | 1.88 \pm 0.02 | 3.08 \pm 0.08 |
| Alicante H. Bouschet | 24 Sept. | 20.8 \pm 0.1 | 3.26 \pm 0.01 | 6.7 \pm 0.06 | 2.38 \pm 0.03 | 2.69 \pm 0.06 |
| Mandón | 16 Sept. | 22.1 \pm 0.3 | 3.35 \pm 0.03 | 5.63 \pm 0.11 | 1.45 \pm 0.04 | 3.72 \pm 0.13 |
| Tinto Velasco | 24 Sept. | 19.4 \pm 0.3 | 3.37 \pm 0.02 | 5.86 \pm 0.14 | 2.54 \pm 0.02 | 3.2 \pm 0.11 |
| Agawam | 1 Sept. | 22 \pm 0.1 | 3.18 \pm 0.02 | 6.39 \pm 0.07 | 1.51 \pm 0.04 | 3.35 \pm 0.09 |
| Portugieser Blau | 1 Sept. | 20.6 \pm 0.2 | 3.48 \pm 0.01 | 5.6 \pm 0.11 | 2.82 \pm 0.29 | 2.42 \pm 0.08 |
| Morrastel Bouschet | 24 Sept. | 19.1 \pm 0.1 | 3.22 \pm 0.01 | 5.57 \pm 0.14 | 1.77 \pm 0.04 | 3.41 \pm 0.11 |
| Garnacha Roya | 7 Sept. | 20.3 \pm 0.1 | 3.06 \pm 0.02 | 6.84 \pm 0.13 | 1.72 \pm 0.05 | 6.07 \pm 0.1 |
| Trepat | 24 Sept. | 17.9 \pm 0.1 | 3.09 \pm 0.01 | 6.03 \pm 0.08 | 1.98 \pm 0.06 | 3.06 \pm 0.06 |
| Tempranillo Royo | 1 Sept. | 23.5 \pm 0.2 | 3.32 \pm 0.01 | 5.55 \pm 0.12 | 2.78 \pm 0.05 | 3.12 \pm 0.05 |
| Desconocida 1 | 24 Sept. | 20.1 \pm 0.1 | 3.21 \pm 0.01 | 5.28 \pm 0.04 | 1.94 \pm 0.04 | 3.27 \pm 0.04 |
| Morate | 24 Sept. | 21.6 \pm 0.3 | 3.2 \pm 0.01 | 6.44 \pm 0.13 | 3.03 \pm 0.15 | 3.09 \pm 0.07 |
| Petit Bouschet | 24 Sept. | 19.9 \pm 0.1 | 3.38 \pm 0.01 | 5.12 \pm 0.11 | 2.26 \pm 0.03 | 3.2 \pm 0.09 |
| Desconocida 2 | 16 Sept. | 25.9 \pm 0.3 | 3.88 \pm 0.01 | 4.21 \pm 0.07 | 2.48 \pm 0.21 | 5.63 \pm 0.07 |
| Rojal Tinta | 24 Sept. | 18.9 \pm 0.1 | 3.51 \pm 0.01 | 5.55 \pm 0.06 | 1.74 \pm 0.07 | 3.75 \pm 0.04 |
| Maturana T. Nav. | 24 Sept. | 22.6 \pm 0.2 | 3.42 \pm 0.01 | 5.79 \pm 0.08 | 2.33 \pm 0.29 | 3.07 \pm 0.09 |

¹ TH₂: ácido tartárico

Respecto a las variedades que mostraron valores de pH más elevados, se pudieron destacar tanto en el año 2009 como en el 2010, las variedades Desconocida 2, Maturana Tinta de Navarrete y Portugieser Blau. Los vinos correspondientes sobrepasaron valores de pH=3.75 en el 2009 y oscilaron entre 4 y 4.25 en el año 2010. En contraposición a lo recogido en el párrafo anterior, valores de pH tan elevados pueden ocasionar problemas en los vinos y no son deseables desde el punto de vista enológico. El resto de variedades estudiadas presentaron valores adecuados, sin observarse ninguna característica destacable.

Tabla 4.3.4. Resultado del análisis químico de los vinos en las 17 variedades estudiadas el año 2009 (media \pm error estándar).

| Variedad | Grado alcohólico (%) ¹ | pH | Acidez Total (g/l TH ₂) ² | Ácido málico (g/l) | Acidez volátil (g/l) ³ | Azúcares reductores (g/l) ⁴ |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|--|--------------------|-----------------------------------|--|
| Moristel | 10.75 \pm 0.05 | 3.55 \pm 0.01 | 6.33 \pm 0.01 | 1.74 \pm 0.03 | 0.29 \pm 0.01 | 0.17 \pm 0.04 |
| Vidadillo | 11.17 \pm 0.02 | 3.57 \pm 0.01 | 6.27 \pm 0.02 | 1.26 \pm 0.01 | 0.28 \pm 0.01 | 0.23 \pm 0.03 |
| Alicante H. Bouschet | 11.88 \pm 0.02 | 3.73 \pm 0.01 | 6.66 \pm 0.06 | 2.03 \pm 0.01 | 0.51 \pm 0.02 | 0.81 \pm 0.47 |
| Mandón | 12.85 \pm 0.15 | 3.55 \pm 0.03 | 5.45 \pm 0.12 | 1.32 \pm 0.04 | 0.34 \pm 0.01 | 0.76 \pm 0.08 |
| Tinto Velasco | 11.23 \pm 0.18 | 3.46 \pm 0.02 | 5.53 \pm 0.13 | 1.93 \pm 0.02 | 0.29 \pm 0.01 | 1.08 \pm 0.38 |
| Agawam | 13.89 \pm 0.05 | 3.27 \pm 0.02 | 6.09 \pm 0.07 | 1.24 \pm 0.04 | 0.25 \pm 0.01 | 1.26 \pm 0.32 |
| Portugieser Blau | 12.95 \pm 0.11 | 3.97 \pm 0.01 | 5.25 \pm 0.11 | 2.41 \pm 0.33 | 0.47 \pm 0.02 | 0.23 \pm 0.05 |
| Morrastel Bouschet | 10.59 \pm 0.07 | 3.43 \pm 0.01 | 5.22 \pm 0.12 | 1.14 \pm 0.02 | 0.32 \pm 0.01 | 0.16 \pm 0.03 |
| Garnacha Roya | 12.48 \pm 0.07 | 3.11 \pm 0.02 | 7.09 \pm 0.13 | 1.68 \pm 0.06 | 0.20 \pm 0.01 | 2.71 \pm 0.64 |
| Trepát | 10.51 \pm 0.07 | 3.43 \pm 0.01 | 6.01 \pm 0.08 | 1.47 \pm 0.03 | 0.30 \pm 0.01 | 0.01 \pm 0.01 |
| Tempranillo Royo | 14.55 \pm 0.09 | 3.46 \pm 0.01 | 5.58 \pm 0.07 | 2.45 \pm 0.05 | 0.17 \pm 0.01 | 3.55 \pm 0.37 |
| Desconocida 1 | 11.90 \pm 0.02 | 3.59 \pm 0.01 | 5.27 \pm 0.04 | 1.81 \pm 0.02 | 0.34 \pm 0.02 | 0.04 \pm 0.01 |
| Morate | 13.55 \pm 0.15 | 3.62 \pm 0.01 | 6.62 \pm 0.13 | 2.49 \pm 0.17 | 0.50 \pm 0.03 | 3.32 \pm 1.79 |
| Petit Bouschet | 11.59 \pm 0.05 | 3.54 \pm 0.01 | 5.03 \pm 0.11 | 1.66 \pm 0.03 | 0.42 \pm 0.03 | 0.28 \pm 0.09 |
| Desconocida 2 | 14.72 \pm 0.15 | 4.10 \pm 0.01 | 4.02 \pm 0.07 | 2.41 \pm 0.25 | 0.53 \pm 0.00 | 7.02 \pm 1.57 |
| Rojal Tinta | 11.96 \pm 0.02 | 3.41 \pm 0.01 | 5.32 \pm 0.03 | 1.41 \pm 0.02 | 0.17 \pm 0.01 | 0.34 \pm 0.01 |
| Maturana T. Nav. | 13.66 \pm 0.14 | 3.77 \pm 0.01 | 5.54 \pm 0.05 | 2.19 \pm 0.25 | 0.33 \pm 0.01 | 8.86 \pm 2.86 |

¹ ml de etanol en 100 ml de vino a 20° C, ² TH₂: ácido tartárico, ³ g/l de ácido acético, ⁴ g/l de glucosa+fructosa

Contrastando los niveles de acidez total en los mostos con respecto a su correspondiente nivel de azúcares, se establecieron relaciones negativas y poco significativas durante los 2 años de estudio ($r^2 \approx 0.2$). Conforme se incrementó la concentración de azúcares, se produjo un descenso en el nivel de acidez, siguiendo el patrón lógico de comportamiento de la maduración de la uva.

Las variedades más destacadas por su elevado contenido de acidez total, tanto en los mostos como en los vinos de los 2 años estudiados fueron, por orden de importancia: Garnacha Roya, Morate, Agawam, Alicante Henri Bouschet, Trepát y Vidadillo. Todas ellas presentaron unos niveles superiores a 6 g/l de acidez total en los mostos ambos años, a excepción de Vidadillo en la vendimia de 2010, que únicamente alcanzó 5.4 g/l. También

mostraron un contenido por encima de 6 g/l en los vinos, excepto las variedades Alicante Henri Bouschet, Morate y Vidadillo, que presentaron valores entre 5.3 y 5.6 g/l respectivamente. Los valores máximos fueron alcanzados ambos años en la variedad Garnacha Roya, con un nivel medio de acidez total en torno a 7 g/l para en el año 2009 y en torno a 8 g/l en el 2010 (Tablas 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5 y 4.3.6).

Tabla 4.3.5. Fecha de vendimia y resultado del análisis químico en los mostos de las 18 variedades estudiadas el año 2010 (media \pm error estándar).

| Variedad | Fecha de vendimia | ° Brix | pH | Acidez Total (g/l TH ₂) ¹ | Ácido málico (g/l) | Ácido tartárico (g/l) |
|----------------------|-------------------|----------------|-----------------|--|--------------------|-----------------------|
| Moristel | 8 Oct. | 20.4 \pm 0.2 | 3.41 \pm 0.06 | 5.63 \pm 0.12 | 2.39 \pm 0.06 | 6.55 \pm 0.41 |
| Vidadillo | 21 Oct. | 17 \pm 0.1 | 3.31 \pm 0.01 | 5.37 \pm 0.10 | 2.41 \pm 0.03 | 6.50 \pm 0.02 |
| Alicante H. Bouschet | 8 Oct. | 19 \pm 0.2 | 3.39 \pm 0.01 | 6.62 \pm 0.04 | 2.76 \pm 0.12 | 5.76 \pm 1.05 |
| Mandón | 5 Oct. | 20.6 \pm 0.6 | 3.39 \pm 0.03 | 5.30 \pm 0.31 | 1.88 \pm 0.11 | 6.44 \pm 0.45 |
| Tinto Velasco | 5 Oct. | 18.4 \pm 0.3 | 3.51 \pm 0.03 | 5.37 \pm 0.09 | 2.44 \pm 0.14 | 4.85 \pm 0.09 |
| Agawam | 23 Sept. | 21.5 \pm 0.4 | 3.21 \pm 0.02 | 7.12 \pm 0.26 | 1.92 \pm 0.32 | 6.32 \pm 0.26 |
| Portugieser Blau | 21 Sept. | 23 \pm 0.6 | 3.49 \pm 0.03 | 4.17 \pm 0.32 | 2.71 \pm 0.83 | 5.83 \pm 0.32 |
| Morrastel Bouschet | 21 Oct. | 16.3 \pm 0.5 | 3.30 \pm 0.01 | 6.13 \pm 0.09 | 2.92 \pm 0.12 | 6.11 \pm 0.14 |
| Garnacha Roya | 23 Sept. | 19.5 \pm 0.6 | 2.96 \pm 0.02 | 7.56 \pm 0.17 | 2.32 \pm 0.27 | 7.03 \pm 0.31 |
| Trepat | 21 Oct. | 18.1 \pm 0.4 | 3.10 \pm 0.04 | 6.83 \pm 0.23 | 2.67 \pm 0.14 | 6.38 \pm 0.09 |
| Tempranillo Tinto | 8 Oct. | 21.2 \pm 0.4 | 3.56 \pm 0.02 | 5.33 \pm 0.09 | 2.75 \pm 0.18 | 6.67 \pm 0.13 |
| Cinsaut | 21 Oct. | 16.4 \pm 0.1 | 3.17 \pm 0.02 | 5.83 \pm 0.02 | 2.14 \pm 0.01 | 6.61 \pm 0.06 |
| Tempranillo Royo | 23 Sept. | 24.5 \pm 0.6 | 3.28 \pm 0.06 | 5.75 \pm 0.24 | 2.86 \pm 0.35 | 4.95 \pm 0.36 |
| Morate | 8 Oct. | 22.6 \pm 0.2 | 3.43 \pm 0.06 | 7.00 \pm 0.10 | 3.17 \pm 0.18 | 7.16 \pm 0.36 |
| Petit Bouschet | 21 Oct. | 18.8 \pm 0.1 | 3.48 \pm 0.03 | 5.75 \pm 0.12 | 2.98 \pm 0.14 | 5.80 \pm 0.09 |
| Desconocida 2 | 23 Sept. | 24.4 \pm 0.2 | 3.83 \pm 0.01 | 3.74 \pm 0.07 | 2.55 \pm 0.17 | 5.36 \pm 0.39 |
| Bobal | 8 Oct. | 21.6 \pm 0.4 | 3.60 \pm 0.04 | 5.57 \pm 0.07 | 2.99 \pm 0.09 | 3.82 \pm 0.20 |
| Maturana T. Nav. | 5 Oct. | 23.6 \pm 0.4 | 4.28 \pm 0.15 | 3.83 \pm 0.18 | 2.40 \pm 0.25 | 3.53 \pm 0.09 |

¹ TH₂: ácido tartárico

Sin embargo, la variedad más destacada por su bajo contenido de acidez total fue Desconocida 2. Presentó los valores mínimos para los mostos y los vinos en los 2 años de estudio: entre 4 g/l y 4.2 g/l en 2009, y entre 3.7 g/l y 3.9 g/l en 2010 (Tablas 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5 y 4.3.6). Junto a ella, destacaron también en el año 2009 Petit Bouschet y Desconocida 1,

aunque con niveles de acidez más aceptables, en torno a 5.1 g/l para ambas, en mosto y en vino (Tablas 4.3.3 y 4.3.4). En el año 2010 Maturana Tinta de Navarrete y Portugieser Blau presentaron valores muy bajos de acidez total en mostos y en vinos, oscilando en torno a 4 g/l (Tablas 4.3.5 y 4.3.6). El resto de mostos y vinos de las variedades estudiadas, oscilaron en torno a 5-6 g/l ambos años que, sin ser valores demasiado elevados, son parámetros bastante habituales para las variedades de vinificación.

Considerando los niveles de ácido málico y ácido tartárico en los mostos, se encontró una correlación inversa aunque con coeficientes muy bajos ($r^2 < 0.1$) en los 2 años de estudio. Ello puso de manifiesto que una acumulación importante de ácido málico promovía niveles más bajos de ácido tartárico en la uva; y viceversa.

Respecto al contenido de ácido tartárico en mostos, destacó la variedad Garnacha Roya en ambos años, con valores en torno a 6-7 g/l (Tablas 4.3.3 y 4.3.5). Sólo fue ligeramente superada por Morate en el año 2010. Sin embargo, las variedades Portugieser Blau y Alicante Henri Bouschet, presentaron los valores más bajos del año 2009, con 2.4 y 2.7 g/l respectivamente (Tabla 4.3.3). En la campaña de 2010, los niveles más bajos correspondieron a Maturana Tinta de Navarrete y Bobal, con 3.5 g/l y 3.8 g/l respectivamente (Tabla 4.3.5). Se pudo destacar que la media de ácido tartárico observada para el segundo año de estudio fue 2 g/l superior respecto a la media del año anterior; posiblemente debido a que el 2010 fue más fresco que 2009.

Atendiendo a los dos años estudiados, los niveles de ácido málico en mostos oscilaron entre 1.4 y 3.2 g/l, mientras que en los vinos se encontraron entre 1.1 y 2.7 g/l (Tablas 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5 y 4.3.6). Morate fue la variedad más destacada por su elevada concentración, tanto en 2009 como en 2010, alcanzando valores medios en torno a 3 g/l para los mostos y 2.4 para los vinos. Las diferencias existentes entre la concentración de ácido málico en mostos y vinos pudieron originarse por precipitaciones parciales de ácido málico durante la fermentación ó sedimentación de los vinos en la cámara frigorífica; y también por un inicio de la fermentación maloláctica durante ó después de la fermentación alcohólica, aunque es más improbable.

Destacaron también las variedades Portugieser Blau y Tempranillo Royo con 2.8 g/l en mosto para el año 2009, así como Bobal, Petit Bouschet, Morrastel Bouschet y Tempranillo Royo nuevamente para el año 2010, con niveles comprendidos entre 2.8-3 g/l (Tablas 4.3.3 y

4.3.5). En contraposición, destacaron por sus bajos niveles de ácido málico en los mostos las variedades Mandón y Agawam, que apenas alcanzaron 1.5 g/l en el 2009 y 1.9 g/l en el 2010. El resto de variedades estudiadas durante el año 2009 oscilaron entre 1.7 y 2.5 g/l, mientras que en el año 2010 alcanzaron niveles comprendidos entre 2.1 y 2.8 g/l; valores habitualmente encontrados para la variedad Tempranillo Tinto en la D.O.Ca. Rioja.

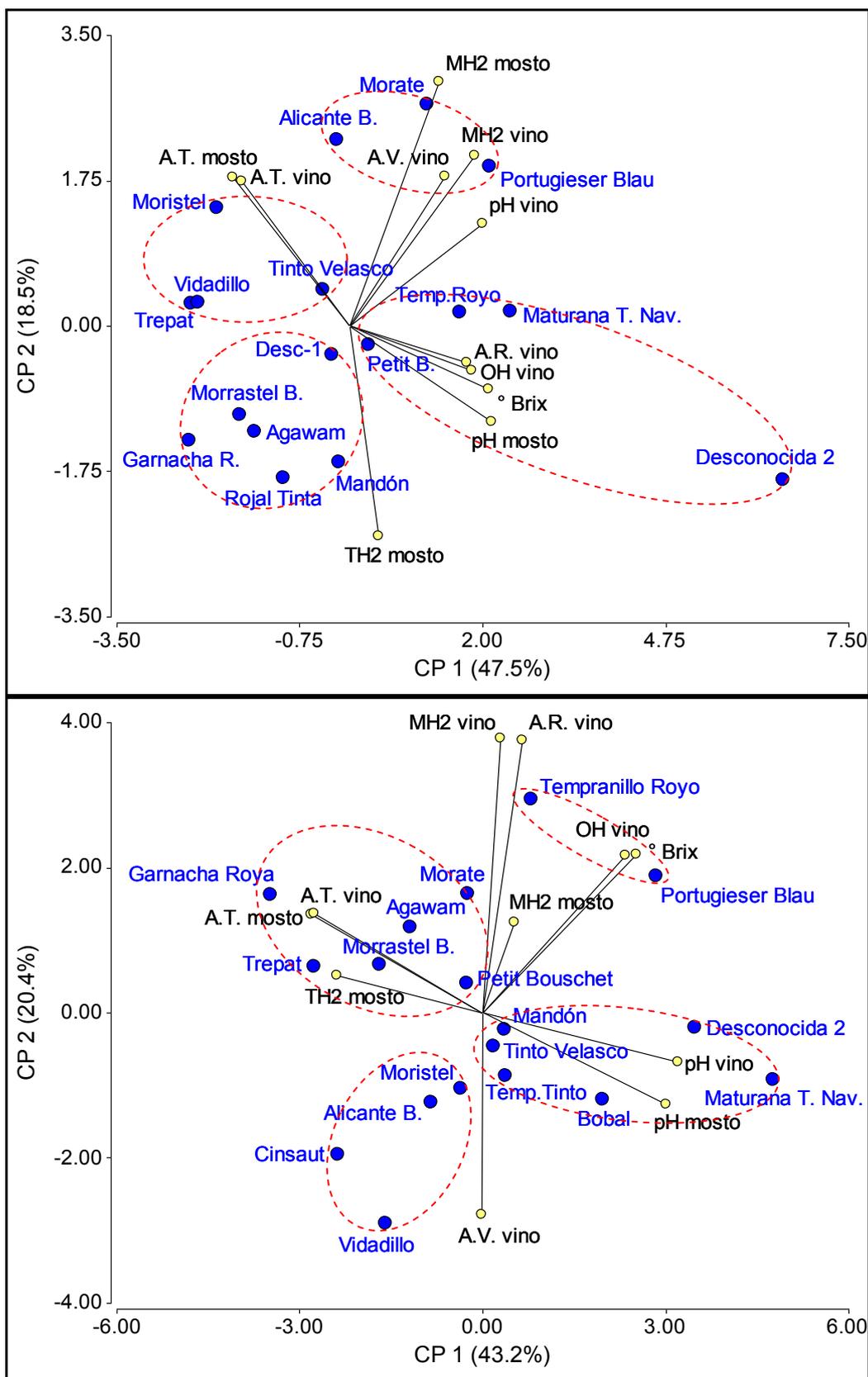
Tabla 4.3.6. Resultado del análisis químico de los vinos en las 18 variedades estudiadas el año 2010 (media \pm error estándar).

| Variedad | Grado alcohólico (%) ¹ | pH | Acidez Total (g/l TH ₂) ² | Ácido málico (g/l) | Acidez volátil (g/l) ³ | Azúcares reductores (g/l) ⁴ |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------|--|--------------------|-----------------------------------|--|
| Moristel | 11.37 \pm 0.39 | 3.44 \pm 0.18 | 4.91 \pm 1.01 | 1.09 \pm 0.48 | 0.27 \pm 0.05 | 0.87 \pm 0.09 |
| Vidadillo | 9.31 \pm 0.12 | 3.41 \pm 0.02 | 5.57 \pm 0.04 | 1.27 \pm 0.14 | 0.45 \pm 0.10 | 0.33 \pm 0.18 |
| Alicante H. Bouschet | 10.52 \pm 0.28 | 3.47 \pm 0.05 | 5.28 \pm 0.27 | 1.78 \pm 0.29 | 0.42 \pm 0.03 | 0.53 \pm 0.03 |
| Mandón | 12.38 \pm 0.51 | 3.55 \pm 0.04 | 4.27 \pm 0.18 | 1.67 \pm 0.04 | 0.23 \pm 0.01 | 0.97 \pm 0.09 |
| Tinto Velasco | 11.49 \pm 0.23 | 3.50 \pm 0.04 | 5.47 \pm 0.30 | 2.09 \pm 0.14 | 0.34 \pm 0.02 | 0.87 \pm 0.09 |
| Agawam | 13.29 \pm 0.31 | 3.34 \pm 0.05 | 6.46 \pm 0.27 | 1.75 \pm 0.09 | 0.27 \pm 0.01 | 1.37 \pm 0.24 |
| Portugieser Blau | 13.77 \pm 0.29 | 4.06 \pm 0.08 | 4.22 \pm 0.18 | 2.39 \pm 0.28 | 0.34 \pm 0.02 | 2.37 \pm 1.09 |
| Morastel Bouschet | 9.07 \pm 0.26 | 3.30 \pm 0.03 | 5.51 \pm 0.19 | 2.35 \pm 0.04 | 0.22 \pm 0.01 | 1.13 \pm 0.07 |
| Garnacha Roya | 11.65 \pm 0.06 | 3.03 \pm 0.04 | 8.18 \pm 0.22 | 1.83 \pm 0.17 | 0.23 \pm 0.02 | 1.19 \pm 0.18 |
| Trepát | 10.29 \pm 0.25 | 3.07 \pm 0.05 | 7.08 \pm 0.23 | 2.24 \pm 0.11 | 0.35 \pm 0.04 | 1.00 \pm 0.01 |
| Tempranillo Tinto | 12.55 \pm 0.32 | 3.51 \pm 0.01 | 5.08 \pm 0.03 | 1.88 \pm 0.06 | 0.40 \pm 0.01 | 0.33 \pm 0.09 |
| Cinsaut | 9.66 \pm 0.08 | 3.23 \pm 0.01 | 5.86 \pm 0.24 | 1.62 \pm 0.06 | 0.37 \pm 0.09 | 0.27 \pm 0.03 |
| Tempranillo Royo | 13.07 \pm 0.29 | 3.32 \pm 0.06 | 5.68 \pm 0.16 | 2.71 \pm 0.19 | 0.31 \pm 0.04 | 1.92 \pm 0.55 |
| Morate | 13.30 \pm 0.10 | 3.47 \pm 0.03 | 5.36 \pm 0.03 | 2.23 \pm 0.12 | 0.22 \pm 0.02 | 0.50 \pm 0.06 |
| Petit Bouschet | 10.28 \pm 0.14 | 3.46 \pm 0.04 | 4.98 \pm 0.13 | 2.19 \pm 0.08 | 0.23 \pm 0.01 | 0.90 \pm 0.06 |
| Desconocida 2 | 13.32 \pm 0.33 | 4.04 \pm 0.03 | 3.92 \pm 0.04 | 1.78 \pm 0.04 | 0.25 \pm 0.01 | 0.83 \pm 0.38 |
| Bobal | 12.56 \pm 0.26 | 3.79 \pm 0.07 | 4.30 \pm 0.44 | 1.54 \pm 0.45 | 0.33 \pm 0.02 | 0.30 \pm 0.04 |
| Maturana T. Nav. | 13.69 \pm 0.27 | 4.22 \pm 0.07 | 4.23 \pm 0.35 | 1.86 \pm 0.48 | 0.33 \pm 0.05 | 0.94 \pm 0.23 |

1 ml de etanol en 100 ml de vino a 20° C, ² TH₂: ácido tartárico, ³ g/l de ácido acético, ⁴ g/l de glucosa+fructosa

4.3.2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL: ANÁLISIS ACP

En la siguiente figura se resumen las características principales descritas anteriormente en dos gráficos ACP correspondientes a las variedades analizadas en los años 2009 y 2010.



A.T.: Acidez total, MH2: Ácido málico, TH2: Ácido tartárico, A.V.: Acidez volátil, A.R.: Azúcares reductores, OH: grado alcohólico

Figura 4.3.5. ACP del análisis químico de mostos y vinos en las 17 variedades estudiadas en la cosecha 2009 (arriba) y en las 18 variedades estudiadas en la cosecha 2010 (abajo).

En el gráfico superior de la figura 4.3.5, correspondiente al año 2009, los ejes mostraron el 66 % de toda la variabilidad descrita por las variables analizadas en los análisis químicos, con un 47.5 % recogido sobre el eje de abscisas. Pudieron diferenciarse cuatro agrupamientos:

- Zona superior: Portugieser Blau, Morate y Alicante Henri Bouschet, asociadas con niveles altos de ácido málico en mosto y vino.
- Segundo cuadrante: Moristel, Vidadillo, Trepát y Tinto Velasco, vinculadas estrechamente con la acidez total, y opuestas a las variables indicativas de una madurez elevada.
- Tercer cuadrante: Rojal Tinta, Garnacha Roya, Mandón, Agawam, Morrastel Bouschet y Desconocida 1, opuestas a la acidez málica y vinculadas con el ácido tartárico.
- Cuarto cuadrante: Desconocida 2, Maturana Tinta de Navarrete, Tempranillo Royo y Petit Bouschet, estrechamente ligadas a las variables indicativas de una buena madurez (alto contenido en azúcares, grado alcohólico elevado y pH alto).

En el gráfico inferior de la figura 4.3.5, correspondiente a los valores del año 2010, los ejes mostraron el 63.6 % de la variabilidad. El eje de abscisas explicó el 43 %, más del doble que el eje de ordenadas. Las variables correspondientes a una buena maduración de la uva ($^{\circ}$ Brix y grado alcohólico) se ubicaron en el primer cuadrante, el ácido málico se correspondió con valores positivos del eje de ordenadas, la acidez total se estableció en el segundo cuadrante, la acidez volátil se correspondió con valores negativos del eje de ordenadas y el pH se situó en el cuarto cuadrante.

Atendiendo a los rasgos generales descritos en el párrafo anterior, se mostraron fundamentalmente 4 grupos de variedades:

- Primer cuadrante: Portugieser Blau, vinculada a una buena madurez de la uva; y Tempranillo Royo, con buena madurez y alto contenido de ácido málico.
- Segundo cuadrante: Garnacha Roya, Trepát, Agawam y Morrastel Bouschet, asociadas a niveles elevados de acidez total y ácido tartárico. También se incluyó Morate, con una ligera vinculación al ácido málico; y Petit Bouschet, ocupando posiciones más centrales menos vinculadas a estas variables.

- Tercer cuadrante: Vidadillo, Cinsaut, Alicante Henri Bouschet y Moristel. En contraposición a las variables del primer cuadrante, se asociaron a una escasa madurez y bajos contenidos de ácido málico.
- Cuarto cuadrante: Maturana Tinta de Navarrete, Desconocida 2, Bobal, Tempranillo Tinto, Tinto Velasco y Mandón, todas ellas asociadas a niveles elevados de pH y escasa acidez total.

En los 2 gráficos (Figura 4.3.5) pudo apreciarse que las variables correlacionadas negativamente ocuparon posiciones opuestas: pH y acidez total, azúcares-alcohol y acidez total, ácido málico y ácido tartárico, etc. Y al contrario, variables correlacionadas, presentaron posiciones próximas entre sí: azúcares y alcohol, málico en mosto y vino, acidez total en mosto y vino, pH en mosto y vino, y pH en mosto con azúcares y alcohol.

4.3.3. COMPOSICIÓN ANTOCIÁNICA Y POLIFENÓLICA.

Los compuestos fenólicos tienen gran relevancia en la calidad de los vinos tintos. Su estudio ha sido tradicionalmente una línea de trabajo importante dentro de la viticultura y la enología mundial, fundamentalmente a partir de la contribución de Ribéreau-Gayon en los años 60. La composición fenólica de la uva y del vino está fuertemente condicionada por la variedad (Cosme *et al.*, 2009; Río Segade *et al.*, 2009; Vacca *et al.*, 2009; Pajovic *et al.*, 2014), pero también se ve afectada por factores agronómicos y ambientales (Carbonneau *et al.*, 1978; Cheynier *et al.*, 1998), que también fueron evaluados en el presente estudio.

4.3.3.1. ANTOCIANOS TOTALES E INTENSIDAD COLORANTE (COSECHA 2009)

Uno de los parámetros más utilizados para evaluar la calidad de la uva y del vino es el contenido en antocianos y la intensidad colorante. En el siguiente gráfico (Figura 4.3.6) se recogieron los resultados obtenidos en las 13 variedades estudiadas el año 2009, excluyéndose las 4 variedades rosadas, con menor interés en estas características.

Se mostraron diferencias importantes en la concentración total de antocianos entre las variedades analizadas, cuya media fue de 1.5 mg/g. El valor medio obtenido fue ligeramente superior a los valores habitualmente descritos en variedades de vinificación internacionales para los mismos niveles de azúcares, cuyos niveles oscilan entre 1 y 1.2 mg/g (AWRI, 2006).

Muy por encima del resto, destacó Maturana Tinta de Navarrete (Figura 4.3.6), con una concentración total de 3 mg de antocianos por gramo de baya. Ello puso de manifiesto el enorme potencial colorante de dicha variedad que, en parte pudo ser debido a su pequeño tamaño de baya. Es destacable que el nivel de antocianos fue incluso superior a las tres variedades tintoreras analizadas (Petit Bouschet, Alicante Henri Bouschet y Morrastel Bouschet), cuya concentración osciló en torno a 2 mg/g.

Las variedades Mandón, Vidadillo, Portugieser Blau y Tinto Velasco mostraron valores similares a los encontrados en otros estudios, entre 1.1 y 1.6 mg/g respectivamente. Moristel, Motate y Desconocida 2 se quedaron justo por debajo de 1 mg/g (Figura 4.3.6), niveles que también son suficientes y adecuados para la elaboración de vinos tintos.

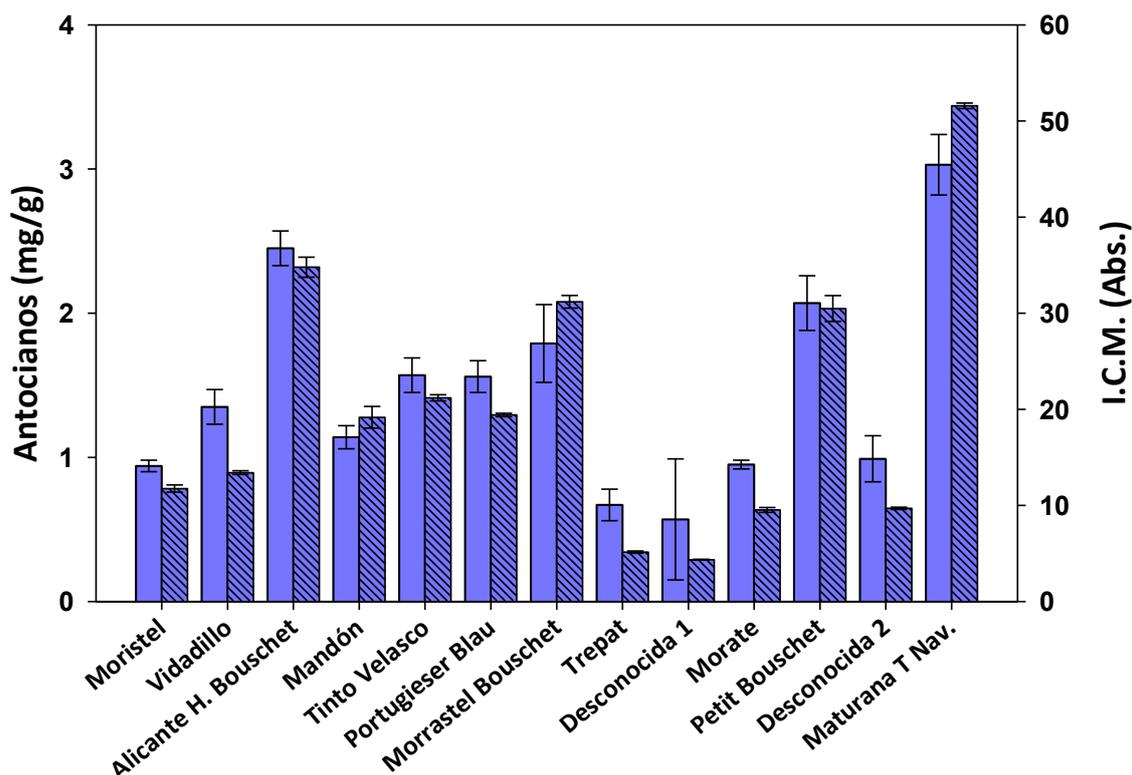


Figura 4.3.6. Media y error estándar de la concentración de antocianos de la uva (en malvidina-3-glucósido equivalentes; barras lisas a la izquierda) y de la intensidad colorante de los vinos (barras rayadas a la derecha) en las 13 variedades estudiadas el año 2009.

Por último, las variedades Desconocida 1 y Trepát mostraron los niveles más bajos, en torno a 0.6 mg/g (Figura 4.3.6). Por ello, la intensidad colorante de sus vinos apenas sobrepasó 5 unidades de absorbancia (Tabla 4.3.7). Fueron valores demasiado bajos en comparación con los encontrados habitualmente en vinos tintos, aunque cumplirían la normativa de los vinos calificados por el Consejo Regulador de la D.O.Ca. Rioja, que exige un mínimo de 4 unidades de absorbancia en vinos tintos sin fermentación maloláctica (Consejo Regulador de Rioja, 2004).

El resto de los valores de intensidad colorante en los vinos mostraron el mismo patrón que el descrito anteriormente para la concentración de antocianos en uva. Como puede observarse en el siguiente gráfico (Figura 4.3.7), el nivel de antocianos en uva se mostró estrecha y positivamente correlacionado ($r^2=0.95$) con la intensidad colorante final de los vinos resultantes. Quedó demostrada así la fiabilidad del método utilizado para el análisis de antocianos, que es un tema de debate recurrente en la comunidad científica (AWRI, 2013).

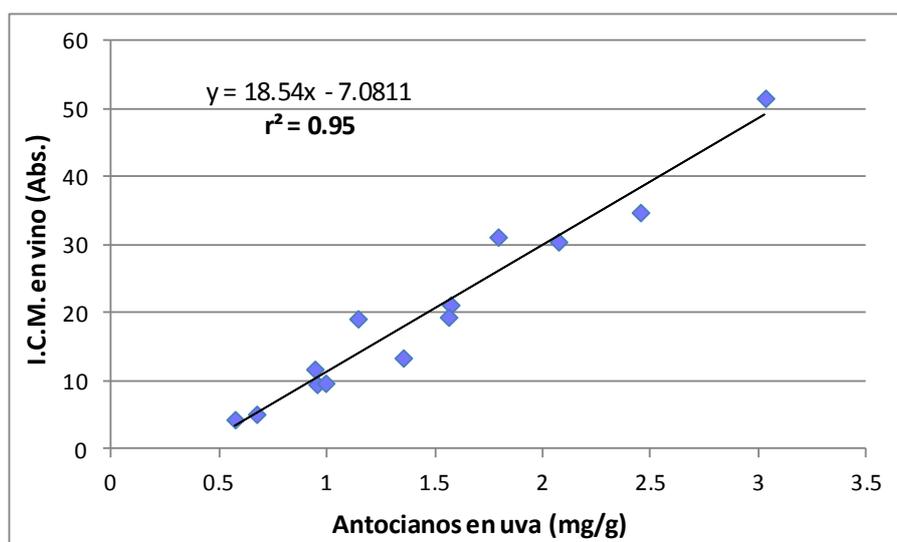


Figura 4.3.7. Relación entre la concentración de antocianos de la uva y de la intensidad colorante en los respectivos vinos para las 13 variedades estudiadas el año 2009.

Atendiendo a los valores pormenorizados de la intensidad colorante en los 13 vinos tintos (Tabla 4.3.7), pudo comprobarse que para todas las longitudes de onda observadas (420 nm, 520 nm y 620 nm), el orden de relevancia coincidió con el expuesto anteriormente para la intensidad colorante. Ninguna variedad mostró particularidades destacables.

Tabla 4.3.7. Intensidad colorante y tonalidad de los vinos en las 13 variedades estudiadas el año 2009 (media \pm error estándar).

| Variedad | Abs. 420 nm | Abs. 520 nm | Abs. 620 nm | Tonalidad |
|----------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Moristel | 3.35 \pm 0.08 | 7.24 \pm 0.28 | 1.17 \pm 0.03 | 0.46 \pm 0.01 |
| Vidadillo | 3.69 \pm 0.05 | 8.36 \pm 0.12 | 1.36 \pm 0.02 | 0.44 \pm 0.00 |
| Alicante H. Bouschet | 9.86 \pm 0.25 | 21.10 \pm 0.68 | 3.83 \pm 0.12 | 0.47 \pm 0.00 |
| Mandón | 5.39 \pm 0.31 | 11.76 \pm 0.69 | 2.02 \pm 0.14 | 0.46 \pm 0.01 |
| Tinto Velasco | 5.38 \pm 0.09 | 13.28 \pm 0.22 | 2.54 \pm 0.06 | 0.41 \pm 0.00 |
| Portugieser Blau | 6.19 \pm 0.03 | 10.43 \pm 0.21 | 2.79 \pm 0.02 | 0.59 \pm 0.01 |
| Morrastel Bouschet | 7.95 \pm 0.17 | 20.36 \pm 0.39 | 2.86 \pm 0.11 | 0.39 \pm 0.00 |
| Trepat | 1.42 \pm 0.04 | 3.32 \pm 0.07 | 0.40 \pm 0.02 | 0.43 \pm 0.00 |
| Desconocida 1 | 1.26 \pm 0.03 | 2.72 \pm 0.03 | 0.38 \pm 0.01 | 0.46 \pm 0.01 |
| Morate | 2.82 \pm 0.07 | 5.73 \pm 0.16 | 0.98 \pm 0.02 | 0.49 \pm 0.00 |
| Petit Bouschet | 8.22 \pm 0.32 | 19.47 \pm 0.93 | 2.80 \pm 0.11 | 0.42 \pm 0.01 |
| Desconocida 2 | 3.55 \pm 0.05 | 4.67 \pm 0.04 | 1.48 \pm 0.03 | 0.76 \pm 0.00 |
| Maturana T. Nav. | 14.23 \pm 0.06 | 30.17 \pm 0.23 | 7.18 \pm 0.04 | 0.47 \pm 0.00 |

Respecto a la tonalidad resultante en los vinos elaborados, destacaron las variedades Desconocida 2 y Portugieser Blau con una tonalidad de 0.76 y 0.59 respectivamente (Tabla 4.3.7); valores ligeramente elevados teniendo en cuenta que los vinos eran jóvenes y sin haber realizado la fermentación maloláctica. El resto de variedades mostraron niveles similares a los descritos en bibliografía para cualquier variedad de vinificación en vinos jóvenes: en torno a 0.4-0.5.

4.3.3.2. ANTOCIANOS TOTALES E INTENSIDAD COLORANTE (COSECHA 2010)

Los valores obtenidos en el análisis de antocianos en uva realizados durante la campaña de 2010 en las 15 variedades estudiadas fueron similares a los descritos en el año anterior. El contenido medio fue 1.6 mg/g, ligeramente superior a la media observada en el primer año de estudio. Maturana Tinta de Navarrete fue de nuevo la variedad más destacada con 3.4 mg/g; por encima de las tres variedades tintoreras, que presentaron unos niveles comprendidos entre 2.1 mg/g y 2.5 mg/g. Destacó también la variedad Bobal, elaborada por primera vez en el 2010, con un contenido de 2.3 mg/g (Figura 4.3.8).

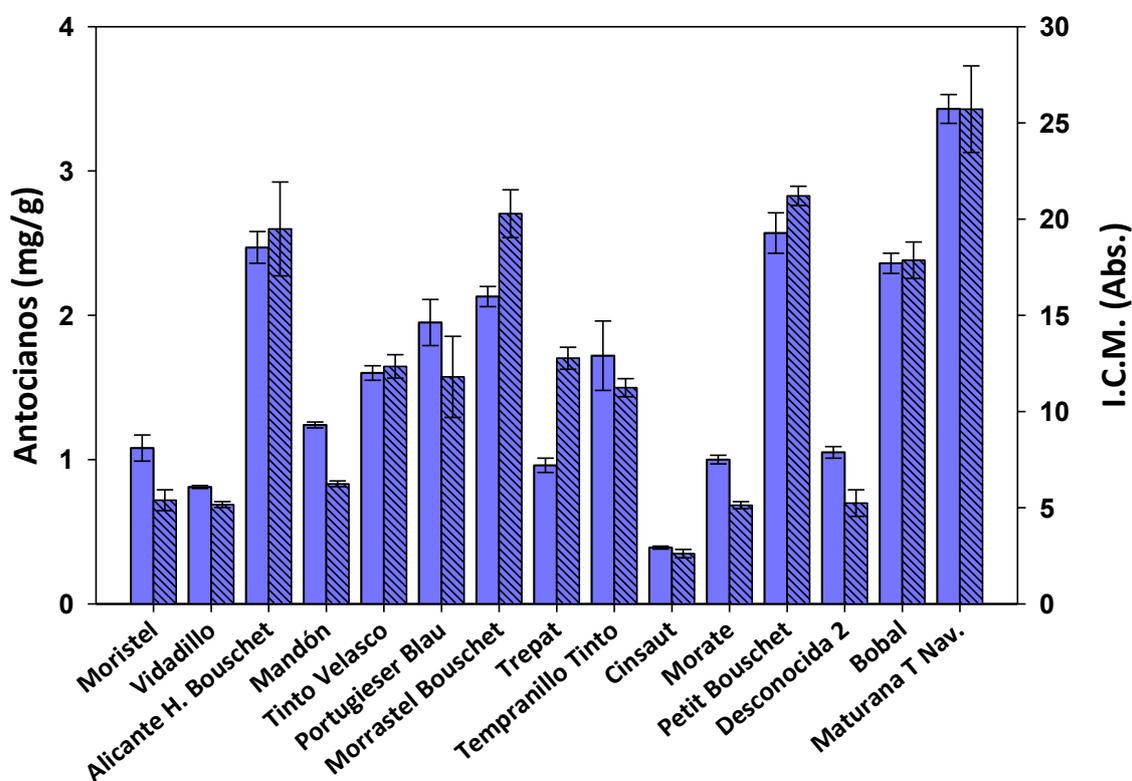


Figura 4.3.8. Media y error estándar de la concentración de antocianos de la uva (en malvidina-3-glucósido equivalentes; barras lisas a la izquierda) y de la intensidad de color en los vinos (barras rayadas a la derecha) para las 15 variedades estudiadas el año 2010.

La variedad con menor concentración de antocianos totales en uva fue Cinsaut, que alcanzó 0.4 mg/g. Trepat obtuvo por segundo año consecutivo uno de los niveles más bajos de antocianos, junto con la variedad Vidadillo; ambas por debajo de 1 mg/g. Las variedades Morate, Desconocida 2, Moristel y Mandón fueron poco destacadas por su riqueza antociánica, con valores en torno a 1-1.2 mg/g, coincidiendo con los resultados obtenidos el año anterior (1 mg/g; Figura 4.3.6). Finalmente, las variedades Tinto Velasco, Tempranillo y Portugieser Blau volvieron a obtener una concentración importante, adecuada para producir vinos de elevada intensidad colorante, aunque sin alcanzar el nivel de las variedades tintoreras ó Maturana Tinta de Navarrete (Figura 4.3.8).

Considerando los niveles de intensidad colorante en los vinos, se obtuvieron unos resultados comparables a los descritos para la concentración antociánica de la uva (Figura 4.3.8). La variedad Trepat fue el caso más irregular: a pesar de tener una concentración de antocianos en uva muy similar a Morate, Desconocida 2 ó Moristel (≈ 1 mg/g), su intensidad colorante en vino alcanzó casi 13 unidades de absorbancia, mientras que las otras tres variedades mencionadas únicamente obtuvieron 5 unidades de absorbancia; similar al valor obtenido por Trepat en la campaña anterior.

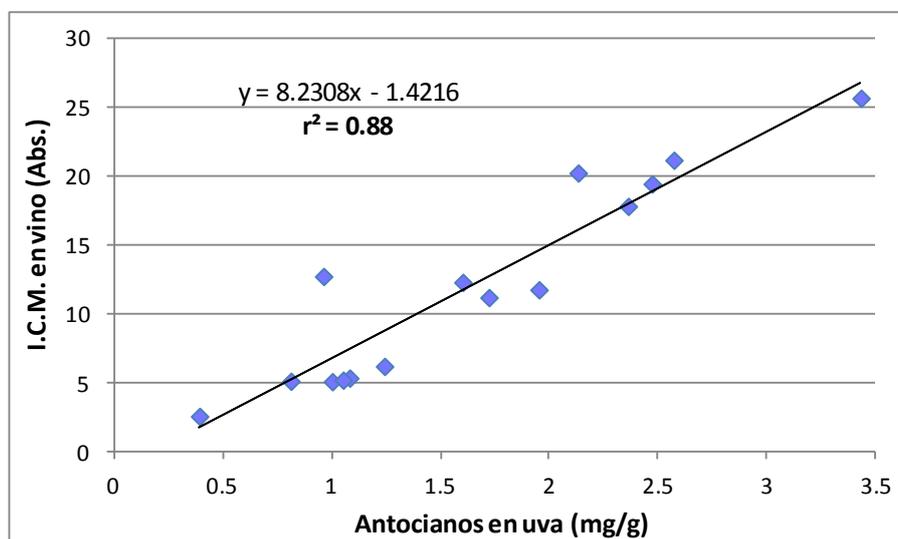


Figura 4.3.9. Relación entre la concentración de antocianos de la uva y de la intensidad colorante en los respectivos vinos para las 15 variedades estudiadas el año 2010.

A nivel general, exceptuando el caso de la variedad Trepat, se encontró por segundo año consecutivo una correlación fuerte y positiva (Figura 4.3.9) entre los niveles de antocianos

en uva y la intensidad colorante de los respectivos vinos ($R^2=0.88$). Se confirmó nuevamente la idoneidad del método analítico utilizado para el análisis de antocianos en uva.

Tabla 4.3.8. Resultado del análisis químico de los vinos en las 15 variedades estudiadas el año 2010 (media \pm error estándar).

| Variedad | Abs. 420 nm | Abs. 520 nm | Abs. 620 nm | Tonalidad |
|-----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Moristel | 1.87 \pm 0.11 | 2.92 \pm 0.45 | 0.59 \pm 0.04 | 0.66 \pm 0.08 |
| Vidadillo | 1.62 \pm 0.02 | 2.90 \pm 0.12 | 0.63 \pm 0.01 | 0.56 \pm 0.02 |
| Alicante H. Bouschet | 5.49 \pm 0.57 | 12.14 \pm 1.7 | 1.86 \pm 0.18 | 0.46 \pm 0.02 |
| Mandón | 2.07 \pm 0.06 | 3.49 \pm 0.14 | 0.67 \pm 0.03 | 0.60 \pm 0.03 |
| Tinto Velasco | 3.49 \pm 0.11 | 7.79 \pm 0.48 | 1.06 \pm 0.05 | 0.45 \pm 0.02 |
| Portugieser Blau | 4.05 \pm 0.66 | 5.97 \pm 1.31 | 1.78 \pm 0.17 | 0.70 \pm 0.07 |
| Morrastel Bouschet | 5.18 \pm 0.29 | 13.50 \pm 0.87 | 1.60 \pm 0.09 | 0.38 \pm 0.01 |
| Trepat | 3.17 \pm 0.12 | 8.72 \pm 0.42 | 0.88 \pm 0.03 | 0.36 \pm 0.00 |
| Tempranillo Tinto | 3.13 \pm 0.14 | 7.00 \pm 0.27 | 1.10 \pm 0.06 | 0.44 \pm 0.01 |
| Cinsaut | 0.84 \pm 0.05 | 1.54 \pm 0.16 | 0.23 \pm 0.01 | 0.55 \pm 0.04 |
| Morate | 1.57 \pm 0.06 | 3.12 \pm 0.11 | 0.44 \pm 0.01 | 0.51 \pm 0.01 |
| Petit Bouschet | 5.77 \pm 0.08 | 13.70 \pm 0.44 | 1.74 \pm 0.03 | 0.42 \pm 0.01 |
| Desconocida 2 | 1.96 \pm 0.22 | 2.57 \pm 0.37 | 0.71 \pm 0.10 | 0.77 \pm 0.03 |
| Bobal | 5.51 \pm 0.20 | 10.11 \pm 0.75 | 2.24 \pm 0.09 | 0.55 \pm 0.03 |
| Maturana T. Nav. | 7.49 \pm 0.56 | 11.80 \pm 1.45 | 3.42 \pm 0.29 | 0.64 \pm 0.04 |

En la tabla 4.3.8 se recogieron los valores de absorbancia observados para cada longitud de onda en los vinos estudiados. Pudo comprobarse que, para aquellas variedades con intensidad colorante baja, cada una de las absorbancias obtenidas a 420 nm, 520 nm y 620 nm fueron directamente proporcionales a los valores de intensidad colorante. Sin embargo, Maturana Tinta de Navarrete, que presentó los valores más altos de intensidad colorante, no fue la variedad que obtuvo la absorbancia más alta a 520 nm. Ello pudo ser debido al elevado pH del vino (pH = 4.22), que pudo propiciar un bajo nivel de ionización de los antocianos, y por lo tanto, un menor porcentaje de antocianos en formas coloreadas rojas (catión flavilio).

El efecto contrario al expuesto para Maturana Tinta de Navarrete pudo ser la causa de la anomalía mencionada anteriormente de la variedad Trepat (pH = 3.07). Según se observa en la tabla 4.3.8, Trepat destacó fundamentalmente por su absorbancia en 520 nm (rojo). Ello

pudo ser incentivado por un elevado grado de ionización de los antocianos, que a su vez es consecuencia del bajo pH del vino.

Respecto a la tonalidad observada en los vinos, volvieron a destacar por segundo año consecutivo las variedades Desconocida 2 y Portugieser Blau con valores de 0.77 y 0.70 respectivamente. Los niveles de pH altos determinados en el análisis químico, pudieron ser una de las causas. El resto de las variedades presentaron una tonalidad comprendida entre 0.36 y 0.66 (Tabla 4.3.8).

En resumen, según los resultados obtenidos en el año 2010 y considerando también los análisis del año anterior, se pudo establecer la siguiente clasificación de variedades, de acuerdo a la intensidad colorante de sus vinos:

- Muy baja intensidad colorante: Cinsaut y Desconocida 1.
- Baja intensidad colorante: Morate, Vidadillo, Desconocida 2, Moristel y Trepát.
- Alta intensidad colorante: Tempranillo Tinto, Portugieser Blau, Tinto Velasco y Mandón.
- Muy alta intensidad colorante: Bobal, Alicante Henri Bouschet, Morrastel Bouschet, Petit Bouschet y Maturana Tinta de Navarrete.

4.3.3.3. ANTOCIANOS MONOMÉRICOS EN VINO (COSECHA 2010)

El contenido total de antocianos monoméricos en las seis variedades estudiadas pudo agruparse en tres niveles. Las variedades con concentraciones más bajas fueron Morate y Mandón, con 241 mg/l y 247 mg/l respectivamente (Tabla 4.3.9). Tempranillo Tinto, Tinto Velasco y Portugieser Blau ocuparon un nivel intermedio, con 359 mg/l, 410 mg/l y 467 mg/l respectivamente. Maturana Tinta de Navarrete alcanzó una concentración total media de 940 mg/l; fue la variedad más destacada, con más del doble del contenido antociánico que Portugieser Blau. Estos resultados confirman el extraordinario potencial de color de Maturana Tinta de Navarrete que ya habían sido reflejados por otros índices espectrofotométricos, pero difieren de los resultados obtenidos por otros autores (Martínez-Pinilla *et al.*, 2012), que detectaron para la variedad Morate (también denominada Monastel) mayor riqueza antociánica que en las variedades Tempranillo Tinto y Maturana Tinta de Navarrete. Según dichos autores, mientras que Morate alcanzó aproximadamente 430 mg/l de antocianos

totales en dicho estudio, los niveles de Tempranillo Tinto y Maturana Tinta de Navarrete se situaron en torno a 300 mg/l y 350 mg/l respectivamente. Estas diferencias pueden ser debidas a que la concentración antocianica, al igual que el contenido de cualquier otro compuesto polifenólico, están regulados genéticamente y pueden ser afectados significativamente por las condiciones de cultivo y los factores ambientales (Jackson and Lombard, 1993; Downey *et al.*, 2003; Pérez-Lamela *et al.*, 2007). Por lo tanto, sería necesario tener en cuenta todas estas variables para poder establecer cualquier tipo de comparación entre los distintos estudios. No obstante, los valores encontrados en el presente trabajo coincidieron con los obtenidas por diferentes autores, tanto a nivel nacional como internacional (González-Neves *et al.*, 2001; Burns *et al.*, 2002; Gómez-Alonso *et al.*, 2007 a; Guadalupe and Ayestarán, 2008; Figueiredo-González *et al.*, 2012).

4.3.9. Concentración de antocianos en vinos de 6 variedades estudiadas en la cosecha 2010.

| Antocianos (mg/l) | Mandón (R-08) | Tinto Velasco (R-10) | Portugieser Blau (A-15) | Tempranillo Tinto (AR-39) | Morate (B-51) | Maturana T. Navarrete (NA-102) |
|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------|
| Del-3-Glu | ND | 77.23 ± 0.02 | 6.30 ± 1.90 | 15.69 ± 0.81 | 2.54 ± 0.66 | 70.07 ± 1.81 |
| Cy-3-Glu | ND | 5.20 ± 0.17 | ND | ND | ND | 2.65 ± 0.02 |
| Pet-3-Glu | 3.88 ± 0.03 | 58.04 ± 0.26 | 20.58 ± 1.76 | 30.67 ± 0.92 | 8.90 ± 1.04 | 87.71 ± 1.55 |
| Peo-3-Glu | 7.29 ± 1.08 | 8.58 ± 0.45 | 6.82 ± 0.61 | 3.22 ± 0.29 | 2.00 ± 0.12 | 19.43 ± 0.12 |
| Mv-3-Glu | 205.24 ± 1.58 | 183.06 ± 2.16 | 354.66 ± 3.79 | 276.06 ± 2.85 | 207.08 ± 2.48 | 440.81 ± 2.35 |
| Del-3-Ace | ND | 6.84 ± 0.10 | 1.66 ± 0.14 | 0.49 ± 0.02 | ND | 38.55 ± 0.29 |
| Pet-3-Ace | ND | 4.97 ± 0.06 | 4.78 ± 1.70 | 3.23 ± 0.11 | ND | 42.60 ± 0.16 |
| Peo-3-Ace | 1.85 ± 0.07 | 21.45 ± 0.72 | 6.20 ± 0.37 | 3.07 ± 0.09 | ND | 28.35 ± 0.90 |
| Mv-3-Ace | 17.43 ± 0.08 | 14.88 ± 0.15 | 47.54 ± 0.74 | 9.08 ± 0.21 | 8.09 ± 0.91 | 154.67 ± 2.63 |
| Pet-3-Cum | ND | 7.36 ± 0.16 | 0.72 ± 0.41 | 2.20 ± 0.07 | ND | 7.77 ± 0.46 |
| Peo-3-Cum | 0.93 ± 0.53 | 1.38 ± 0.80 | 1.12 ± 0.65 | 1.31 ± 0.09 | ND | 6.90 ± 0.11 |
| Mv-3-Cum | 10.13 ± 0.21 | 20.51 ± 0.13 | 16.88 ± 0.39 | 13.73 ± 0.89 | 12.01 ± 0.26 | 40.23 ± 1.35 |
| TOTAL | 246.75 ± 3.42 | 409.50 ± 4.96 | 467.26 ± 11.71 | 358.75 ± 5.82 | 240.62 ± 4.72 | 939.74 ± 10.27 |

ND: No detectado. Del-3-Glu: delfinidina-3-glucósido, Cy-3-Glu: cyanidina-3-glucósido, Pet-3-Glu: Petunidina-3-glucósido, Peo-3-Glu: peonidina-3-glucósido, Mv-3-Glu: Malvidina-3-glucósido, Del-3-Ace: delfinidina-3-acetilglucósido, Pet-3-Ace: petunidina-3-acetilglucósido, Peo-3-Ace: peonidina-3-acetilglucósido, Mv-3-Ace: malvidina-3-acetilglucósido, Pet-3-Cum: petunidina-3-cumarilglucósido, Peo-3-Cum: peonidina-3-cumarilglucósido, Mv-3-Cum: malvidina-3-cumarilglucósido.

Aunque durante la vinificación no se realizó la fermentación maloláctica y sólo se analizaron los antocianos monoméricos tras la fermentación alcohólica, los ratios existentes entre los diversos tipos de antocianos no acilados, acetilados y cumarilados al final de ambas fermentaciones no varían (Martínez-Pinilla *et al.*, 2012), aunque la fermentación maloláctica disminuye un 30 % las diversas formas de antocianos monoméricos. Por lo tanto, el estudio de dichos antocianos en cualquiera de las dos fases (tras la fermentación alcohólica ó tras la fermentación maloláctica) es igualmente válido para evaluar la influencia de la variedad sobre los vinos resultantes.

La composición antociánica ha sido considerada por distintos autores como una herramienta útil dentro de las técnicas quimiotaxonómicas para la clasificación varietal (Mazza *et al.*, 1999; Figueiredo-González *et al.*, 2012), pero no ha sido efectiva por sí misma para hacer una clasificación de clones pertenecientes a una misma variedad (Ferrandino and Guidoni, 2010). Además, diferentes índices como la relación entre malvidina y peonidina entre otros, han sido evaluados por diferentes autores para buscar un factor discriminante que posibilite dicha caracterización varietal (Roggero *et al.*, 1988; González-Neves *et al.*, 2001).

En el presente estudio se comprobó que, dentro de las variedades analizadas, los antocianos no acilados ó glucosilados fueron mayoritarios, alcanzando el 66-92 % de los antocianos totales (Figura 4.3.10), muy por encima de los antocianos acilados (acetilados y cumarilados). Los antocianos acetilados supusieron el 3-28 % de la composición total y los antocianos cumarilados alcanzaron únicamente un 4-7%. Los resultados obtenidos fueron similares a los descritos por anteriores autores (Martínez-Pinilla *et al.*, 2012). Maturana Tinta de Navarrete fue la variedad más destacada para las tres formas antociánicas estudiadas, muy por encima de las otras cinco variedades analizadas.

De acuerdo a la figura 4.3.10, el porcentaje de antocianos acetilados con respecto a los antocianos cumarilados descritos para la variedad Maturana Tinta de Navarrete (28 % y 6 % respectivamente), así como para la variedad Tempranillo Tinto, que mostró menor contenido de antocianos acetilados con respecto a los cumarilados (4 % y 5 % respectivamente), fueron sorprendentemente similares a los descritos en estudios previos para ambas variedades: 28-5 % en Maturana Tinta de Navarrete y 7-5 % en Tempranillo (Martínez-Pinilla *et al.*, 2012). Pero no ocurrió lo mismo para la variedad Morate, donde los resultados obtenidos del presente

estudio (3 % de antocianos acetilados y 5 % de antocianos cumarilados) fueron muy diferentes a los ya descritos en el mencionado trabajo (19 % y 8 % respectivamente).

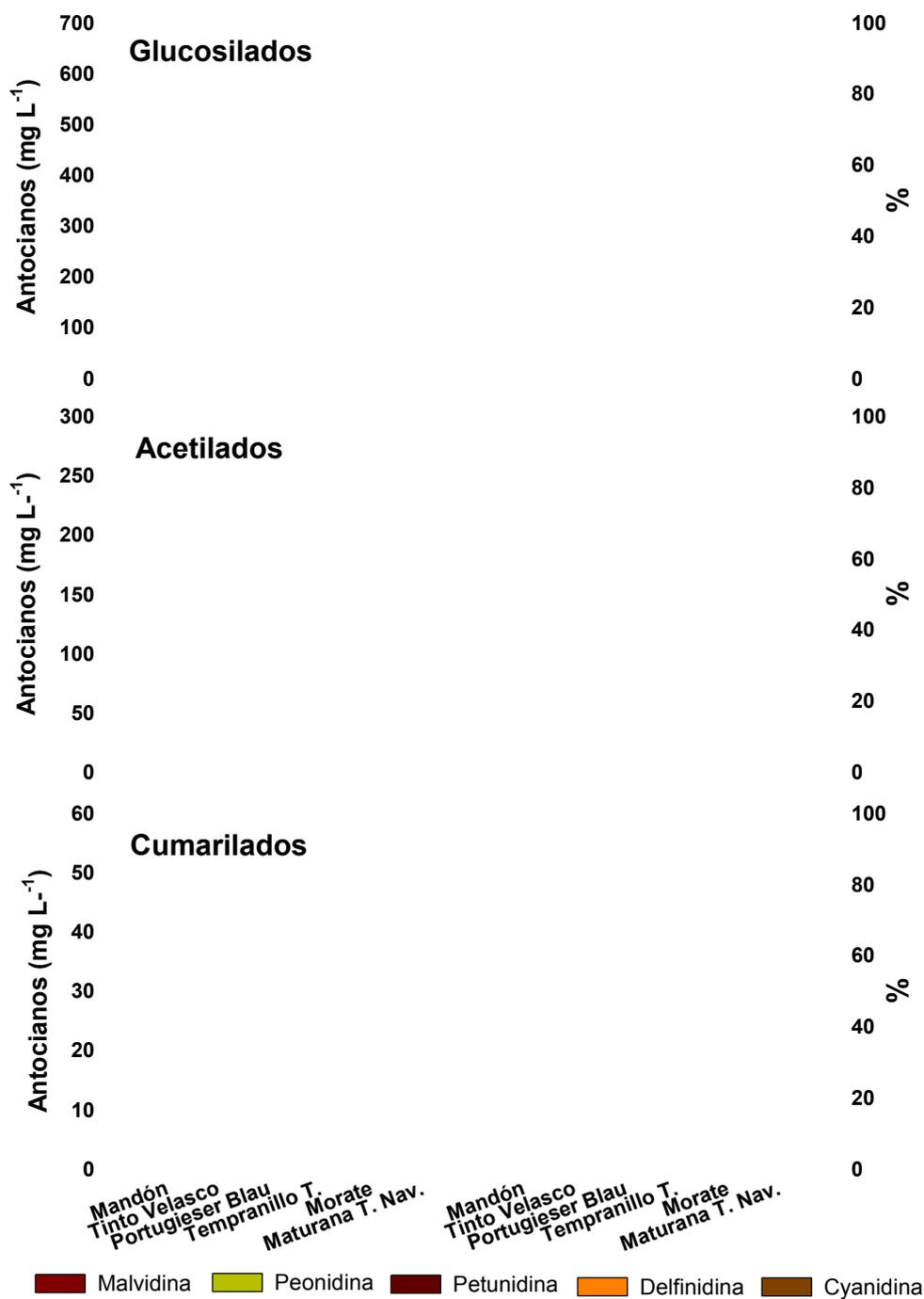


Figura 4.3.10. Valor medio \pm error estándar del contenido total de antocianos no acilados, acetilados y cumarilados en las 6 variedades estudiadas durante la cosecha 2010 (izquierda). Porcentaje respecto al contenido total de los diversos antocianos cuantificados en cada una de las variedades analizadas (derecha).

La malvidina fue el antociano mayoritario en cualquiera de las tres formas analizadas (no acilada, acetilada y cumarilada) y para todas las variedades estudiadas, con la excepción de los antocianos acetilados de la variedad Tinto Velasco, donde peonidina-3-acetilglucósido tuvo mayor concentración que malvidina-3-acetilglucósido (Figura 4.3.10 - izda.). Pero considerando las tres formas antociánicas en su totalidad, malvidina siempre resultó ser el antociano mayoritario: 90-95 % para las variedades Mandón, Morate y Portugieser Blau, 70-80 % en Maturana Tinta de Navarrete y Tempranillo Tinto respectivamente, y finalmente Tinto Velasco con el 53 % del total de antocianos monoméricos. A nivel individual, la concentración de malvidina-3-glucósido de Maturana Tinta de Navarrete fue casi superior a la concentración total de antocianos en cualquiera de las otras variedades analizadas, poniendo de manifiesto la gran intensidad colorante de dicha variedad sobre el resto de variedades estudiadas.

La ratio malvidina/peonidina, propuesto por diferentes autores como discriminante entre variedades (Roggero *et al.*, 1988), mostró un máximo de 114 para la variedad Morate, mientras que en otras fue mucho menor: entre 7 y 12 para las variedades Tinto Velasco y Maturana Tinta de Navarrete respectivamente. La ratio para Mandón, Portugieser Blau y Tempranillo Tinto fue 23, 30 y 39 respectivamente. Puede que sea una herramienta interesante para discernir entre variedades concretas y con comportamientos muy distintos entre sí, pero resulta muy aventurando poder afirmar que dicha ratio posibilita la caracterización varietal en un sentido amplio. Las proporciones de antocianos no acilados, acetilados y cumarilados también podrían ser útiles como herramienta quimiotaxonómica de diferenciación varietal (Castillo-Muñoz *et al.*, 2009; Ferrandino and Guidoni, 2010; Pérez-Trujillo *et al.*, 2011), como se ha mostrado en los párrafos anteriores.

4.3.3.4. CONCENTRACIÓN TOTAL DE POLIFENOLES (COSECHA 2009)

Con una metodología similar a la utilizada en el análisis de antocianos, se procedió a la determinación de compuestos fenólicos en la uva en el año 2009. Los resultados obtenidos (Figura 4.3.11) estuvieron correlacionados positivamente ($r^2 = 0.81$) con el contenido total de antocianos en uva, ya que los antocianos son compuestos flavonoides, como también lo son otros compuestos polifenólicos (taninos flavan 3-Oles, flavonoles y flavonas), y por lo tanto comparten las mismas rutas de síntesis (Holton and Cornish, 1995; Winkel-Shirley, 2001).

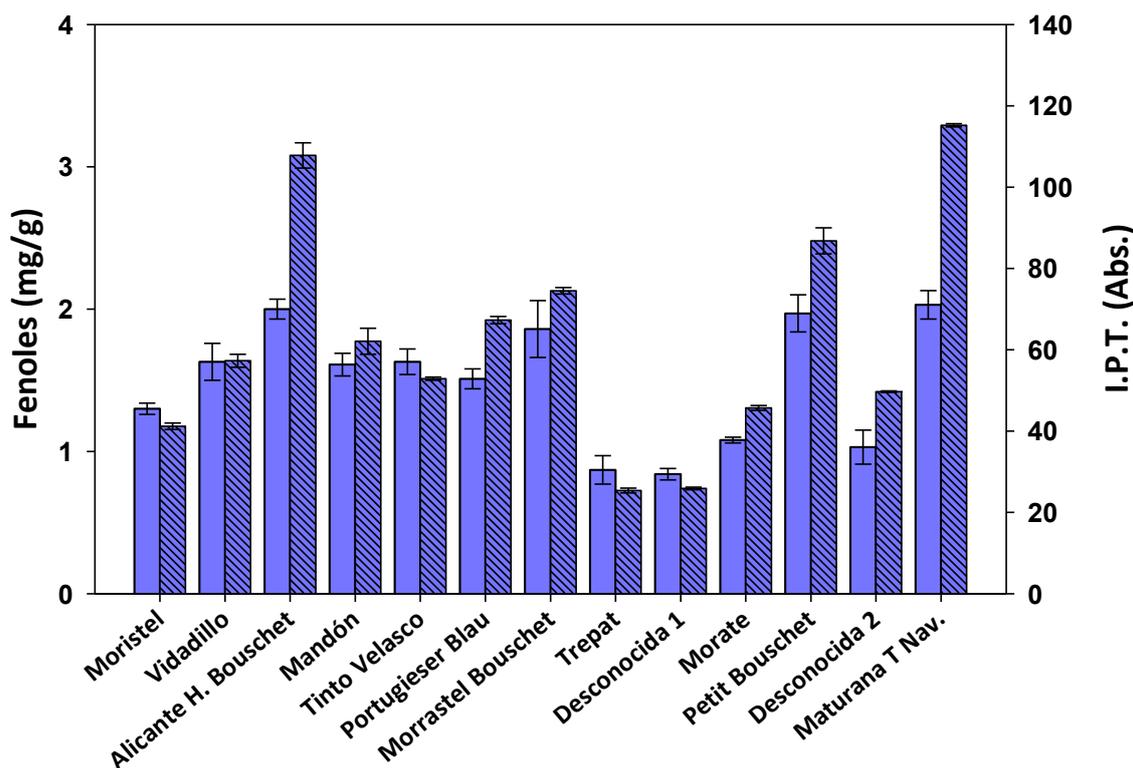


Figura 4.3.11. Media y error estándar de la concentración total de compuestos fenólicos de la uva (en epicatequina equivalentes -barras lisas a la izquierda) y del índice de polifenoles totales (barras rayadas a la derecha) en los vinos para las 13 variedades estudiadas el año 2009.

La concentración más elevada de compuestos fenólicos fue detectada en la variedad Maturana Tinta de Navarrete, con 2 mg/g ; ligeramente por encima de la concentración que presentaron las tres variedades tintoreras analizadas: Alicante Henri Bouschet, Petit Bouschet y Morrastel Bouschet (Figura 4.3.11). El segundo grupo en importancia, con valores en torno a 1.5-1.6 mg/g, fue el formado por las variedades Tinto Velasco, Vidadillo, Mandón y Portugieser Blau.

Las variedades Desconocida 2, Morate y Moristel mostraron nuevamente un contenido relativamente bajo de fenoles, al igual que el que se obtuvo en el contenido de antocianos. Por último, destacaron las variedades Desconocida 1 y Trepát, con los niveles más pobres de compuestos fenólicos, con una concentración en torno a 0.85 mg/g.

Considerando el contenido de polifenoles totales en vino (IPT), pudieron establecerse tres grupos diferentes, de acuerdo a las unidades de absorbancia observadas (Figura 4.3.11):

- IPT < 50: Trepát, Desconocida 1, Moristel, Morate y Desconocida 2; destacando especialmente las dos primeras variedades por su bajo contenido (IPT = 25).

- 50 < IPT < 70: Tinto Velasco, Vidadillo, Mandón y Portugieser Blau.
- IPT > 70: Maturana Tinta de Navarrete, Alicante Henri Bouschet, Petit Bouschet y Morrastel Bouschet.

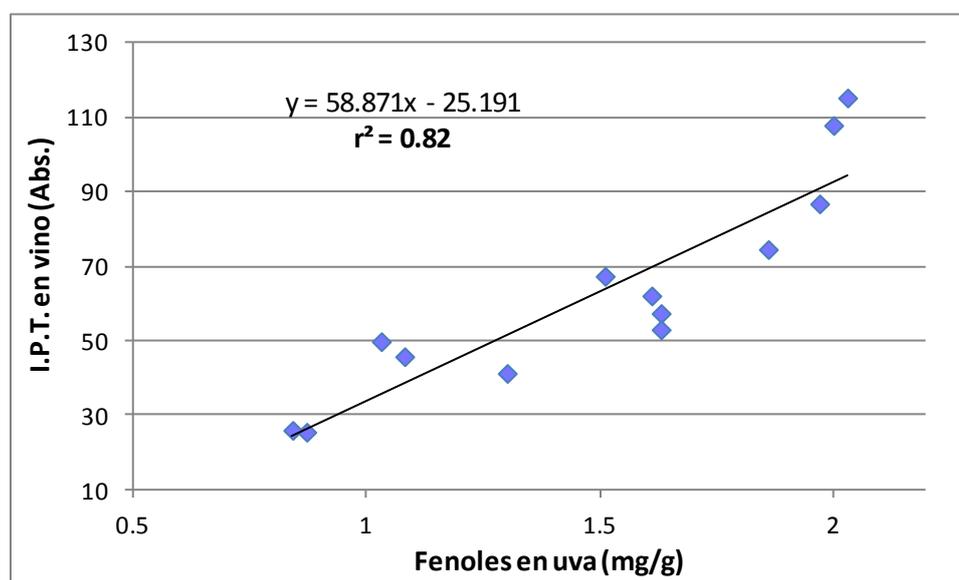


Figura 4.3.12. Relación entre la concentración de fenoles totales en uva y el índice de polifenoles totales en los respectivos vinos para las 13 variedades estudiadas el año 2009.

Comparando el contenido total de compuestos fenólicos en uva con respecto al nivel de polifenoles totales del vino (Figura 4.3.12), se estableció una correlación positiva y con un coeficiente de correlación elevado ($r^2 = 0.82$), aunque más bajo que el obtenido en el mismo año entre la concentración de antocianos en uva y el nivel de intensidad colorante en vino ($r^2 = 0.95$; Figura 4.3.7). La menor precisión del análisis de fenoles en uva pudo deberse a la interferencia de la fracción fenólica procedente de la semilla: en las fermentaciones, las semillas permanecieron íntegras, pero para la ejecución de los análisis de uva, se trituró la totalidad de la baya, pudiendo pasar al medio los polifenoles presentes en la semilla.

4.3.3.5. CONCENTRACIÓN TOTAL DE POLIFENOLES (COSECHA 2010)

Del mismo modo que en la campaña de 2009, en el año 2010 se determinó la concentración de fenoles en uva y el índice de polifenoles totales en vino. Los resultados fueron muy similares a los obtenidos en el año anterior. También se encontró una relación positiva entre el nivel de compuestos fenólicos y antocianos en uva en el 2010 ($r^2 = 0.77$).

Las variedades más destacadas fueron nuevamente Maturana Tinta de Navarrete y las 3 variedades tintoreras. En esta ocasión, Tempranillo Tinto se incluyó en el grupo y el valor máximo correspondió a la variedad Petit Bouschet. Todas ellas presentaron valores en torno a

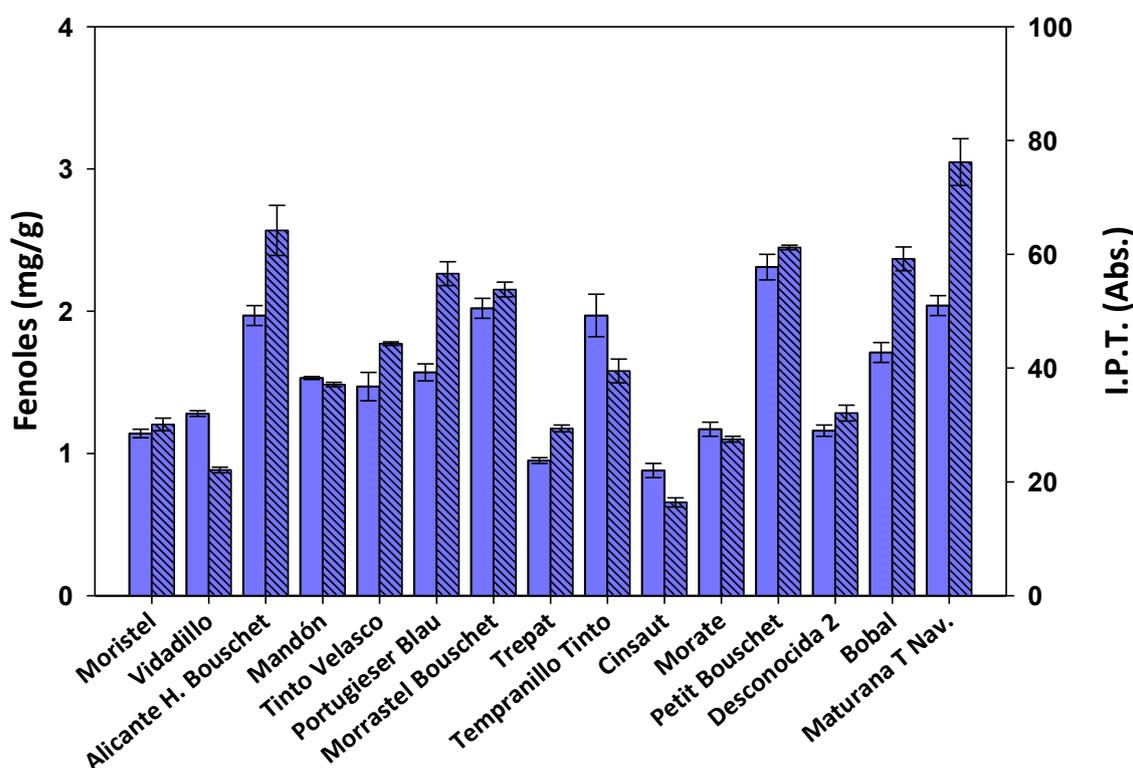


Figura 4.3.13. Media y error estándar de la concentración total de compuestos fenólicos de la uva (en epicatequina equivalentes -barras lisas a la izquierda) y del índice de polifenoles totales (barras rayadas a la derecha) en los vinos para las 15 variedades estudiadas el año 2010.

Al igual que en el agrupamiento establecido en el año 2009 con las variedades que mostraron valores medios de IPT, comprendidos entre 50 y 70 unidades, en la campaña 2010 se registró el mismo grupo de variedades (Tinto Velasco, Vidadillo, Mandón y Portugieser Blau) con valores intermedios de fenoles totales en uva (en torno a 1.3-1.5 mg/g; Figura 4.3.13). Del mismo modo, las variedades que presentaron el año anterior los niveles más bajos de IPT en el vino, volvieron a obtener las concentraciones más bajas de compuestos fenólicos en uva en la campaña 2010 (en torno a 0.9-1.1 mg/g; Figura 4.3.13). Se demostró que, a pesar de la variabilidad interanual, el comportamiento de las variedades se mantiene de forma general para todos los años estudiados.

Los niveles de IPT en el año 2010 siguieron un patrón similar al descrito en la concentración de compuestos fenólicos de la uva (Figura 4.3.13) sin observarse variaciones destacables. Como se puede apreciar en el siguiente gráfico, ambas variables volvieron a estar correlacionadas positivamente, con un coeficiente de correlación $r^2 = 0.71$ (Figura 4.3.14).

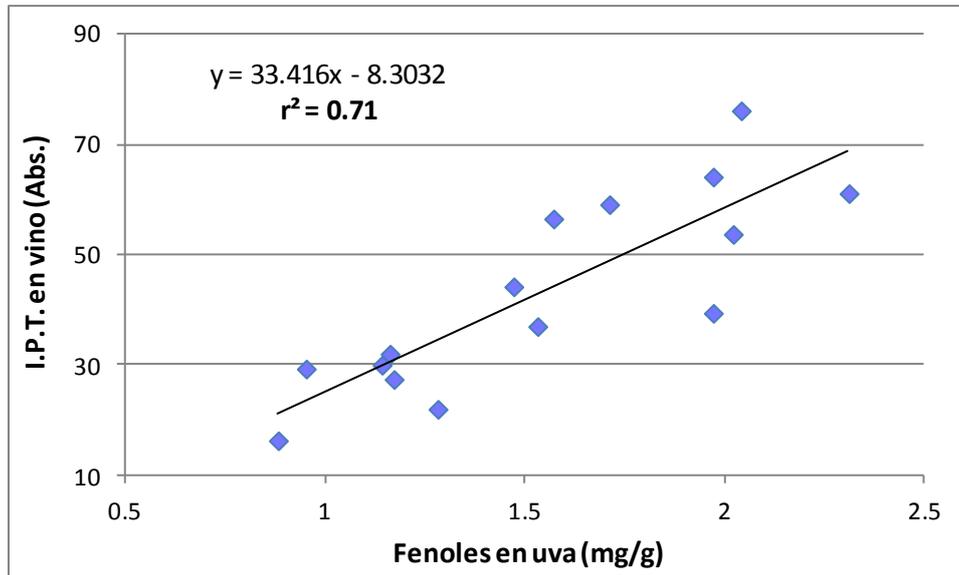


Figura 4.3.14. Relación entre la concentración de fenoles totales en uva y el índice de polifenoles totales en los respectivos vinos para las 15 variedades estudiadas el año 2010.

4.3.4. COMPOSICIÓN AMINOACÍDICA.

4.3.4.1. CONCENTRACIÓN TOTAL DE AMINOÁCIDOS (COSECHA 2009)

Desde que en los años treinta se describiesen por primera vez los aminoácidos de la uva, han sido desarrollados numerosos estudios para caracterizar la composición aminoacídica de mostos y vinos (Rapp and Versini, 1991; Asensio *et al.*, 2001; Gómez-Alonso *et al.*, 2007 b). En este trabajo se han identificado y cuantificado 32 aminoácidos y el amonio (NH_4^+) presentes en los mostos y vinos de las 17 variedades estudiadas durante el año 2009. La concentración total de aminoácidos (CTA) determinada en los mostos osciló entre 455 mg/l para Garnacha Roya y casi 2100 mg/l para la variedad Desconocida 2 (Figura 4.3.15). No se observaron diferencias destacables para este parámetro en función de la coloración del hollejo.

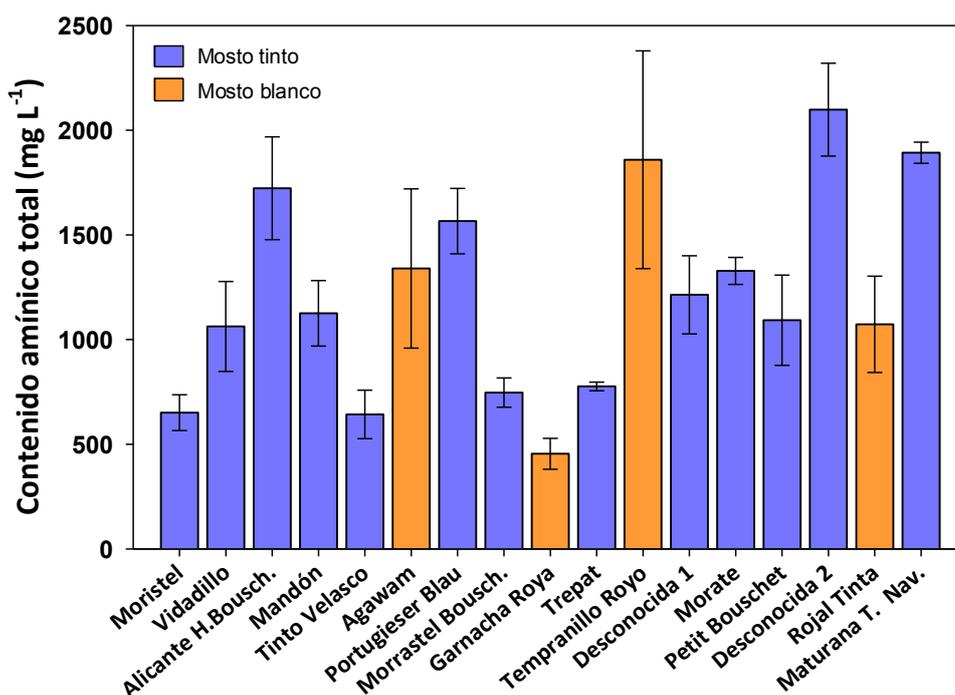


Figura 4.3.15. Media y error estándar de la concentración total de aminoácidos en los mostos de las 17 variedades estudiadas el año 2009.

El CTA se encontró dentro del rango de valores descritos anteriormente por diferentes autores para variedades españolas cultivadas en la península ibérica (Gómez-Alonso *et al.*, 2007 b; Garde-Cerdán *et al.*, 2009; Asensio, 2000), habiéndose demostrado que dicho contenido puede estar influenciado por multitud de factores que participan de un modo

difícilmente cuantificable, como son la localización del viñedo, la climatología, la variedad, el portainjerto, el grado de maduración de la uva, etc. (Calull *et al.*, 1990; Huang and Ough, 1991; Garde-Cerdán *et al.*, 2009; Asensio *et al.*, 2001; Asensio *et al.*, 2002).

En orden de menor a mayor CTA pudieron estimarse diferentes grupos. El primero de ellos, compuesto por Moristel, Tinto Velasco, Morrastel Bouschet, Garnacha Roya y Trepát, apenas alcanzó 775 mg/l. El segundo grupo sobrepasó 1 g/l, pero no llegó a 1.5 g/l: Vidadillo, Rojal Tinta, Petit Bouschet, Mandón, “Desconocida 1”, Morate y Agawam. En el tercer y último grupo, se situaron aquellas variedades con más de 1.5 g/l: Portugieser Blau, Alicante Henri Bouschet, Tempranillo Royo, Maturana Tinta de Navarrete y “Desconocida 2” (Figura 4.3.15). Otros autores ya mostraron una correspondencia entre variedades más mediterráneas (como Garnacha y Cinsault) con bajo contenido en aminoácidos, frente a otras variedades con mayor riqueza aminoacídica, como Pinot Noir (Cantagrel *et al.*, 1982).

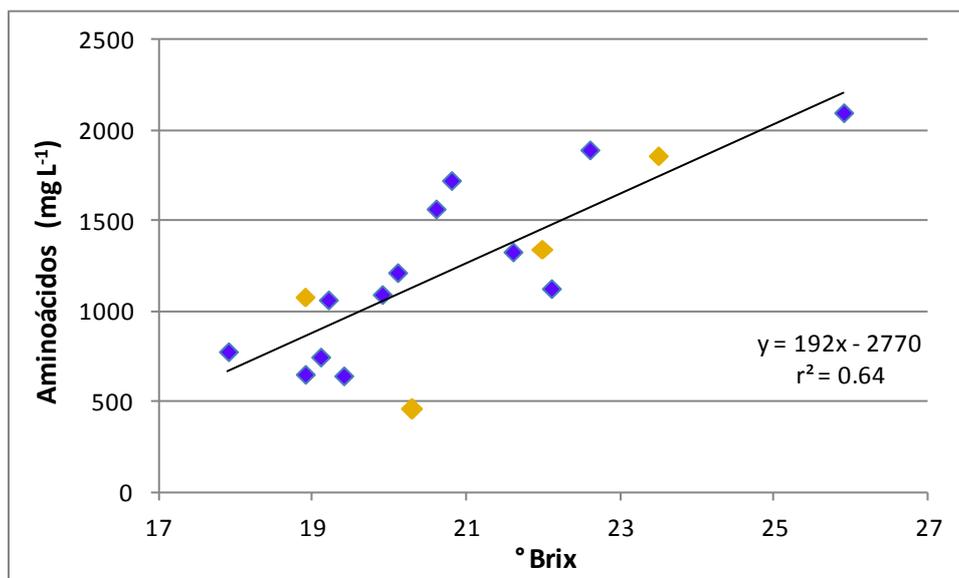


Figura 4.3.16. Relación entre el contenido de aminoácidos del mosto y la concentración de azúcares para las 17 variedades estudiadas el año 2009.

Cuando se estudió la posible correlación entre diferentes parámetros agronómicos correspondientes al año 2009 y el CTA, considerando el vigor de la cepa mediante el peso del sarmiento (g), se obtuvo una correlación positiva y no significativa ($r^2 = 0.16$) entre ambas variables. Posteriormente, considerando la expresión vegetativa de la cepa (peso total de madera de poda), se volvió a obtener una correlación positiva y no significativa ($r^2 = 0.10$), confirmándose que se incrementa con el vigor y la expresión vegetativa de la cepa, no siendo éstas las únicas variables determinantes.

Finalmente, tomando el nivel de madurez de la uva, medido mediante la concentración de azúcares (°Brix), se encontró una mejor correlación con el contenido aminoacídico total (Figura 4.3.16), hallándose un coeficiente de correlación $r^2 = 0.64$. Ello prueba la existencia de un mayor grado de dependencia entre la maduración de la uva y su concentración total de aminoácidos, frente a otras variables vegetativas, como pueden ser el vigor unitario del sarmiento y la expresión vegetativa de la cepa.

4.3.4.2. PERFIL AMINOACÍDICO DE LOS MOSTOS VARIETALES (COSECHA 2009)

Los aminoácidos más abundantes en casi todas las variedades estudiadas fueron prolina y arginina, que sumaron respectivamente el 30 % y el 28 % de la composición total amínica media del conjunto de las 17 variedades analizadas (Tabla 4.3.10). Se ha probado que la ratio prolina/arginina presenta diferencias significativas entre variedades (Huang and Ough, 1991), y que puede, por tanto, ser empleada para la diferenciación intervarietal. El conjunto del perfil aminoacídico también puede utilizarse para diferenciar mostos ó vinos por su origen geográfico ó año de producción, además de por la variedad (Huang and Ough, 1991; Holland *et al.*, 1995; Soufleros *et al.*, 2003; Asensio *et al.*, 2001).

La variedad con mayor contenido en prolina fue Maturana Tinta de Navarrete, mientras que Desconocida 2 resultó la más rica en arginina y la segunda más rica en prolina (Tabla 4.3.10). Las cinco variedades con mayor CTA (Desconocida 2, Maturana Tinta de Navarrete, Tempranillo Royo, Alicante Henri Bouschet, Portugieser Blau) coincidieron con las cinco variedades que mostraron un mayor contenido en prolina, con la excepción de la variedad Morate, que resultó ser la tercera más rica en prolina.

Considerando los aminoácidos treonina, fenilalanina y ácido aspártico, de especial relevancia por su implicación en la composición volátil del vino (Hernández-Orte *et al.*, 2002), destaca la variedad Desconocida 2 por ser especialmente abundante en estos aminoácidos. Agawam destaca por ser la variedad más rica en fenilalanina, y Alicante Henri Bouschet por su contenido en ácido aspártico. Destacan también las variedades Tempranillo Royo, Portugieser Blau, Maturana Tinta de Navarrete y Mandón por tener a nivel general concentraciones superiores a la media para estos tres aminoácidos (Tabla 4.3.10).

4.3.10.a Concentración de aminoácidos en los mostos de las 17 variedades estudiadas durante la cosecha 2009. (ND: No detectado)

| Aminoácidos (mg/l) | Moristel (R-1) | Vidadillo (R-2) | Alicante H. Bousch. (R-3) | Mandón (R-8) | Tinto Velasco (R-10) | Agawam (R-14) | Portugieser Blau (A-15) | Morrastel Bousch. (A-16) | Garnacha Roya (A-17) |
|--------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Ác. Aspártico | 8.51 ± 1.14 | 7.71 ± 0.83 | 41.90 ± 8.85 | 20.62 ± 2.76 | ND | ND | 32.98 ± 9.84 | 9.58 ± 0.61 | 12.64 ± 3.89 |
| Ác. glutámico | 23.37 ± 4.74 | 32.19 ± 5.79 | 131.86 ± 22.77 | 43.95 ± 8.91 | 23.67 ± 4.26 | ND | 67.47 ± 12.71 | 36.90 ± 1.15 | 16.32 ± 0.71 |
| Alanina | 47.26 ± 7.05 | 27.50 ± 4.65 | 91.23 ± 17.33 | 62.03 ± 9.25 | 35.60 ± 6.02 | 226.33 ± 13.26 | 94.07 ± 12.05 | 64.79 ± 12.31 | 21.45 ± 1.93 |
| Arginina | 169.48 ± 31.24 | 486.50 ± 130.24 | 480.76 ± 91.06 | 215.24 ± 39.68 | 162.69 ± 43.55 | 384.37 ± 254.23 | 509.30 ± 27.91 | 212.28 ± 35.62 | 188.96 ± 29.37 |
| Asparagina | 17.03 ± 3.82 | 22.57 ± 5.49 | 23.76 ± 6.92 | 30.23 ± 6.78 | 19.67 ± 4.78 | 156.16 ± 16.72 | 26.80 ± 3.92 | 13.86 ± 0.28 | 8.18 ± 0.88 |
| Cistationina | ND | ND | ND | 0.38 ± 0.04 | ND | ND | ND | ND | ND |
| Cistina | ND | ND | 0.12 ± 0.01 | 0.12 ± 0.02 | ND | ND | ND | 0.12 ± 0.01 | ND |
| Citrulina | ND | 0.18 ± 0.04 | 3.33 ± 1.48 | 1.58 ± 0.10 | 0.88 ± 0.21 | 5.78 ± 1.17 | 14.70 ± 1.95 | 1.93 ± 0.81 | 1.23 ± 0.25 |
| Etanolamina | 9.88 ± 1.98 | 12.81 ± 1.98 | 14.09 ± 5.50 | 14.03 ± 2.81 | 12.08 ± 1.87 | 12.75 ± 12.75 | 9.64 ± 1.4 | 16.29 ± 4.34 | 5.31 ± 1.35 |
| Fenilalanina | 9.57 ± 0.52 | 7.43 ± 1.02 | 9.57 ± 1.55 | 7.26 ± 0.39 | 6.11 ± 0.84 | 29.54 ± 0.80 | 11.22 ± 1.2 | 5.12 ± 0.36 | 7.76 ± 0.21 |
| Feniletilamina | 0.85 ± 0.18 | 2.42 ± 0.25 | 3.87 ± 0.14 | 2.30 ± 0.50 | 0.48 ± 0.05 | 1.45 ± 0.19 | 3.27 ± 0.61 | 2.54 ± 0.09 | 0.36 ± 0.05 |
| Fenilserina | 1.45 ± 0.27 | 2.53 ± 0.58 | 9.05 ± 1.08 | 5.61 ± 1.06 | 2.53 ± 0.58 | 3.62 ± 0.84 | 5.61 ± 0.7 | 3.62 ± 0.33 | ND |
| Glicina | 1.80 ± 0.19 | 1.20 ± 0.20 | 5.40 ± 0.63 | 3.90 ± 0.41 | 2.40 ± 0.40 | 6.38 ± 0.74 | 4.28 ± 0.46 | 5.18 ± 0.09 | 0.45 ± 0.05 |
| Hidroxiprolina | 7.99 ± 0.05 | 4.98 ± 2.10 | 1.31 ± 0.05 | 4.19 ± 0.03 | 2.75 ± 1.16 | ND | 3.01 ± 0.03 | 2.49 ± 0.13 | ND |
| Histidina | 9.61 ± 2.55 | 24.49 ± 5.63 | 48.36 ± 7.74 | 12.71 ± 2.36 | 14.42 ± 3.96 | 33.79 ± 1.26 | 32.86 ± 4.27 | 8.22 ± 0.74 | 10.54 ± 0.63 |
| Ión amonio | 1.38 ± 0.09 | 1.62 ± 0.14 | 2.64 ± 0.06 | 3.00 ± 0.20 | 1.56 ± 0.11 | 5.22 ± 1.23 | 1.92 ± 0.33 | 1.38 ± 0.15 | 1.14 ± 0.24 |
| Isoleucina | 4.06 ± 0.50 | 3.01 ± 0.51 | 7.99 ± 0.80 | 4.98 ± 0.61 | 4.45 ± 0.75 | 10.35 ± 1.32 | 7.86 ± 0.36 | 5.11 ± 0.05 | 3.14 ± 0.35 |
| Leucina | 7.73 ± 1.08 | 5.76 ± 1.21 | 19.65 ± 4.26 | 12.58 ± 1.76 | 9.43 ± 1.99 | 22.40 ± 3.02 | 20.57 ± 1.27 | 8.38 ± 0.26 | 6.29 ± 0.85 |
| Lisina | 2.19 ± 0.35 | 4.96 ± 0.55 | 7.15 ± 2.64 | 4.23 ± 0.36 | 2.77 ± 0.36 | 4.53 ± 2.82 | 8.32 ± 1.75 | 3.94 ± 0.09 | 0.58 ± 0.36 |
| Metionina | ND | ND | 12.81 ± 1.78 | 1.19 ± 0.12 | 0.45 ± 0.07 | 2.98 ± 0.26 | 8.49 ± 0.64 | 0.15 ± 0.01 | ND |
| Ornitina | ND | 5.15 ± 1.08 | 3.83 ± 3.83 | 0.13 ± 0.01 | ND | 0.40 ± 0.02 | 15.05 ± 4.1 | 1.06 ± 1.06 | 0.13 ± 0.02 |
| Prolina | 170.09 ± 26.94 | 249.32 ± 47.50 | 461.61 ± 32.06 | 385.14 ± 61 | 184.81 ± 35.21 | 129.72 ± 44.55 | 431.37 ± 53.65 | 150.65 ± 11.75 | 91.43 ± 31.40 |
| Sarcosina | ND | 2.14 ± 0.39 | ND | ND | 3.47 ± 0.63 | ND | ND | ND | 2.05 ± 0.68 |
| Serina | 21.95 ± 2.98 | 19.95 ± 3.58 | 64.47 ± 9.24 | 62.06 ± 8.43 | 20.27 ± 3.63 | 62.37 ± 7.77 | 48.51 ± 5.99 | 29.72 ± 2.12 | 13.44 ± 1.67 |
| Taurina | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Tirosina | 2.90 ± 0.13 | 3.62 ± 0.52 | 6.52 ± 0.65 | 4.34 ± 0.20 | 4.89 ± 0.70 | 22.26 ± 0.86 | 6.88 ± 0.61 | 3.98 ± 0.03 | 3.08 ± 0.12 |
| Treonina | 23.92 ± 4.22 | 14.16 ± 3.33 | 45.34 ± 5.91 | 83.06 ± 14.65 | 22.73 ± 5.35 | 56.64 ± 4.44 | 63.07 ± 7.19 | 45.82 ± 2.90 | 16.78 ± 1.32 |
| Triptófano | 5.71 ± 1.07 | 20.20 ± 6.57 | 13.46 ± 13.46 | 16.73 ± 3.12 | 15.91 ± 5.18 | 10.61 ± 1.36 | 8.36 ± 0.95 | 7.34 ± 0.81 | 5.10 ± 0.82 |
| Valina | 12.75 ± 1.74 | 12.75 ± 2.43 | 28.08 ± 2.71 | 22.35 ± 3.04 | 13.10 ± 2.50 | 42.47 ± 1.40 | 26.09 ± 2.42 | 17.78 ± 0.81 | 10.06 ± 0.33 |
| α-aminobutírico | ND | ND | ND | ND | ND | 0.93 ± 0.02 | 0.21 ± 0.03 | 0.10 ± 0.03 | ND |
| β-alanina | 1.25 ± 0.09 | 1.60 ± 0.19 | 5.87 ± 0.39 | 1.42 ± 0.10 | 3.03 ± 0.35 | 6.94 ± 1.17 | 4.18 ± 0.11 | 1.16 ± 0.02 | 0.53 ± 0.05 |
| γ-aminobutírico | 90.33 ± 13.63 | 85.90 ± 12.26 | 177.88 ± 34.40 | 100.12 ± 15.11 | 72.51 ± 10.35 | 101.87 ± 53.01 | 99.91 ± 13.75 | 87.34 ± 1.86 | 27.60 ± 14.37 |
| 1-metilhistidina | ND | ND | 1.18 ± 0.26 | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

4.3.10.b Concentración de aminoácidos en los mostos de las 17 variedades estudiadas durante la cosecha 2009. (ND: No detectado)

| Aminoácidos (mg/l) | Trepát (N-23) | Tempranillo Rojo (B-47) | Desconocida 1 (B-48) | Morate (B-51) | Petit Bouschet (B-52) | Desconocida 2 (B-56) | Rojal Tinta (SO-63) | Maturana Tinta de Navarrete (NA-102) |
|--------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Ác. Aspártico | 9.58 ± 0.21 | ND | 8.51 ± 1.14 | 10.51 ± 0.51 | 14.76 ± 1.59 | 30.99 ± 9.25 | 13.83 ± 2.92 | 13.97 ± 0.30 |
| Ác. glutámico | 20.87 ± 0.65 | ND | 19.70 ± 3.99 | 31.02 ± 1.97 | 48.95 ± 8.80 | 69.09 ± 13.01 | 44.54 ± 7.69 | 42.48 ± 1.33 |
| Alanina | 45.92 ± 1.11 | 101.46 ± 11.16 | 61.14 ± 9.12 | 53.31 ± 1.33 | 76.45 ± 12.93 | 114.54 ± 14.67 | 39.16 ± 7.44 | 111.70 ± 2.69 |
| Arginina | 157.47 ± 3.29 | 430.30 ± 193.93 | 456.05 ± 84.07 | 224.81 ± 14.31 | 361.75 ± 96.84 | 513.65 ± 28.15 | 504.77 ± 128.36 | 319.29 ± 6.66 |
| Asparagina | 17.82 ± 0.74 | 165.53 ± 30.58 | 8.05 ± 1.81 | 25.74 ± 0.61 | 8.98 ± 2.18 | 34.19 ± 5.120 | 23.76 ± 6.92 | 24.68 ± 1.02 |
| Cistationina | ND | 1.32 ± 0.25 | ND | ND | ND | 1.32 ± 0.12 | ND | ND |
| Cistina | ND | ND | 0.12 ± 0.01 | ND | 0.12 ± 0.01 | 1.69 ± 0.22 | ND | ND |
| Citrulina | 0.53 ± 0.02 | 8.40 ± 4.49 | 2.63 ± 0.17 | ND | 4.55 ± 1.12 | 8.58 ± 1.14 | 1.75 ± 0.78 | 5.60 ± 0.24 |
| Etanolamina | 11.47 ± 0.93 | 15.68 ± 8.92 | 13.60 ± 2.72 | 14.82 ± 0.70 | 9.64 ± 1.49 | 13.18 ± 1.91 | 11.04 ± 4.31 | 16.78 ± 1.36 |
| Fenilalanina | 6.44 ± 0.17 | 24.26 ± 3.43 | 10.40 ± 0.56 | 10.56 ± 0.17 | 3.30 ± 0.45 | 29.04 ± 3.11 | 9.24 ± 1.49 | 14.36 ± 0.38 |
| Feniletilamina | 0.24 ± 0.02 | 1.94 ± 0.44 | 1.21 ± 0.26 | 1.94 ± 0.18 | 2.54 ± 0.26 | 3.63 ± 0.67 | 0.97 ± 0.03 | 4.24 ± 0.31 |
| Fenilserina | 1.99 ± 0.19 | 6.7 ± 3.39 | 2.72 ± 0.51 | 4.53 ± 0.22 | 3.08 ± 0.7 | 4.16 ± 0.52 | 2.35 ± 0.28 | 8.15 ± 0.79 |
| Glicina | 2.10 ± 0.11 | 4.50 ± 0.80 | 2.48 ± 0.26 | 6.83 ± 0.35 | 5.55 ± 0.92 | 5.03 ± 0.54 | 1.43 ± 0.17 | 10.88 ± 0.58 |
| Hidroxi prolina | 3.14 ± 0.14 | ND | 3.41 ± 0.02 | 4.45 ± 0.10 | 1.44 ± 0.61 | 6.29 ± 0.06 | 2.75 ± 0.11 | 5.11 ± 0.23 |
| Histidina | 11.63 ± 0.58 | 44.95 ± 5.39 | 38.13 ± 10.12 | 19.22 ± 1.15 | 20.15 ± 4.63 | 48.21 ± 6.27 | 25.73 ± 4.12 | 34.57 ± 1.73 |
| Ión amonio | 0.84 ± 0.34 | 6.96 ± 1.64 | 2.40 ± 0.16 | 1.98 ± 0.21 | 1.20 ± 0.10 | 1.98 ± 0.34 | 1.92 ± 0.04 | 2.04 ± 0.82 |
| Isoleucina | 3.67 ± 0.09 | 8.78 ± 0.51 | 6.68 ± 0.82 | 7.47 ± 0.39 | 6.29 ± 1.06 | 14.67 ± 0.68 | 3.41 ± 0.34 | 14.41 ± 0.35 |
| Leucina | 6.29 ± 0.17 | 17.29 ± 3.06 | 14.28 ± 2.01 | 10.87 ± 0.51 | 12.31 ± 2.60 | 29.61 ± 1.83 | 7.86 ± 1.70 | 28.95 ± 0.78 |
| Lisina | 2.04 ± 0.16 | 6.72 ± 5.48 | 3.94 ± 0.63 | 5.99 ± 0.48 | 3.94 ± 0.43 | 8.76 ± 1.84 | 3.65 ± 1.35 | 7.88 ± 0.63 |
| Metionina | ND | 0.60 ± 0.03 | 0.75 ± 0.08 | ND | 5.36 ± 0.87 | 10.88 ± 0.82 | ND | 5.81 ± 0.18 |
| Ornitina | ND | 3.43 ± 0.86 | 3.04 ± 0.65 | 0.53 ± 0.07 | 1.85 ± 0.39 | 8.45 ± 2.3 | 4.62 ± 4.62 | 1.45 ± 0.20 |
| Prolina | 272.78 ± 6.19 | 638.83 ± 244.58 | 307.28 ± 48.67 | 651.48 ± 30.66 | 296.82 ± 56.55 | 832.83 ± 103.59 | 211.14 ± 14.66 | 836.05 ± 18.98 |
| Sarcosina | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Serina | 27.62 ± 0.78 | 66.47 ± 7.90 | 32.76 ± 4.45 | 31.18 ± 1.09 | 34.23 ± 6.14 | 0.32 ± 0.04 | 22.16 ± 3.17 | 59.64 ± 1.69 |
| Taurina | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 0.25 ± 0.01 |
| Tirosina | 3.44 ± 0.06 | 12.13 ± 1.27 | 2.90 ± 0.13 | 5.43 ± 0.12 | 3.26 ± 0.47 | 12.67 ± 1.13 | 4.53 ± 0.45 | 8.87 ± 0.17 |
| Treonina | 31.77 ± 0.82 | 81.04 ± 8.68 | 44.63 ± 7.87 | 39.15 ± 1.27 | 31.65 ± 7.44 | 91.75 ± 10.46 | 20.94 ± 2.73 | 80.68 ± 2.07 |
| Triptófano | 8.36 ± 0.23 | 45.49 ± 7.28 | 15.91 ± 2.97 | 11.83 ± 1.01 | 7.34 ± 2.39 | 31.01 ± 3.51 | 19.99 ± 19.99 | 36.31 ± 1.02 |
| Valina | 16.73 ± 0.46 | 34.52 ± 6.11 | 18.37 ± 2.5 | 21.65 ± 1.02 | 21.18 ± 4.04 | 37.67 ± 3.50 | 11.35 ± 1.10 | 40.95 ± 1.14 |
| α-aminobutírico | ND | 0.10 ± 0.01 | ND | ND | 0.21 ± 0.01 | 0.21 ± 0.03 | ND | 0.41 ± 0.01 |
| β-alanina | 1.69 ± 0.07 | 4.63 ± 0.42 | 2.94 ± 0.21 | 3.56 ± 0.11 | 3.03 ± 0.35 | 8.37 ± 0.22 | 1.51 ± 0.10 | 6.05 ± 0.23 |
| γ-aminobutírico | 111.76 ± 3.27 | 126.69 ± 49.48 | 129.68 ± 19.57 | 129.37 ± 6.11 | 102.49 ± 14.63 | 125.56 ± 17.28 | 78.28 ± 15.14 | 151.00 ± 4.42 |
| 1-metilhistidina | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

Con los contenidos de los 32 aminoácidos cuantificados en las 17 variedades estudiadas, se generó un análisis de componentes principales (ACP) para detectar los aminoácidos con mayor poder discriminante, (Figura 4.3.17), y poder así identificar variedades con perfiles aminoacídicos similares.

Según se reflejó en la figura 4.3.17, que muestra los resultados del análisis, las dos primeras componentes explicaron un 60.4 % de la varianza total existente. Todos los aminoácidos se situaron en la zona derecha del gráfico, observándose una gran correlación entre los contenidos de muchos de ellos. En la mitad izquierda únicamente se situaron la sarcosina, que únicamente se detectó en las variedades Vidadillo, Tinto Velasco y Garnacha Roya, y también la hidroxiprolina, presente en bastantes variedades, pero con concentraciones muy bajas en casi todas ellas. Este aminoácido es característico de otras especies de *Vitis* (Kliewer *et al.*, 1966) y también de los híbridos productores directos; por ello no se encontró abundantemente en los mostos de *Vitis vinifera* analizados en el presente estudio.

Se apreciaron varios agrupamientos de 3-4 variedades (Figura 4.3.17):

- A. En la zona central del gráfico: Petit Bouschet, Morate, Mandón y Desconocida 1.
- B. Desplazado en el sentido negativo del eje de abscisas: Vidadillo, Rojal y Morrastel Bouschet.
- C. Con valores más negativos en ambos ejes: Moristel, Trepát y Tinto Velasco. Todos ellos, juntos con Garnacha Roya, formaron un subconjunto bastante diferenciado.

El resto de variedades se encontraron más distanciadas entre sí: Alicante Henri Bouschet, Portugieser Blau, Desconocida 2, Maturana Tinta de Navarrete, Tempranillo Royo y Agawam. Todas ellas ocuparon valores positivos en ambos ejes, excepto Tempranillo Royo y Agawam que mostraron valores negativos para el eje de ordenadas.

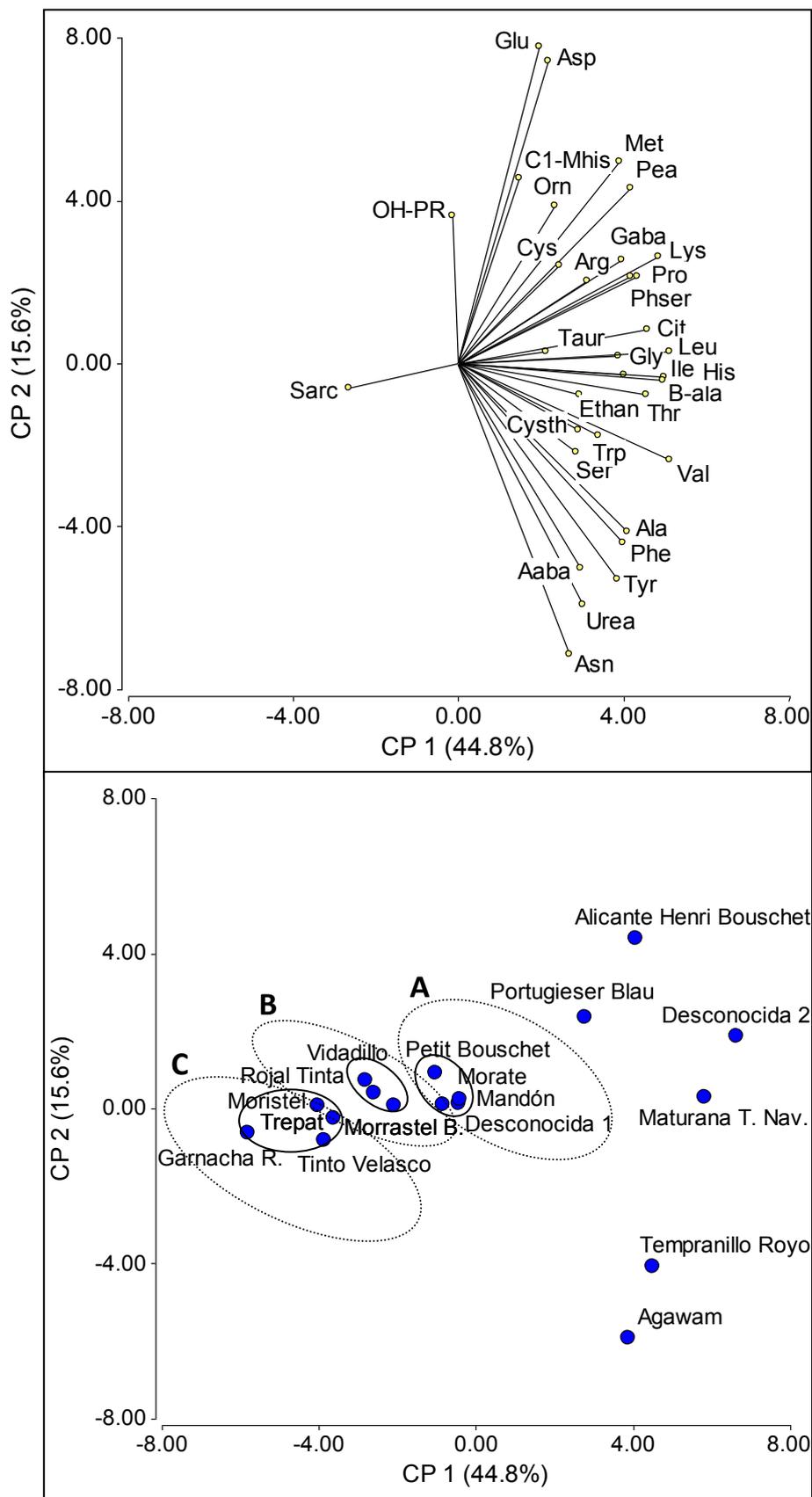


Figura 4.3.17. ACP de la composición de aminoácidos descrita en los mostos de las 17 variedades estudiadas en la cosecha 2009. Abreviaturas: anejo III, tabla 7.6.

Aparentemente, los agrupamientos no correspondieron a variedades próximas genéticamente, ni tampoco a nivel ampelográfico. Sí es interesante destacar que, a nivel global, las variedades que dieron vinos más estructurados, se ubicaron en la zona central y en el primer cuadrante del gráfico (Figura 4.3.17), mientras que las variedades destinadas a la elaboración de vinos blancos ó que generaron vinos tintos más ligeros se correspondieron con valores más negativos en ambos ejes. Estos patrones generales de comportamiento mostraron una concordancia entre la síntesis de compuestos fenólicos y la síntesis de aminoácidos, para el conjunto de las variedades estudiadas, como ya se había descrito en estudios previos (Huang and Ough, 1989; Calull *et al.*, 1990).

Destacaron también Agawam y Tempranillo Royo en la zona inferior-derecha del gráfico (Figura 4.3.17), vinculados con los aminoácidos alanina, fenilalanina, tirosina, γ -aminobutírico (GABA), ión amonio y anserina (β -alanyl-metil-histidina). Agawam, que es una variedad descendiente de Carter, y a su vez de Isabella (cruce interespecífico de *Vitis labrusca* \times *Vitis vinifera*), mostró un elevado contenido de alanina, muy por encima del resto de variedades, como ya se ha mencionado anteriormente. La especie *Vitis labrusca* posee una gran riqueza para el aminoácido α -alanina (Kluba *et al.*, 1978) con respecto a *Vitis vinifera*. Por lo tanto, de acuerdo a los análisis realizados en el presente estudio, la variedad Agawam ha podido heredar esta particularidad de sus parentales.

Respecto a los niveles de aminoácidos azufrados (metionina y cistina), que tienen un especial interés como precursores de aromas reductivos en los vinos debido a la liberación de sulfhídrico por las levaduras (Jiranek *et al.*, 1995 a), se observó una gran dispersión en el contenido de estos aminoácidos en las variedades estudiadas. Tanto metionina como cistina se agruparon próximas entre sí, en el primer cuadrante del ACP (Figura 4.3.17). Las variedades más próximas a ambos aminoácidos fueron Alicante Henri Bouschet, Desconocida 2 y Portugieser Blau (Figura 4.3.17). A su vez, fueron las variedades que presentaron mayores contenidos de estos aminoácidos: entre 8 y 13 mg/l (Tabla 4.3.10). Por el contrario, diez variedades presentaron valores medios por debajo de 1 mg/l: Desconocida 1, Tempranillo Royo, Tinto Velasco, Morrastel Bouschet, Moristel, Vidadillo, Garnacha Roya, Trepát, Morate y Rojal Tinta. Todas ellas pueden ser consideradas “a priori” como variedades menos propensas a producir aromas azufrados durante las fermentaciones.

4.3.4.3. NITRÓGENO FÁCILMENTE ASIMILABLE Y CONSUMO DE AMINOÁCIDOS DURANTE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA (COSECHA 2009)

El nitrógeno fácilmente asimilable (NFA) para la levadura comprende el nitrógeno inorgánico (ión amonio – NH_4^+) y los aminoácidos; a excepción de la prolina, que únicamente es metabolizada cuando el resto de aminoácidos han sido consumidos por la levadura, dado que su sistema de transporte a través de la pared celular es inhibido por la presencia de otros aminoácidos.

Así, el NFA se determina mediante la siguiente fórmula: $\text{NFA} = [\text{NH}_4^+] + [\text{aminoácido}] - [\text{prolina}]$. La mayoría de aminoácidos tienen un átomo de nitrógeno en su estructura, pero también los hay con 2 (asparagina, glutamina, cistationina, hidroxilisina, ornitina, lisina y triptófano), con 3 (citrulina, histidina, metilhistidina) y hasta con 4 (anserina, arginina y carnosina). La cantidad mínima de NFA necesaria para que las levaduras *Sacharomyces Cerevisiae* finalicen adecuadamente la fermentación de un mosto con 220 g/l de azúcar asciende a 130 mg/l (Agenbach, 1978; Bely *et al.*, 1990). Por ello, el análisis de NFA es una práctica muy habitual y recomendable en las bodegas, si bien la preparación de la muestra y la determinación analítica tienen una gran influencia en el resultado final, pudiéndose encontrar variaciones importantes respecto al contenido en mosto (Jungmin and Schreiner, 2010).

Las cinco variedades con mayor contenido total de nitrógeno fueron en el siguiente orden (Figura 4.3.18): Desconocida 2, Tempranillo Royo, Alicante Henry Bouschet, Maturana Tinta de Navarrete y Portugieser Blau. Todas ellas superaron los 300 mg/l. En el mismo orden se situaron las variedades con mayor concentración de NFA, con la excepción de la variedad Agawam, que sustituyó a Maturana Tinta de Navarrete en el cuarto puesto. Sólo el grupo de las 5 primeras variedades sobrepasó los 250 mg/l de NFA. Por el contrario, el grupo formado por Trepát, Moristel, Tinto Velasco y Garnacha Roya mostraron una concentración de NFA ligeramente por debajo de 100 mg/l, siendo las variedades más pobres de las 17 analizadas.

La gráfica de la figura 4.3.18 refleja la concentración total de nitrógeno procedente de los aminoácidos (nitrógeno aminoacídico), diferenciándose entre el metabolizable por las levaduras (NFA) y el aminoácido prolina de los mostos y los correspondientes vinos tras el transcurso de la fermentación alcohólica.

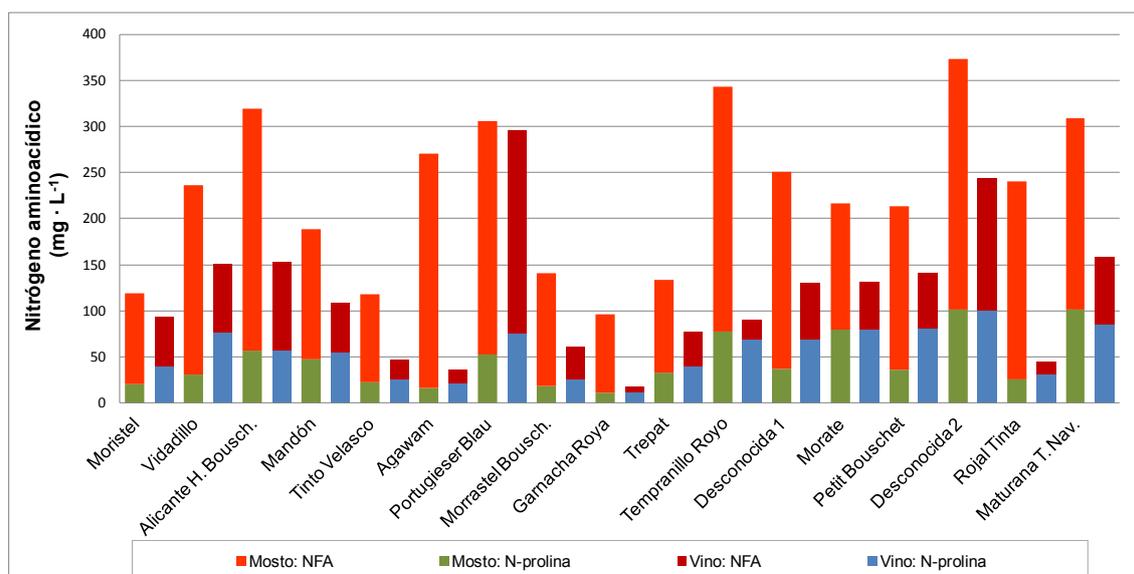


Figura 4.3.18. Contenido de nitrógeno aminoacídico medio procedente de prolina y del resto de aminoácidos, antes y después de la fermentación en las 17 variedades estudiadas el año 2009.

Las concentraciones totales de nitrógeno aminoacídico fueron más bajas en vino que en mosto para todas las variedades estudiadas, como ya se ha descrito en el apartado anterior, habiéndose detectado un descenso promedio de 87 mg/l en las elaboraciones de vinos tintos y 191 mg/l para los blancos. Ello supone una reducción sobre el nitrógeno aminoacídico inicial del 40 % y 81 % respectivamente. Al igual que ocurre en el contenido total de aminoácidos, como los vinos blancos no poseen hollejos durante la fermentación, no existe cesión de compuestos nitrogenados del hollejo. Su riqueza no es despreciable y puede suponer la mitad del nitrógeno presente en la uva (Jungmin and Schreiner, 2010).

El NFA disminuyó notablemente durante la fermentación alcohólica (Figura 4.3.18). Las variedades elaboradas como vinos blancos disminuyeron su NFA un 92-94 %, mientras que las que fueron vinificadas como tintos oscilaron entre el 13 % para Portugieser Blau y el 78 % para Tinto Velasco, siendo su descenso medio del 59 %. A nivel global, Portugieser Blau fue la variedad que menor disminución de NFA presentó, con un descenso del 3 %, mientras que Agawam fue la que descendió en mayor medida, reduciendo su nivel de nitrógeno un 87 %.

El nitrógeno procedente del aminoácido prolina se incrementó tras la fermentación en todos los casos, excepto en Tempranillo Rojo, Desconocida 1 y Maturana Tinta de Navarrete (Figura 4.3.18). Para el resto de variedades, experimentó un crecimiento medio del 46 %, mostrando una gran dispersión: desde 0.3 % en Morate hasta 150 % en Vidadillo. La prolina es segregada por las levaduras al medio debido al sistema de transporte de membrana de la

pared celular (Ough, 1968; Duteurtre et al., 1971). Por ello, aunque se ha observado un ligero descenso del contenido en nitrógeno procedente del aminoácido prolina en algunas variedades, lo más habitual es que su contenido se incremente, como pudo observarse en la mayoría de las fermentaciones.

Considerando el contenido en aminoácidos, la mayoría de autores indican un descenso importante durante el proceso fermentativo, tanto en la fermentación alcohólica como en la fermentación maloláctica (Usseglio-Tomasset y Bossia, 1990). El consumo de aminoácidos durante la fermentación depende fundamentalmente de la composición del mosto (pH, acidez, azúcares, aminoácidos), y también de la variedad, la levadura y la temperatura de fermentación entre otros factores (Barbosa *et al.*, 2009; Bell and Henschke, 2005; Bouloumpasi *et al.*, 2002; Héberger *et al.*, 2003; Valero *et al.*, 2003), así como de la técnica de elaboración empleada (Valdés *et al.*, 2011). El siguiente gráfico (Figura 4.3.19) muestra el consumo del contenido aminoacídico total (CAT) observado en las elaboraciones de las diferentes variedades.

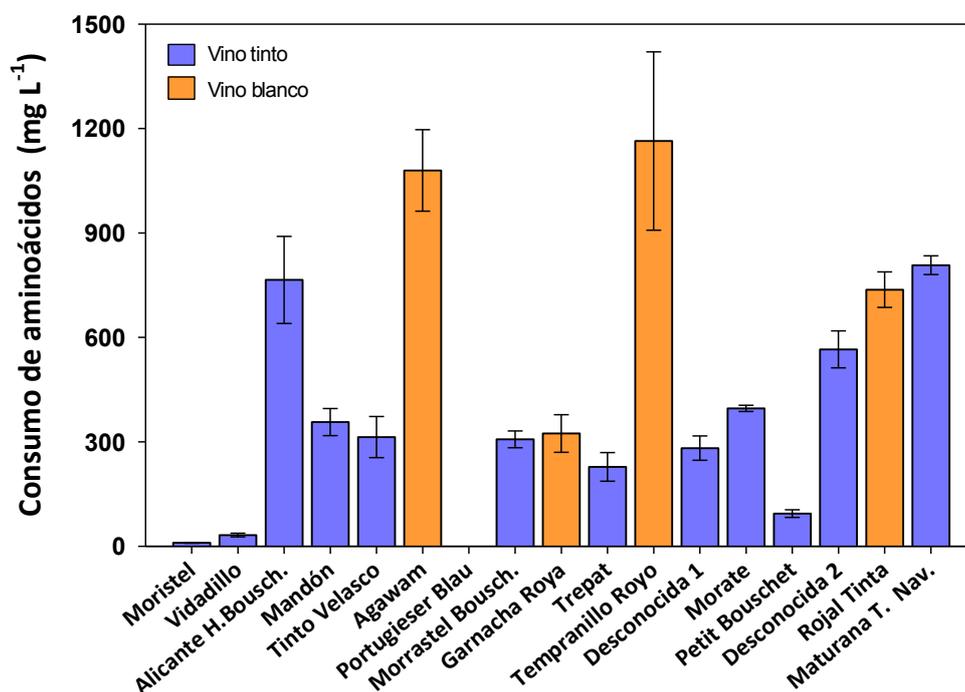


Figura 4.3.19. Consumo del contenido total aminoacídico durante la fermentación en las 17 variedades estudiadas el año 2009.

El contenido de aminoácidos en las variedades elaboradas como vinos blancos descendió un promedio en torno a 830 mg/l, mientras que el consumo medio en vinos tintos

fue de 320 mg/l, lo que supone menos de la mitad (Figura 4.3.19). Estos consumos representan una reducción sobre la concentración amínica total inicial del 70 % y 25 % respectivamente; similar a los porcentajes de consumo de nitrógeno aminoacídico mencionados anteriormente.

Garnacha Roya fue la variedad elaborada como vino blanco que manifestó el menor descenso en el CAT (324 mg/l; Figura 4.3.19) debido a que su concentración inicial fue también la más baja de las cuatro variedades elaboradas como vino blanco (455 mg/l). El consumo más elevado del CAT se produjo para la fermentación de Tempranillo Royo, alcanzando casi 1200 mg/l.

Las variedades vinificadas en tinto que manifestaron un mayor descenso del CAT en la fermentación fueron Maturana Tinta de Navarrete (807 mg/l), seguida de Alicante Henri Bouschet (765 mg/l) y de Desconocida 2 (566 mg/l); el resto no sobrepasaron los 400 mg/l de consumo del CAT (Figura 4.3.19). El escaso consumo de aminoácidos detectado en Moristel y el pequeño incremento en el contenido total de aminoácidos que se observó en la variedad Portugieser Blau pudieron verse motivados por la cesión de compuestos nitrogenados procedentes de los hollejos durante el proceso de maceración-fermentación alcohólica. Estos hollejos pueden ser una fuente de compuestos nitrogenados tan importante como la propia pulpa de la uva, pues pueden aportar una concentración similar a la del mosto lo que, a veces, al no ser considerado para su determinación analítica, origina una estimación incorrecta de la cantidad total de aminoácidos presentes en la uva (Lee and Schreiner, 2010). Además, el contenido de aminoácidos en los vinos también pudo incrementarse debido a la lisis de las paredes celulares de las levaduras una vez finalizada la fermentación como comprobaron Valdés *et al.* (2011).

De entre el conjunto de aminoácidos, la arginina resultó ser la principal fuente de nutrición nitrogenada para las levaduras, pues para todas las fermentaciones de las 17 variedades analizadas, la arginina fue el aminoácido que mostró un mayor descenso en su concentración. Su consumo destacó fundamentalmente en los vinos blancos, con un descenso del 99-100 %. En los vinos tintos se observó un descenso más moderado, entre el 22 % de Portugieser Blau y el 93 % de Tinto Velasco, con una media del 76 %.

Considerando los aminoácidos treonina, ácido aspártico y fenilalanina por su relevancia como precursores aromáticos, se determinó una reducción media para el conjunto

de las 17 variedades analizadas de 41 mg/l, 13 mg/l y 4 mg/l respectivamente, que supusieron el 94 %, 88 % y 31 % de su concentración inicial media respectivamente. El consumo más importante de treonina se halló en las variedades Tempranillo Rojo, Desconocida 2, Mandón y Maturana Tinta de Navarrete, con descensos en torno a 70-80 mg/l. Sin embargo, el ácido aspártico fue el más consumido en la variedad Alicante Henri Bouschet, con 42 mg/l (el 100 % del contenido inicial). Sin embargo, fenilalanina fue la más consumida en Agawam, con un descenso de 28 mg/l, que supuso casi el 95 % de su concentración inicial en mosto.

Los aminoácidos azufrados (cistina y metionina) vieron incrementado su contenido medio durante la fermentación en 4.6 mg/l y 3 mg/l respectivamente, lo que suponía un elevado porcentaje de su concentración media inicial en el mosto. Las variedades Alicante Henri Bouschet, Desconocida y Agawam redujeron su concentración de metionina en torno a 3-4 mg/l, mientras que Portugieser Blau, Maturana Tinta de Navarrete y Tinto Velasco la disminuyeron en torno a 0-1 mg/l.

Para el conjunto de las 17 variedades estudiadas, la prolina se incrementó 85 mg /l; un 23 % respecto al contenido medio inicial. Como ya se había mencionado anteriormente, las cantidades de este aminoácido fueron superiores en vinos excepto para las variedades Maturana Tinta de Navarrete, Tempranillo Rojo y Desconocida 1, donde decreció 132 mg/l, 74 mg/l y 9 mg/l respectivamente, que supuso un 16 %, 11 % y 1 % con respecto a su contenido inicial en mosto.

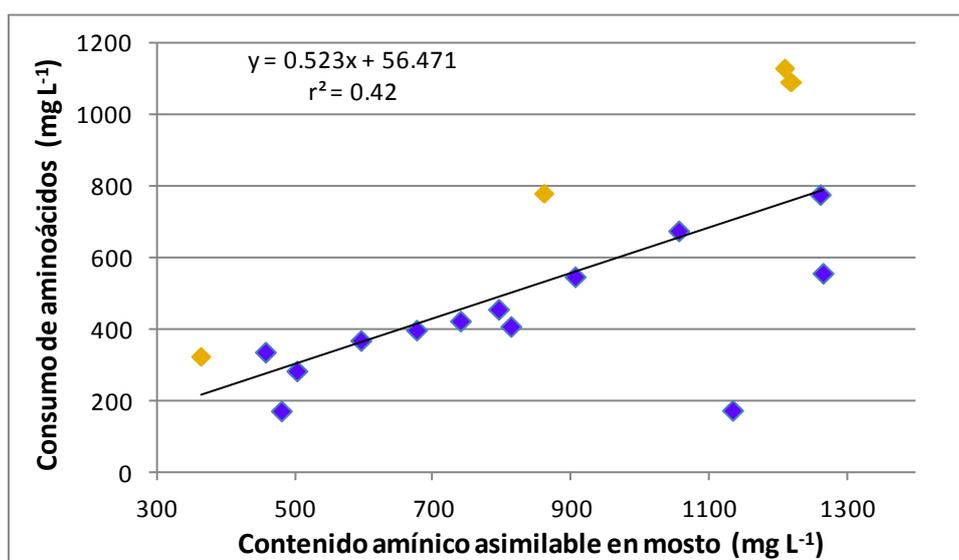


Figura 4.3.20. Relación entre el consumo de aminoácidos durante la fermentación alcohólica y el CAT del mosto (sin prolina) para las 17 variedades estudiadas el año 2009.

En la gráfica de la figura 4.3.20 se muestra una relación directa y positiva entre contenido total aminoacídico asimilable por las levaduras, con excepción de prolina, y el consumo de estas sustancias durante la fermentación alcohólica, con un coeficiente de correlación $r^2=0.42$. La relación de mayores contenidos iniciales de aminoácidos con mayores consumos de los mismos durante la fermentación ya había sido observada previamente por diferentes autores (Garde-Cerdán *et al.*, 2011; Arias-Gil *et al.*, 2007).

4.3.4.4. PERFIL AMINOACÍDICO DE LOS VINOS VARIETALES (COSECHA 2009)

Como ya se ha mencionado en el apartado anterior, el contenido aminoacídico total de los vinos sin realizar la fermentación maloláctica (Figura 4.3.21), presentó valores inferiores a los de los mostos.

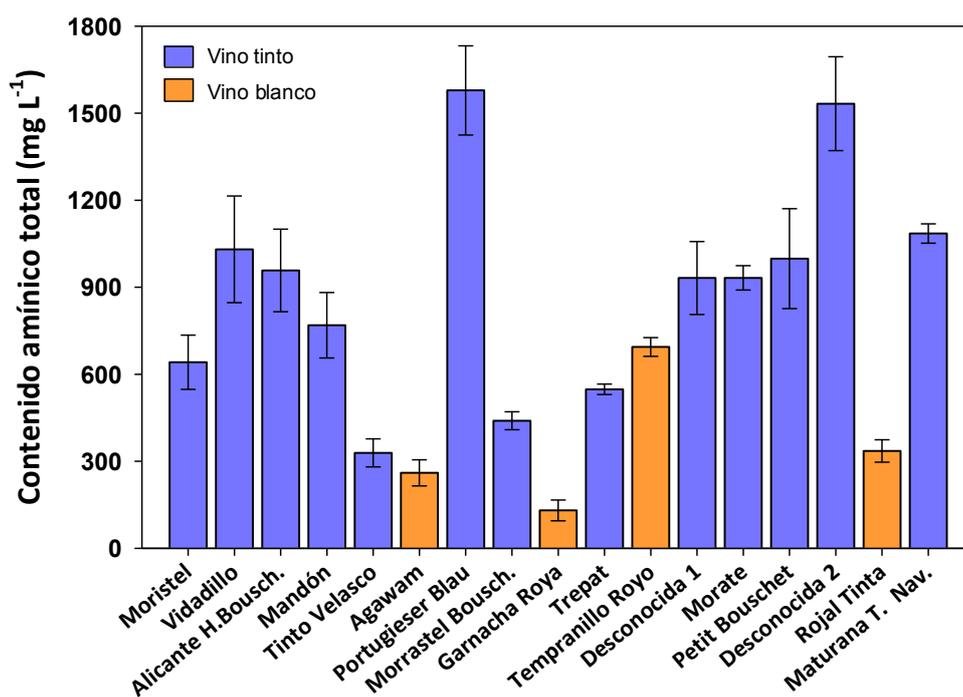


Figura 4.3.21. Media y error estándar del contenido aminoacídico total en los vinos de las 17 variedades estudiadas el año 2009.

Destacaron por su elevado contenido aminoacídico total: Portugieser Blau y Desconocida 2, con concentraciones en torno a 1550 mg/l. Del resto de variedades estudiadas, seis alcanzaron concentraciones entre 900-1000 mg/l: Vidadillo, Alicante Henri Bouschet, Desconocida 1, Morate, Petit Bouschet y Maturana Tinta de Navarra (Figura 4.3.21). Por otro

lado, destacaron por su bajo contenido aminoacídico 3 de las 4 variedades vinificadas en blanco (Agawam, Garnacha Roya y Rojal Tinta), que junto con Tinto Velasco fueron los únicos vinos que mostraron un contenido aminoacídico por debajo de 350 mg/l. Finalmente, en el resto de variedades (Moristel, Mandón, Morrastel Bouschet, Trepát, y Tempranillo Royo) se obtuvieron niveles entre 440 mg/l y 770 mg/l.

El aminoácido mayoritario en todas las variedades analizadas fue prolina, con una concentración media de 455 mg/l, equivalente casi al 60 % del contenido aminoacídico total de los vinos (Tabla 4.3.11). La variedad con mayor concentración de este aminoácido fue Desconocida 2 con 823 mg/l, seguida de Maturana Tinta de Navarrete con 703 mg/l. Ocho variedades presentaron unos niveles entre 450-660 mg/l: Petit Bouschet, Morate, Vidadillo, Portugieser Blau, Desconocida 1, Tempranillo Royo, Alicante Henri Bouschet y Mandón. El resto de los vinos mostraron un contenido por debajo de 330 mg/l: Moristel, Trepát, Rojal Tinta, Morrastel Bouschet, Tinto Velasco, Agawam y Garnacha Roya.

Morate fue la única variedad en la que se detectó la presencia de 1-metilhistidina, con 0.17 mg/l (Tabla 4.3.11); a pesar de que el único mosto en el que se detectó este aminoácido fue correspondiente a la variedad Alicante Henri Bouschet, con 1.2 mg/l (Tabla 4.3.10). La histidina es el aminoácido precursor de la histamina, por lo que mayores concentraciones de histidina pueden derivar en contenidos más altos de esta amina biógena (Lonvaud-Funel and Joyeux, 1994), que cuenta con numerosos efectos negativos para la salud humana (Silla-Santos, 1996). También existen otros aminoácidos precursores de aminas biógenas, como arginina, ornitina, fenilalanina y tirosina (Bauza *et al.*, 1995), que fueron encontrados en casi todas las 17 variedades estudiadas (Tabla 4.3.11).

En todas las variedades, a excepción de Portugieser Blau y Desconocida 2, los niveles de aminoácidos azufrados (metionina y cistina) fueron mayores en los vinos (10,6 mg/l) que en los mostos (3 mg/l). A pesar de que sólo dos mostos sobrepasaron 10 mg/l, 11 de los 17 vinos analizados superaron este umbral. Las variedades que presentaron un mayor incremento de estos aminoácidos durante la fermentación fueron Desconocida 1, Petit Bouschet y Moristel; alcanzando niveles en vino entre 16 mg/l y 20 mg/l. Por el contrario, los vinos elaborados a partir de Garnacha Roya, Tinto Velasco y Agawam presentaron los contenidos más bajos, entre 2-4 mg/l (Tabla 4.3.11).

4.3.11.a Concentración de aminoácidos en los vinos de las 17 variedades estudiadas durante la cosecha 2009. (ND: No detectado)

| Aminoácidos (mg/l) | Moristel (R-1) | Vidadillo (R-2) | Alicante H. Bousch. (R-3) | Mandón (R-8) | Tinto Velasco (R-10) | Agawam (R-14) | Portugieser Blau (A-15) | Morrastel Bouschet (A-16) | Garnacha Roya (A-17) |
|--------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|
| Ác. Aspártico | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 4.12 ± 0.26 | 0.13 ± 0.04 |
| Ác. glutámico | 4.41 ± 0.89 | 41.90 ± 7.53 | 7.64 ± 1.32 | 4.41 ± 0.89 | 2.06 ± 0.37 | 0.59 ± 0.03 | 26.90 ± 5.07 | 23.96 ± 0.75 | 6.47 ± 0.28 |
| Alanina | 30.53 ± 4.55 | 41.03 ± 6.94 | 41.83 ± 7.95 | 37.47 ± 5.59 | 13.97 ± 2.36 | 10.06 ± 0.91 | 79.83 ± 10.22 | 25.45 ± 4.84 | 8.63 ± 0.78 |
| Arginina | 41.59 ± 7.67 | 90.83 ± 24.32 | 102.66 ± 45.32 | 36.54 ± 6.74 | 10.79 ± 2.89 | 4.00 ± 2.65 | 396.89 ± 21.75 | 22.97 ± 8.68 | ND |
| Asparagina | 54.12 ± 12.13 | 16.63 ± 4.05 | 88.44 ± 25.75 | 50.42 ± 11.31 | 24.95 ± 6.07 | 11.88 ± 1.27 | 119.59 ± 17.49 | 12.41 ± 0.25 | 2.51 ± 0.27 |
| Cistationina | 3.01 ± 0.72 | 3.76 ± 0.86 | 1.50 ± 0.21 | 1.50 ± 0.36 | ND | ND | 0.38 ± 0.02 | 0.94 ± 0.08 | ND |
| Cistina | 6.90 ± 0.41 | 0.85 ± 0.08 | 5.45 ± 0.62 | 4.11 ± 0.24 | 2.90 ± 0.26 | 3.51 ± 0.8 | 0.61 ± 0.08 | 4.96 ± 0.20 | 2.54 ± 0.58 |
| Citrulina | 3.15 ± 0.20 | 5.95 ± 1.46 | 4.55 ± 2.03 | 3.50 ± 0.23 | 0.53 ± 0.13 | 1.93 ± 0.39 | 17.50 ± 2.32 | 1.58 ± 0.66 | ND |
| Etanolamina | ND | 0.92 ± 0.14 | 0.98 ± 0.38 | ND | ND | 10.07 ± 10.07 | 1.77 ± 0.26 | ND | 6.41 ± 6.41 |
| Fenilalanina | 9.90 ± 0.54 | 11.39 ± 1.56 | 11.06 ± 1.79 | 11.55 ± 0.62 | 4.29 ± 0.59 | 1.82 ± 0.05 | 10.23 ± 1.09 | 9.24 ± 0.64 | ND |
| Feniletilamina | 2.42 ± 0.53 | 2.30 ± 0.23 | 3.99 ± 0.14 | 2.66 ± 0.58 | 1.09 ± 0.11 | 0.24 ± 0.03 | 0.97 ± 0.18 | 1.82 ± 0.06 | 0.48 ± 0.06 |
| Fenilserina | 17.20 ± 3.25 | 18.10 ± 4.12 | 17.01 ± 2.03 | 17.01 ± 3.22 | 9.77 ± 2.23 | 5.43 ± 1.26 | 10.68 ± 1.33 | 14.66 ± 1.33 | 1.81 ± 0.42 |
| Glicina | 10.95 ± 1.14 | 13.43 ± 2.21 | 14.63 ± 1.70 | 12.38 ± 1.29 | 3.75 ± 0.62 | 2.10 ± 0.24 | 23.18 ± 2.49 | 8.10 ± 0.13 | 0.83 ± 0.10 |
| Hidroxilisina | ND | ND | 0.32 ± 0.07 | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Hidroxi prolina | 8.38 ± 0.05 | 1.70 ± 0.72 | ND | ND | 2.75 ± 1.16 | 3.80 ± 0.37 | ND | 1.83 ± 0.10 | 1.83 ± 0.18 |
| Histidina | 4.65 ± 1.23 | 8.84 ± 2.03 | 12.40 ± 1.98 | 3.41 ± 0.91 | 2.79 ± 0.64 | ND | 12.87 ± 1.67 | 3.26 ± 0.29 | ND |
| Ión amonio | 8.52 ± 0.58 | 13.38 ± 1.14 | 18.36 ± 0.39 | 8.88 ± 0.60 | 4.44 ± 0.38 | 3.18 ± 0.67 | 12.72 ± 2.19 | 6.36 ± 0.70 | ND |
| Isoleucina | 4.45 ± 0.54 | 4.19 ± 0.70 | 3.67 ± 0.37 | 5.63 ± 0.69 | 0.79 ± 0.13 | ND | 4.19 ± 0.19 | 2.62 ± 0.03 | ND |
| Leucina | 15.20 ± 2.13 | 15.85 ± 3.34 | 17.03 ± 3.69 | 20.83 ± 2.92 | 5.37 ± 1.13 | 2.62 ± 0.35 | 13.76 ± 0.85 | 12.18 ± 0.38 | 0.26 ± 0.04 |
| Lisina | 17.37 ± 2.76 | 16.64 ± 1.83 | 18.25 ± 3.26 | 18.54 ± 2.95 | 9.20 ± 1.01 | 1.9 ± 1.18 | 15.62 ± 3.28 | 17.23 ± 0.37 | ND |
| Metionina | 9.09 ± 0.94 | 10.13 ± 1.65 | 8.20 ± 1.14 | 6.71 ± 0.69 | 0.30 ± 0.05 | ND | 7.15 ± 0.54 | 6.56 ± 0.44 | ND |
| Ornitina | 2.90 ± 0.62 | 9.77 ± 2.05 | 14.92 ± 6.15 | 3.43 ± 0.74 | 1.06 ± 0.22 | 1.45 ± 0.23 | 30.49 ± 8.32 | 2.24 ± 2.24 | ND |
| Prolina | 332.01 ± 52.58 | 625.14 ± 119.11 | 473.00 ± 32.85 | 451.72 ± 71.54 | 207.46 ± 39.53 | 177.91 ± 43.58 | 617.44 ± 76.8 | 212.29 ± 16.55 | 92.12 ± 31.63 |
| Serina | 7.88 ± 1.07 | 8.61 ± 1.54 | ND | 10.29 ± 1.40 | 2.63 ± 0.47 | ND | ND | 5.99 ± 0.43 | 0.21 ± 0.03 |
| Taurina | 1.00 ± 0.17 | 1.13 ± 0.13 | 1.00 ± 0.38 | 0.75 ± 0.13 | 0.88 ± 0.10 | 2.09 ± 0.85 | ND | 1.38 ± 0.59 | 0.75 ± 0.32 |
| Tirosina | 9.23 ± 0.42 | 11.77 ± 1.70 | 12.85 ± 1.28 | 12.13 ± 0.55 | 3.62 ± 0.52 | 0.91 ± 0.03 | 13.58 ± 1.21 | 7.78 ± 0.07 | ND |
| Treonina | 8.09 ± 1.43 | 7.74 ± 1.82 | ND | 11.42 ± 2.01 | 2.62 ± 0.62 | 0.36 ± 0.03 | ND | 6.90 ± 0.44 | ND |
| Triptófano | ND | 0.41 ± 0.13 | 0.82 ± 0.32 | 0.41 ± 0.08 | ND | ND | ND | ND | ND |
| Valina | 12.52 ± 1.71 | 14.74 ± 2.81 | 13.46 ± 1.30 | 15.09 ± 2.06 | 5.38 ± 1.03 | 8.07 ± 0.27 | 19.19 ± 1.78 | 9.71 ± 0.44 | 4.80 ± 0.16 |
| β-alanina | 1.60 ± 0.11 | 1.96 ± 0.23 | 8.46 ± 0.56 | 1.69 ± 0.12 | 0.45 ± 0.05 | 4.09 ± 0.37 | 9.43 ± 0.25 | 0.71 ± 0.01 | ND |
| γ-aminobutírico | 14.21 ± 2.14 | 31.52 ± 4.50 | 55.52 ± 10.74 | 16.38 ± 2.47 | 5.25 ± 0.75 | 2.37 ± 1.23 | 133.69 ± 18.4 | 12.46 ± 0.27 | 0.82 ± 0.43 |
| 1-metilhistidina | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

4.3.11.b Concentración de aminoácidos en los vinos de las 17 variedades estudiadas durante la cosecha 2009. (ND: No detectado)

| Aminoácidos (mg/l) | Trepát (N-23) | Tempranillo Rojo (B-47) | Desconocida 3 (B-48) | Morate (B-51) | Petit Bouschet (B-52) | Desconocida 4 (B-56) | Rojal Tinta (SO-63) | Maturana Tinta de Navarrete (NA-102) |
|--------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Ác. Aspártico | ND | ND | 6.78 ± 0.91 | ND | ND | 2.39 ± 0.71 | ND | ND |
| Ác. glutámico | 23.23 ± 0.73 | 1.18 ± 0.25 | 44.10 ± 8.94 | 5.44 ± 0.35 | ND | 68.94 ± 12.99 | 1.03 ± 0.18 | 7.64 ± 0.24 |
| Alanina | 22.43 ± 0.54 | 24.92 ± 2.46 | 40.94 ± 6.11 | 28.75 ± 0.72 | 31.33 ± 5.30 | 60.70 ± 7.77 | 13.08 ± 2.49 | 43.88 ± 1.06 |
| Arginina | 37.06 ± 0.77 | 5.75 ± 0.47 | 55.51 ± 10.23 | 42.63 ± 2.71 | 54.81 ± 14.67 | 224.81 ± 12.32 | 5.57 ± 4.17 | 73.6 ± 1.54 |
| Asparagina | 10.96 ± 0.45 | 21.38 ± 3.95 | 14.12 ± 3.17 | 62.30 ± 1.48 | 46.73 ± 11.37 | 23.10 ± 3.38 | 18.61 ± 5.42 | 69.43 ± 2.88 |
| Cistationina | ND | ND | 5.08 ± 1.21 | 0.19 ± 0.04 | 2.82 ± 0.65 | 0.75 ± 0.05 | ND | 0.56 ± 0.12 |
| Cistina | 4.96 ± 0.31 | 8.83 ± 1.64 | 8.23 ± 0.49 | 5.69 ± 5.69 | 7.87 ± 0.71 | 3.63 ± 0.47 | 4.60 ± 0.52 | 4.60 ± 0.29 |
| Citrulina | 1.93 ± 0.08 | ND | 5.78 ± 0.37 | 1.93 ± 0.11 | 5.60 ± 1.37 | 8.40 ± 1.11 | ND | 4.38 ± 0.19 |
| Etanolamina | ND | 8.96 ± 2.17 | 0.06 ± 0.01 | ND | 1.04 ± 0.16 | 2.26 ± 0.33 | 3.29 ± 1.29 | 0.31 ± 0.02 |
| Fenilalanina | 7.43 ± 0.20 | 5.61 ± 0.24 | 11.22 ± 0.61 | 7.76 ± 0.12 | 12.38 ± 1.7 | 12.54 ± 1.34 | 4.29 ± 0.69 | 8.58 ± 0.23 |
| Feniletilamina | 1.94 ± 0.14 | 2.42 ± 0.55 | 1.82 ± 0.40 | ND | 3.03 ± 0.31 | 3.51 ± 0.65 | ND | 1.33 ± 0.10 |
| Fenilserina | 12.13 ± 1.17 | 5.61 ± 2.84 | 19.19 ± 3.63 | 11.95 ± 0.58 | 16.65 ± 3.79 | 9.23 ± 1.15 | 1.81 ± 0.22 | 11.95 ± 1.16 |
| Glicina | 7.50 ± 0.40 | 4.20 ± 1.85 | 13.35 ± 1.39 | 9.75 ± 0.50 | 10.13 ± 1.67 | 20.63 ± 2.21 | 2.70 ± 0.31 | 11.85 ± 0.63 |
| Hidroxilisina | ND | ND | 0.16 ± 0.02 | ND | ND | 0.32 ± 0.06 | ND | ND |
| Hidroxiprolina | 3.93 ± 0.18 | ND | 5.37 ± 0.03 | ND | 2.10 ± 0.88 | ND | ND | ND |
| Histidina | 5.12 ± 0.26 | ND | 10.54 ± 2.8 | 7.13 ± 0.43 | 6.67 ± 1.53 | 15.35 ± 1.99 | 0.16 ± 0.02 | 6.98 ± 0.35 |
| Ión amonio | 5.82 ± 2.35 | 3.84 ± 0.90 | 6.48 ± 0.44 | 5.28 ± 0.56 | 7.80 ± 0.66 | 20.76 ± 3.57 | ND | 8.82 ± 3.56 |
| Isoleucina | 2.10 ± 0.05 | 1.70 ± 0.30 | 4.59 ± 0.56 | 2.88 ± 0.15 | 4.06 ± 0.68 | 6.03 ± 0.28 | 1.18 ± 0.12 | 3.93 ± 0.09 |
| Leucina | 10.35 ± 0.28 | 7.99 ± 0.83 | 17.69 ± 2.48 | 11.79 ± 0.56 | 17.29 ± 3.64 | 20.17 ± 1.25 | 6.16 ± 1.33 | 12.58 ± 0.34 |
| Lisina | 15.91 ± 1.27 | 4.82 ± 0.64 | 23.07 ± 3.67 | 16.79 ± 1.34 | 20.59 ± 2.26 | 22.05 ± 4.63 | 5.26 ± 1.94 | 11.53 ± 0.92 |
| Metionina | 3.28 ± 0.10 | 1.04 ± 0.02 | 11.77 ± 1.22 | 5.66 ± 0.30 | 9.09 ± 1.48 | 6.71 ± 0.51 | 0.75 ± 0.10 | 5.51 ± 0.17 |
| Ornitina | 2.24 ± 0.31 | ND | 8.05 ± 1.73 | 6.20 ± 0.81 | 3.56 ± 0.75 | 20.33 ± 5.54 | ND | 7.52 ± 1.05 |
| Prolina | 328.21 ± 7.45 | 564.53 ± 31.27 | 572.24 ± 90.63 | 653.20 ± 30.74 | 658.84 ± 125.53 | 823.86 ± 102.47 | 254.39 ± 17.67 | 703.69 ± 15.98 |
| Serina | 5.15 ± 0.15 | ND | 8.51 ± 1.16 | 6.93 ± 0.24 | 7.77 ± 1.39 | 13.44 ± 1.66 | ND | 10.50 ± 0.30 |
| Taurina | 1.63 ± 0.06 | 3.25 ± 2.07 | 2.75 ± 0.48 | 0.88 ± 0.04 | 2.25 ± 0.27 | 0.63 ± 0.07 | 1.00 ± 0.38 | ND |
| Tirosina | 5.79 ± 0.11 | 1.81 ± 0.14 | 9.96 ± 0.45 | 7.24 ± 0.16 | 12.13 ± 1.75 | 15.57 ± 1.38 | 1.81 ± 0.18 | 7.60 ± 0.14 |
| Treonina | 4.88 ± 0.13 | 1.67 ± 0.18 | 8.45 ± 1.49 | 6.19 ± 0.20 | 8.33 ± 1.96 | 12.38 ± 1.41 | ND | 12.38 ± 0.32 |
| Triptófano | ND | ND | ND | ND | ND | 2.04 ± 0.23 | ND | 1.22 ± 0.03 |
| Valina | 10.41 ± 0.29 | 9.12 ± 1.51 | 11.93 ± 1.63 | 10.30 ± 0.48 | 13.46 ± 2.56 | 16.15 ± 1.50 | 4.33 ± 0.42 | 16.26 ± 0.45 |
| β-alanina | 1.07 ± 0.04 | 1.69 ± 0.16 | 2.49 ± 0.17 | 2.40 ± 0.03 | 8.37 ± 0.97 | 11.48 ± 0.30 | 0.36 ± 0.02 | 5.25 ± 0.20 |
| γ-aminobutírico | 12.67 ± 0.37 | 3.81 ± 0.92 | 1.65 ± 0.25 | 12.67 ± 0.60 | 23.90 ± 3.41 | 84.56 ± 11.64 | 5.25 ± 1.02 | 33.37 ± 0.98 |
| 1-metilhistidina | ND | ND | ND | 0.17 ± 0.04 | ND | ND | ND | ND |

Cuando se efectuó el ACP de los vinos (Figura 4.3.22), las dos primeras componentes explicaron un 67.1 % de la varianza existente. A diferencia del ACP correspondiente a los mostos, las variedades mostraron una mayor dispersión.

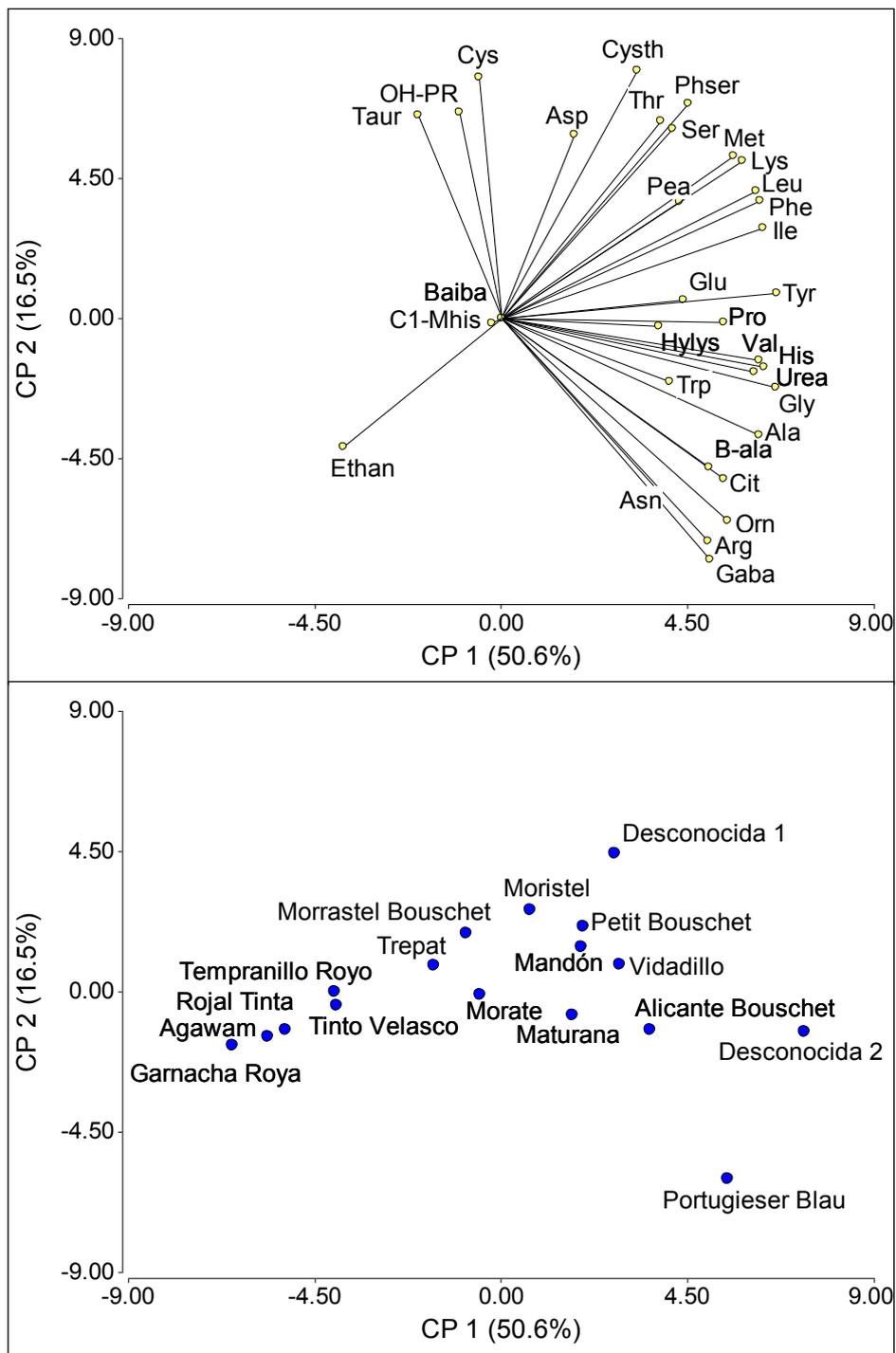


Figura 4.3.22. ACP de la composición amínica de los vinos de las 17 variedades estudiadas en la cosecha 2009. Abreviaturas de aminoácidos descritas en la tabla 7.6 del anejo III.

Se pudo apreciar que las cuatro variedades vinificadas como blanco se posicionaron en zonas con valores más negativos del eje de abscisas, mientras que las elaboradas como tinto ocuparon valores más positivos, con la excepción de Tinto Velasco, ubicada junto a Tempranillo Royo (Figura 4.3.22). Se puso de manifiesto, atendiendo al gráfico de ACP de los vinos, que la vinificación de blancos comprende ciertas operaciones que conducen a una menor riqueza aminoacídica, como ya ha sido demostrado en otros estudios (Valdés *et al.*, 2011).

El aminoácido más diferenciado del resto fue etanolamina (Figura 4.3.22). Presentó siempre los valores más elevados en las variedades elaboradas como vinos blancos (Agawam, Tempranillo Royo, Garnacha Roya y Rojal), alcanzando valores entre 3 mg/l y 10 mg/l; mientras que en seis de las variedades vinificadas como tinto no fue detectado y en las siete restantes alcanzó una concentración media de 1 mg/l (Tabla 4.3.11). Es posible que el contenido de etanolamina esté altamente condicionado por las técnicas de vinificación. Otros autores lo consideraron de especial relevancia para distinguir variedades tintas (Etiévant *et al.*, 1988), pero sin determinar la influencia de las técnicas enológicas.

Portugieser Blau se diferenció del resto por su elevado contenido en aminoácidos (Figura 4.3.22), debido a altos niveles de arginina, γ -aminobutírico, asparagina y ornitina. Desconocida 2 fue la variedad con la concentración más elevada de prolina y ácido glutámico. Además presentó contenidos bastante elevados en ión amonio y en diversos aminoácidos: γ -aminobutírico, arginina, glicina, alanina, leucina; y fue una de las tres variedades con presencia de hidroxilisina.

La variedad Desconocida 1 se situó en la zona superior derecha del ACP (Figura 4.3.22), bastante alejada del resto. Destacó por tener la concentración más elevada de metionina, cistationina, lisina y ácido aspártico (únicamente detectado en 4 de las 17 variedades estudiadas), y por su notable concentración de fenilserina y ácido glutámico.

4.3.4.5. CONCENTRACIÓN TOTAL DE AMINOÁCIDOS (COSECHA 2010)

En la cosecha 2010, las variedades Mandón, Tinto Velasco, Portugieser Blau, Morate y Maturana Tinta de Navarrete, estudiadas por su especial interés y vinificadas como tinto, incrementaron su contenido aminoacídico total en un promedio del 20 % respecto al año anterior. Entre ellas, Maturana Tinta de Navarrete fue la que presentó un mayor incremento (598 mg/l). Tinto Velasco, Morate y Portugieser Blau lo incrementaron en 390, 322 y 196 mg/l respectivamente; mientras que en Mandón se observó un descenso de 173 mg/l. Este aumento generalizado pudo estar motivado por una mayor precipitación durante el período vegetativo y un descenso de temperaturas medias, que pudo afectar significativamente al contenido de nitrógeno en la planta, y por lo tanto, al contenido de aminoácidos de la uva (Van Leeuwen *et al.*, 2000). Los mostos de Tempranillo Royo manifestaron un comportamiento contrario al observado en la mayoría de variedades, pues su contenido aminoacídico total se redujo un 75 % (1400 mg/l).

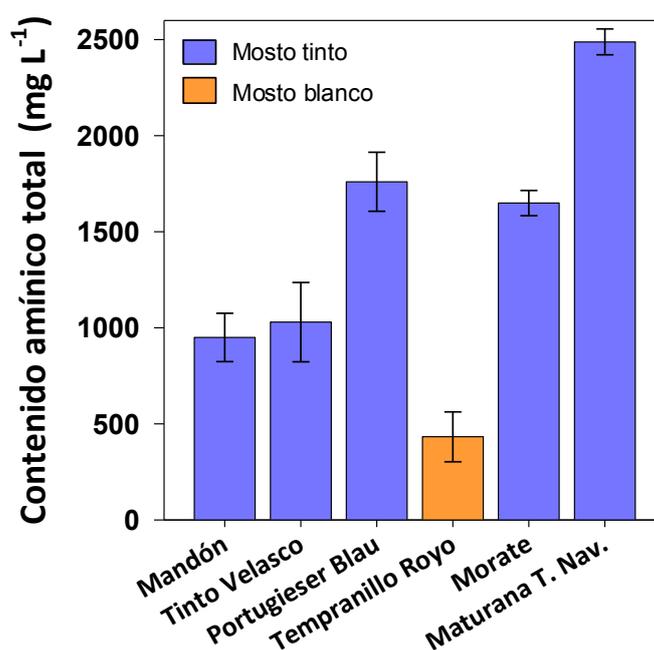


Figura 4.3.23. Media y error estándar de la concentración total de aminoácidos en los mostos de las 6 variedades estudiadas el año 2010.

En la cosecha 2010, el valor mínimo de CAT se encontró en la variedad Tempranillo Royo (455 mg/l) y el máximo en Maturana Tinta de Navarrete (2490 mg/l), que ya había sido el año anterior la segunda variedad con mayor CAT (1892 mg/l; Tabla 4.3.10.b). El contenido para

Morate y Portugieser Blau estuvo en torno a 1700 mg/l. Finalmente, con concentraciones intermedias, se situaron los mostos de Mandón y Tinto Velasco, en torno a 1000 mg/l. (Figura 4.3.23).

En la cosecha 2010 se incrementó la correlación encontrada entre el nivel de maduración de la uva y el contenido en aminoácidos hasta alcanzar un coeficiente de correlación $r^2 = 0.72$ (Figura 4.3.24), confirmando nuevamente la relación existente entre ambos parámetros (Garde-Cerdán *et al.*, 2009).

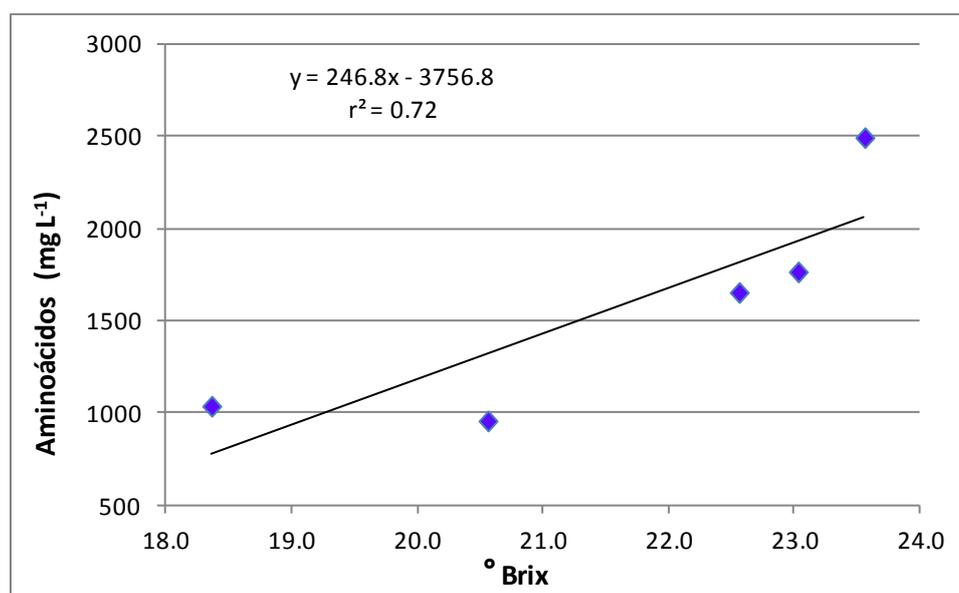


Figura 4.3.24. Relación entre el contenido de aminoácidos del mosto y la concentración de azúcares para las 5 variedades vinificadas en tinto en el año 2010.

4.3.4.6. PERFIL AMINOACÍDICO DE LOS MOSTOS VARIETALES (COSECHA 2010)

En los resultados correspondientes al perfil aminoacídico de las variedades estudiadas en la campaña 2010 se pudo observar que, en consonancia con estudios anteriores (Bouloumpasi *et al.*, 2002), los aminoácidos mayoritarios fueron prolina, arginina, γ -aminobutírico, alanina y treonina (Tabla 4.3.12).

Prolina presentó la concentración más elevada en todas las variedades, excepto en Portugieser Blau, donde ocupó la segunda posición por detrás de arginina (Tabla 4.3.12). No pudo establecerse una relación consistente para los 2 años de estudio entre el ratio prolina

/arginina y la variedad, como ya argumentaron otros autores (Spayd and Andersen-Bagge, 1996), en contraposición a los resultados de anteriores estudios (Huang and Ough, 1991).

Tabla 4.3.12. Concentración de aminoácidos en los mostos de las 6 variedades estudiadas durante la cosecha 2010.

| Aminoácidos (mg/l) | Mandón (R-08) | Tinto Velasco (R-10) | Portugieser Blau (A-15) | Tempranillo Royo (B-47) | Morate (B-51) | Maturana T. Navarrete (NA-102) |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Ac. Aspártico | 7.98 ± 1.07 | 10.82 ± 1.17 | 22.52 ± 6.72 | 7.05 ± 1.72 | 13.92 ± 0.67 | 35.73 ± 0.78 |
| Ac.glutamico | 27 ± 5.47 | 33.42 ± 6.01 | 43.95 ± 8.28 | 10.34 ± 2.17 | 30.33 ± 1.93 | 74.77 ± 2.34 |
| Alanina | 45.15 ± 6.74 | 54.05 ± 9.14 | 79.21 ± 10.14 | 18.87 ± 0 | 57.64 ± 1.44 | 119.5 ± 2.88 |
| Arginina | 237.86 ± 43.85 | 239.19 ± 64.04 | 548.1 ± 30.04 | 4.18 ± 1.88 | 300.85 ± 19.15 | 477.34 ± 9.96 |
| Asparagina | 8.71 ± 1.95 | 8.45 ± 2.05 | 17.64 ± 2.58 | 8.05 ± 1.49 | 8.1 ± 0.19 | 20.46 ± 0.85 |
| Cistationina | ND | ND | 3.01 ± 0 | ND | 2.82 ± 0 | 3.76 ± 0 |
| Cistina | ND | ND | ND | 7.66 ± 1.37 | 0.28 ± 0.28 | 3.15 ± 0.2 |
| Citrulina | 5.02 ± 0.32 | 9.1 ± 2.23 | 22.11 ± 2.93 | 19.02 ± 10.16 | 5.25 ± 0.3 | 17.5 ± 0.76 |
| Etanolamina | 8.99 ± 1.8 | 8.89 ± 1.37 | 11.47 ± 1.66 | 3.97 ± 2.25 | 14.88 ± 0.7 | 16.41 ± 1.33 |
| Fenilalanina | 8.69 ± 0.47 | 12.6 ± 1.73 | 15.73 ± 1.68 | 7.1 ± 1 | 21.4 ± 0.33 | 31.19 ± 0.83 |
| Feniletilamina | 3.43 ± 0.75 | 4.11 ± 0.42 | 5.85 ± 1.09 | 3.75 ± 0.85 | 3.07 ± 0.28 | 6.29 ± 0.46 |
| Fenilserina | 6.52 ± 1.23 | 3.32 ± 0.76 | 8.63 ± 1.07 | 1.99 ± 1.01 | 10.92 ± 0.53 | 9.23 ± 0.89 |
| Glicina | 3.3 ± 0.34 | 3.33 ± 0.55 | 5.08 ± 0.54 | 3.93 ± 0.7 | 4.43 ± 0.23 | 9.83 ± 0.53 |
| Hidroxiprolina | 8.71 ± 0.05 | 14.5 ± 6.12 | 9.08 ± 0.09 | 7.86 ± 0.21 | 10.96 ± 0.24 | 13.97 ± 0.63 |
| Ión amonio | 4.12 ± 0.28 | 4.2 ± 0 | 8.04 ± 1.38 | 3.96 ± 0.93 | 4.44 ± 0.47 | 20.56 ± 8.3 |
| Isoleucina | 8.38 ± 1.02 | 9.78 ± 1.64 | 12.23 ± 0.57 | 3.97 ± 0.23 | 20.79 ± 1.08 | 31.53 ± 0.76 |
| Leucina | 12.49 ± 1.75 | 15.11 ± 3.18 | 24.85 ± 1.54 | 8.65 ± 1.53 | 28.73 ± 1.35 | 50.83 ± 1.36 |
| Lisina | ND | ND | ND | 2.19 ± 1.79 | ND | ND |
| Metionina | 4.27 ± 0.44 | 6.41 ± 1.04 | 16.39 ± 1.24 | 3.43 ± 0 | 8.49 ± 0.46 | 17.28 ± 0.52 |
| Ornitina | ND | ND | 10.16 ± 2.77 | ND | ND | 2.68 ± 0.38 |
| Prolina | 254.76 ± 40.35 | 330.82 ± 63.03 | 499.91 ± 62.18 | 279.64 ± 107.07 | 718.94 ± 33.84 | 917.13 ± 20.82 |
| Sarcosina | 17.86 ± 6.33 | 19.52 ± 3.52 | 28.3 ± 1.93 | 17.62 ± 2.33 | 22.61 ± 3.56 | 58.44 ± 3.44 |
| Serina | 45.57 ± 6.19 | 29.79 ± 5.34 | 52.99 ± 6.54 | 3.4 ± 0.4 | 43.33 ± 1.52 | 81.66 ± 2.32 |
| Taurina | 33.92 ± 5.87 | 37.25 ± 4.39 | 43.38 ± 4.66 | 1.46 ± 0.93 | 52.67 ± 2.68 | 48.08 ± 1.69 |
| Tirosina | 8.08 ± 0.37 | 10.62 ± 1.53 | 11.22 ± 1 | 6.64 ± 0.7 | 9.59 ± 0.21 | 9.59 ± 0.18 |
| Treonina | 63.86 ± 11.26 | 41.81 ± 9.83 | 62.67 ± 7.15 | 3.57 ± 0.38 | 53.95 ± 1.74 | 134.19 ± 3.45 |
| Triptófano | 9.79 ± 1.83 | 18.63 ± 6.06 | 32.78 ± 3.71 | ND | 22.78 ± 1.94 | 55.96 ± 1.57 |
| Valina | 16.97 ± 2.31 | 19.89 ± 3.79 | 28.28 ± 2.62 | 7.61 ± 1.35 | 34.05 ± 1.6 | 56.2 ± 1.56 |
| α-aminobutírico | ND | 2.32 ± 0.13 | 2.2 ± 0.33 | ND | ND | 2.92 ± 0.09 |
| β-alanina | 4.78 ± 0.33 | 5.9 ± 0.68 | 6.91 ± 0.18 | 4.81 ± 0 | 7.03 ± 0 | 6.94 ± 0.27 |
| γ-aminobutírico | 94.42 ± 14.25 | 73.23 ± 10.45 | 123.36 ± 16.98 | 3.16 ± 1.23 | 131.22 ± 6.2 | 137.81 ± 4.03 |
| 1-metilhistidina | 0.17 ± 0.17 | 0.45 ± 0.45 | 5.35 ± 0.93 | 1.18 ± 0 | 0.85 ± 0.2 | 4.23 ± 0.26 |
| 3-metilhistidina | 2.03 ± 0.59 | 5.35 ± 1.19 | 0.45 ± 0.15 | ND | 5.86 ± 0.55 | 15.72 ± 0.68 |

ND: No detectado

Respecto a las concentraciones de los aminoácidos precursores de aminas biógenas ó del ión amonio como precursor del carbamato de etilo (Monteiro *et al.*, 1989), ambos con efectos tóxicos y cancerígenos para el ser humano (Silla-Santos, 1996; Schalatter and Lutz, 1990), no se encontraron particularidades de especial relevancia en ninguna de las seis

variedades analizadas en la cosecha 2010. Por lo tanto, ninguna de ellas presentó riesgos destacables que deban ser considerados en cuanto a seguridad alimentaria.

Por variedades, destacaron Maturana Tinta de Navarrete, con valores máximos en 21 de los 32 aminoácidos identificados y cuantificados, además del ión amonio (Tabla 4.3.12). Tras ella, Portugieser Blau presentó los valores máximos para arginina, citrulina, tirosina, ornitina y 1-metilhistidina. A pesar de su bajo CTA, Tempranillo Royo presentó el valor máximo para cistina (aminoácido azufrado). Este hecho no significa que esta variedad sea propensa a generar aromas de reducción, ya que en el sumatorio de los dos aminoácidos azufrados (metionina y cistina), su concentración es la mitad que para Maturana Tinta de Navarrete (20.4 mg/l) y muy inferior a Portugieser Blau (16.4 mg/l). Además, la concentración de los aminoácidos azufrados en mosto y en vino está altamente modificada por la actividad de *Saccharomyces cerevisiae*. A diferencia de las otras cinco variedades, Tempranillo Royo fue la única variedad de la cosecha 2010 en donde se detectó lisina, que también fue encontrada en los mostos de las 17 variedades analizadas en la vendimia anterior.

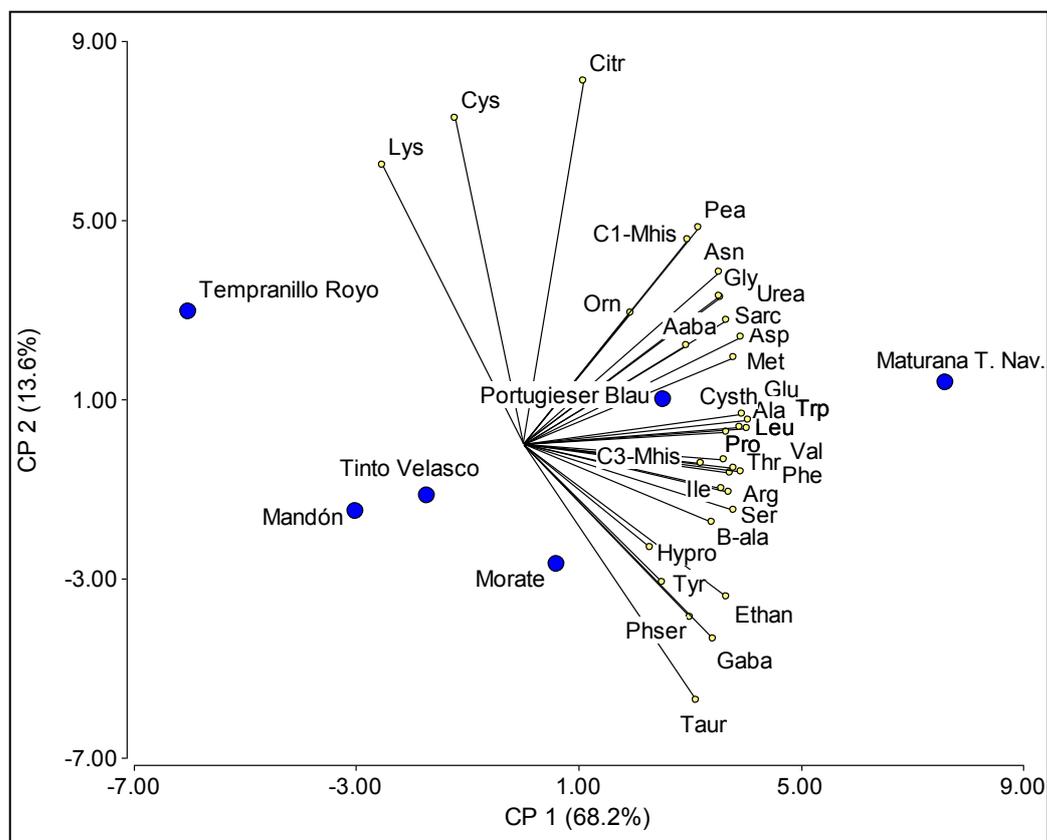


Figura 4.3.25. ACP de la composición de aminoácidos descrita en los mostos de las 6 variedades estudiadas en la cosecha 2010. Abreviaturas de aminoácidos: anejo III, tabla 7.6.

En el ACP de la figura 4.3.25, los ejes explicaron un 81.8 % de la varianza existente en la composición de aminoácidos de los mostos de las 6 variedades estudiadas, con un 68.2 % recogido sobre el eje de abscisas y un 13.6 % sobre el eje de ordenadas. A medida que nos desplazamos de derecha a izquierda, las variedades presentaron menor valor de CAT; por ello, en el extremo derecho se situó Maturana Tinta de Navarrete, por su elevado CAT. Tras ella, situada en la zona central-derecha de la figura, Portugieser Blau fue la segunda variedad con mayor CAT, coincidiendo con el área donde se encuentran representados un gran número de aminoácidos.

Morate fue la tercera variedad por orden de concentración. Su posición vino definida por los altos valores de taurina, fenilserina y β -alanina, representados en el cuarto cuadrante del gráfico ACP. Por ello, los mostos de esta variedad se situaron en el cuarto cuadrante (valores positivos en el eje de abscisas, y negativos para el de ordenadas), (Figura 4.3.25). Las tres variedades restantes (Tinto Velasco, Mandón y Tempranillo Royo) presentaron un menor contenido en aminoácidos y se ubicaron en la mitad izquierda del gráfico ACP.

En consonancia con lo anterior, Tempranillo Royo fue la variedad situada más a la izquierda, con los valores más negativos del eje de abscisas.

4.3.4.7. NITRÓGENO FÁCILMENTE ASIMILABLE (COSECHA 2010)

Cuando se analizaron los contenidos de NFA de la campaña 2010 (Figura 4.3.26), fue especialmente destacable la escasa concentración (26 mg/l) estimada en los mostos de la variedad Tempranillo Royo. Considerando que es necesaria una concentración mínima de 130 mg/l de NFA para que *Sacharomyces Cerevisiae* pueda realizar una fermentación completa de un mosto con 220 g/l de azúcar (Agenbach, 1978; Bely *et al.*, 1990), puede concluirse que esta es la razón por la que algunas de las repeticiones de Tempranillo Royo presentaron fermentaciones más lentas y problemáticas, aunque los vinos quedaron secos finalmente, con una media por debajo de 2 g/l de azúcares residuales, como se recogió en apartados anteriores (Tabla 4.3.6).

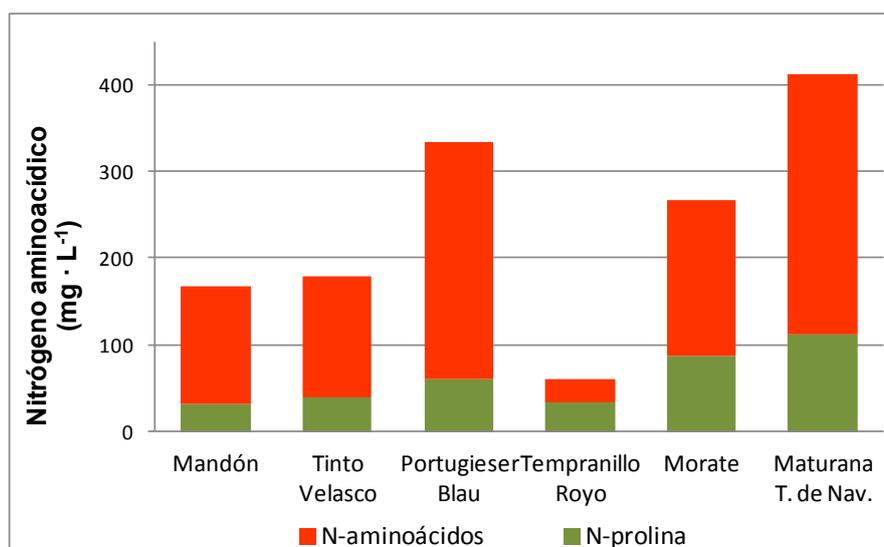


Figura 4.3.26. *Contenido de nitrógeno aminoacídico medio procedente de prolina y del resto de aminoácidos, en las 6 variedades estudiadas el año 2010.*

Todas las variedades vinificadas en tinto (Mandón, Tinto Velasco, Portugieser Blau, Morate y Maturana Tinta de Navarrete) presentaron valores adecuados de NFA para desarrollar una fermentación correctamente; si bien, destacaron Maturana Tinta de Navarrete y Portugieser Blau por poseer los contenidos de NFA más elevados (Figura 4.3.26), coincidiendo con las dos variedades que presentaron un mayor CAT, como ya se había mencionado anteriormente.

4.3.5. COMPOSICIÓN VOLÁTIL DE LOS VINOS.

El aroma del vino constituye uno de los factores más relevantes para determinar la calidad final percibida por el consumidor. Se han detectado entre 600 y 800 compuestos volátiles diferentes, cuyo contenido total puede alcanzar entre 0,8 y 1,2 g/l (Rapp, 1990). Pero, entre cientos de vinos analizados, no se han detectado más de 60 odorantes activos en un mismo vino; siendo lo más común un total de 20 a 35 odorantes activos por vino (Cacho, 2006). En el presente trabajo se analizaron 63 moléculas volátiles, no habiéndose detectado todas ellas en la totalidad de las muestras analizadas.

La concentración total de compuestos volátiles analizados en las 17 variedades estudiadas alcanzó entre 22 mg/l y 523 mg/l en el año 2009. Para el año 2010, en las 6 variedades analizadas con mayor profundidad, se detectó un contenido mínimo de 22 mg/l y un máximo de 40 mg/l de moléculas aromáticas. El contenido de 523 mg/l obtenido para la variedad Trepát en el año 2009 fue una concentración anormalmente elevada con respecto al resto de variedades analizadas los dos años y, también, con respecto a las referencias de otros autores, que señalan un contenido medio de 30 mg/l en vinos sometidos a similares análisis (Vilanova *et al.*, 2010). Sin tener en consideración la variedad Trepát, en el año 2009, el rango de concentración de compuestos volátiles osciló entre 22 mg/l y 73 mg/l.

Aunque en numerosas ocasiones existen moléculas volátiles en el vino que, a nivel individual, pueden ocasionar un fuerte impacto en el aroma, también es importante analizar en conjunto aquellos compuestos aromáticos que, a pesar de no tener un papel destacado de por sí, pueden tener una notable importancia considerando en su conjunto a la familia aromática. Aunque una molécula no tenga por sí misma una importancia destacada, la asociación de moléculas pertenecientes a una misma familia puede ocasionar efectos sinérgicos y generar notas aromáticas relevantes en la valoración sensorial del vino.

4.3.5.1. CARACTERIZACIÓN DE FAMILIAS AROMÁTICAS (COSECHA 2009)

Se estudiaron un total de 8 familias aromáticas distintas en las 17 variedades vinificadas durante la cosecha 2009. Todas ellas, a excepción de los fenoles volátiles, cuyo interés para la caracterización varietal es menor debido a que muchos de ellos tienen su origen en el metabolismo microbiológico (4-etilfenol y 4-etilguayacol), en el envejecimiento a partir

de aldehídos por reducción enzimática ó en la crianza con madera (vainillina, eugenol, furfural, cis-whiskylactona, guayacol y 4-alil-2,6-dimetoxifenol), por lo que están poco relacionados con la variedad (Chatonnet *et al.*, 1992; Aznar *et al.*, 2003; Garde *et al.*, 2003). Pero otros compuestos de dicha familia proceden también de precursores aromáticos de la uva y del raspón ó de la pepita, por lo que su estudio pormenorizado puede resultar interesante. En las tablas 4.3.13.a y 4.3.13.b, se desglosaron todas las moléculas volátiles que componen cada una de las familias estudiadas.

La clasificación general de variedades en función de los terpenos se basa en variedades con carácter Muscat en las que la concentración de terpenos es superior a 6 mg/l y aquellas variedades aromáticas no-Muscat en las que esta concentración se encuentra entre 1-4 mg/l (Mateo y Jimenez, 2000). La concentración de terpenos recogida en la figura 4.3.27 osciló entre 7 µg/l en la variedad Tempranillo Rojo y 200 µg/l en Trepát. La media de todas las variedades estudiadas alcanzó 35 µg/l, por debajo de los valores encontrados en vinos de Albariño y Loureiro, donde se alcanzaron concentraciones de 60 µg/l y 293 µg/l respectivamente (Vilanova *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2003), muy por debajo de otros estudios realizados con Moscatel de Alejandría, donde se alcanzaron valores de 3700 µg/l (Agosin *et al.*, 2000)

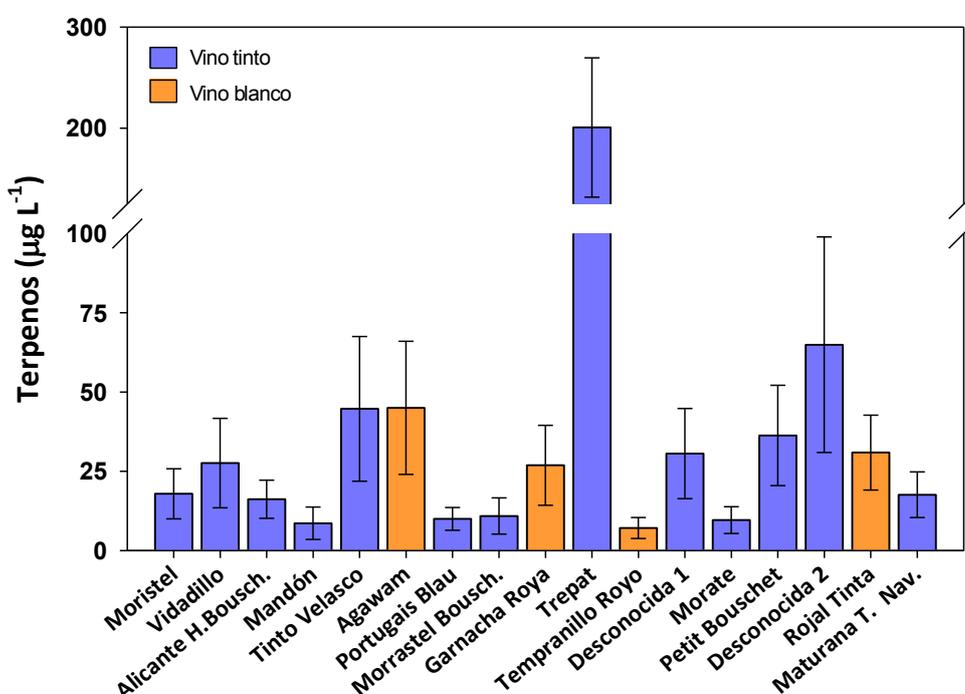


Figura 4.3.27. Media y error estándar de la concentración de terpenos en las 17 variedades estudiadas el año 2009.

La variedad que más destacó en el contenido total de terpenos fue Trepát, con más de 100 $\mu\text{g/l}$ de linalol y casi 90 $\mu\text{g/l}$ de citronelol, como se refleja en la tabla 4.3.13. Dado que su estado de maduración no era muy avanzado en el momento de la vendimia, podría sospecharse que la elevada concentración fue debida a una menor madurez del hollejo. Diferentes estudios realizados con la variedad Moscatel de Hamburgo indican que la concentración de ambos terpenos se incrementa con el nivel de madurez de la uva (Fenoll *et al.*, 2009), pudiendo indicar que la concentración obtenida pueda ser resultado de una característica varietal propia. Sin embargo, otros autores han mostrado que no todos los compuestos volátiles muestran su máxima concentración en el momento de la maduración, incluyendo algunos terpenos (Kalua and Boss, 2010)

Destacó también la variedad “Desconocida 2” recogida en Badarán, con un nivel de 65 $\mu\text{g/l}$ (Tabla 4.3.13). En este caso, a diferencia de Trepát, los dos terpenos más abundantes fueron citronelol y nerol. Las variedades Tinto Velasco y Agawam también mostraron un contenido bastante elevado, superando en 10-20 $\mu\text{g/l}$ a las concentraciones de Petit Bouschet, Rojal Tinta, Desconocida 1, Vidadillo y Garnacha Roya. El resto de variedades apenas sobrepasaron 15 $\mu\text{g/l}$.

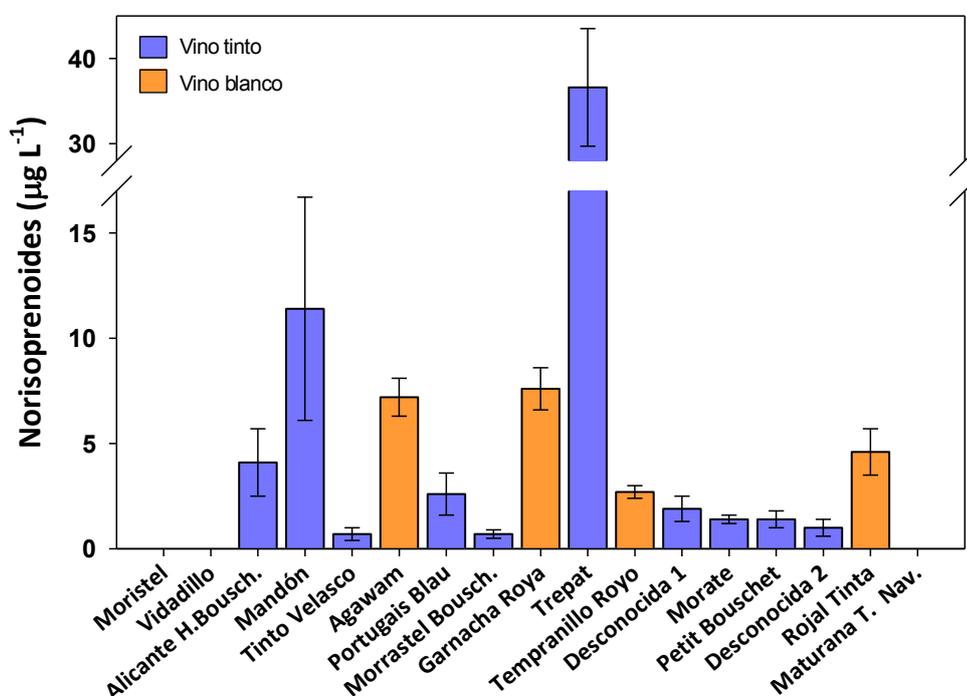


Figura 4.3.28. Media y error estándar de la concentración de norisoprenoides en las 17 variedades estudiadas el año 2009.

El contenido de **norisoprenoides** está estrechamente ligado al de terpenos, debido a que ambos tienen un origen común: ambas familias de compuestos se forman por la ruta del mevalonato y se acumulan en los plastos y vacuolas de las células de la baya en forma hidrosoluble. Por ello, algunos autores han comprobado que, dentro de una misma variedad, sus concentraciones son sinérgicas (Agosin *et al.*, 2000). El único norisoprenoide que se detectó en el estudio fue la β -damascenona. En tres de las variedades estudiadas (Moristel, Vidadillo y Maturana Tinta de Navarrete) no se detectó dicha molécula.

Como se recoge en el gráfico de la figura 4.3.28, y al igual que para el caso de los terpenos, el máximo de concentración de norisoprenoides se alcanzó para la variedad Trepát, con 36 $\mu\text{g/l}$. Destacó también la variedad Mandón, por encima de otras cuatro variedades (tres de ellas elaboradas como vino blanco): Agawam, Garnacha Roya, Rojal Tinta y Alicante Henri Bouschet.

Aunque la variedad Agawam, conocida localmente como “Sabor a menta” por su notable gusto “foxé”, fue la más destacada de todas las variedades vinificadas por su gran impacto aromático a nivel sensorial, no se identificó ningún compuesto destacable en la familia de terpenos ó norisoprenoides. Parece lógico pensar que, dos familias tan estrechamente ligadas a los aromas varietales, manifestaran alguna particularidad respecto a una variedad con un aroma tan marcado como es Agawam. Diversos estudios recogen que las moléculas responsables del aroma “foxé” son ésteres insaturados y no terpenos ó norisoprenoides. Destaca en este sentido el antranilato de metilo ($\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$), un éster del ácido antranílico, como el más típico de la variedad *Vitis labrusca* (Schreier and Paroschy, 1981), y que nada tiene que ver con la familia de los terpenos ó norisoprenoides; pero dicho compuesto no fue detectado en el presente estudio.

La familia de los **alcoholes**, originada fundamentalmente en la fermentación, es la que presentó una concentración más elevada (Tabla 4.3.13), pero su importancia como compuestos individuales a nivel sensorial es menor, debido al elevado umbral de percepción que poseen los compuestos que la integran. Otros autores recogen que la concentración de alcoholes de Fusel en vinos asciende aproximadamente al 50 % de la composición volátil (Rapp, 1990). Sin embargo, la familia de los alcoholes supuso de media para todas las variedades estudiadas el 84 % del total de compuestos descritos, siendo Agawam la de menor contenido relativo (60%) y Moristel la de mayor contenido relativo con un 92 % de su

composición volátil. Los acetatos de los alcoholes de Fusel sí que poseen una relevancia destacable por su bajo umbral de percepción, tal y como se recoge más adelante.

La variedad que más destacó por su contenido en alcoholes fue nuevamente Trepát (Figura 4.3.29), con diez veces más que el resto de variedades. Los valores oscilaron entre 19 y 50 mg/l, a excepción de la variedad “Desconocida 2”, con un total de 61 mg/l. El valor medio de la concentración de alcoholes, sin considerar a Trepát, fue de 35 mg/l; tres veces superior al descrito en otras cuatro variedades españolas como Albariño, Blanco Lexítimo, Aguelo y Serradelo (Vilanova *et al.*, 2009; Vilanova *et al.*, 2010).

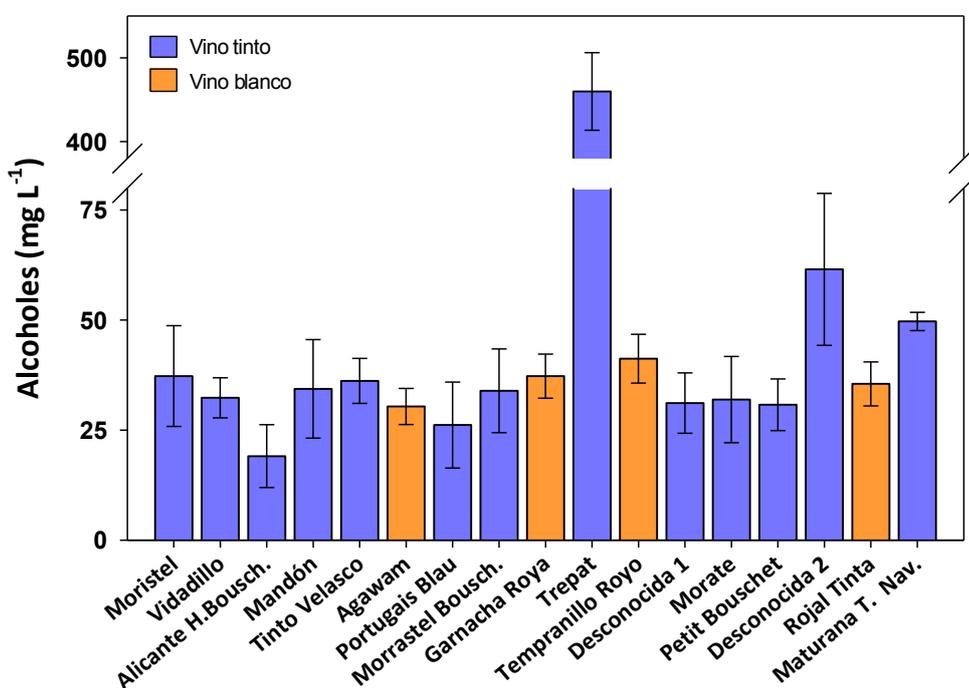


Figura 4.3.29. Media y error estándar de la concentración de alcoholes en las 17 variedades estudiadas el año 2009.

El alcohol amílico (2-metil-1-butanol) y el alcohol isoamílico (3-metil-1-butanol) fueron las moléculas mayoritarias en la familia de los alcoholes (Tabla 4.3.13). Estos compuestos no proporcionan aromas positivos en los vinos, pero en ningún caso presentaron unas concentraciones superiores a su umbral de detección: 65 mg/l y 300 mg/l respectivamente (Nykanen, 1986; Rankine, 1968).

El 2-feniletanol fue el segundo compuesto más abundante dentro de la familia de los alcoholes (Tabla 4.3.13). Es originario de las uvas y no experimenta cambios significativos

durante la fermentación. Presentó valores por encima del umbral de percepción (10 mg/l) en todas las variedades elaboradas como vino blanco y en cuatro variedades tintas: Trepat, Morate, “Desconocida 2” y Tinto Velasco. Por lo tanto, el aroma de rosa, debería aparecer en la valoración sensorial de estas variedades mencionadas.

El contenido de **ácidos volátiles** en los vinos analizados (Figura 4.3.30) presentó dos particularidades generales destacables: la variedad Trepat, al igual que en familias estudiadas anteriormente, fue la más sobresaliente. Por otro lado, a excepción de la variedad Trepat, todas las variedades elaboradas como vinos blancos presentaron concentraciones similares, en torno a 8-9 mg/l, y muy superiores a las encontradas en los vinos tintos, que presentaron una media de 1.5 mg/l y un máximo de 2.6 mg/l para la variedad “Desconocida 2”. Existe la hipótesis de que la elaboración pueda afectar al contenido de ácidos volátiles, pero otros autores recogen valores entre 2-7 mg/l para vinos blancos de variedades españolas (Vilanova *et al.*, 2009), confirmando que las elaboraciones de vinos blancos también pueden originar un contenido bajo de ácidos volátiles.

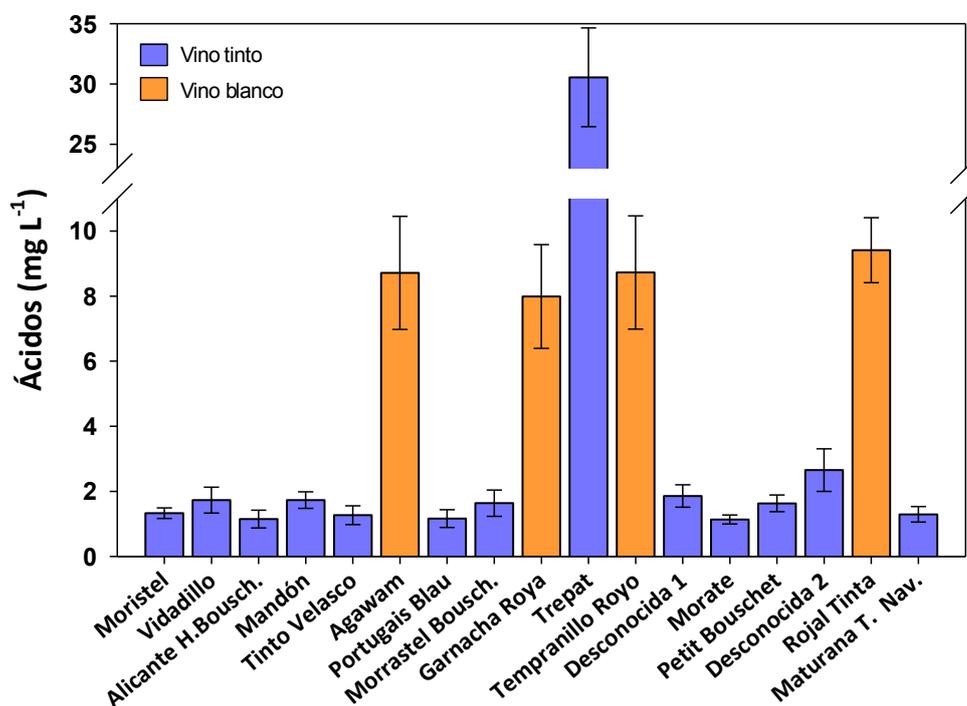


Figura 4.3.30. Media y error estándar de la concentración de ácidos volátiles en las 17 variedades estudiadas el año 2009.

La familia de **ésteres** (Figura 4.3.31) mostró un patrón de comportamiento muy similar al de los ácidos volátiles, destacando la variedad Trepapat por encima del resto, con 6.4 mg/l. Las variedades elaboradas como vinos blancos también mostraron concentraciones más elevadas que las tintas (a excepción del Trepapat). Garnacha Roya, con 1.5 mg/l, fue el vino blanco con menor concentración. Entre los vinos tintos, destacó ligeramente la variedad Portugais Blau con 0.9 mg/l, mientras que el resto de variedades apenas alcanzaron 0.5 mg/l. Los ésteres etílicos de ácidos grasos, como el butirato, hexanoato, octanato y decanoato de etilo, forman la familia de mayor relevancia sobre el aroma del vino (Ferreira, 2012) y su origen se encuentra fundamentalmente determinado por la fermentación alcohólica y sus diversas variables: temperatura, aireación o contenido en azúcar (Ferreira, 1995; Perestrelo *et al.*, 2006). Diferentes factores de fermentación, tales como la temperatura, el nivel de sulfuroso ó la actividad esterásica de algunas cepas de levaduras, también influyen en su formación. Originan fundamentalmente notas afrutadas (Ferreira, 1995) y también de carácter floral; pero a medida que aumenta la longitud de su cadena, la volatilidad disminuye y el olor cambia de ácido a rancio (Francis and Newton, 2005).

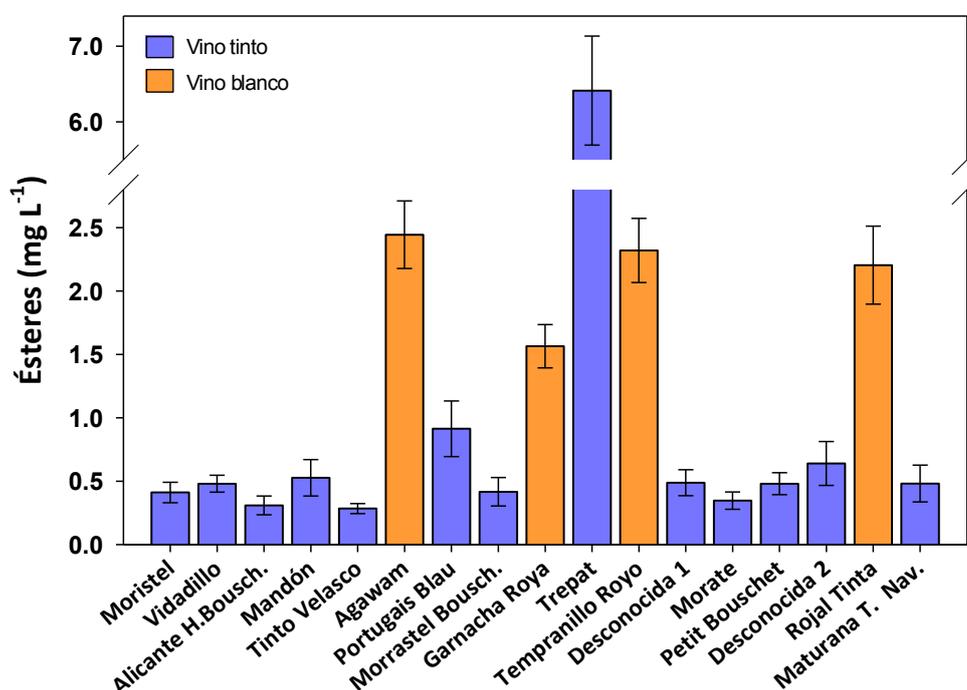


Figura 4.3.31. Media y error estándar de la concentración de ésteres en las 17 variedades estudiadas el año 2009.

En comparación con otros ésteres cuantificados a nivel individual como responsables del aroma de mora y frutos rojos en vinos tintos de Merlot y Cabernet Sauvignon en Burdeos

(Pineau *et al.*, 2009), se registraron concentraciones menores para muchas de las variedades elaboradas como vino tinto en el año 2009 (Tabla 4.3.13), a excepción del Trepat. El butirato de etilo no sobrepasó 116 $\mu\text{g/l}$; el hexanoato de etilo no superó los 175 $\mu\text{g/l}$ y el octanoato de etilo apenas alcanzó 78 $\mu\text{g/l}$ para la variedad “Desconocida 2”. Al contrario, los vinos blancos elaborados en el presente estudio mostraron concentraciones muy superiores de éstos compuestos. En comparación con otros vinos blancos, las concentraciones de butirato de etilo (olor a papaya, dulce y mantequilla) y octanoato de etilo (olor a manzana y dulce) resultaron ser ligeramente inferiores a las descritas en la variedad Albariño por otros autores (Vilanova *et al.*, 2010): 540 $\mu\text{g/l}$ y 1050 $\mu\text{g/l}$ respectivamente. Pero los niveles de hexanoato de etilo (olor a manzana, dulzor y frutal) fueron superiores en esta misma comparación, a excepción de la Garnacha Roya que no superó los 793 $\mu\text{g/l}$ de referencia en Albariño.

Los **acetatos** son ésteres derivados del ácido acético y los alcoholes superiores. Al igual que los ésteres, están condicionados por la metodología de vinificación. Aunque Trepat y “Desconocida 2”, siendo vinos tintos, mostraron concentraciones elevadas (Figura 4.3.32). Las concentraciones de los vinos blancos se situaron entre 2 - 5.6 mg/l , mientras que el contenido medio en vinos tintos alcanzó 1 mg/l (a excepción de Trepat). Los acetatos generan aromas dulces, de fruta y flores, por lo que su impacto a nivel sensorial es muy positivo.

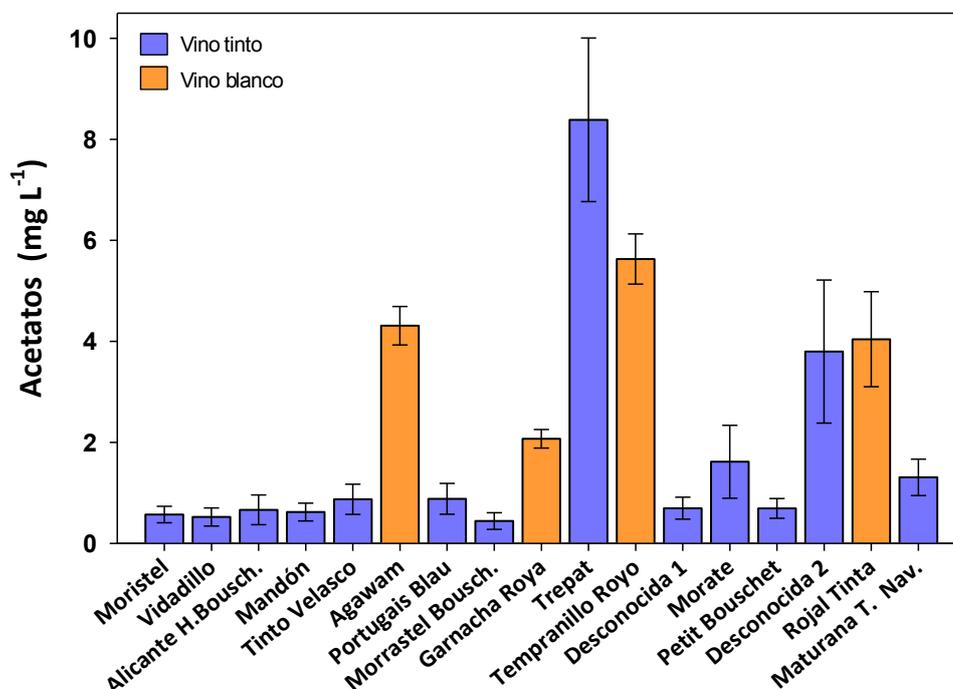


Figura 4.3.32. Media y error estándar de la concentración de acetatos en las 17 variedades estudiadas el año 2009.

Los **compuestos C6** son alcoholes superiores procedentes de la uva y su impacto a nivel sensorial es muy elevado debido a su bajo umbral de detección, por lo que están bastante relacionados con la tipicidad varietal. El mayoritario es el 1-hexanol (Tabla 4.3.13), que confiere aromas herbáceos y vegetales. Destacó la Garnacha Roya por su pequeña concentración con respecto al resto de variedades. Trepat, al igual que en otras familias, destacó por ser la más abundante, con un contenido diez veces superior al resto.

Aunque proceden en gran medida de la uva, su concentración puede verse altamente modificada durante la fermentación por la síntesis de las levaduras (Fauconnier *et al.*, 1999), e incluso antes de la misma, durante el despalillado, por la acción encimas de la uva a partir del ácido linoleico (Etievant and Bayonove, 1983). Sin embargo, no se detectaron a nivel general, unas concentraciones diferentes entre las variedades elaboradas como vino blanco ó tinto (Figura 4.3.33), por lo que la metodología de elaboración no modificó notablemente la concentración de hexenoles en el vino. Los valores obtenidos, a excepción de las dos variedades mencionadas previamente, oscilaron entre 270 $\mu\text{g/l}$ y 870 $\mu\text{g/l}$ (Figura 4.3.33). Considerando que el umbral es de 8 mg/l para el 1-hexanol y 0.4 mg/l para el Z-3-hexanol, ninguna variedad superó dichos niveles, a excepción de Trepat, que debería manifestar un notable carácter vegetal.

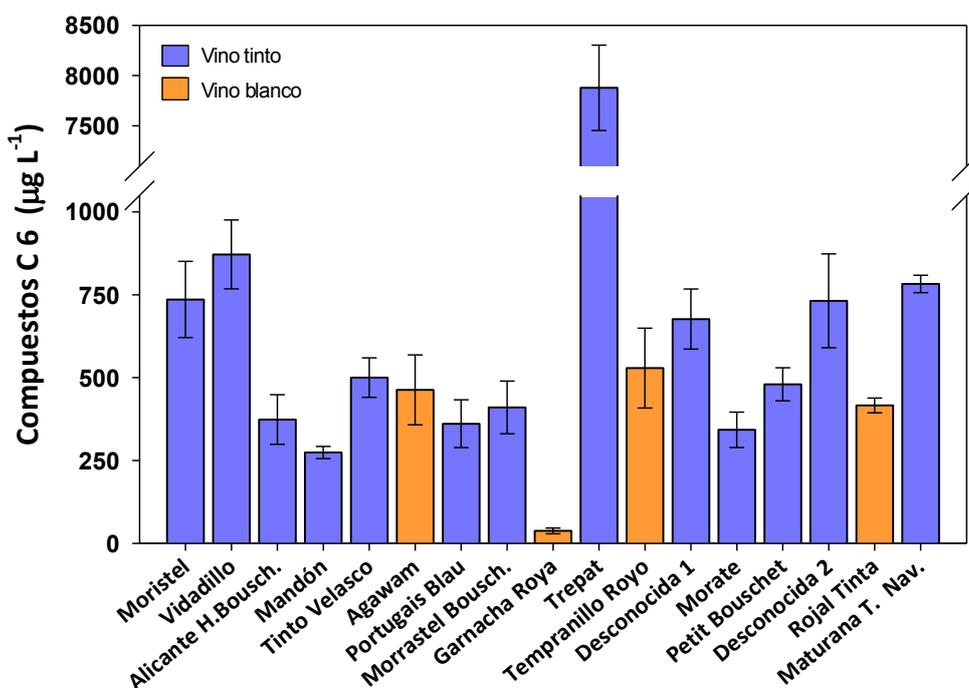


Figura 4.3.33. Media y error estándar de la concentración de compuestos C6 en las 17 variedades estudiadas el año 2009.

La variedad Maturana Tinta de Navarrete, comúnmente caracterizada por sus notas herbáceas en viñedos cultivados en la D.O.Ca. Rioja (Martínez-Pinilla *et al.*, 2013), tampoco registró una concentración destacable de compuestos C6 (Figura 4.3.33). Los 0.67 mg/l de 1-hexanol, que es el compuesto C6 mayoritario, obtenidos en el año 2009 (Tabla 4.3.13.b), son notablemente inferiores a los 2.33 mg/l obtenidos para ese mismo año por otros autores en viñedos de Rioja (Martínez-Pinilla *et al.*, 2013). Pero cabe destacar que estos viñedos se ubicaban a 200 metros de altitud por encima del banco de germoplasma objeto de este estudio, con una climatología mucho más fría, por lo que dichos factores climáticos y geográficos pudieron tener una influencia directa en la concentración de estos compuestos, como quedó demostrado en trabajos recientes (Pedneault *et al.*, 2013).

Tabla 4.3.13.a Composición aromática de los vinos en las 17 variedades estudiadas durante la cosecha 2009.

| Concentración ($\mu\text{g/L}$) | Moristel (R-1) | Vidadillo (R-2) | Alicante Henri Bouschet (R-3) | Mandón (R-8) | Tinto Velasco (R-10) | Agawam (R-14) | Portugieser Blau (A-15) | Morrastel Bouschet (A-16) | Garnacha Roya (A-17) |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Terpenos | | | | | | | | | |
| Linalol | 2.9 \pm 0.6 | 18.1 \pm 3.8 | 2.0 \pm 0.2 | 3.1 \pm 0.7 | 19.3 \pm 4.0 | 6.8 \pm 3.4 | 2.7 \pm 0.3 | 3.7 \pm 1.1 | 20.5 \pm 10.3 |
| α -terpineol | 7.3 \pm 5.4 | 2.9 \pm 2.4 | 0.7 \pm 0.3 | 0.1 \pm 0.1 | 18.3 \pm 15.1 | 31.5 \pm 26.0 | 1.8 \pm 0.8 | 2.1 \pm 1.6 | ND |
| Citronelol | 7.8 \pm 1.0 | 6.5 \pm 1.7 | 11.6 \pm 0.6 | 5.4 \pm 1.3 | 7.1 \pm 1.9 | 3.6 \pm 0.6 | 3.3 \pm 0.2 | 5.1 \pm 1.3 | 4.9 \pm 0.8 |
| Nerol | ND | ND | 2.0 \pm 2.0 | ND | ND | 3.1 \pm 1.6 | 2.2 \pm 2.2 | ND | 1.5 \pm 0.8 |
| Norisoprenoides | | | | | | | | | |
| β -damascenona | ND | ND | 4.1 \pm 1.6 | 11.4 \pm 5.3 | 0.7 \pm 0.3 | 7.2 \pm 0.9 | 2.6 \pm 1.3 | 0.7 \pm 0.2 | 7.6 \pm 1.0 |
| Alcoholes | | | | | | | | | |
| 1-propanol | 24.9 \pm 10.3 | 101.3 \pm 9.3 | 9.7 \pm 3.7 | 31.3 \pm 5.2 | 60.8 \pm 5.5 | 52.0 \pm 1.8 | 124.8 \pm 47.7 | 19.2 \pm 4.9 | 82.3 \pm 2.9 |
| 2-metil-1-propanol | 2171.9 \pm 753.5 | 1674.8 \pm 316.5 | 946.5 \pm 367.7 | 1642.3 \pm 492.4 | 1711.4 \pm 323.5 | 878.3 \pm 89.7 | 1179.9 \pm 458.4 | 1602.4 \pm 458.0 | 973.6 \pm 99.4 |
| 1-butanol | 27.2 \pm 7.6 | 28.4 \pm 2.2 | 17.0 \pm 6.3 | 38.6 \pm 12.2 | 16.9 \pm 1.3 | 21.8 \pm 4.1 | 26.1 \pm 9.7 | 21.1 \pm 6.0 | 10.0 \pm 1.9 |
| 2+3-metil-1-butanol | 27056.9 \pm 4871.1 | 24290.0 \pm 3942.1 | 13197.1 \pm 5314.3 | 24682.2 \pm 7283.7 | 21751.8 \pm 3530.6 | 17592.8 \pm 2246.1 | 18724.1 \pm 7540.2 | 23553.8 \pm 6124.3 | 24290.5 \pm 3101.6 |
| 3-metil-1-pentanol | 8.6 \pm 5.1 | 5.1 \pm 0.5 | 4.1 \pm 2.1 | 18.7 \pm 8.6 | 7.5 \pm 0.7 | 24.3 \pm 8.6 | 6.2 \pm 3.3 | 12.9 \pm 5.2 | 61.8 \pm 21.8 |
| 2-feniletanol | 7980.2 \pm 1119.2 | 6240.4 \pm 2203.5 | 4910.8 \pm 1430.2 | 7951.6 \pm 4291.3 | 12631.9 \pm 4460.3 | 11807.4 \pm 1426.1 | 6091.4 \pm 1774.5 | 8716.4 \pm 2692.9 | 11835.7 \pm 1430.2 |
| Compuestos C6 | | | | | | | | | |
| 1-hexanol | 714.5 \pm 92.2 | 847.5 \pm 155.1 | 365.5 \pm 105.0 | 264.6 \pm 47.7 | 490.2 \pm 89.7 | 178.0 \pm 21.7 | 341.8 \pm 98.2 | 389.6 \pm 86.9 | ND |
| E-3-hexanol | 8.8 \pm 2.5 | 2.7 \pm 0.5 | 4.9 \pm 1.6 | 3.1 \pm 0.4 | 5.8 \pm 1.2 | 17.3 \pm 10.2 | 8.3 \pm 2.6 | 5.6 \pm 1.8 | 9.7 \pm 5.8 |
| Z-3-hexanol | 12.5 \pm 2.5 | 21.5 \pm 2.6 | 3.2 \pm 0.5 | 6.3 \pm 0.3 | 4.0 \pm 0.5 | 267.7 \pm 31.7 | 10.7 \pm 1.6 | 14.9 \pm 2.7 | 28.0 \pm 3.3 |
| Ácidos | | | | | | | | | |
| Ácido hexanoico | 296.4 \pm 68.2 | 434.7 \pm 123.7 | 207.6 \pm 70.5 | 330.4 \pm 46.3 | 237.3 \pm 67.5 | 2398.1 \pm 260.2 | 267.2 \pm 90.8 | 305.1 \pm 93.3 | 1332.4 \pm 144.6 |
| Ácido octanoico | 659.0 \pm 27.5 | 851.7 \pm 72.9 | 619.6 \pm 208.0 | 747.1 \pm 53.2 | 631.0 \pm 54.2 | 5693.1 \pm 672.2 | 555.1 \pm 186.4 | 758.0 \pm 140.3 | 5516.9 \pm 651.4 |
| Ácido decanoico | 117.6 \pm 24.4 | 160.9 \pm 33.0 | 138.8 \pm 18.4 | 212.7 \pm 49.0 | 132.4 \pm 27.2 | 368.1 \pm 39.3 | 93.8 \pm 12.4 | 141.3 \pm 32.7 | 802.2 \pm 85.7 |
| Ácido dodecanoico | 53.0 \pm 15.8 | 28.0 \pm 16.9 | 29.2 \pm 3.9 | 158.6 \pm 23.3 | 34.3 \pm 20.7 | 45.4 \pm 38.8 | 54.5 \pm 7.3 | 202.7 \pm 89.7 | 137.7 \pm 117.7 |
| Ácido butírico | 11.1 \pm 1.7 | 18.6 \pm 6.5 | 5.9 \pm 2.3 | 15.7 \pm 7.3 | 6.7 \pm 2.3 | 31.0 \pm 4.2 | 14.7 \pm 5.6 | 15.6 \pm 5.7 | 20.7 \pm 2.7 |
| Ácido 2+3-metilbutírico | 192.4 \pm 8.0 | 237.5 \pm 20.3 | 148.6 \pm 49.9 | 267.0 \pm 19.0 | 225.6 \pm 19.3 | 180.6 \pm 21.3 | 177.3 \pm 59.5 | 213.9 \pm 39.5 | 179.2 \pm 21.2 |

(Continuación) **Tabla 4.3.13.a** Composición aromática de los vinos en las 17 variedades estudiadas durante la cosecha 2009.

| Concentración ($\mu\text{g/L}$) | Moristel (R-1) | Vidadillo (R-2) | Alicante Henri Bouschet (R-3) | Mandón (R-8) | Tinto Velasco (R-10) | Agawam (R-14) | Portugieser Blau (A-15) | Morrastel Bouschet (A-16) | Garnacha Roya (A-17) |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Acetatos | | | | | | | | | |
| Acetato de isoamilo | 66.8 \pm 14.9 | 96.3 \pm 26.3 | 74.1 \pm 26.9 | 57.7 \pm 10.0 | 112.5 \pm 30.7 | 3311.5 \pm 524.7 | 219.2 \pm 79.6 | 58.5 \pm 16.8 | 2017.2 \pm 319.6 |
| Acetato de hexilo | 9.9 \pm 6.3 | 6.9 \pm 2.1 | 6.4 \pm 3.9 | 6.9 \pm 1.6 | 20.7 \pm 6.3 | 66.5 \pm 6.7 | 15.2 \pm 9.1 | 19.3 \pm 9.1 | 52.4 \pm 5.3 |
| 2-feniletilacetato | 493.6 \pm 263.0 | 419.8 \pm 215.7 | 583.3 \pm 247.9 | 555.2 \pm 285.8 | 739.1 \pm 379.7 | 932.2 \pm 60.8 | 648.3 \pm 275.5 | 363.8 \pm 153.1 | ND |
| Ésteres | | | | | | | | | |
| Butirato de etilo | 83.8 \pm 31.3 | 98.2 \pm 19.5 | 63.1 \pm 37.2 | 98.5 \pm 17.9 | 36.2 \pm 7.2 | 402.3 \pm 64.5 | 81.4 \pm 48.0 | 55.8 \pm 18.8 | 172.1 \pm 27.6 |
| 2-metilbutirato de etilo | 23.8 \pm 4.8 | 7.7 \pm 0.7 | 18.6 \pm 2.9 | 41.6 \pm 15.6 | 15.2 \pm 1.4 | ND | 80.5 \pm 12.3 | 8.9 \pm 2.7 | 43.6 \pm 3.2 |
| 3-metilbutirato de etilo | 1.9 \pm 0.6 | ND | 2.3 \pm 0.8 | ND | 1.8 \pm 0.2 | ND | ND | 1.9 \pm 0.6 | 2.7 \pm 0.7 |
| Hexanoato de etilo | 127.4 \pm 2.5 | 122.3 \pm 21.1 | 90.6 \pm 42.0 | 132.0 \pm 52.9 | 81.4 \pm 14.0 | 938.1 \pm 121.8 | 91.4 \pm 42.3 | 128.4 \pm 43.8 | 560.6 \pm 72.8 |
| Lactato de etilo | 117.0 \pm 23.3 | 203.0 \pm 19.6 | 77.9 \pm 7.6 | 180.7 \pm 32.3 | 119.6 \pm 11.5 | 111.6 \pm 11.3 | 637.1 \pm 62.1 | 154.4 \pm 34.4 | 93.6 \pm 9.5 |
| Octanoato de etilo | 52.7 \pm 3.9 | 40.4 \pm 2.0 | 48.7 \pm 7.5 | 62.6 \pm 8.8 | 26.1 \pm 1.3 | 794.0 \pm 81.8 | 20.3 \pm 3.1 | 55.0 \pm 8.5 | 491.5 \pm 50.6 |
| Decanoato de etilo | 4.4 \pm 1.1 | 8.4 \pm 2.5 | 7.2 \pm 0.8 | 10.9 \pm 4.6 | 3.4 \pm 1.0 | 48.2 \pm 4.8 | 2.3 \pm 0.2 | 3.0 \pm 0.9 | 105.9 \pm 10.6 |
| Succinato de dietilo | ND | ND | ND | ND | ND | 149.0 \pm 16.0 | ND | 8.9 \pm 3.1 | 94.6 \pm 10.2 |

ND: No detectado

Tabla 4.3.13.b Composición aromática de los vinos en las 17 variedades estudiadas durante la cosecha 2009.

| Concentración ($\mu\text{g/L}$) | Trepat (N-23) | Tempranillo Rojo (B-47) | Desconocida 1 (B-48) | Morate (B-51) | Petit Bouschet (B-52) | Desconocida 2 (B-56) | Rojal Tinta (SO-63) | Maturana Tinta de Navarrete (NA-102) |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|---|
| Terpenos | | | | | | | | |
| Linalol | 103.5 \pm 11.2 | 2.1 \pm 1.0 | 3.9 \pm 0.9 | 1.7 \pm 0.4 | 12.6 \pm 2.5 | 13.1 \pm 3.8 | 8.8 \pm 1.3 | 11.6 \pm 1.5 |
| α -terpineol | 9.9 \pm 5.6 | ND | 1.2 \pm 0.8 | 0.9 \pm 0.7 | 1.9 \pm 1.2 | ND | 19.8 \pm 12.1 | 0.5 \pm 0.2 |
| Citronelol | 87.2 \pm 6.2 | 5.0 \pm 0.8 | 9.4 \pm 1.8 | 5.9 \pm 0.7 | 21.9 \pm 3.5 | 33.6 \pm 8.4 | 2.2 \pm 0.2 | 4.6 \pm 1.4 |
| Nerol | ND | ND | 16.2 \pm 14.0 | 1.0 \pm 0.9 | ND | 18.2 \pm 16.9 | ND | 0.9 \pm 0.9 |
| Norisoprenoides | | | | | | | | |
| β -damascenona | 36.6 \pm 6.9 | 2.7 \pm 0.3 | 1.9 \pm 0.6 | 1.4 \pm 0.2 | 1.4 \pm 0.4 | 1 \pm 0.4 | 4.6 \pm 1.1 | ND |
| Alcoholes | | | | | | | | |
| 1-propanol | 911.7 \pm 70.2 | 16.7 \pm 0.6 | 39.4 \pm 7.8 | 36.2 \pm 15.1 | 45.2 \pm 7.5 | 359.5 \pm 92.4 | 75.3 \pm 8.8 | 358.7 \pm 33.1 |
| 2-metil-1-propanol | 19319.1 \pm 2045.3 | 928.6 \pm 94.9 | 1623.0 \pm 366.6 | 1547.4 \pm 536.7 | 1233.1 \pm 241.5 | 3458.1 \pm 988.5 | 685.0 \pm 99.9 | 4296.3 \pm 123.3 |
| 1-butanol | 243.5 \pm 25.7 | 14.2 \pm 2.7 | 32.0 \pm 7.2 | 27.4 \pm 7.7 | 27.1 \pm 5.3 | 74.7 \pm 21.3 | 11.9 \pm 1.7 | 83.7 \pm 9.9 |
| 2+3-metil-1-butanol | 302356.1 \pm 24189.2 | 21717.9 \pm 2773.7 | 22252.4 \pm 4450.6 | 19607.8 \pm 3530.3 | 21207.9 \pm 3605.4 | 43354.1 \pm 11272.1 | 23335.5 \pm 2800.6 | 37986.7 \pm 1220.4 |
| 3-metil-1-pentanol | 127.0 \pm 28.7 | 38.4 \pm 13.5 | 7.5 \pm 2.6 | 6.5 \pm 3.9 | 11.5 \pm 3.6 | 7.7 \pm 3.1 | 47.7 \pm 12.7 | 4.8 \pm 0.2 |
| 2-feniletanol | 136972.9 \pm 17660.5 | 18508.3 \pm 2236.4 | 7189.6 \pm 1789.5 | 10711.4 \pm 1502.8 | 8239.2 \pm 1803.5 | 14269.6 \pm 4408.7 | 11347.5 \pm 1917.5 | 6962.8 \pm 337.2 |
| Compuestos C6 | | | | | | | | |
| 1-hexanol | 7682.3 \pm 330.2 | 390.1 \pm 47.5 | 662.9 \pm 108.0 | 323.5 \pm 41.7 | 465.3 \pm 61.8 | 694.9 \pm 155.0 | 349.2 \pm 29.0 | 674.8 \pm 51.6 |
| E-3-hexanol | 102.2 \pm 15.3 | 12.6 \pm 7.5 | 10.2 \pm 2.8 | 2.7 \pm 0.8 | 10.3 \pm 2.5 | 17.8 \pm 5.9 | 47.5 \pm 9.0 | 15.0 \pm 1.5 |
| Z-3-hexanol | 94.3 \pm 11.2 | 126.0 \pm 14.9 | 3.6 \pm 0.4 | 16.4 \pm 3.3 | 4.6 \pm 0.4 | 18.9 \pm 3.4 | 19.4 \pm 0.8 | 92.9 \pm 6.8 |
| Ácidos | | | | | | | | |
| Ácido hexanoico | 5239.8 \pm 658.7 | 2141.9 \pm 232.4 | 433.9 \pm 106.6 | 237.2 \pm 54.6 | 367.9 \pm 79.4 | 596.3 \pm 182.3 | 2171.8 \pm 359.9 | 182.1 \pm 67.7 |
| Ácido octanoico | 19106.8 \pm 3529.6 | 5624.5 \pm 664.1 | 1012.2 \pm 126.3 | 566.7 \pm 23.6 | 781.1 \pm 74.1 | 1080.7 \pm 199.5 | 6349.6 \pm 284.0 | 443.6 \pm 42.6 |
| Ácido decanoico | 3027.2 \pm 156.6 | 592.8 \pm 63.3 | 160.4 \pm 27.5 | 118.5 \pm 24.6 | 104.4 \pm 14.8 | 196.3 \pm 45.5 | 644.1 \pm 59.1 | 149.8 \pm 22.2 |
| Ácido dodecanoico | 167.9 \pm 44.0 | 103.7 \pm 88.7 | 17.4 \pm 6.7 | 9.2 \pm 2.7 | 115.4 \pm 40.7 | 376.5 \pm 166.5 | 46.9 \pm 14.2 | 315.0 \pm 81.3 |
| Ácido butírico | 135.2 \pm 25.4 | 49.5 \pm 6.4 | 12.2 \pm 3.7 | 10.6 \pm 1.6 | 14.3 \pm 4 | 30.9 \pm 11.4 | 36.1 \pm 8.2 | 11.4 \pm 4.2 |
| Ácido 2+3-metilbutírico | 2869.5 \pm 664.9 | 215.6 \pm 25.5 | 221.4 \pm 27.6 | 194.2 \pm 8.1 | 248.1 \pm 23.5 | 373.8 \pm 69 | 164.5 \pm 7.4 | 191.1 \pm 18.3 |

(Continuación) **Tabla 4.3.13.b** Composición aromática de los vinos en las 17 variedades estudiadas durante la cosecha 2009.

| Concentración ($\mu\text{g/L}$) | Trepat (N-23) | Tempranillo Royo (B-47) | Desconocida 1 (B-48) | Morate (B-51) | Petit Bouschet (B-52) | Desconocida 2 (B-56) | Rojal Tinta (SO-63) | Maturana Tinta de Navarrete (NA-102) |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|--|
| Acetatos | | | | | | | | |
| Acetato de isoamilo | 2635.0 \pm 280.3 | 4000.5 \pm 633.8 | 116.6 \pm 26.4 | 129.9 \pm 29.0 | 89.4 \pm 17.6 | 107.2 \pm 30.7 | 3295.3 \pm 482.3 | 138.5 \pm 23.3 |
| Acetato de hexilo | ND | 117.8 \pm 11.9 | 13.5 \pm 5.6 | 5.9 \pm 3.8 | 13.3 \pm 5.1 | 57.5 \pm 27.1 | 82.1 \pm 27.2 | 18.6 \pm 11.3 |
| 2-fenilacetato | 5751.8 \pm 1385.3 | 1512.2 \pm 98.7 | 565.9 \pm 204.2 | 1480.1 \pm 788.5 | 588.3 \pm 194.6 | 3634.0 \pm 1529.3 | 664.9 \pm 186.7 | 1149.8 \pm 130.7 |
| Ésteres | | | | | | | | |
| Butirato de etilo | 1040.2 \pm 162.8 | 358.9 \pm 57.5 | 102.6 \pm 28.4 | 52.1 \pm 19.5 | 79.4 \pm 19.6 | 102.8 \pm 34.6 | 377.0 \pm 74.1 | 116.8 \pm 18.1 |
| 2-metilbutirato de etilo | 172.9 \pm 20.8 | ND | 27.6 \pm 6.6 | 55.2 \pm 11.2 | 41.1 \pm 8.6 | 117.4 \pm 35.3 | ND | 62.4 \pm 34.2 |
| 3-metilbutirato de etilo | 47.3 \pm 6.0 | ND | 3.4 \pm 0.8 | 1.2 \pm 0.4 | 0.2 \pm 0.1 | 3.6 \pm 1.1 | 1.4 \pm 0.2 | 5.5 \pm 1.1 |
| Hexanoato de etilo | 2078.6 \pm 334.7 | 876.3 \pm 113.8 | 174.6 \pm 49.1 | 80.9 \pm 1.6 | 123.3 \pm 30.9 | 166.0 \pm 56.6 | 927.5 \pm 186.4 | 120.9 \pm 60.5 |
| Lactato de etilo | 1706.1 \pm 72.6 | 73.8 \pm 7.5 | 98.2 \pm 16.0 | 99.5 \pm 19.8 | 186.5 \pm 24.7 | 161.5 \pm 35.9 | 60.5 \pm 5.0 | 124.7 \pm 37.7 |
| Octanoato de etilo | 1229.3 \pm 188.9 | 884.8 \pm 91.1 | 72.2 \pm 6.8 | 47.7 \pm 3.5 | 44.8 \pm 2.9 | 77.6 \pm 11.9 | 739.4 \pm 66.9 | 45.1 \pm 1.9 |
| Decanoato de etilo | 138.8 \pm 18.8 | 123.2 \pm 12.3 | 8.9 \pm 2.3 | 2.6 \pm 0.7 | 4.4 \pm 1.0 | 10.5 \pm 3.3 | 78.0 \pm 13.7 | 5.6 \pm 1.9 |
| Succinato de dietilo | ND | 2.3 \pm 0.2 | ND | 7.4 \pm 2.1 | ND | ND | 19.7 \pm 4.0 | ND |

ND: No detectado

4.3.5.2. AGRUPAMIENTO DE VINOS VARIETALES EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN VOLÁTIL (COSECHA 2009)

Una vez analizadas las principales familias aromáticas estudiadas, se representó en la figura 4.3.34 el análisis de componentes principales (ACP) para las 17 variedades analizadas, a excepción de Trepát, que por su elevada concentración, generaba una distorsión en el gráfico e impedía una adecuada representación de los resultados. El ACP recoge el 76 % de toda la variabilidad aromática encontrada en las familias de aromas. Se recogieron dos grandes grupos: vinos blancos a la derecha y vinos tintos a la izquierda del gráfico, con la excepción de la variedad “Desconocida 2”, que no se agrupó con el resto de variedades. Las variedades Garnacha Roya y Mandón también mostraron una distancia importante respecto de sus agrupamientos correspondientes.

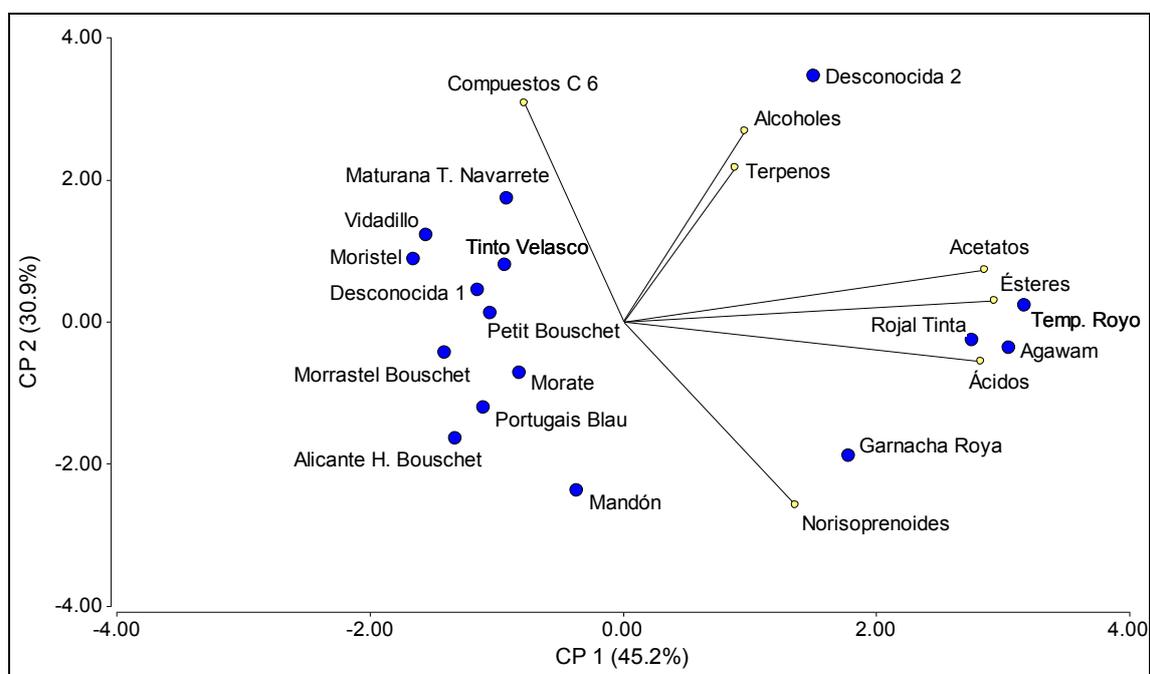


Figura 4.3.34. ACP para 16 variedades estudiadas (sin incluir Trepát), según la concentración de las diferentes familias aromáticas.

Los vinos blancos se ubicaron muy próximos a los ácidos, acetatos y ésteres (Figura 4.3.34). Los primeros tienen, generalmente, aromas asociados a aceites y quesos, mientras que los acetatos y ésteres originan aromas de frutas y flores (Vilanova *et al.*, 2010). Tempranillo Royo, Royal Tinta y Agawam quedaron estrechamente ligadas a éstas familias, mientras que Garnacha Roya también mostró también una notable influencia del norisoprenoide β -damascenona, con un marcado aroma de rosa y miel. Esta particularidad

podría explicar el carácter de la variedad Garnacha (en cualquiera de sus variantes somáticas), estrechamente relacionada con los aromas afrutados y dulces.

Entre los vinos tintos, la variedad “Desconocida 2” manifestó mucha proximidad con los alcoholes y terpenos (Figura 4.3.34). Los primeros no suelen ser considerados como odorantes positivos, sobre todo si la concentración es excesiva, aunque pueden tener un papel destacado como potenciadores de otras moléculas volátiles con descriptores mejorantes para el aroma del vino, como es en este caso. Los terpenos, de marcado carácter floral y de frutas frescas, contribuyen netamente con los aromas positivos del vino; esta característica debería manifestarse sensorialmente si los compuestos se hallan en suficiente concentración.

El resto de variedades elaboradas como vino tinto pudieron clasificarse según dos tendencias (Figura 4.3.34): las más vegetales ó herbáceas (en la zona superior, más relacionadas con los compuestos C6) y las más afrutadas (en la zona inferior, más relacionadas con los norisoprenoides). A nivel general puede considerarse que las variedades con menor maduración se aproximaron más a las notas herbáceas de los compuestos C6, siendo Maturana Tinta de Navarrete la más cercana, coincidiendo con las descripciones realizadas por otros autores (Martínez-Pinilla *et al.*, 2013). En este caso, puede no ser debido a una menor maduración, sino a una característica varietal intrínseca de la variedad Maturana, ya que fue una de las tres variedades con mayor contenido en azúcares y grado alcohólico en el vino. Mandón resultó ser la variedad más próxima a los norisoprenoides; deberá confirmarse en la evaluación sensorial si posee unas notas florales más marcadas que el resto de vinos tintos.

4.3.5.3. VALOR DE LA ACTIVIDAD ODORÍFERA EN VINOS DE LA COSECHA 2009

El valor de la actividad odorífera se estimó mediante el cociente entre la concentración de un compuesto volátil y su umbral de percepción correspondiente descrito por diferentes autores (Vilanova *et al.*, 2009; Gomez-Miguez *et al.*, 2007 a; Francis and Newton, 2005). Aquellos compuestos con valor de actividad odorífera (OAV) superior a la unidad son, en teoría, perceptibles a nivel sensorial. Hay otros compuestos que, con valores de OAV inferiores a la unidad, pueden tener cierto impacto aromático cuando su OAV es superior a 0.2. En la tabla 4.4.2 se recogen todos los compuestos que presentaron un OAV por encima de 0.2.

Tabla 4.3.14. Valor de actividad odorífera (OAV), compuestos estudiados y descriptores en las 17 variedades analizadas el año 2009, con OAV>0.2.

| Compuesto | Descriptor * | Moristel | Vidadillo | Alicante H. Bouschet | Mandón | T. Velasco | Agawam | Portugieser Blau | Morrastel Bouschet | Garnacha R. | Trepat | Tempra. R. | Desconoc-1 | Morate | Petit Bouschet | Desconoc-2 | Rojal Tinta | Maturana T. Navarrete |
|--------------------------|------------------------|----------|-----------|----------------------|--------|------------|--------|------------------|--------------------|-------------|--------|------------|------------|--------|----------------|------------|-------------|-----------------------|
| Linalol | Floral, lavanda | | 0.7 | | | 0.8 | 0.3 | | | 0.8 | 4.1 | | | | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.5 |
| Citronelol | Limón verde | | | | | | | | | | 0.9 | | | | 0.2 | 0.3 | | |
| β -damascenona | Rosa, manzana, miel | | | 81.8 | 227.8 | 14.5 | 143.3 | 52.9 | 13.0 | 152.8 | 731.3 | 53.3 | 38.5 | 28.2 | 28.6 | 20.3 | 92.7 | |
| 2-metil-1-propanol | Amargo, disolvente | | | | | | | | | | 0.3 | | | | | | | |
| 2+3-metil-1-butanol | Whisky, malta, quemado | 0.9 | 0.8 | 0.4 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 10.1 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 1.4 | 0.8 | 1.3 |
| 2-feniletanol | Miel, rosa, lila | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.8 | 1.3 | 1.2 | 0.6 | 0.9 | 1.2 | 13.7 | 1.9 | 0.7 | 1.1 | 0.8 | 1.4 | 1.1 | 0.7 |
| 1-hexanol | Resina, floral | | | | | | | | | | 1.0 | | | | | | | |
| E-3-hexanol | Hierba cortada | | | | | | | | | | 0.3 | | | | | | | |
| Z-3-hexanol | Hierba cortada | | | | | | 0.7 | | | | 0.2 | 0.3 | | | | | | 0.2 |
| Ácido hexanoico | Sudor | 0.7 | 1.0 | 0.5 | 0.8 | 0.6 | 5.7 | 0.6 | 0.7 | 3.2 | 12.5 | 5.1 | 1.0 | 0.6 | 0.9 | 1.4 | 5.2 | 0.4 |
| Ácido octanoico | Sudor, queso | 1.3 | 1.7 | 1.2 | 1.5 | 1.3 | 11.4 | 1.1 | 1.5 | 11.0 | 38.2 | 11.2 | 2.0 | 1.1 | 1.6 | 2.2 | 12.7 | 0.9 |
| Ácido decanoico | Rancio, graso | | | | 0.2 | | 0.4 | | | 0.8 | 3.0 | 0.6 | | | | | 0.6 | |
| Ácido butírico | Queso, rancio, sudor | | | | | | | | | | 0.8 | 0.3 | | | | | 0.2 | |
| Ácido 2+3-metilbutírico | Sudor, rancio, queso | 5.8 | 7.2 | 4.5 | 8.1 | 6.8 | 5.5 | 5.4 | 6.5 | 5.4 | 87.0 | 6.5 | 6.7 | 5.9 | 7.5 | 11.3 | 5.0 | 5.8 |
| Acetato de isoamilo | Plátano | 2.2 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 3.7 | 110.4 | 7.3 | 2.0 | 67.2 | 87.8 | 133.4 | 3.9 | 4.3 | 3.0 | 3.6 | 109.8 | 4.6 |
| 2-feniletacetato | Rosa, miel, tabaco | 2.0 | 1.7 | 2.3 | 2.2 | 3.0 | 3.7 | 2.6 | 1.5 | | 23.0 | 6.0 | 2.3 | 5.9 | 2.4 | 14.5 | 2.7 | 4.6 |
| Butirato de etilo | Manzana | 4.2 | 4.9 | 3.2 | 4.9 | 1.8 | 20.1 | 4.1 | 2.8 | 8.6 | 52.0 | 17.9 | 5.1 | 2.6 | 4.0 | 5.1 | 18.8 | 5.8 |
| 2-metilbutirato de etilo | Frutal | 1.3 | 0.4 | 1.0 | 2.3 | 0.8 | | 4.5 | 0.5 | 2.4 | 9.6 | | 1.5 | 3.1 | 2.3 | 6.5 | | 3.5 |
| 3-metilbutirato de etilo | Frutal, manzana | 0.6 | | 0.8 | | 0.6 | | | 0.6 | 0.9 | 15.8 | | 1.1 | 0.4 | | 1.2 | 0.5 | 1.8 |
| Hexanoato de etilo | Manzana verde, fruta | 25.5 | 24.5 | 18.1 | 26.4 | 16.3 | 187.6 | 18.3 | 25.7 | 112.1 | 415.7 | 175.3 | 34.9 | 16.2 | 24.7 | 33.2 | 185.5 | 24.2 |
| Octanoato de etilo | Manzana, dulce | 10.5 | 8.1 | 9.7 | 12.5 | 5.2 | 158.8 | 4.1 | 11.0 | 98.3 | 245.9 | 177.0 | 14.4 | 9.5 | 9.0 | 15.5 | 147.9 | 9.0 |
| Decanoato de etilo | Uva | | | | | | 0.2 | | | 0.5 | 0.7 | 0.6 | | | | | 0.4 | |

* Descriptores aromáticos descritos por diferentes autores: Vilanova et al., 2009; Gomez-Miguez et al., 2007; Francis and Newton, 2005.

De todos los compuestos que presentaron un OAV superior a 0.2, destacaron dos por su importante potencial para contribuir a la formación del aroma del vino: linalol y β -damascenona. El primero, de marcado carácter floral, sólo superó su umbral de percepción para la variedad Trepát, mientras que el segundo lo superó en todas las variedades estudiadas, a excepción de Moristel, Vidadillo y Maturana Tinta de Navarrete (Tabla 4.3.14). Trepát fue la única variedad con OAV>1 para todos los compuestos recogidos en la tabla 4

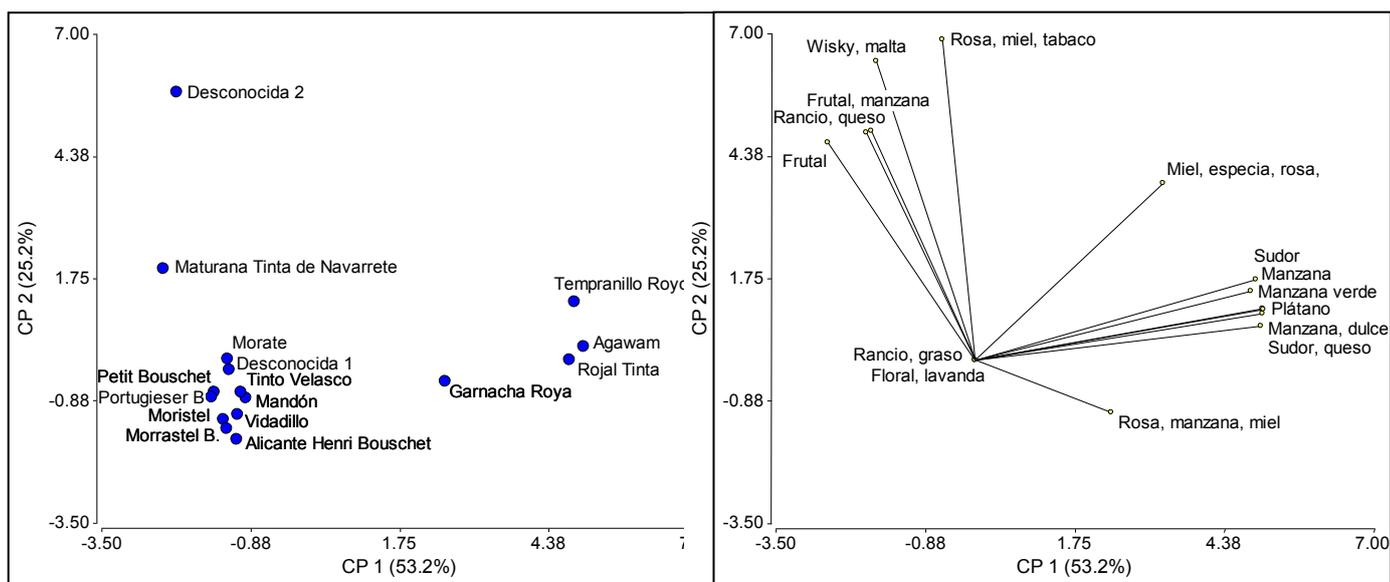


Figura 4.3.35. ACP de 16 variedades estudiadas (sin incluir Trepát) para descriptores aromáticos con OAV>1, de entre todos los compuestos aromáticos analizados en el año 2009.

El ACP de la figura 4.3.35 recogió el 78.4 % de la variabilidad observada en todas las variedades estudiadas, a excepción de Trepát, que se diferenció notablemente del resto y no fue recogida en el gráfico. Se distinguieron dos grupos fundamentalmente: a la derecha, los vinos blancos con la variedad Garnacha Roya ligeramente distanciada en la zona central; y a la izquierda, los vinos tintos, a excepción de las variedades Maturana Tinta de Navarrete y Desconocida 2, que ocuparon zonas de valores más positivos en el eje de ordenadas.

Sólo se encontraron 2 compuestos con un OAV>1 en todas las variedades elaboradas como vinos blancos: 2-feniletanol y ácido hexanoico (Tabla 4.3.14). El primero de ellos, con carácter de miel, flores y especias, se representó en la zona superior derecha del gráfico de análisis de componentes de principales (ACP), mostrado en la figura 4.3.35. El segundo, con aroma a sudor, se representó en la zona central derecha. Todos los vinos blancos se mostraron

próximos a estos dos descriptores, a excepción de la variedad Garnacha Roya, con gran proximidad al descriptor de “rosa, manzana y miel”, correspondiente a β -damascenona.

La metodología de vinificación (blanco/tinto) fue determinante para la composición aromática del vino y el ACP separó claramente dicha característica (Figura 4.3.35). La mayoría de las variedades elaboradas como vino tinto se agruparon estrechamente, mostrando teóricamente una gran similitud aromática entre todas ellas. La variedad “Desconocida 2” fue la más distanciada del grupo. Tanto ella como Maturana Tinta de Navarrete mostraron valores de OAV por encima de 1 para el 2+3-metil-1-butanol (Tabla 4.3.14), con aromas a whisky, malta y quemado; siendo las únicas variedades (junto con Trepát) en manifestar dicha característica. Las variedades vinificadas como vino blanco, más estrechamente ligadas a los descriptores frutales de manzana o plátano, también manifestaron mucha proximidad entre sí, con la excepción de Garnacha Roya expuesta anteriormente.

De los quince compuestos que manifestaron valores de OAV por encima de 1, seis de ellos mostraron el descriptor de manzana en común, y los otros cinco compuestos restantes manifestaron notas florales, de miel, plátano ó whisky.

4.3.5.4. CARACTERIZACIÓN DE FAMILIAS AROMÁTICAS EN VINOS DE LA COSECHA 2010

En el año 2010 se caracterizaron 56 compuestos volátiles diferentes, agrupados en 9 familias, para las 6 variedades consideradas más interesantes por su singularidad, así como por su origen y posible interés para la industria vitivinícola: Mandón, Tinto Velasco, Portugieser Blau, Tempranillo Royo y Maturana Tinta de Navarrete. Los resultados se recogieron en la tabla 4.3.15. Se trata de un estudio más detallado que en el año 2009, para poder realizar una caracterización más profunda de las variedades seleccionadas.

La concentración de **terpenos** recogida en la figura 4.3.36 osciló entre 13 $\mu\text{g/l}$ en la variedad Tempranillo Royo y 76 $\mu\text{g/l}$ en Maturana Tinta de Navarrete. Por segundo año consecutivo, la variedad Tempranillo Royo volvió a ser la más pobre en cuanto al contenido de terpenos. Resultados obtenidos por otros autores para la variedad Albariño alcanzaron un contenido promedio de terpenos de 58 $\mu\text{g/l}$, sin incluir el geraniol (Vilanova *et al.*, 2010). En los datos de la tabla 4.3.15 se aprecia que el contenido de geraniol en Maturana Tinta de

Navarrete alcanzó 31.4 $\mu\text{g/l}$, lo que supone más del 40 % del contenido total de terpenos analizados. Este puede ser un factor determinante para que dicha variedad adquiriera las notas vegetales tan características, ya que la concentración de compuestos C6 determinada en el 2009 no permitía explicar dichos caracteres sensoriales.

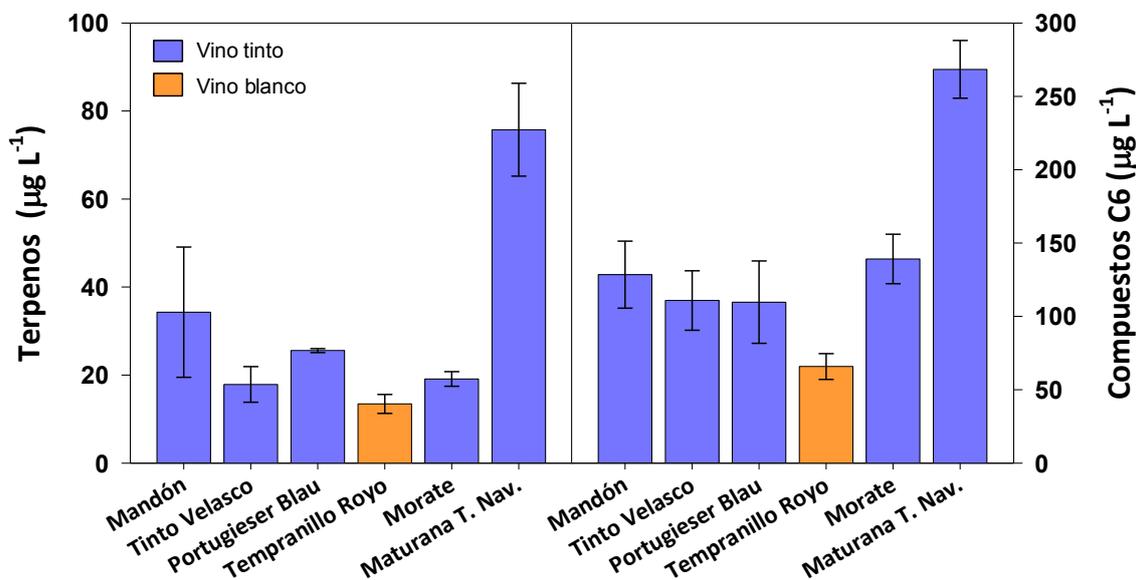


Figura 4.3.36. Media y error estándar de la concentración de terpenos y compuestos C6 en las 6 variedades estudiadas el año 2010.

La variedad que más destacó en el año 2010 por su contenido de **compuestos C6** fue Maturana Tinta de Navarrete, con una concentración total de 268 $\mu\text{g/l}$ (Figura 4.3.36); el doble que el resto de variedades (sin considerar Tempranillo Rojo), aunque muy inferior a los 783 $\mu\text{g/l}$ obtenidos el año anterior. La cosecha 2010 fue más fría que la 2009, con un descenso de 200 °C en la integral térmica de Winkler; sin embargo, la concentración de compuestos C6 fue menor porque la vendimia se realizó más tarde que el año anterior y se alcanzó un mayor nivel de madurez, obteniéndose un incremento de 1 °Brix con respecto a la concentración de azúcares del 2009. Este descenso de compuestos C6 con el avance de la maduración de la uva ya ha sido citado por otros autores para uvas de Pinot Noir en el estado de Oregon (Fang and Qian, 2012) ó para las variedades Moscatel, Albillo y Zalema en España (Sánchez *et al.*, 2007; Gómez-Mínguez *et al.*, 2007). El compuesto C6 más abundante fue el 1-hexanol, con una concentración de 0.19 mg/l (Tabla 4.3.15.a). En comparación con estudios realizados ese mismo año sobre Maturana Tinta de Navarrete en Rioja, donde se alcanzaron valores medios de 2.36 mg/l en 1-hexanol (Martínez-Pinilla *et al.*, 2013), se puede apreciar una notable diferencia, al haberse desarrollado este último estudio en una zona de mayor altitud y con una

menor integral térmica. Ninguno de los compuestos C6 analizados superó el umbral de percepción, por lo que teóricamente, en ninguna de las variedades estudiadas deberían aparecer notas herbáceas y vegetales originadas por estos compuestos.

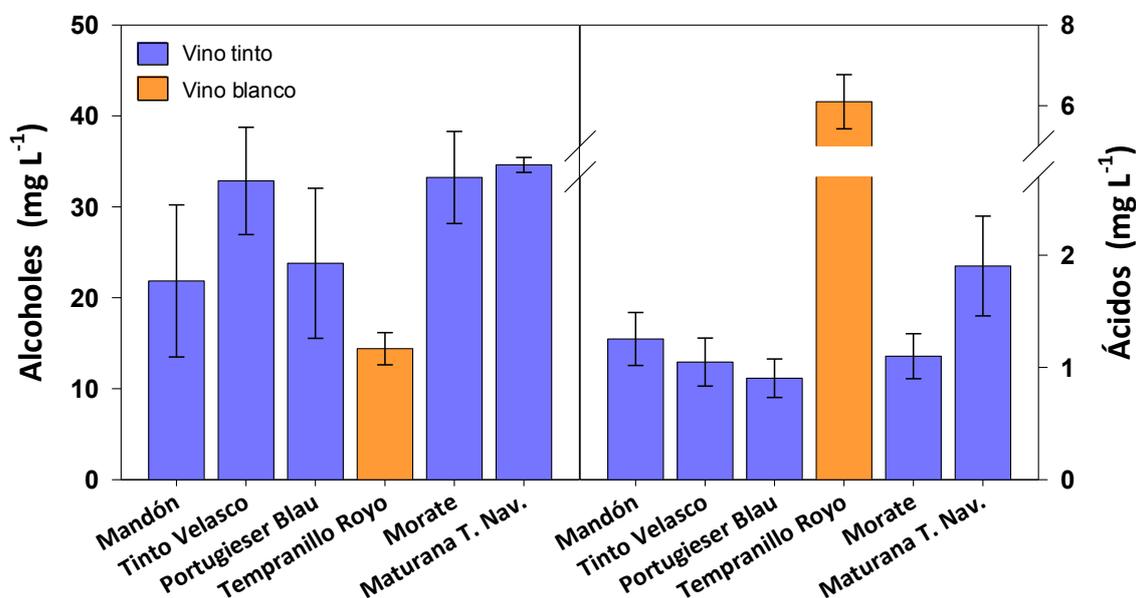


Figura 4.3.37. Media y error estándar de la concentración de alcoholes y ácidos en las 6 variedades estudiadas el año 2010.

Los **alcoholes** fueron la familia más mayoritaria de todos los compuestos aromáticos estudiados, al igual que en las analíticas del 2009. Para las variedades Morate, Tinto Velasco, Portugieser Blau y Maturana Tinta de Navarrete, supusieron aproximadamente un 90 % del total de su composición volátil; mientras que en las variedades Tempranillo Royo y Mandón alcanzaron el 60 % y el 80 % respectivamente.

Se estimaron tres distintos niveles de contenido en alcoholes (Figura 4.3.37): el nivel más bajo para la variedad Tempranillo Royo, con 14 mg/l; el nivel intermedio para las variedades Mandón y Portugieser Blau, entre 21 y 23 mg/l; y el nivel más elevado para las variedades Tinto Velasco, Morate y Maturana Tinta de Navarrete, con una media de 33 mg/l.

El alcohol amílico (2-metil-1-butanol) e isoamílico, junto con el 2-feniletanol fueron los alcoholes mayoritarios, llegando a representar aproximadamente el 97 % del total de su familia en las seis variedades analizadas (Tabla 4.3.15). Tanto el alcohol amílico como el isoamílico, ambos procedentes de la fermentación, no se hallaron en concentraciones suficientes para superar sus respectivos umbrales de detección, como ocurrió en el estudio del

año 2009. La concentración media de estos compuestos fue de 14 mg/l, a excepción de Tempranillo Royo con 5.8 mg/l, muy lejos de los 65 mg/l y 300 mg/l que tienen los umbrales de detección (Nykanen, 1986; Rankine, 1968).

El 2-feniletanol, que procede de la uva y resultó ser el segundo más importante por nivel de concentración (Tabla 4.3.15), presentó valores por encima del umbral de percepción (10-14 mg/l) (Francis *et al.*, 2005) en Tinto Velasco, Morate y Maturana Tinta de Navarrete. Por lo tanto, los descriptores asociados a este compuesto tan positivos para el aroma del vino, como son la miel, especia, rosa y lila (Francis *et al.*, 2005) deberían encontrarse en la evaluación sensorial. A diferencia del año anterior, el contenido de 2-feniletanol se redujo para Tempranillo Royo en más de la mitad. Por el contrario, en Maturana Tinta de Navarrete se cuantificaron 18 mg/l (Tabla 4.3.15), más del doble de la concentración obtenida un año antes. El contenido de la variedad Portugieser Blau se mantuvo muy similar al anterior, cerca del umbral de percepción, pero sin sobrepasarlo.

El tercer y último alcohol destacable en orden de importancia por su concentración en las 6 variedades estudiadas fue el 2-metil-1-propanol. Tempranillo Royo presentó la concentración más baja, mientras que Maturana Tinta de Navarrete registró la más alta con 0.5 mg/l (Tabla 4.3.15). En ningún caso, las concentraciones superaron los 65 mg/l, que es el umbral de detección del 2-metil-1-propanol, con aromas de alcohol, plátano y disolvente (Vilanova *et al.*, 2010).

El contenido de **ácidos volátiles** recogidos en la figura 4.3.37 mostró que Tempranillo Royo, única variedad elaborada en el año 2010 como vino blanco, destacó muy por encima del resto de variedades, alcanzando 6 mg/l; un valor similar al obtenido por otros autores en la variedad Albariño (Vilanova *et al.*, 2010). Las variedades elaboradas como vinos tintos presentaron niveles más bajos: entre 0.9 mg/l para Portugieser Blau y 1.9 mg/l para Maturana Tinta de Navarrete.

El compuesto mayoritario fue el ácido octanoico, presente fundamentalmente en Tempranillo Royo, con 3.9 mg/l (Tabla 4.3.15), que superó ampliamente el umbral de detección estimado en 0.5 mg/l con aromas de queso (Ferreira *et al.*, 2000). El ácido hexanoico, destacable por su descriptor de geranio y vegetales mostró concentraciones bastante elevadas tanto en Tempranillo Royo como en Maturana Tinta de Navarrete,

superando el umbral de percepción: 420 $\mu\text{g/l}$ (Ferreira *et al.*, 2000). Este valor podría contribuir a la explicación del carácter vegetal asociado a Maturana Tinta de Navarrete descrito anteriormente por otros autores (Martínez-Pinilla *et al.*, 2013). El tercer compuesto más mayoritario resultó ser el ácido decanoico, de olor rancio, aunque ninguna de las variedades estudiadas mostró valores por encima del umbral de detección: 1 mg/l (Ferreira *et al.*, 2000), por lo que las variedades elaboradas no deberían manifestar estas características.

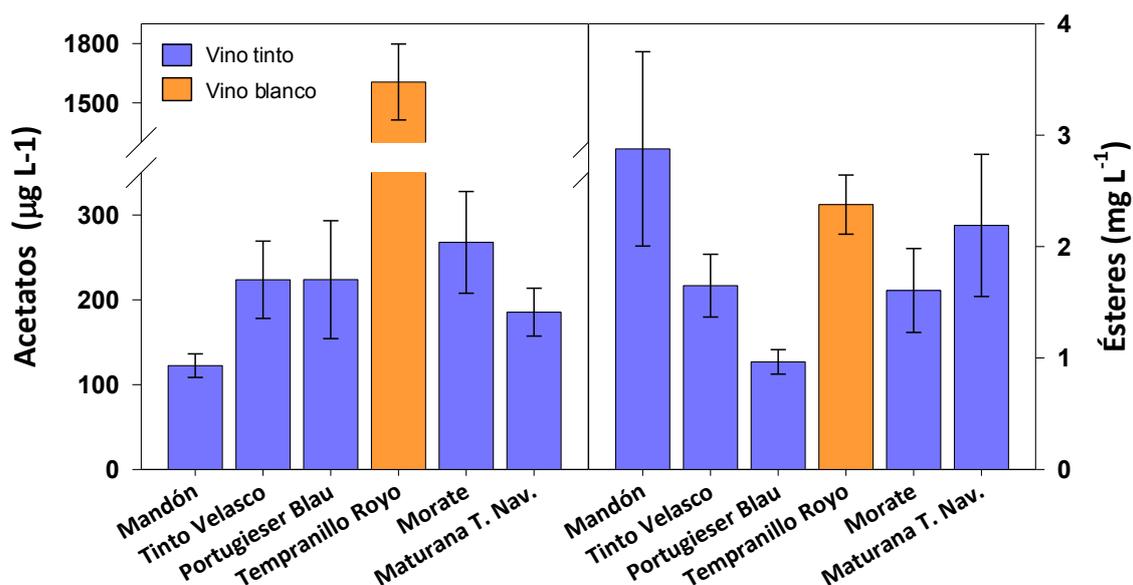


Figura 4.3.38. Media y error estándar de la concentración de acetatos y ésteres en las 6 variedades estudiadas el año 2010.

La concentración de **acetatos**, al igual que con los ácidos, volvió a destacar para la variedad Tempranillo Royo por haberse elaborado como vino blanco, con una concentración casi ocho veces superior a la del resto de variedades vinificadas en tinto (Figura 4.3.38). Este mismo aspecto ya se detectó también en las analíticas de anterior cosecha. El promedio encontrado en los vinos tintos en el segundo año de estudio ascendió a 200 $\mu\text{g/l}$. El acetato de isoamilo fue el compuesto más destacado, con más de 1 mg/l para Tempranillo Royo y 70 $\mu\text{g/l}$ para la variedad Mandón, siendo esta última la de menor concentración (Tabla 4.3.15). El acetato de isoamilo tiene un marcado carácter a plátano (Francis *et al.*, 2005), muy típico de vinos jóvenes, por lo que este descriptor debería estar presente en las variedades estudiadas, ya que todas ellas presentaron unos niveles por encima del umbral de detección: 30 $\mu\text{g/l}$ (Francis *et al.*, 2005). También destacó el contenido en 2-feniletacetato para Tempranillo Royo, que con 361 $\mu\text{g/l}$ fue la única variedad que superó el umbral de detección de este compuesto: 250 $\mu\text{g/l}$ (Vilanova *et al.*, 2010).

La concentración de **ésteres**, a diferencia de los acetatos y ácidos, no presentó unos valores notablemente superiores en el vino blanco (Figura 4.3.38); aunque esta tendencia sí se observó en el estudio realizado el año 2009. Los valores oscilaron entre 1-3 mg/l, ligeramente por debajo de concentraciones estimadas en Albariño (Vilanova *et al.*, 2010). El compuesto con mayor concentración en los vinos fue el succinato de dietilo, con valores entre 0.3-1.3 mg/l (Tabla 4.3.15), pero en cualquier caso, siempre por debajo de su umbral de detección: 6 mg/l (Perestrelo *et al.*, 2006). El lactato de etilo (aroma de fresa y frambuesa) fue el segundo compuesto más abundante, fundamentalmente encontrado en la variedad Mandón, con 1 mg/l; pero muy por debajo de los 154 mg/l de su umbral de percepción (Vilanova *et al.*, 2010). También destacaron el octanoato de etilo y el hexanoato de etilo (ambos con aroma de manzana y dulce), que poseen un umbral de percepción de 5 µg/l y 14 µg/l respectivamente. Todas las variedades superaron el umbral de percepción del primero, pero sólo Tempranillo Royo lo superó para ambos compuestos. Maturana Tinta de Navarrete también destacó por su contenido de butirato de etilo (aroma a papaya y dulce) con 255 µg/l; por encima de los 20 µg/l de su umbral de percepción (Vilanova *et al.*, 2010).

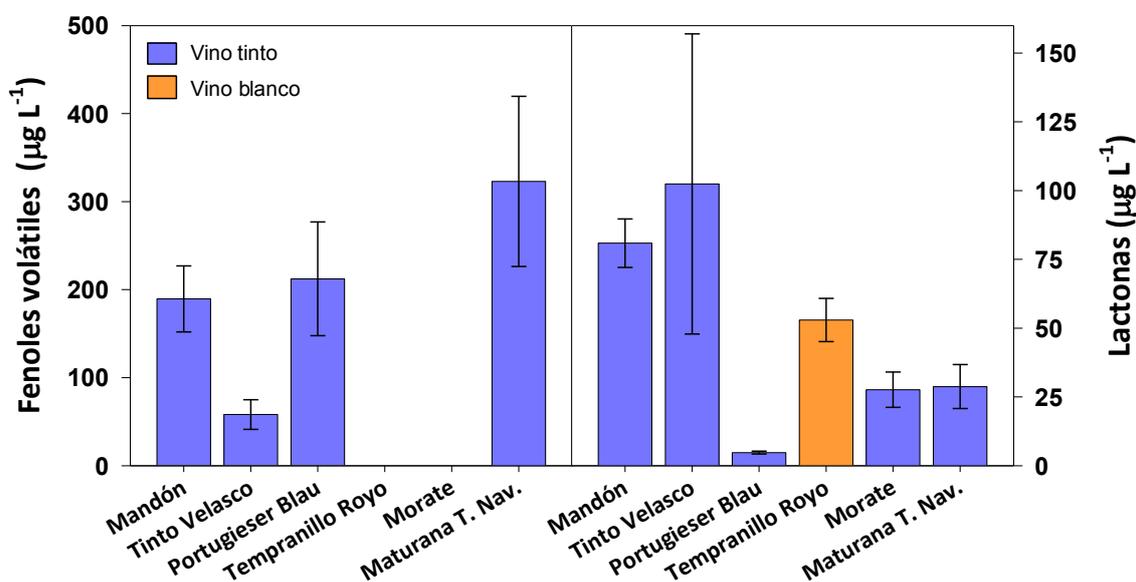


Figura 4.3.39. Media y error estándar de la concentración de fenoles volátiles y lactonas en las 6 variedades estudiadas el año 2010.

Las **lactonas** forman la cuarta familia más importante para el aroma del vino (Ferreira, 2012). Aunque su origen en el vino procede mayoritariamente del envejecimiento en madera, todas las variedades analizadas presentaron ciertos niveles de decalactona: desde 4 µg/l hasta 80 µg/l para la variedad Mandón (Figura 4.3.39). En cualquier caso, las concentraciones

estuvieron por debajo de su umbral de detección: 386 µg/l (Ferreira *et al.*, 2000). La butirolactona sólo se encontró en las variedades Morate y Tinto Velasco, con 88 µg/l en esta última (Tabla 4.3.15). Como se aprecia en el gráfico derecho de la figura 4.3.39, tanto Mandón como Tinto Velasco fueron las dos variedades más destacadas para la familia de lactonas.

Los **fenoles volátiles** pueden tener diferentes orígenes: microbiológico, crianza en madera y la uva. El fenol volátil 4-vinilguayacol (aroma de clavo y curry), se detectó en la variedad Portugieser Blau y Maturana Tinta de Navarrete, pero las concentraciones no sobrepasaron los 24 µg/l (Tabla 4.3.15), muy por debajo de su umbral de detección (Vilanova *et al.*, 2010). La **vainillina** se representó en el gráfico (Figura 4.3.39) junto con los fenoles volátiles. Procede generalmente de la crianza del vino en madera y su umbral de percepción es de 200 µg/l (Vilanova *et al.*, 2010). Maturana Tinta de Navarrete fue la variedad con mayor concentración (306 µg/l), aunque Portugieser Blau y Mandón también presentaron contenidos de vainillina bastante elevados (Tabla 4.3.15), muy próximas al umbral de percepción. La familia de la vainilla (vainillina, vanillato de etilo, vanillato de metilo, acetovanillona, etc.) se considera dentro de las diez familias más importantes para el aroma del vino (Ferreira, 2012) y confiere un carácter muy positivo en el aroma. Ni en la variedad Morate ni en Tempranillo Royo se detectaron ninguno de estos compuestos.

Tabla 4.3.15.a Composición aromática de los vinos en las 6 variedades estudiadas (media \pm SE), año 2010.

| T.Retenc. | Compuesto (mg/L) | Mandón | Tinto Velasco | Portugieser Blau | Tempranillo Rojo | Morate | Maturana T. Navarrete |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Terpenos | | | | | | | |
| 28.10 | Linalol | 16.6 \pm 3.6 | 11.9 \pm 2.5 | 15.5 \pm 1.7 | 4.2 \pm 2.1 | 11.9 \pm 2.4 | 23.1 \pm 3 |
| 37.62 | Citronelol | 7.0 \pm 1.7 | 6.0 \pm 1.6 | 7.5 \pm 0.4 | ND | 7.2 \pm 0.9 | 19.0 \pm 5.8 |
| 38.93 | Nerol | 1.1 \pm 1.1 | ND | ND | 2.6 \pm 1.3 | ND | 2.1 \pm 2.1 |
| 40.52 | Geraniol | 9.6 \pm 9.6 | ND | 2.5 \pm 1.1 | 6.7 \pm 5.5 | ND | 31.4 \pm 9.9 |
| Alcoholes | | | | | | | |
| 9.09 | 1-propanol | 48.1 \pm 7.9 | 29.0 \pm 2.6 | 101.5 \pm 38.8 | 21.6 \pm 0.8 | 52.6 \pm 21.9 | 57.2 \pm 5.3 |
| 10.66 | 2-metil-1-propanol | 324.2 \pm 97.2 | 379.4 \pm 71.7 | 340.2 \pm 132.2 | 160.2 \pm 16.4 | 458.8 \pm 159.2 | 518.8 \pm 14.9 |
| 12.50 | 1-butanol | 8.6 \pm 2.7 | 7.4 \pm 0.6 | 17.3 \pm 6.5 | 0.7 \pm 0.7 | 21.6 \pm 6.0 | 20.3 \pm 2.4 |
| 15.03 | 2+3-metil-1-butanol | 12802.1 \pm 3777.8 | 13140.1 \pm 2132.9 | 14495.8 \pm 5838.0 | 5829.1 \pm 744.3 | 15432.0 \pm 2778.7 | 15173.8 \pm 487.4 |
| 16.65 | 1-pentanol | 184.1 \pm 84.3 | 142.7 \pm 13.2 | 143.8 \pm 75.6 | ND | 4.9 \pm 2.9 | 76.6 \pm 3.8 |
| 18.46 | 2-heptanol | 5.5 \pm 1.6 | 12.2 \pm 3.5 | 43.7 \pm 3.6 | 2.4 \pm 0.3 | 14.3 \pm 2.4 | 17.8 \pm 6.7 |
| 19.94 | 2-metil-1-pentanol | 16.5 \pm 3.2 | 17.4 \pm 5.6 | 14.0 \pm 3.3 | 10.4 \pm 2.8 | 24.2 \pm 7.4 | 13.8 \pm 1.1 |
| 25.25 | 1-octen-3-ol | ND | 3.7 \pm 0.9 | ND | 1.4 \pm 0.4 | 2.7 \pm 0.4 | 1.2 \pm 1.2 |
| 25.37 | 2-octanol | 3.9 \pm 0.7 | 2.4 \pm 0.8 | 6.8 \pm 1.4 | 1.3 \pm 1.3 | 2.7 \pm 0.5 | 4.0 \pm 1.6 |
| 28.77 | 2-3-butanodiol | ND | ND | ND | 23.6 \pm 3.8 | ND | ND |
| 29.14 | 1-octanol | 49.1 \pm 10.2 | 37.9 \pm 6.5 | 26.5 \pm 6.3 | 18.6 \pm 7.0 | 51.8 \pm 16.7 | 42.9 \pm 5.9 |
| 30.19 | 2-pentanol | ND | ND | 4.7 \pm 3.0 | ND | ND | 17.9 \pm 17.9 |
| 30.64 | Butanal | ND | 14.4 \pm 1.9 | ND | 12.1 \pm 5.1 | 17.2 \pm 1.9 | 20.5 \pm 2.4 |
| 35.92 | 3-metiltio-propanol | 11.5 \pm 3.4 | 27.7 \pm 10.3 | 3.8 \pm 0.4 | 11.6 \pm 0.9 | 54.5 \pm 6.8 | 7.7 \pm 2.2 |
| 41.77 | Alcohol benzílico | 88.5 \pm 20.3 | 33.3 \pm 13.8 | 24.8 \pm 7.1 | 13.8 \pm 1.1 | 39.3 \pm 5.7 | 119.5 \pm 12.2 |
| 43.00 | 2-feniletanol | 8305.9 \pm 4482.4 | 19006.3 \pm 6710.9 | 8568.6 \pm 2496.1 | 8292.0 \pm 1002.0 | 17053.2 \pm 2392.1 | 18517.6 \pm 897.2 |
| Compuestos C6 | | | | | | | |
| 21.03 | 1-hexanol | 128.0 \pm 23.1 | 110.9 \pm 20.3 | 94.7 \pm 27.2 | 54.5 \pm 6.6 | 123.7 \pm 16.0 | 193.1 \pm 14.8 |
| 21.52 | E-3-hexanol | 0.5 \pm 0.5 | ND | 6.8 \pm 2.1 | 0.4 \pm 0.2 | ND | 4.3 \pm 0.4 |
| 22.45 | Z-3-hexanol | ND | ND | ND | 9.7 \pm 1.1 | 6.5 \pm 1.3 | 67.8 \pm 5.0 |
| 29.59 | Hexanal | ND | ND | 8.2 \pm 1.2 | 1.3 \pm 1.3 | 8.9 \pm 0.4 | 3.1 \pm 3.1 |
| Lactonas | | | | | | | |
| 51.10 | Decalactona | 80.9 \pm 8.8 | 13.6 \pm 2.0 | 4.8 \pm 0.5 | 53.0 \pm 7.8 | 14.6 \pm 2.0 | 28.7 \pm 8.0 |
| 53.88 | Butirolactona | ND | 88.8 \pm 52.9 | ND | ND | 13.0 \pm 4.6 | ND |
| Fenoles y comp. carbonilos | | | | | | | |
| 28.6 | Benzaldehido | ND | ND | ND | ND | 3.2 \pm 1.3 | 22.2 \pm 4.7 |
| 52.36 | 4-vinilguaiacol | ND | ND | 23.5 \pm 10.4 | ND | ND | 16.6 \pm 8.4 |

Tabla 4.3.15.b Composición aromática de los vinos en las 6 variedades estudiadas (media ± SE), año 2010.

| T.Retenc. | Compuesto (mg/L) | Mandón | Tinto Velasco | Portugieser Blau | Tempranillo Rojo | Morate | Maturana T. Navarrete |
|------------------|--------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|---------------|-----------------------|
| Ácidos | | | | | | | |
| 26.05 | Ácido acético | 115.5 ± 32.6 | 38.2 ± 12.8 | 57.1 ± 9.7 | 22.5 ± 2.0 | 101.6 ± 31.7 | 91.3 ± 8.8 |
| 28.84 | Ácido propanoico | 117.4 ± 31.7 | 57.8 ± 17.5 | 151.4 ± 17.4 | 30.8 ± 7.2 | 122.1 ± 47.8 | 120.8 ± 21.0 |
| 32.84 | Ácido butírico | 43.4 ± 20.1 | 20.5 ± 7.2 | 22.6 ± 8.6 | 95.7 ± 12.4 | 10.4 ± 1.6 | 57.4 ± 21.4 |
| 34.80 | Ácido 3-metil-butírico | 55.3 ± 10.7 | 73.7 ± 28.4 | 37.3 ± 3.5 | 16.7 ± 1.5 | 73.4 ± 10.1 | 69.2 ± 9.7 |
| 40.98 | Ácido hexanoico | 120.6 ± 16.9 | 148.7 ± 42.3 | 203.5 ± 69.1 | 999.4 ± 108.4 | 249.7 ± 57.5 | 581.1 ± 215.9 |
| 46.49 | Ácido heptanoico | 10.1 ± 10.1 | ND | ND | 2.4 ± 1.6 | ND | 24.8 ± 8.1 |
| 48.13 | Ácido octanoico | 153.2 ± 10.9 | 181.4 ± 15.5 | 240.1 ± 80.6 | 3897.5 ± 460.2 | 125.0 ± 5.2 | 166.0 ± 15.9 |
| 52.18 | Ácido nonanoico | 88.1 ± 75.3 | 34.7 ± 31.6 | ND | 15.2 ± 5.0 | ND | 41.5 ± 12.7 |
| 54.75 | Ácido decanoico | 198.0 ± 45.6 | 249.5 ± 51.2 | 60.5 ± 8.0 | 984.8 ± 105.2 | 242.0 ± 50.2 | 161.7 ± 23.9 |
| 60.65 | Ácido dodecanoico | 92.8 ± 13.6 | 138.5 ± 83.4 | 54.9 ± 7.3 | 32.3 ± 32.3 | 61.6 ± 18.4 | 94.1 ± 24.3 |
| 70.39 | Ácido hexadecanoico | 223.8 ± 81.2 | 105.1 ± 14.5 | 76.2 ± 5.1 | ND | 114.2 ± 35.4 | 496.3 ± 269.2 |
| Acetatos | | | | | | | |
| 12.00 | Acetato de isoamilo | 70.3 ± 12.1 | 163.6 ± 44.7 | 182.1 ± 66.1 | 1184.7 ± 187.7 | 196.4 ± 43.8 | 98.8 ± 16.6 |
| 13.53 | Acetaldehido | 11.7 ± 2.8 | 13.9 ± 1.5 | 13.1 ± 4.7 | 10.3 ± 2.6 | 10.4 ± 3.3 | 22.2 ± 4.6 |
| 17.80 | Acetato de hexilo | ND | 1.1 ± 1.1 | 4.8 ± 2.9 | 16.9 ± 1.7 | 4.0 ± 2.6 | 1.7 ± 1.0 |
| 21.66 | Acetato de etilo | 36.9 ± 6.2 | 38.1 ± 4.5 | 17.1 ± 2.6 | 32.3 ± 2.4 | 38.9 ± 13.4 | 45.9 ± 5.7 |
| 39.68 | 2-feniletilacetato | 3.5 ± 1.8 | 7.0 ± 3.6 | 6.5 ± 2.8 | 361.1 ± 23.6 | 18.1 ± 9.6 | 16.7 ± 1.9 |
| Esteres | | | | | | | |
| 9.26 | Butirato de etilo | 126.7 ± 23.0 | 148.5 ± 29.5 | 217.2 ± 128.0 | 119.5 ± 19.2 | 95.2 ± 35.6 | 254.9 ± 39.5 |
| 9.74 | 2-metilbutirato de etilo | 7.2 ± 2.7 | 9.1 ± 0.8 | ND | ND | 7.2 ± 1.5 | 13.0 ± 7.1 |
| 10.22 | 3-metilbutirato de etilo | ND | ND | ND | ND | ND | 5.9 ± 5.9 |
| 16.25 | Hexanoato de etilo | 6.2 ± 2.5 | 3.5 ± 0.6 | 4.1 ± 1.9 | 491.6 ± 63.8 | 92.7 ± 1.9 | 5.5 ± 2.7 |
| 20.76 | Lactato de etilo | 1024.6 ± 183.3 | 77.4 ± 7.5 | 70.5 ± 6.9 | 112.6 ± 11.4 | 104.1 ± 20.7 | 355.6 ± 107.6 |
| 24.70 | Octanoato de etilo | 77.6 ± 10.9 | 79.1 ± 3.9 | 72.4 ± 11.1 | 814.5 ± 83.9 | 54.5 ± 4.0 | 27.9 ± 1.2 |
| 32.91 | Decanoato de etilo | 174.1 ± 73.4 | 122.6 ± 36.9 | 69.0 ± 7.5 | 144.4 ± 14.4 | 152.6 ± 39.1 | 95.9 ± 33.2 |
| 34.39 | Succinato de dietilo | 1383.3 ± 572.2 | 1020.3 ± 254.9 | 379.8 ± 59.6 | 545.6 ± 58.7 | 962.8 ± 279.2 | 1287.4 ± 616.0 |
| 47.27 | Dietilmalato | 76.7 ± 13.9 | 130.7 ± 28.5 | 67.1 ± 20.8 | 148.4 ± 18.6 | 136.1 ± 16.7 | 114.3 ± 9.7 |
| 63.90 | Vanilato de etilo | ND | 58.3 ± 19.5 | 84.6 ± 19.1 | ND | ND | 29.9 ± 29.9 |
| Vainillas | | | | | | | |
| 64.12 | Acetovanilona | ND | ND | ND | 35.2 ± 15.6 | ND | ND |
| 64.4 | Vainillina | 189.5 ± 37.5 | 58.1 ± 16.8 | 188.8 ± 54.6 | ND | ND | 306.4 ± 88.3 |

ND: No detectado

4.3.5.5. AGRUPAMIENTO DE VINOS VARIETALES EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN VOLÁTIL (COSECHA 2010)

La composición volátil resultante en el segundo año de estudio se recogió en el análisis de componentes principales (Figura 4.3.40), considerando las mismas familias aromáticas que en el estudio del año anterior, a excepción de los norisoprenoides (β -damascenona) que no fueron detectados en ninguna de las seis variedades estudiadas.

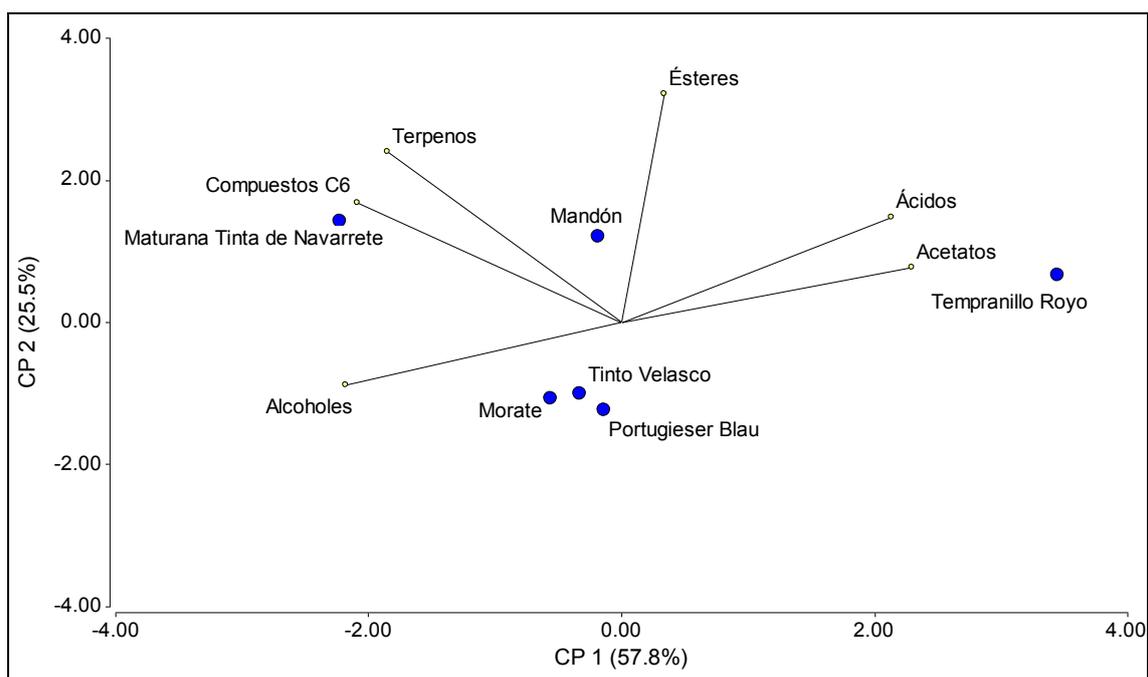


Figura 4.3.40. ACP para las 6 variedades estudiadas en el año 2010, según la concentración de las diferentes familias aromáticas.

El ACP de la figura 4.3.40 recogió el 83.3 % de la variabilidad observada en las 6 variedades que volvieron a estudiarse en el año 2010. El eje de abscisas representó más de la mitad de la variabilidad, con el 57.8 %, mientras que el eje de ordenadas mostró el 25 % de toda la variabilidad obtenida entre las 6 variedades. Se conservaron algunas de las tendencias recogidas en la caracterización del año 2009. Por un lado, destaca la proximidad de la variedad Tempranillo Royo (la única que fue elaborada como vino blanco) con respecto a los ácidos y acetatos; aunque la distancia con la familia de ésteres fue mayor que en el año anterior. Por otro lado, la variedad Maturana Tinta de Navarrete se relacionó muy estrechamente con los compuestos C6, alejándose del resto de vinos tintos y confirmándose el marcado carácter herbáceo y vegetal que manifiesta esta variedad, tendencia que ya fue observada en el 2009. El resto de vinos tintos (Mandón, Morate, Tinto Velasco y Portugieser Blau) se representaron

en la zona más central, menos influenciados por una determinada familia de aromas; si bien, las tres últimas variedades, al igual que el año anterior, se posicionaron en la zona opuesta a las áreas con mayor influencia de familias aromáticas. Se puede considerar que, a nivel global, no hay muchas diferencias en la composición aromática de Morate, Portugieser Blau y Tinto Velasco a nivel general.

4.3.5.6. VALOR DE LA ACTIVIDAD ODORÍFERA EN LA COSECHA 2010

De los 21 compuestos representados en la tabla 4.3.16 con valores de OAV>0.2, sólo 13 mostraron valores por encima de 1 en las seis estudiadas. Maturana Tinta de Navarrete, con 10 compuestos por encima del umbral de detección, fue la variedad que mayor diversidad y riqueza aromática mostró.

Tabla 4.3.16 Valor de actividad odorífera (OAV), compuestos estudiados y descriptores en las 17 variedades analizadas el año 2010, con OAV>0.2.

| Compuesto | Descriptor* | Mandón | Tinto Velasco | Portug. Blau | Temp. Royo | Morate | Maturana T. Navarr. |
|--------------------------|------------------------|--------|---------------|--------------|------------|--------|---------------------|
| Linalol | Floral, lavanda | 0.7 | 0.5 | 0.6 | | 0.5 | 0.9 |
| Geraniol | Rosa, geranio | 0.3 | | | | | 0.9 |
| 2+3-metil-1-butanol | Whisky, malta, quemado | 0.4 | 0.4 | 0.5 | | 0.5 | 0.5 |
| 2-feniletanol | Miel, rosa, lilas | 0.6 | 1.4 | 0.6 | 0.6 | 1.2 | 1.3 |
| Hexanal | Verde, graso | | | 1.8 | 0.3 | 2.0 | 0.7 |
| Decalactona | --- | 0.2 | | | | | |
| 4-vinilguaicol | Curri, clavo | | | 2.3 | | | 1.7 |
| Ácido butírico | Queso, rancio, sudor | 0.3 | | | 0.6 | | 0.3 |
| Ácido isovalérico | Sudor, rancio, queso | 1.7 | 2.2 | 1.1 | 0.5 | 2.2 | 2.1 |
| Ácido hexanoico | Sudor | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 2.4 | 0.6 | 1.4 |
| Ácido octanoico | Sudor, queso | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 7.8 | 0.3 | 0.3 |
| Ácido decanoico | Rancio, graso | | 0.2 | | 1.0 | 0.2 | |
| Acetato de isoamilo | Plátano | 2.3 | 5.5 | 6.1 | 39.5 | 6.5 | 3.3 |
| 2-feniletilacetato | Rosa, miel, tabaco | | | | 1.4 | | |
| Butirato de etilo | Manzana | 6.3 | 7.4 | 10.9 | 6.0 | 4.8 | 12.7 |
| 2-metilbutirato de etilo | Frutal | 0.4 | 0.5 | | | 0.4 | 0.7 |
| 3-metilbutirato de etilo | Frutal, manzana | | | | | | 2.0 |
| Hexanoato de etilo | Manzana verde, fruta | 1.2 | 0.7 | 0.8 | 98.3 | 18.5 | 1.1 |
| Octanoato de etilo | Manzana, dulce | 15.5 | 15.8 | 14.5 | 162.9 | 10.9 | 5.6 |
| Decanoato de etilo | Uva | 0.9 | 0.6 | 0.3 | 0.7 | 0.8 | 0.5 |
| Vainillina | Vainilla | 0.9 | 0.3 | 0.9 | | | 1.5 |

* Descriptores aromáticos descritos por: Vilanova et al., 2009; Gomez-Miguez et al., 2007; Francis and Newton, 2005.

Aunque Maturana Tinta de Navarrete fue la variedad con mayor riqueza aromática, Tempranillo Royo fue la variedad que alcanzó mayores niveles de OAV: 163 para el octanoato de etilo, 98 para el hexanoato de etilo y 39 para el acetato de isoamilo (Tabla 4.3.16). Todos estos compuestos son ésteres generados durante la fermentación alcohólica y aportan un carácter afrutado a los vinos; los dos primeros con aroma a manzana y el tercero con aroma a plátano.

Entre todos los compuestos recogidos en la tabla 4.3.16, sólo tres de ellos tuvieron valores de OAV>1 en las seis variedades analizadas: acetato de isoamilo, octanoato de etilo y butirato de etilo. Estos ésteres son generados durante la fermentación alcohólica y, por lo tanto, es habitual encontrarlos en todas las variedades, si bien, los valores más elevados se encuentran en Tempranillo Royo, como se ha mencionado.

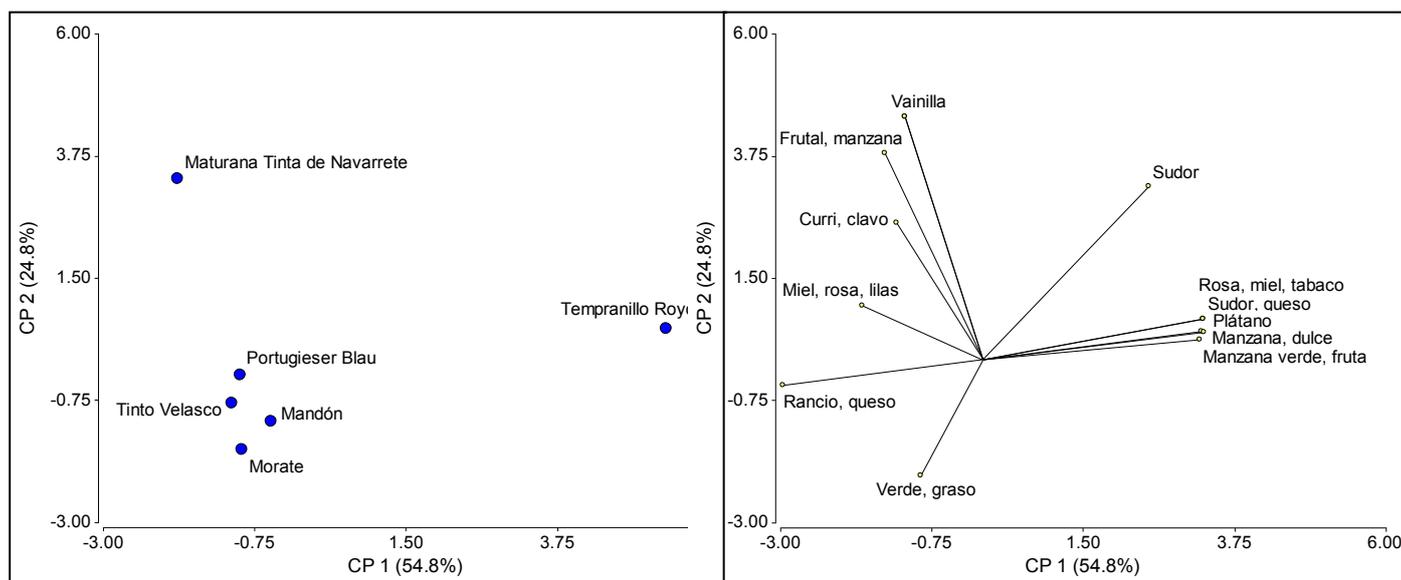


Figura 4.3.41. ACP de 6 variedades estudiadas para descriptores aromáticos con OAV>1, de entre todos los compuestos aromáticos analizados en el año 2010.

El ACP de la figura 4.3.41 recogió el 79.6 % de la variabilidad observada en las 6 variedades estudiadas por segundo año consecutivo en el 2010. Al igual que en el ACP del año anterior, se manifestó la diferencia observada según el color de vino: el vino blanco a la derecha del gráfico (Figura 4.3.41) y los vinos tintos a la izquierda, en los valores más negativos del eje de abscisas. Se observó un grupo mayoritario de variedades, integrado por Portugieser Blau, Tinto Velasco, Mandón y Morate, con bastante similitud entre todas ellas. Dicho grupo se relacionó con los descriptores de verde, graso, rancio y queso; en contraposición a los

descriptores más ligados al vino blanco de la variedad Tempranillo Rojo: notas frutales de manzana y plátano, además de flores y sudor. Maturana Tinta de Navarrete se mostró como la variedad vinificada en tinto más diferente del resto, estrechamente ligada a los descriptores de especias, fruta y vainilla.

4.3.6. RELACIÓN ENTRE AMINOÁCIDOS DEL MOSTO Y COMPUESTOS VOLÁTILES DEL VINO.

Algunos compuestos volátiles sintetizados por las levaduras cambian en función de la fuente de nitrógeno del mosto o de su concentración (Bell and Henschke, 2005). Considerando dichas relaciones propuestas en anteriores estudios, se determinaron los coeficientes de correlación de Pearson existentes entre la concentración de los aminoácidos analizados en los mostos y la de los compuestos volátiles de los respectivos vinos. En la vendimia 2009 se utilizaron 17 variedades, mientras que en la vendimia 2010 se volvió a repetir el mismo análisis con las 6 variedades estudiadas.

Si bien investigaciones anteriores muestran una estrecha relación entre las concentraciones de los distintos aminoácidos hallados en mostos y las de los compuestos volátiles de los vinos correspondientes, expresadas como porcentaje de cada compuesto con respecto al total de la composición volátil de dicho vino (Hernández-Orte *et al.*, 2002; Ferreira *et al.*, 1996), en el presente estudio se obtuvieron numerosos coeficientes de correlación de Pearson con alto grado de significación ($\alpha \leq 0.01$) considerando las concentraciones totales de los diferentes compuestos, tanto en aminoácidos como en aromas (expresadas en $\mu\text{g/l}$). Por lo tanto, se descartó el empleo de las concentraciones relativas en los compuestos volátiles para determinar dichos coeficientes de correlación.

4.3.6.1. RELACIONES DESTACADAS EN LA COSECHA 2009

En la cosecha 2009 se hallaron correlaciones significativas entre los compuestos nitrogenados y las moléculas volátiles que aparecen en la tabla 4.3.17. Es de destacar que en todos los casos las correlaciones fueron de signo positivo. Según esta tabla, los aminoácidos asparagina, alanina, α -aminobutírico, cisteína, cistationina, fenilalanina, tirosina, valina y el ión amonio fueron los más importantes, en lo que a precursores de sustancias volátiles se refiere. Destacó la molécula Z-3-hexanol por ser el compuesto volátil con mayor dependencia de los aminoácidos mencionados, puesto que se correlacionó con todos ellos, a excepción de los azufrados.

Todos los aminoácidos enumerados anteriormente a excepción de fenilalanina y tirosina, volvieron a correlacionarse en la siguiente campaña 2010 con algunos aromas,

indicando la existente vinculación entre la concentración de éstos aminoácidos y la composición aromática de los vinos; si bien cabe destacar que únicamente la cisteína y el ión amonio se correlacionaron con la misma molécula volátil en las dos campañas estudiadas. Así, por un lado se hallaron correlaciones significativas positivas entre el aminoácido azufrado cisteína y el nerol (aunque con menor nivel de significación – $\alpha \leq 0.05$ – en la vendimia 2010). Por otro lado, el ión amonio se correlacionó con Z-3-hexanol, con el mismo nivel de significación ($\alpha \leq 0.01$) en ambos años. En este caso, hay que destacar que tanto el nerol, como el Z-3-hexanol son sustancias que no se generan durante la fermentación, sino encuadradas dentro del aroma varietal y prefermentativo respectivamente.

En lo que a sustancias generadas durante el proceso fermentativo respecta, son numerosas las investigaciones que han hallado correlaciones: entre el contenido aminoacídico total y el total de sustancias volátiles, entre los contenidos individuales de algunos aminoácidos y determinadas sustancias volátiles, y entre las cantidades de fenilalanina con la familia de alcoholes de alcoholes superiores (Miller *et al.*, 2007; Vilanova *et al.*, 2007; Vilanova *et al.*, 2012; Ugliano *et al.*, 2010; Hernández-Orte *et al.*, 2002; Hernández-Orte *et al.*, 2005; Hernández-Orte *et al.*, 2006; Garde-Cerdán and Ancín-Azpilicueta, 2008).

4.3.17 Coeficientes de correlación de Pearson entre los aminoácidos de los mostos y los aromas de los vinos para las 17 variedades estudiadas durante la cosecha 2009.

| | Nerol | Z-3-hexanol | Acetato de isoamilo | Acetato de hexilo | Succinato de dietilo | Ácido dodecanoico | 4-etil guaiacol |
|--|---------|-------------|---------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-----------------|
| Asparagina | -0.061 | 0.820** | 0.681** | 0.714** | 0.476 | -0.080 | -0.068 |
| Alanina | 0.226 | 0.774** | 0.273 | 0.342 | 0.521* | 0.184 | 0.154 |
| α-aminobutirico | 0.082 | 0.818** | 0.280 | 0.285 | 0.662** | 0.185 | 0.043 |
| Cisteína | 0.745** | -0.146 | -0.215 | 0.163 | -0.139 | 0.646** | 0.896** |
| Cistationina | 0.409 | 0.127 | 0.249 | 0.613** | -0.163 | 0.478 | 0.573* |
| Fenil-alanina | 0.469 | 0.664** | 0.414 | 0.647** | 0.410 | 0.303 | 0.495* |
| Tirosina | 0.216 | 0.827** | 0.443 | 0.555* | 0.587* | 0.181 | 0.241 |
| Valina | 0.291 | 0.612** | 0.139 | 0.319 | 0.211 | 0.440 | 0.253 |
| Ión amonio | 0.016 | 0.647** | 0.568* | 0.683** | 0.309 | -0.123 | -0.116 |

** , * La correlación es significativa ($\alpha \leq 0,01$), ($\alpha \leq 0,05$) respectivamente.

En la primera campaña de este estudio, no se han hallaron correlaciones entre las cantidades individualizadas de ninguno de los alcoholes. Se encontraron correlaciones positivas entre las cantidades de determinados acetatos y determinados aminoácidos: los niveles de acetato de hexilo existentes en los vinos se correlacionaron con las cantidades de

asparagina, cistationina, fenilalanina, tirosona e ión amonio existentes en los mostos; y de igual modo, los del acetato de 3 metilbutilo con las de asparagina e ión amonio (Tabla 4.3.17). Por otra parte, también se correlacionaron los contenidos de succinato de dietilo con las cantidades de alanina y aminobutírico. En este sentido, hay que considerar que aunque se ha eliminado el factor “levadura”, pues los mostos fueron fermentados con las mismas levaduras, se trata de mostos procedentes de variedades diferentes. Ello puede explicar la escasez de correlaciones, debido a que el factor varietal tiene una gran influencia dentro del estudio de las relaciones entre los aminoácidos y las sustancias volátiles. La mayoría de los trabajos citados anteriormente han sido desarrollados con mostos sintéticos ó con adiciones controladas de compuestos nitrogenados sobre un mosto base (Hernández-Orte *et al.*, 2002; Hernández-Orte *et al.*, 2005; Hernández-Orte *et al.*, 2006; Garde-Cerdán and Ancín-Azpilicueta, 2008; Ferreira *et al.*, 1996), pero en escasas ocasiones se ha partido de la heterogeneidad que ofrecen los mostos procedentes de una amplia gama de variedades distintas, como se trata en el presente estudio; de ahí la importancia de este trabajo.

El resto de moléculas volátiles estudiadas sólo se correlacionaron con 1 aminoácido: nerol, ácido dodecanoico y 4-etilguaiacol se correlacionaron con cisteína, mientras que acetato de isoamilo se correlacionó con asparagina y succinato de dietilo con α -aminobutirico (Tabla 4.3.17).

4.3.6.2. RELACIONES DESTACADAS EN LA COSECHA 2010

A nivel de composición volátil, en la cosecha 2010 se estableció un mayor número de correlaciones que en la 2009, debido al menor número de variedades consideradas en esta segunda campaña. De esta forma, al disminuir de 17 a 6 las variedades consideradas, el factor varietal pasó a ser menos determinante, pero de ningún modo despreciable. Aún así, en todas las familias aromáticas estudiadas se hallaron correlaciones significativas; la mayor parte de ellas positivas con los aminoácidos analizados, como reflejan las tablas que se muestran a continuación.

Considerando la familia de los terpenos (Tabla 4.3.18), en la campaña 2010 no se halló correlación del nerol con ninguna de las 34 sustancias amínicas analizadas; con la excepción de la correlación poco significativa establecida con el aminoácido cisteína ($\alpha \leq 0,05$; datos no mostrados). Sin embargo las cantidades de geraniol, linalol, y citronelol, especialmente este

último, mostraron una correlación muy significativa ($\alpha \leq 0,01$) en la mayoría de los casos con los aminoácidos mostrados en la tabla 4.3.18. Se debe tener en cuenta que estos compuestos no son productos de la actividad metabólica de las levaduras, por lo que los altos niveles de correlación podrían deberse a que la acumulación de todas estas sustancias ocurrió de forma paralela durante su síntesis en la planta.

4.3.18. Coeficientes de correlación de Pearson obtenidos entre los aminoácidos de los mostos y los terpenos analizados en los vinos, en las 6 variedades estudiadas durante la cosecha 2010.

| | Geraniol | Linalol | Citronelol |
|------------------------|----------|---------|------------|
| Ácido glutámico | 0.736 | 0.901* | 0.969** |
| Alanina | 0.679 | 0.892* | 0.955** |
| Cistationina | 0.948** | 0.722 | 0.890* |
| Leucina | 0.719 | 0.776 | 0.930** |
| Serina | 0.656 | 0.973** | 0.952** |
| Treonina | 0.787 | 0.968** | 0.991** |
| Triptófano | 0.657 | 0.844* | 0.937** |
| Valina | 0.681 | 0.815* | 0.947** |

** , * La correlación es significativa ($\alpha \leq 0,01$), ($\alpha \leq 0,05$) respectivamente.

En el caso de los compuestos C6 durante la campaña 2010, se correlacionaron las moléculas 1-hexanol, E-3- hexanol y Z-3 hexanol con distintos aminoácidos (Tabla 4.3.19). Las correlaciones establecidas en el 2009, a excepción del Z-3-hexanol con el ión amonio, no se repitieron para esta segunda campaña 2010. En este caso también se debe considerar que estas sustancias tampoco son el resultado de la actividad metabólica de las levaduras.

4.3.19. Coeficientes de correlación de Pearson obtenidos entre aminoácidos de los mostos y compuestos C6 de los vinos, en las 6 variedades estudiadas durante la cosecha 2010.

| | 1-hexanol | E-3- hexanol | Z-3- hexanol |
|--------------------------|-----------|-----------------|-----------------|
| Cistationina | 0.813* | 0.395 | 0.988** |
| Glycina | 0.747 | 0.573 | 0.956** |
| Ornitina | -0.031 | 0.940** | 0.004 |
| Sarcosina | 0.799 | 0.583 | 0.944** |
| Treonina | 0.950** | 0.520 | 0.782 |
| Ión amonio | 0.780 | 0.598 | 0.945** |
| 1-metil histidina | 0.255 | 0.977** | 0.453 |

** , * La correlación es significativa ($\alpha \leq 0,01$), ($\alpha \leq 0,05$) respectivamente.

En el caso de los alcoholes, que sí son ya sustancias derivadas del metabolismo de las levaduras, es de destacar cómo se hallaron bastantes correlaciones con aminoácidos analizados (Tabla 4.3.20). Destacó el 2-pentanol, correlacionado con 6 de los 12 aminoácidos expuestos en esta tabla: ácido aspártico, ácido glutámico, cistationina, glicina, sarcosina y el ión amonio. El siguiente compuesto con más correlaciones fue el 2-3-butanodiol, correlacionado positivamente ($\alpha \leq 0,01$) con cisteína y lisina, aunque negativamente ($\alpha \leq 0,01$) con taurina. Tres de los alcoholes analizados (2-metil-1-propanol, 1-butanol y 2+3-metil-1-butanol) mostraron correlaciones positivas con los aminoácidos etanolamina y taurina a la vez; y en la mayoría de los casos fueron correlaciones altamente significativas ($\alpha \leq 0,01$). Además, 1-butanol se correlacionó positivamente con fenilserina, mientras que 2+3-metil-1-butanol se correlacionó negativamente con lisina. Por último, destacó la única correlación significativa y positiva que mostró el alcohol 2-heptanol con el aminoácido ornitina.

4.3.20. *Coefficientes de correlación de Pearson obtenidos entre los aminoácidos de los mostos y los alcoholes analizados en los vinos, en las 6 variedades estudiadas durante la cosecha 2010.*

| | 2-metil-1-propanol | 1-butanol | 2+3-metil-1-butanol | 2-heptanol | 2-3-butanodiol | 2-pentanol |
|----------------------|--------------------|-----------|---------------------|------------|----------------|------------|
| Ác. Aspártico | 0.698 | 0.719 | 0.573 | 0.551 | -0.413 | 0.952** |
| Ác. glutámico | 0.807 | 0.710 | 0.693 | 0.474 | -0.595 | 0.923** |
| Cistationina | 0.613 | 0.451 | 0.323 | 0.062 | -0.200 | 0.966** |
| Cisteína | -0.542 | -0.501 | -0.815* | -0.434 | 0.917** | 0.131 |
| Etanolamina | 0.954** | 0.964** | 0.891* | 0.425 | -0.737 | 0.643 |
| Fenilserina | 0.764 | 0.964** | 0.828* | 0.503 | -0.667 | 0.419 |
| Glicina | 0.622 | 0.591 | 0.384 | 0.280 | -0.209 | 0.985** |
| Lisina | -0.803 | -0.702 | -0.955** | -0.454 | 10.000** | -0.257 |
| Ornitina | 0.071 | 0.403 | 0.321 | 0.955** | -0.257 | 0.323 |
| Sarcosina | 0.675 | 0.605 | 0.455 | 0.306 | -0.304 | 0.993** |
| Taurina | 0.917** | 0.904* | 0.995** | 0.510 | -0.927** | 0.377 |
| Ión amonio | 0.621 | 0.544 | 0.404 | 0.291 | -0.268 | 0.999** |

** , * La correlación es significativa ($\alpha \leq 0,01$), ($\alpha \leq 0,05$) respectivamente.

De los resultados mostrados en la tabla 4.3.21, pudo observarse que, en general y a excepción del ácido octanoico, que presentó dos correlaciones altamente significativas (positiva con lisina y negativa con taurina), las cantidades de ácidos no resultaron estar muy correlacionadas con los aminoácidos presentes en los mostos. A destacar, que las cantidades de ácidos de 4, 6, 8 y 10 átomos de carbono presentes en los vinos manifestaron bastantes correlaciones con el aminoácido lisina.

4.3.21. *Coeficientes de correlación de Pearson obtenidos entre los aminoácidos de los mostos y los ácidos analizados en los vinos, en las 6 variedades estudiadas durante la cosecha 2010.*

| | Ácido butírico | Ácido hexanoico | Ácido heptanoico | Ácido octanoico | Ácido decanoico | Ácido hexadecanoico |
|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| Cistationina | 0.245 | 0.281 | 0.919** | -0.202 | -0.226 | 0.912* |
| Lisina | 0.841* | 0.876* | -0.188 | 10.000** | 0.979** | -0.472 |
| Taurina | -0.821* | -0.704 | 0.210 | -0.929** | -0.911* | 0.497 |
| Treonina | -0.202 | -0.225 | 0.825* | -0.650 | -0.682 | 0.942** |

** , * La correlación es significativa ($\alpha \leq 0,01$), ($\alpha \leq 0,05$) respectivamente.

En la tabla 4.3.22 se mostraron las correlaciones establecidas entre la familia de ésteres y acetatos con los correspondientes aminoácidos. Cabe destacar que de 12 correlaciones altamente significativas ($\alpha \leq 0,01$) sólo una de ellas fue negativa; el resto fueron todas positivas, mostrando la especial relevancia que tiene el contenido aminoacídico de los mostos sobre la composición aromática de los vinos y, fundamentalmente en la familia de ésteres y acetatos.

4.3.22. *Coeficientes de correlación de Pearson obtenidos entre los aminoácidos de los mostos y los ésteres analizados en los vinos, en las 6 variedades estudiadas durante la cosecha 2010.*

| | Acetal- dehido | Acetato de isoamilo | Acetato de hexilo | 2-fenil etil acetato | Butirato de etilo | 3-metil butirato de etilo | Hexanoato de etilo | Octanoato de etilo |
|-----------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Á. aspártico | 0.883* | -0.421 | -0.319 | -0.393 | 0.895* | 0.862* | -0.441 | -0.460 |
| Á. glutámico | 0.931** | -0.615 | -0.553 | -0.579 | 0.872* | 0.863* | -0.633 | -0.636 |
| Alanina | 0.884* | -0.634 | -0.551 | -0.607 | 0.859* | 0.819* | -0.650 | -0.665 |
| Asparagina | 0.808 | -0.350 | -0.238 | -0.326 | 0.967** | 0.747 | -0.404 | -0.371 |
| Cistationina | 0.947** | -0.248 | -0.239 | -0.178 | 0.745 | 10.000** | -0.239 | -0.254 |
| Glycina | 0.904* | -0.236 | -0.170 | -0.185 | 0.806 | 0.962** | -0.232 | -0.265 |
| Leucina | 0.831* | -0.474 | -0.384 | -0.441 | 0.708 | 0.870* | -0.448 | -0.523 |
| Lisina | -0.361 | 0.993** | 0.957** | 0.999** | -0.321 | -0.200 | 0.984** | 0.998** |
| Sarcosina | 0.944** | -0.334 | -0.276 | -0.282 | 0.841* | 0.967** | -0.337 | -0.357 |
| Taurina | 0.403 | -0.900* | -0.813* | -0.912* | 0.341 | 0.320 | -0.865* | -0.943** |
| Treonina | 0.875* | -0.690 | -0.647 | -0.634 | 0.751 | 0.853* | -0.673 | -0.689 |
| Ión amonio | 0.953** | -0.305 | -0.255 | -0.249 | 0.864* | 0.972** | -0.315 | -0.320 |
| Valina | 0.820* | -0.570 | -0.486 | -0.539 | 0.682 | 0.841* | -0.540 | -0.616 |
| y-amino butírico | 0.474 | -0.863* | -0.754 | -0.861* | 0.465 | 0.425 | -0.827* | -0.898* |

** , * La correlación es significativa ($\alpha \leq 0,01$), ($\alpha \leq 0,05$) respectivamente.

Destacaron el acetaldehído ó etanal y el 3-metilbutirato de etilo (Tabla 4.3.22), ambos con 10 correlaciones positivas en total y 4 de ellas altamente significativas ($\alpha \leq 0,01$). El octanoato de etilo mostró dos correlaciones significativas ($\alpha \leq 0,01$) con lisina y taurina, pero en sentido negativo para el segundo caso. Los 5 compuestos restantes mostrados en la tabla sólo se correlacionaron significativamente con 1 aminoácido: acetato de isoamilo, acetato de hexilo, 2-feniletacetato y hexanoato de etilo con lisina; mientras que butirato de etilo se correlacionó con asparagina.

De entre los 56 compuestos volátiles detectados analíticamente, sólo 27 no obtuvieron ninguna correlación de Pearson significativa ($\alpha \leq 0.01$) con ninguno de los aminoácidos descritos en el estudio. Como consecuencia, y atendiendo a las diferentes tablas expuestas anteriormente, se pone de manifiesto la importancia de la concentración y distribución del perfil aminoacídico de la uva sobre el contenido aromático del vino correspondiente, pues en todas las familias se hallaron correlaciones entre ambas sustancias.

A nivel de aminoácidos, como ha quedado expuesto en los resultados anteriores, cabe destacar la relevancia del aminoácido lisina en la composición volátil del vino: se hallaron 10 correlaciones con compuestos volátiles, todos ellos formados durante la etapa fermentativa fundamentalmente ácidos y acetatos. En todos los casos la correlación fue positiva, a excepción del alcohol 2+3-metil-1-butanol (Tabla 4.4.8). Previos estudios ya mostraron la correlación positiva de este aminoácido sobre dos ácidos volátiles (ácido hexanoico y octanoico), así como sobre otros dos acetatos: etil-butirato y isoamil acetato (Hernández-Orte *et al.*, 2002).

Cistationina mostró 7 correlaciones ($\alpha \leq 0.01$), todas ellas positivas, y también fundamentalmente con ácidos volátiles y acetatos. Destacaron también dos aminoácidos correlacionados con 6 moléculas volátiles (taurina y sarcosina), y otros dos más (cisteína y ión amonio) que obtuvieron 5 correlaciones de Pearson significativas ($\alpha \leq 0.01$).

El aminoácido treonina, propuesto por otros autores (Hernández-Orte *et al.*, 2002) como el más influyente sobre la composición volátil de los vinos, especialmente con alocholes superiores, se mostró correlacionado con cuatro compuestos: dos terpenos (linalol y citronelol), 1-hexanol y el ácido hexadecanoico.

Los aminoácidos glicina y ácido glutámico se correlacionaron con 4 y 3 compuestos volátiles respectivamente, fundamentalmente acetatos y alcoholes superiores en ambos casos. El resto de aminoácidos que se correlacionaron con 1 ó 2 moléculas volátiles en la cosecha 2010 sumaron un total de 16; casi la mitad de los aminoácidos descritos en los análisis. Sólo 9 aminoácidos no se correlacionaron con ninguno de los 56 compuestos volátiles descritos en los vinos.

Considerando las características organolépticas recogidas en la caracterización ampelográfica del presente trabajo, así como también las particularidades encontradas en la concentración de aminoácidos, la variedad Agawam destacó entre el resto de variedades estudiadas por poseer un notable gusto “foxé” y una gran riqueza en alanina. Aunque este aminoácido sólo estuvo correlacionado a un nivel de significación ($\alpha \leq 0.01$) con el citronelol, Agawam obtuvo máximos en la composición volátil de diversas moléculas que podrían contribuir positivamente en la percepción sensorial del gusto foxé: α -terpineol, Z-3-hexanol y succinato de dietilo.

El presente estudio demuestra que, aunque se han realizado muchos trabajos para identificar las relaciones específicas existentes entre determinados compuestos volátiles y sus posibles aminoácidos precursores, la mayoría de ellos se han desarrollado con mostos sintéticos ó con adiciones controladas de compuestos nitrogenados sobre un mosto base, pero en escasas ocasiones se parte de la heterogeneidad que ofrecen los mostos procedentes de una amplia gama de variedades distintas, como se hace en este estudio.

4.3.7. EVALUACIÓN SENSORIAL

Todos los vinos tintos elaborados durante los años 2009 y 2010 fueron sometidos a una evaluación sensorial por un panel de 15 catadores expertos y previamente entrenados. Se introdujo por duplicado una misma muestra seleccionada al azar para evaluar la reproducibilidad de cada miembro del panel. La desviación estándar de las dos puntuaciones realizadas para cada descriptor por cada uno de los catadores del panel en el vino duplicado no superó el 10 % del valor medio. Por lo tanto, el panel fue considerado apto para el estudio de caracterización sensorial de variedades.

En la ficha de cata, basada en la normativa ISO 11035, se valoraron un total de 43 descriptores organolépticos en cada vino, otorgando una puntuación entre 0 y 5 para cada descriptor, de acuerdo con la intensidad percibida (de menor a mayor). Con el fin de utilizar sólo aquellos descriptores más relevantes en la caracterización varietal, no se consideraron aquellos cuyas medias geométricas fueron inferiores al 25 % en el conjunto de los dos años evaluados. Por ello, únicamente se seleccionaron 26 de los 43 descriptores utilizados, quedando eliminados el 40 % de los mismos. En fase visual no hubo descartes, pero en fase olfativa sólo fueron seleccionados 6 de 19 descriptores, quedando eliminados los siguientes: especias, reducción, plantas aromáticas, lácteos, pastelería, balsámico, frutos secos, levadura, mantequilla, alcohólico, vainilla, animal y roble. El descriptor “floral” quedó incluido en la lista por su especial interés en la caracterización varietal, a pesar de ser el primero con la media geométrica por debajo del corte establecido (25 %). En la fase gustativa se eliminaron 2 de los 12 descriptores (ardiente y químico) y en la fase retronasal se eliminaron otros 2 de 6 (láctico y madera).

4.3.7.1. FASE VISUAL

El gráfico ACP que recogió la evaluación visual de los vinos tintos elaborados el año 2009 (Figura 4.3.42) explicó el 94.3 % de toda la variabilidad observada; recogiendo en el eje de abscisas un 63.1 %. Pudieron diferenciarse dos grandes grupos de variedades: en la mitad derecha del gráfico se ubicaron las variedades que fueron percibidas con mayor intensidad colorante, mientras que en la izquierda se situaron aquellas correspondientes a vinos con menos color: Trepat, Desconocida 1, Desconocida 2 y Morate. Contrastando estos resultados

con los valores de ICM (intensidad colorante) obtenidos en la caracterización enológica, puede observarse que estas cuatro variedades coincidieron con las que presentaron una ICM más baja, confirmándose de nuevo la ligera capa de color de los vinos. Además, Desconocida 2 destacó por mostrarse como la menos limpia, brillante ó vivaz; mientras que Trepat fue considerada como una variedad con gran limpieza, por su proximidad a este descriptor en el gráfico ACP (Figura 4.3.42).

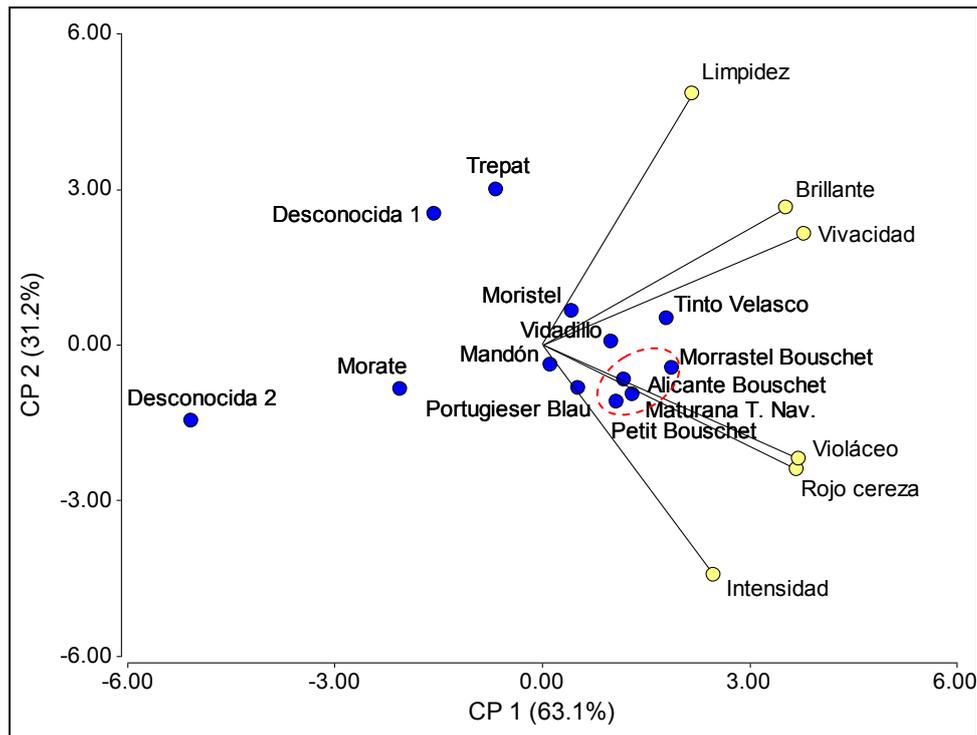
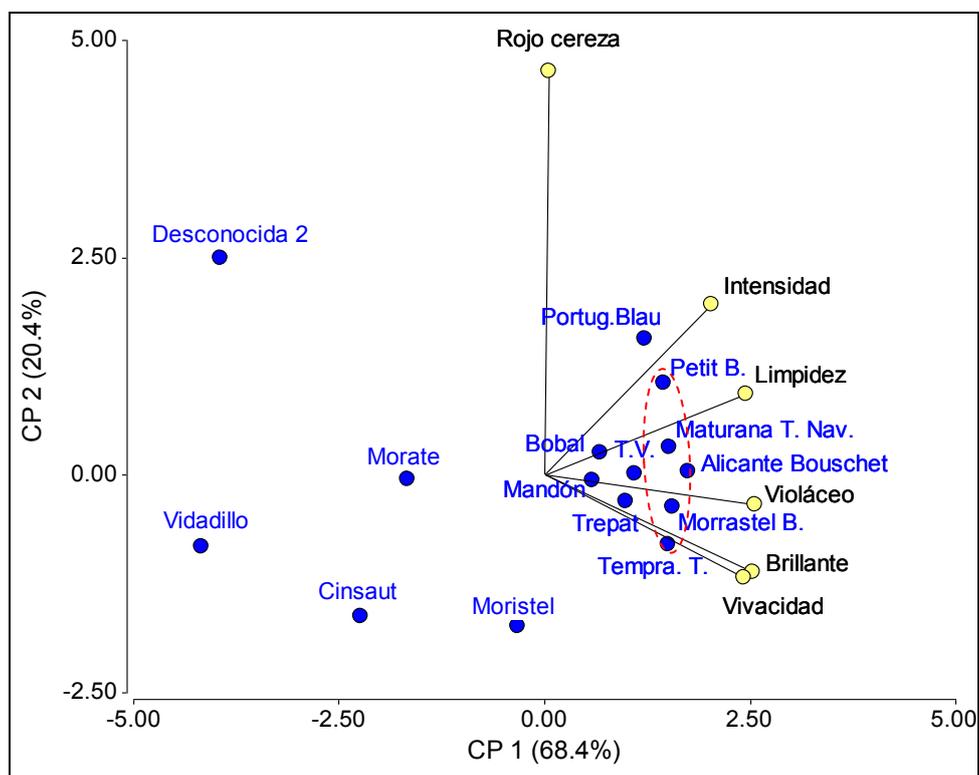


Figura 4.3.42. ACP de la fase visual descrita en los 13 vinos tintos varietales de la cosecha 2009.

Dentro de la mitad derecha del gráfico (Figura 4.3.42), destacó un grupo de 4 variedades (Petit Bouschet, Maturana Tinta de Navarrete, Alicante Henri Bouschet y Morrastel Bouschet) por ser percibido con mayor intensidad y de carácter violáceo ó rojo cereza. Todas las variedades del grupo eran tintoreras, a excepción de Maturana Tinta de Navarrete. Al igual que en el caso anterior, las 4 coincidieron con los valores más altos de ICM obtenidos en la caracterización enológica. Cabe destacar que tanto el descriptor “violáceo” como “rojo cereza” fueron percibidos por el panel de catadores como dos variables relacionadas entre sí, haciendo alusión a la mayor intensidad colorante de los vinos.

El gráfico ACP de la fase visual de los vinos en la cosecha 2010 (Figura 4.3.43) mostró el 88.8 % de toda la variabilidad descrita, que fue fundamentalmente explicada en el eje de

abscisas con casi el 70 %. Al igual que en el gráfico anterior, se diferenciaron dos grandes grupos de variedades. En la mitad izquierda se ubicaron los 5 vinos con menor intensidad colorante (Desconocida 2, Vidadillo, Morate, Cinsaut y Moristel) que coincidieron con los 5 valores de ICM más bajos en los análisis de espectrofotometría; mientras que en la mitad derecha se ubicaron las variedades con mayor capa de color. Dentro del grupo de menor intensidad colorante, repitieron por segundo año consecutivo las variedades Desconocida 2 y Morate. Además, en ambos años se ubicaron en el sentido opuesto a los descriptores “brillante” y “vivacidad”, sobre todo en el caso de Desconocida 2; haciendo alusión a la carencia de estas propiedades en el vino obtenido. A este grupo se sumaron Vidadillo y Moristel, ubicadas el año anterior en el grupo de mayor color. Sin embargo, la variedad Trepat que en el 2009 mostró poca intensidad colorante, en esta ocasión se ubicó en la zona de variedades con buena capa de color.



T.V. = Tinto Velasco; Tempra. T. = Tempranillo Tinto; Petit B. = Petit Bouschet

Figura 4.3.43. ACP de la fase visual descrita en los 15 vinos tintos varietales de la cosecha 2010.

Dentro del grupo de variedades con mayor intensidad colorante, ubicado en la mitad derecha del gráfico (Figura 4.3.43), volvieron a destacar en las posiciones más positivas del eje de abscisas las 3 variedades tintoreras y Maturana Tinta de Navarrete. Todas ellas coincidieron también con los valores más altos de ICM en los análisis de espectrofotometría, al igual que

ocurrió el año anterior. Destacó también la variedad Portugieser Blau, muy próxima al descriptor de “intensidad”, aunque las analíticas no confirmaron dicha apreciación visual en cata. Por último, cabe destacar que tanto la variedad Mandón como Tinto Velasco mostraron posiciones intermedias en los gráficos ACP ambos años, pero siempre dentro del grupo de variedades con alta capa de color.

El patrón de comportamiento de todas las variedades fue similar en los dos años estudiados. Destacaron las 3 variedades tintoreras junto con Maturana Tinta de Navarrete por su gran intensidad colorante; seguidas de Portugieser Blau. En un nivel intermedio se situaron Tinto Velasco, Bobal y Mandón; seguidas de Moristel, Vidadillo y Trepal en un nivel inferior. Por último, los vinos con menos atributos en cuanto a la fase visual se correspondieron con las dos variedades desconocidas, junto con Morate y Cinsaut.

4.3.7.2. FASE OLFATIVA

En el gráfico ACP de la fase olfativa de los vinos de la cosecha 2009 (Figura 4.3.44), se recogió el 78.2 % de toda la variabilidad descrita a nivel aromático por los 6 descriptores seleccionados. El eje de abscisas explicó el 41.6 % de la variabilidad, mientras que el eje de ordenadas mostró el 36.6 %. Atendiendo a los descriptores afrutados, se pudo observar un gradiente en sentido horario en la mitad derecha del gráfico: desde fruta pasificada en la zona superior, siguiendo a fruta madura para los valores más positivos del eje de abscisas y finalizando en fruta fresca en la zona inferior.

El grupo compuesto por las tres variedades tintoreras (Petit Bouschet, Alicante Henri Bouschet y Morrastel Bouschet) se mostró bastante relacionado con la fruta pasificada, si bien Morrastel Bouschet estuvo marcada también por las notas herbáceas; posiblemente debido al carácter heredado de la variedad Graciano, que es uno de sus dos parentales (Cabezas *et al.*, 2003).

Destacó también la variedad Maturana Tinta de Navarrete por su estrecha vinculación con los descriptores de intensidad, fruta madura y herbáceos. Tanto la elevada intensidad aromática como su carácter herbáceo, pudieron verse originados por la presencia de 3-isobutil-2-metoxipirazina (IBMP) en los vinos, como ya había sido descrito en estudios previos

(Balda *et al.*, 2013). El carácter de fruta madura pudo ser debido a las condiciones cálidas de la añada 2009, cuya buena integral térmica pudo propiciar dichas notas olfativas.

Otra variedad muy destacada por su proximidad al carácter floral fue Trepat (Figura 4.3.44). A pesar de no haber destacado en la fase visual y que a nivel agronómico se evidenció el gran potencial productivo de la variedad, en la fase olfativo mostró unos atributos aromáticos muy destacados e interesantes para la calidad de los vinos. Sin embargo, las dos variedades desconocidas y Morate se ubicaron en las áreas opuestas a los descriptores, reflejándose la carencia de expresividad aromática de los vinos que originaron. Por último, en la zona central del gráfico, se encontró un grupo intermedio formado por las variedades Portugieser Blau, Vidadillo, Tinto Velasco, Mandón y Moristel. Todas ellas mostraron intensidades medias y se caracterizaron predominantemente por notas de fruta pasificada, madura y fresca respectivamente.

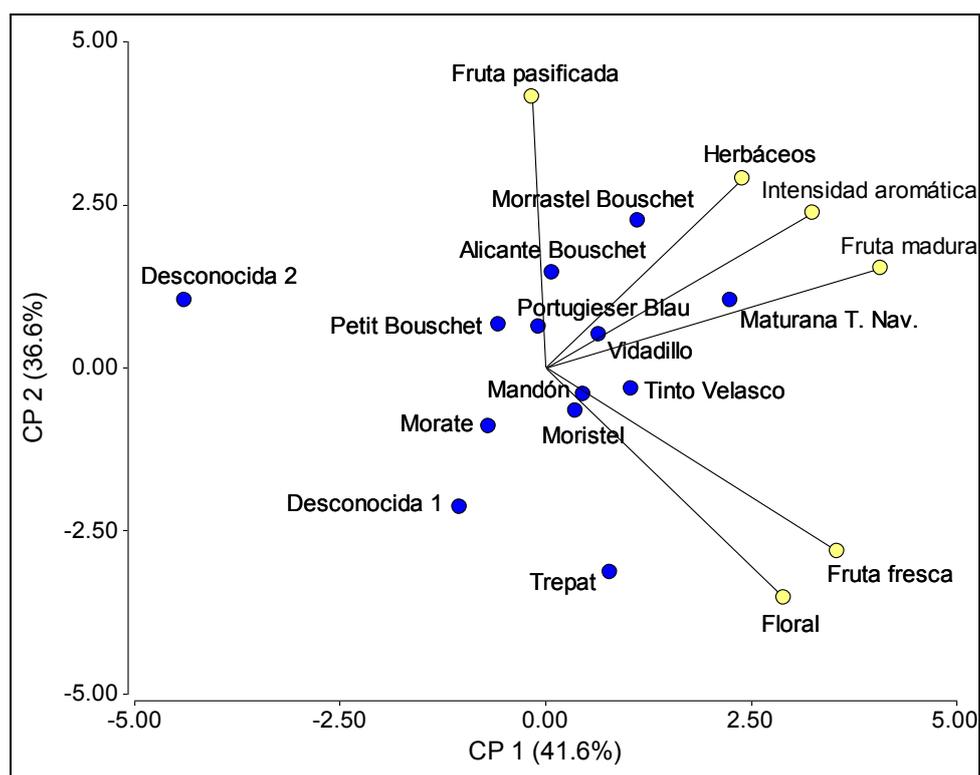


Figura 4.3.44. ACP de la fase olfativa de los 13 vinos tintos varietales de la cosecha 2009.

Considerando los resultados de fase aromática en los vinos de la cosecha 2010 (Figura 4.3.45), pudo apreciarse que las variedades no se encontraron tan agrupadas como en la cosecha 2009, donde la mayor integral térmica pudo derivar los perfiles aromáticos varietales

hacia notas más maduras y pasificadas. El gráfico ACP explicó el 67.8 % de toda la variabilidad descrita a nivel aromático por los seis descriptores seleccionados (Figura 4.3.45), recogiendo un porcentaje similar en ambos ejes: 36.8 % en las abscisas y 31 % en ordenadas.

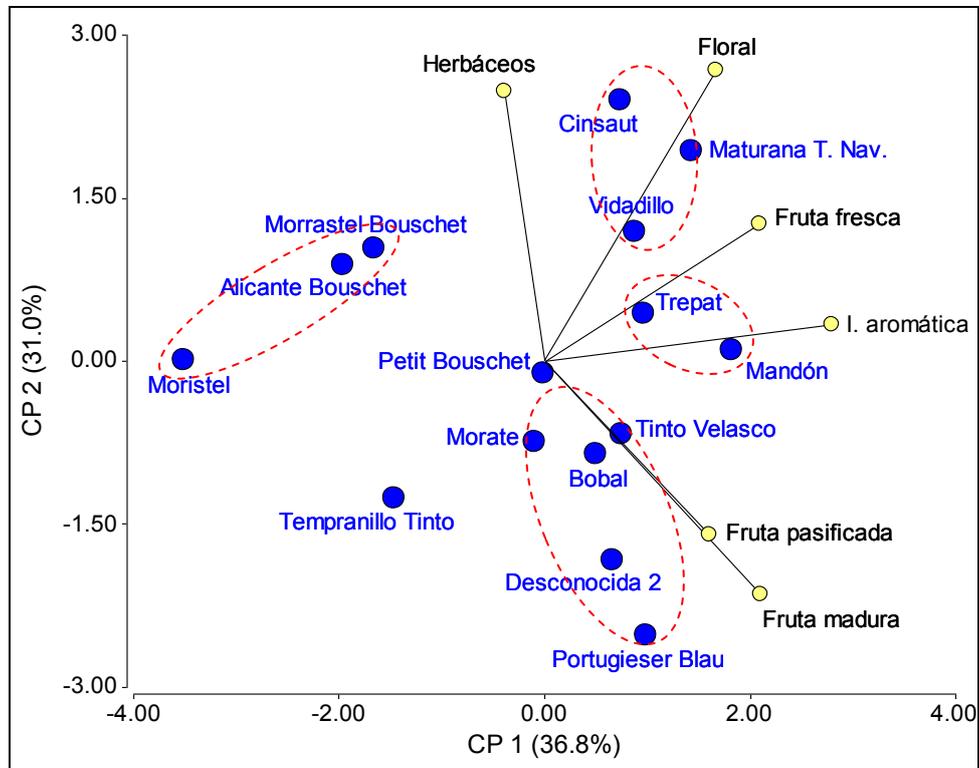


Figura 4.3.45. ACP de la fase olfativa de los 15 vinos tintos varietales de la cosecha 2010.

En el gráfico ACP (Figura 4.3.45) pudieron distinguirse cuatro tendencias bien diferenciadas. En la zona alta se establecieron las variedades con perfiles aromáticos más frescos (herbáceos y florales), mientras que en la zona baja se localizaron las variedades con carácter más maduro (fruta madura y pasificada). Por otro lado, en la zona derecha se encontraron las variedades con intensidad aromática elevada y a la izquierda aquellas con menor potencia aromática.

Según estas apreciaciones, pudieron establecerse diferentes grupos de variedades que obedecieron a similares patrones de comportamiento:

1. Cinsaut, Maturana Tinta de Navarrete y Vidadillo: carácter floral, herbáceo y de fruta fresca, con alta intensidad aromática.
2. Trepát y Mandón: carácter de fruta fresca y gran intensidad aromática.

3. Portugieser Blau, Desconocida 2, Bobal, Tinto Velasco, Morate y Tempranillo Tinto: notas de fruta madura y fruta pasificada, sin poseer una gran intensidad aromática.
4. Moristel, Alicante Henri Bouschet y Morrastel Bouschet: poca intensidad aromática y un ligero carácter herbáceo en las dos últimas.

Por último, la variedad Petit Bouschet, que se localizó en el centro del gráfico ACP, pudo asociarse con un perfil aromático bastante complejo y de intensidad aromática media.

Considerando los dos años estudiados, pudieron destacarse las siguientes variedades por haber manifestado un patrón aromático similar y estable:

- Portugieser Blau, por su carácter de fruta madura. Esta característica pudo ser originada por tratarse de una variedad de ciclo corto, como ya se recogió en la caracterización agronómica y enológica, con más facilidad para sobremadurar la uva y propiciar así un perfil aromático característico en el vino.
- Trepát, por su carácter floral y de fruta fresca. Los elevados rendimientos en campo y el menor grado de maduración de la uva observado ambos años, también pudieron repercutir en las características mencionadas.
- Vidadillo: aunque en menor medida, esta variedad también se asoció ambos años con notas herbáceas.
- Maturana Tinta de Navarrete: posiblemente fue la variedad que más destacó ambos años de entre el conjunto de variedades analizadas, por su gran intensidad aromática y sus notas florales-herbáceas.

4.3.7.3. FASE GUSTATIVA

El gráfico ACP de los vinos elaborados en la cosecha 2009 recogió el 74.7 % de toda la variabilidad descrita a nivel gustativo por 10 de los 12 descriptores seleccionados (Figura 4.3.46). El eje de abscisas explicó el 46.6 % de la variabilidad, mientras que el eje de ordenadas recogió el 28.1 %.

Atendiendo a los descriptores representados, se pudieron observar cuatro zonas fundamentalmente:

- Valores positivos del eje de ordenadas: vinos dulces, grasos y voluminosos.
- Valores negativos del eje de ordenadas: vinos ácidos y frescos.
- Valores positivos del eje de abscisas: vinos muy estructurados y tánicos.
- Valores negativos del eje de abscisas: vinos ligeros

Todos los descriptores se establecieron en el gráfico ACP (Figura 4.3.46) siguiendo un orden lógico: los descriptores antagónicos se ubicaron en posiciones opuestas (dulce-amargo, dulce-ácido), mientras que los descriptores vinculados a nivel sensorial se establecieron en una zona común (secante-astringente, secante-amargo). Ello manifestó que la evaluación sensorial se realizó de forma coherente.

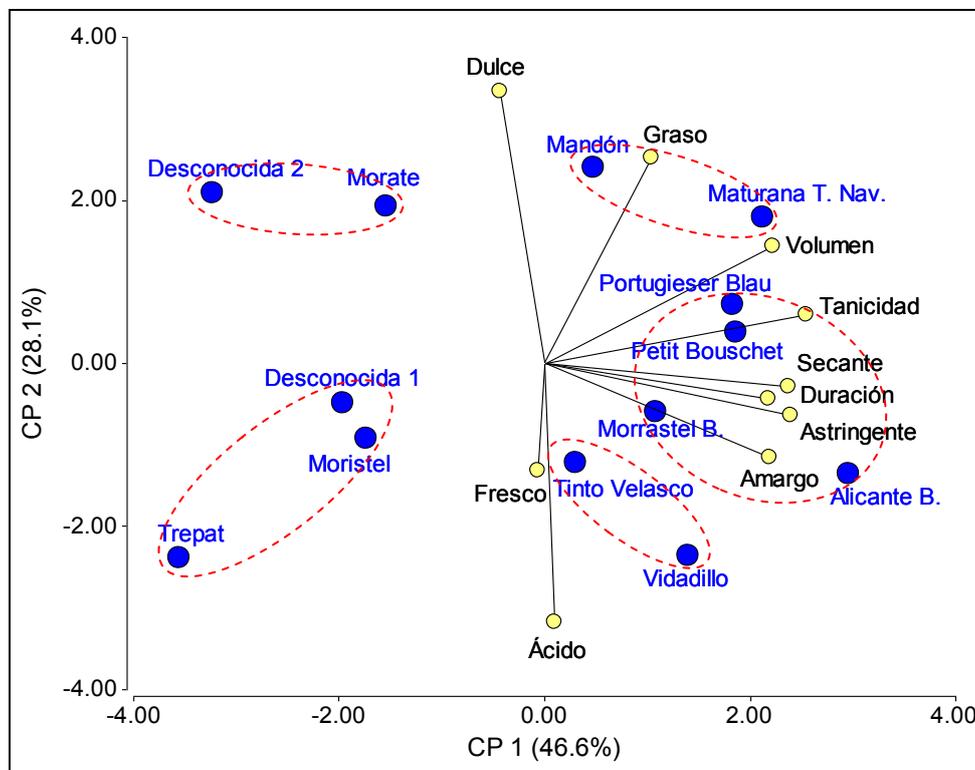


Figura 4.3.46. ACP de la fase gustativa de los 13 vinos tintos varietales de la cosecha 2009.

En la zona superior-derecha del gráfico (Figura 4.3.46) destacaron las variedades Mandón y Maturana Tinta de Navarrete, caracterizadas por su gran volumen en boca, con sensaciones grasas y dulces.

En la zona derecha se ubicó un grupo formado por las 3 variedades tintoreras (Petit Bouschet, Alicante Henri Bouschet y Morrastel Bouschet) y Portugieser Blau. Todas ellas destacaron por su nivel de tanicidad, sequedad, astringencia y amargor, promoviendo

sensaciones más duraderas en boca. Portugieser Blau fue la variedad que manifestó, además de las características mencionadas, un mayor volumen. Las particularidades tánicas de las variedades tintoreras son conocidas en la industria vitivinícola y quedaron reflejadas nuevamente en el presente estudio. Además, las cuatro variedades mencionadas, junto con Maturana Tinta de Navarrete, se correspondieron con los vinos que mostraron un mayor contenido de polifenoles totales (IPT), de acuerdo a los análisis realizados en la caracterización enológica. De esta forma, se confirmó la concordancia entre la evaluación química y sensorial de los vinos.

En la zona inferior del gráfico (Figura 4.3.46) destacaron Tinto Velasco y Vidadillo por su estrecha vinculación con los descriptores de frescor y acidez. Además, manifestaron una cierta riqueza polifenólica al estar ubicadas en la mitad derecha (valores positivos del eje de abscisas). Sin embargo, el grupo formado por Trepát, Moristel y Desconocida 1, localizado en el tercer cuadrante del ACP, se caracterizó por la ligereza en boca, además de poseer un buen frescor y acidez. Por último, Desconocida 2 y Morate, que se localizaron en el segundo cuadrante, pudieron definirse como variedades ligeras, pero con carácter más dulce y graso.

Considerando los resultados del análisis sensorial de los vinos tintos obtenidos en la cosecha 2010, se realizó un nuevo gráfico ACP para explicar el comportamiento global de las 15 variedades evaluadas. Se recogió el 69.4 % de toda la variabilidad, repartida de forma bastante homogénea entre ambos ejes (Figura 4.3.47).

En el segundo año de estudio volvió a destacar el grupo formado por las 3 variedades tintoreras (Petit Bouschet, Alicante Henri Bouschet y Morrastel Bouschet), esta vez acompañadas de Tempranillo Tinto y Tinto Velasco, por su carácter tánico, de sequedad, astringencia y amargor (Figura 4.3.47). Portugieser Blau, que en la cosecha 2009 quedó incluido en este grupo, en el año 2010 se manifestó nuevamente muy relacionado con los descriptores de tanicidad y volumen, al igual que el año anterior, haciendo alusión a un vino de gran estructura y amplitud en boca. Nuevamente, la valoración organoléptica fue concordante con los valores de IPT obtenidos en los vinos durante la caracterización enológica.

Las variedades Morate y Desconocida 2 volvieron a mostrarse muy relacionadas entre sí, y nuevamente con cierto carácter de dulzor y como vinos sin demasiada potencia (Figura 4.3.47). En este segundo año de estudio, ambas variedades formaron un grupo junto con Bobal

y Mandón, que volvió a encontrarse relacionado con los descriptores de dulzor y graso por segundo año consecutivo, aunque también mostró un carácter de frescor que no se había reflejado el año anterior.

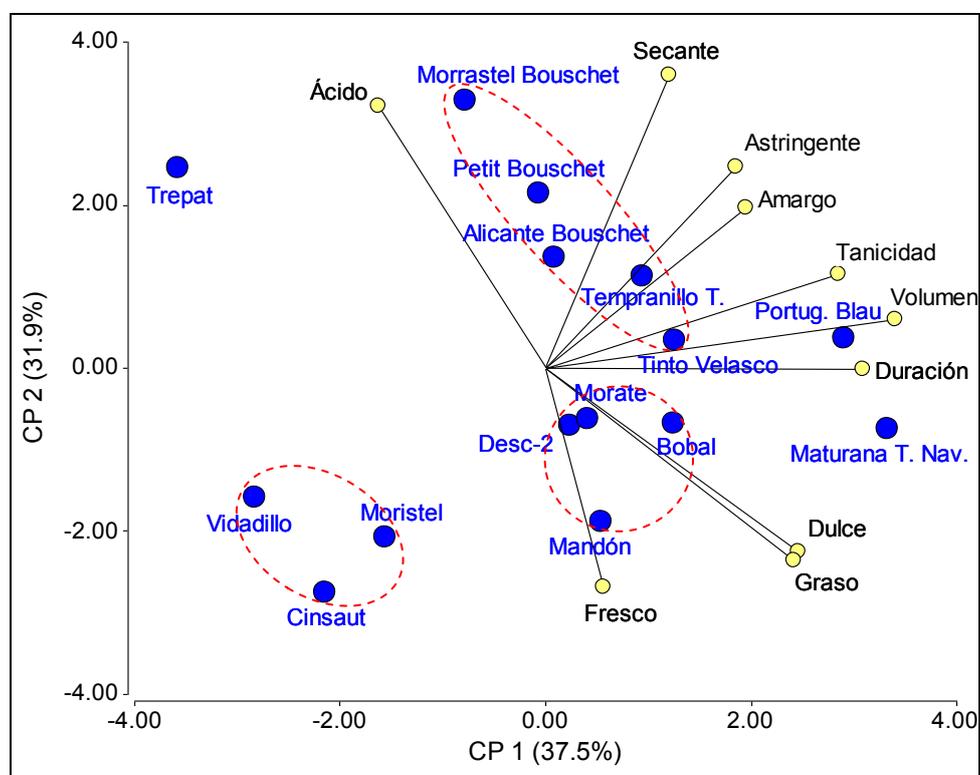


Figura 4.3.47. ACP de la fase gustativa de los 15 vinos tintos varietales de la cosecha 2010.

Trepat, Moristel y Vidadillo volvieron a manifestarse como variedades de gran acidez (fundamentalmente Trepat) y predominantemente frescas (Figura 4.3.47), al igual que en la campaña anterior. Además, la variedad Cinsaut, que no había sido elaborada en el 2009 quedó incluida dentro de este grupo de variedades caracterizado por su ligera estructura y su frescor en boca.

Por último, destacó la variedad Maturana Tinta de Navarrete por su gran persistencia en boca. En la cosecha 2010 también se le asoció con los descriptores de dulzor y duración, además de graso y volumen (Figura 4.3.47), como ya ocurrió en la campaña de 2009. Resultó ser una variedad notablemente amable en boca, de gran amplitud y noble estructura tánica, alejada de la sequedad, astringencia y amargor propios de otras variedades.

Al comparar el ACP de la fase gustativa con el de la fase olfativa en el segundo año de estudio, resultó llamativo que las variedades Trepat, Vidadillo y Cinsaut, caracterizadas por su buena acidez y frescor en boca, mostraron una estrecha vinculación con los descriptores

propios de frescor en nariz (herbáceos, floral y fruta fresca). Por el contrario, aquellas variedades caracterizadas por una buena persistencia, volumen y dulzor en boca (Potugieser Blau, Tinto Velasco, Bobal, Morate y Desconocida 2), se asociaron a descriptores de fruta madura y fruta pasificada en nariz. Estas relaciones descritas obedecen a las características generales de cualquier variedad de vinificación y, exceptuando casos particulares, son consecuencia de los diferentes niveles de madurez alcanzados en la uva.

4.3.7.4. FASE RETRONASAL

Con los resultados descritos en la percepción a nivel retronasal se volvieron a realizar dos gráficos ACP, correspondientes a los años 2009 y 2010. Se representaron las variedades vinificadas en tinto y 4 de los 6 descriptores evaluados por el panel de cata, como ya se mencionó inicialmente.

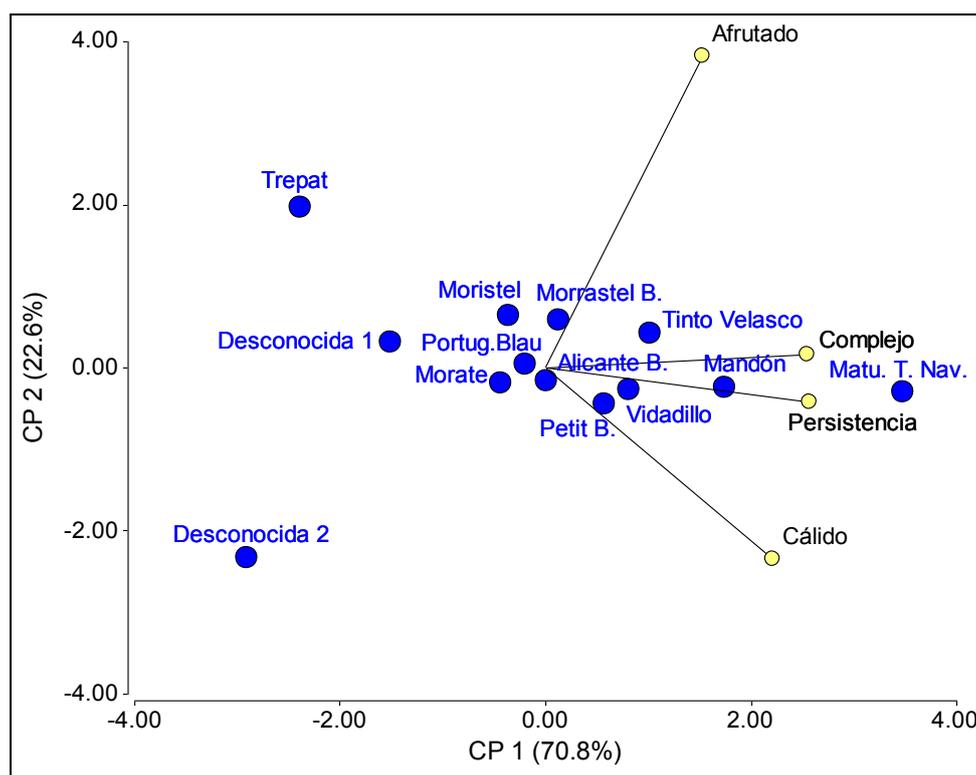


Figura 4.3.48. ACP de la fase retronasal de los 13 vinos tintos varietales de la cosecha 2009.

El gráfico ACP de la cosecha 2009 representó el 93.4 % de toda la variabilidad recogida por los 4 descriptores seleccionados (Figura 4.3.48), mientras que el de cosecha 2010 recogió el 81.3 % (Figura 4.3.49). En ambos casos, el eje de abscisas explica un mayor porcentaje que el eje de ordenadas, y en mayor medida para el año 2009. La disposición de los descriptores

representados en ambos gráficos (Figuras 4.3.48 y 4.3.49) coincidió para los años estudiados, destacando los descriptores de complejidad y persistencia por ser los más determinantes sobre los valores positivos del eje de ordenadas. El descriptor afrutado se asoció a valores positivos del eje de ordenadas, mientras que el descriptor cálido se correspondió con valores más negativos de dicho eje; y ambos ocuparon valores positivos en el eje de ordenadas

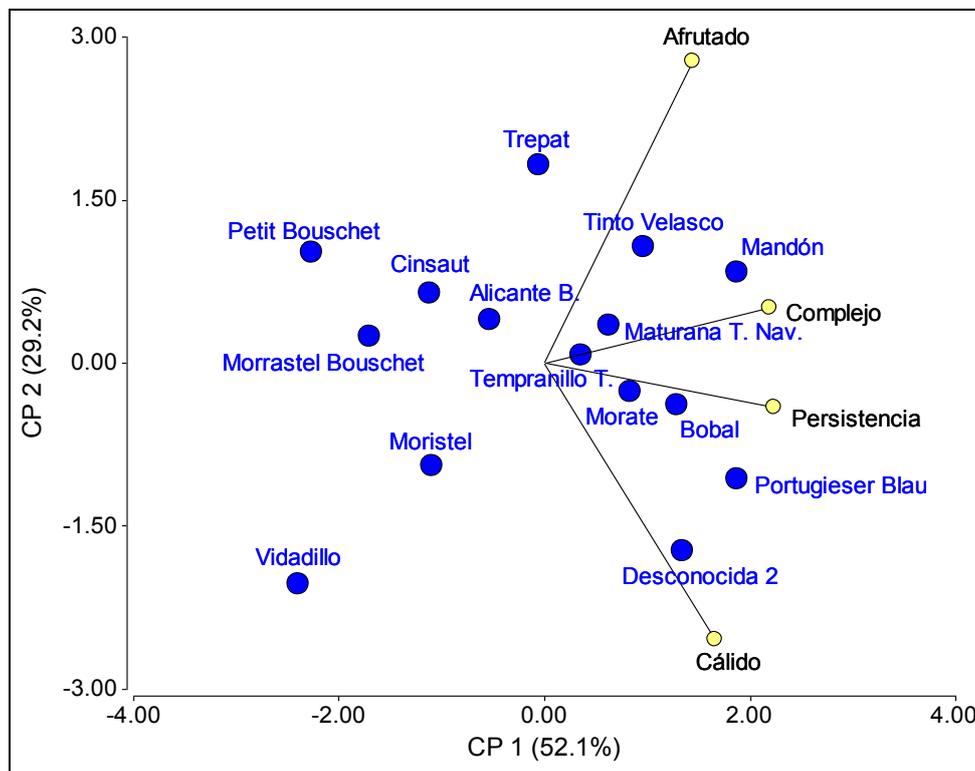


Figura 4.3.49. ACP de la fase retronasal de los 15 vinos tintos varietales de la cosecha 2010.

Como tendencia general, las variedades que ocuparon las zonas superiores de los ACP (Figuras 4.3.48 y 4.3.49), se correspondieron con vinos más afrutados; mientras que aquellas que ocuparon posiciones inferiores, se asociaron a vinos con carácter retronasal más cálido. Pero fundamentalmente se registraron las diferencias importantes en el sentido del eje de abscisas para ambos gráficos: a la derecha, ocupando los valores más positivos, se encontraron los vinos con mayor duración y complejidad. Por el contrario, a la izquierda de los gráficos, ocupando los valores más negativos del eje de abscisas, se localizaron los vinos más ligeros, cuya sensación retronasal era más simple y corta.

Por sus atributos afrutados, destacó fundamentalmente en ambos años la variedad Trepat, coincidiendo con la caracterización olfativa vía orthonasal descrita anteriormente. Maturana Tinta de Navarrete destacó por su gran duración y complejidad en el primer año,

pero no tanto en el segundo. Finalmente, las variedades Mandón y Tinto Velasco completaron el grupo de 4 variedades más interesantes a nivel retronasal de entre todas las elaboradas.

La variedad Desconocida 2 se asoció al carácter cálido en ambos años de estudio, acompañada por Vidadillo y Moristel en la cosecha 2010. Las tres variedades se mostraron como las de menor aptitud cualitativa en la fase retronasal, debido también a la poca persistencia y complejidad que manifestaron. El resto de variedades analizadas mostraron comportamientos intermedios y variables en ambas cosechas, por lo que no pudo destacarse ninguna característica estable propia de la variedad.

4.3.7.5. VALORACIÓN GENERAL

Además de la valoración entre 0 y 5 (de acuerdo a la intensidad creciente) de todos los descriptores registrados en la ficha de cata de la normativa ISO 11035, se puntuaron todos los vinos en una escala 0-100, atendiendo al gusto general del catador por el vino en cuestión.

En el gráfico de la figura 4.3.50 se recogió la media y el error estándar de las puntuaciones que obtuvieron los vinos de cada variedad, considerando los dos años estudiados, excepto para aquellas variedades que sólo fueron vinificadas en una vendimia, en las que sólo se consideró un año.

La variedad más destacada resultó Maturana Tinta de Navarrete (86 puntos), que fue la única en sobrepasar el umbral de 80 puntos (Figura 4.3.50). En el rango de 70-80 puntos se situaron la mitad de las variedades: Alicante Henri Bouschet, Mandón, Tinto Velasco, Portugieser Blau, Morrastel Bouschet, Tempranillo Tinto, Petit Bouschet y Bobal; todas ellas consideradas como variedades muy aptas para la elaboración de vinos de alta calidad, como ya es sobradamente conocido en la mayoría de los casos.

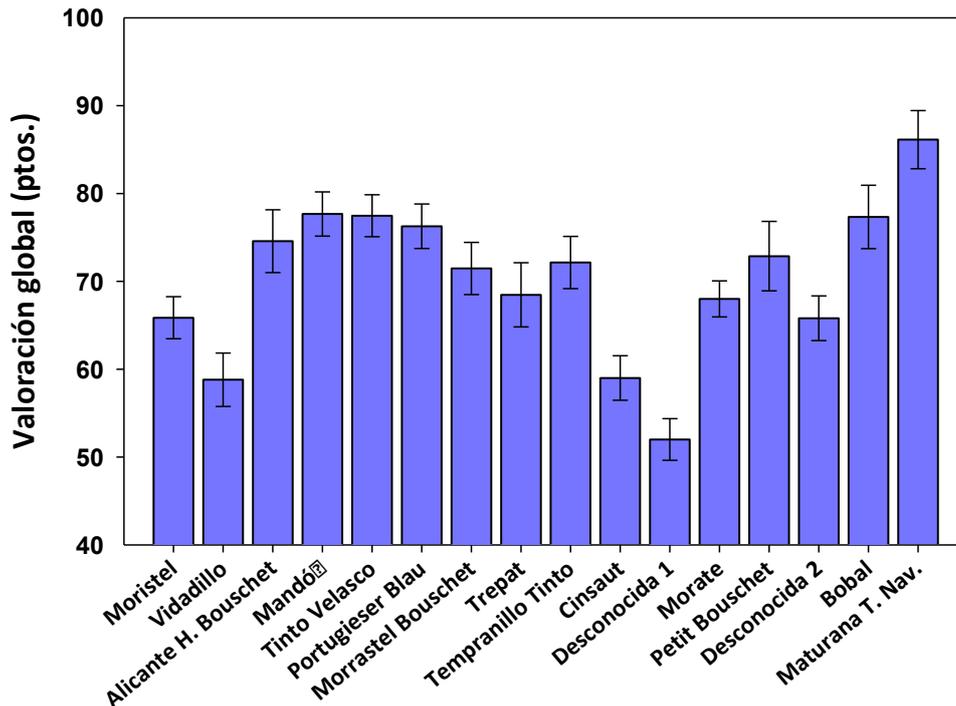


Figura 4.3.50. Media y error estándar de la valoración general (0-100 pts.) otorgada por los catadores a los 16 vinos tintos varietales elaborados durante los años 2009 y 2010.

En el rango de 60-70 puntos, se situaron variedades con una aptitud enológica más discutible: Moristel, Trepat, Morate y Desconocida 2; bien porque pueden ser más adecuadas para la elaboración de otros tipos de vino ó bien porque no encajaron en el gusto general del panel de cata. Y por último, entre 50 y 60 puntos, se hallaron las variedades Vidadillo, Cinsaut y Desconocida 1; siendo esta última la peor valorada de todas ellas (Figura 4.3.50). Por este motivo, no se procedió a su vinificación en la cosecha 2010.

Las valoraciones sólo reflejaron el gusto particular de los miembros del panel de cata, haciendo alusión a la bondad de la variedad para la elaboración de vinos tintos de calidad con mayor facilidad. Ello no significa que las variedades peor valoradas no puedan ser utilizadas para elaborar vinos de alta calidad; si bien es posible que puedan requerir de un esfuerzo mayor.

4.4. FICHAS VARIETALES.

En el presente apartado se recogen las fichas correspondientes a todas las variedades estudiadas, a excepción de Garnacha Tinta, por haberse incluido Garnacha Roya, que fue caracterizada con mayor detalle. Se incluyen las fotografías de la sumidad, el haz, el racimo y la baya (con su sección longitudinal y transversal). Los 2 gráficos radiales representaron las medias geométricas de los descriptores más importantes descritos en la evaluación sensorial de los vinos durante los 2 años de estudio. Se representó el valor medio de los años 2009 y 2010 para los 6 descriptores más relevantes a nivel aromático (izquierda) y los 10 descriptores gustativos (derecha). Por último, se recogieron las características más destacadas de cada variedad, considerando sus aspectos genéticos, ampelográficos, agronómicos y enológicos más relevantes.

Las variedades se enumeran por orden alfabético:

1. Agawam
2. Ahmeur bou Ahmeur
3. Alicante Henri Bouschet
4. Bobal
5. Cinsaut
6. Desconocida 1
7. Desconocida 2
8. Garnacha Roya
9. Graciano
10. Jerónimo
11. Mandón
12. Maturana Tinta de Navarrete
13. Morate
14. Moristel
15. Morrastel Bouschet
16. Petit Bouschet
17. Portugieser Blau
18. Quebratinajas Tinto
19. Rojal Tinta
20. Tempranillo Royo
21. Tempranillo Tinto
22. Tinto Velasco
23. Trepát
24. Trousseau Noir ó Merenzao
25. Vidadillo

AGAWAM



Figura 4.4.1. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Cruce interespecífico de *Vitis labrusca* y *Vitis vinifera* (Carter x Black Hamburg) obtenido en 1861 por E. S. Rogers (USA).
- Sus hojas son muy diferentes a cualquier otra variedad de *Vitis vinifera*, sin la presencia aparente de senos peciolares.
- Posee un característico gusto “foxé” (a fresa ácida) que se transmite notablemente al vino.
- A nivel aromático, tanto en uva como en vino, destaca su exuberante potencial aromático de fresa ácida.



Figura 4.4.2. Fotografía de la baya.

AHMEUR BOU AHMEUR



Figura 4.4.3. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Es originaria de Argelia y se encuentra muy extendida por todo el mundo.
- Se destina a uva de mesa; no tienen ningún interés a nivel enológico.
- Debido a su particular forma de la baya, se la conoce frecuentemente como “Teta de Vaca”.



Figura 4.4.4. Fotografía de la baya.

ALICANTE HENRI BOUSCHET



Figura 4.4.5. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y envés (derecha).

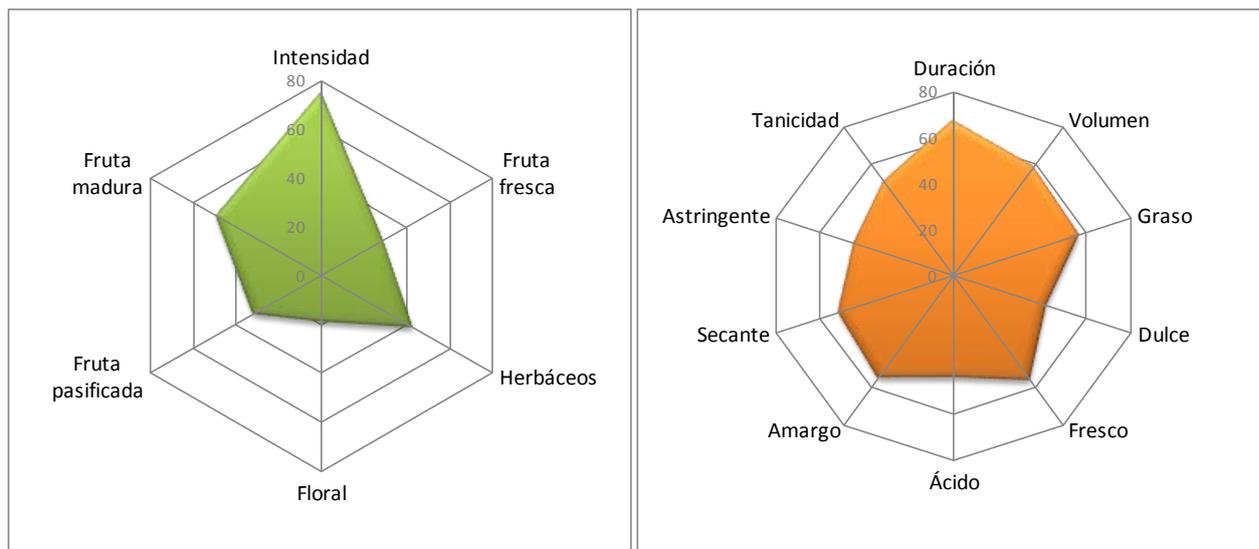


Figura 4.4.6. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Variedad tintorera obtenida por Henri Bouschet mediante el cruzamiento entre Petit Bouschet y Garnacha Tinta.
- Muestra rendimientos de producción bastante elevados, aunque ligeramente irregulares.
- Posee una buena intensidad aromática y destaca por las notas de fruta madura, con matices de notas herbáceas.
- Genera vinos de gran intensidad colorante, con una estructura tánica bastante agresiva en boca.

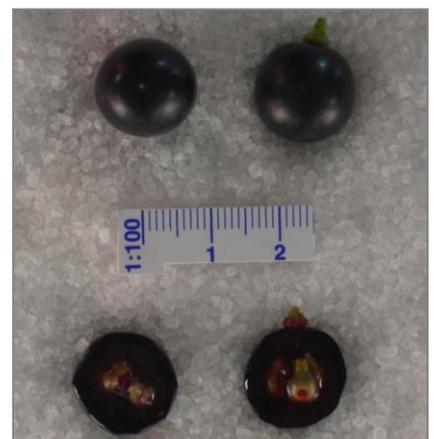


Figura 4.4.7. Fotografía de la baya.

BOBAL

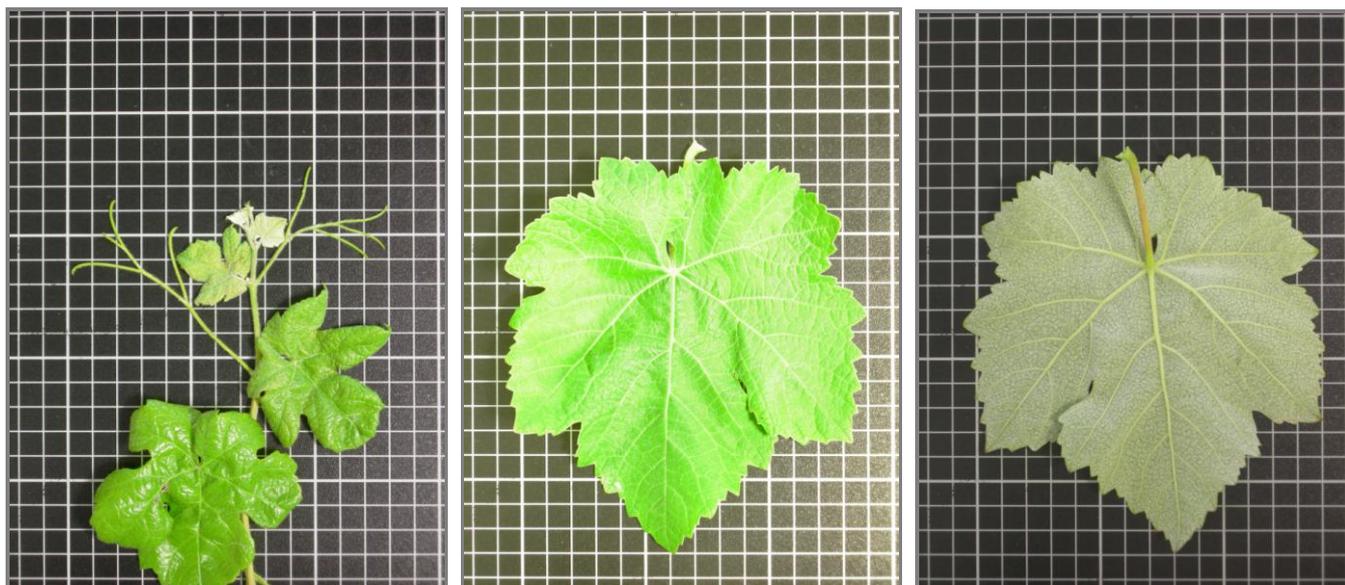


Figura 4.4.8. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

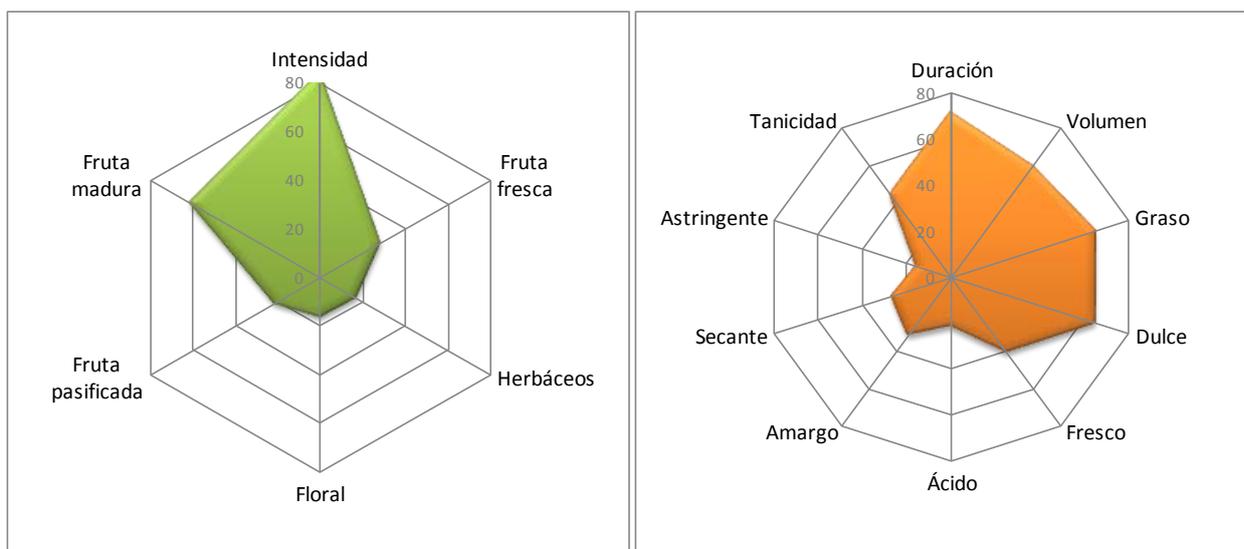


Figura 4.4.9. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Considerada una variedad española con origen en Levante, está entre las 5 variedades más cultivadas en España.
- Produce racimos y bayas de tamaño importante.
- Tiene una buena maduración y genera vinos con alta intensidad de color, buen contenido alcohólico, pH elevado y poca acidez.
- Destacan sus aromas maduros y sus sensaciones amables y dulces en boca, sin ser vinos de gran longitud.



Figura 4.4.10. Fotografía de la baya.

CINSAUT



Figura 4.4.11. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

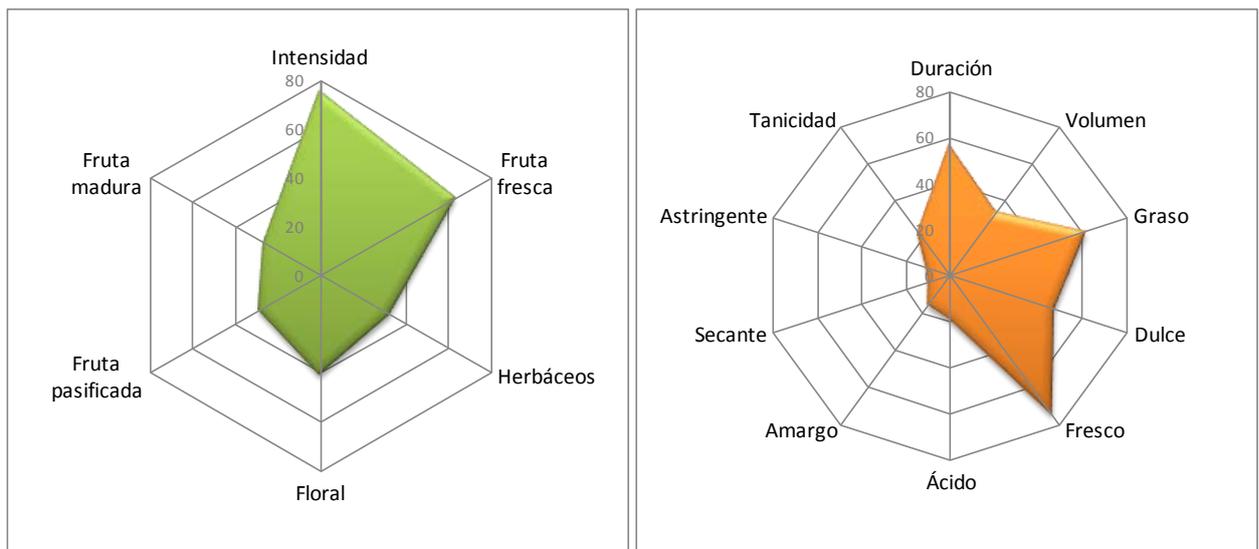


Figura 4.4.12. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Considerada una variedad meridional, muy cultivada en Francia y posiblemente de origen provenzal.
- Cultivada como uva de mesa y vinificación, posee racimos grandes y bayas de tamaño muy grande.
- Muy productiva, tiende a retrasar su maduración; con bajo contenido en azúcar y poco color.
- Produce vinos frescos y ligeros que pueden resultar adecuados para la elaboración de vinos jóvenes.



Figura 4.4.13. Fotografía de la baya.

DESCONOCIDA 1

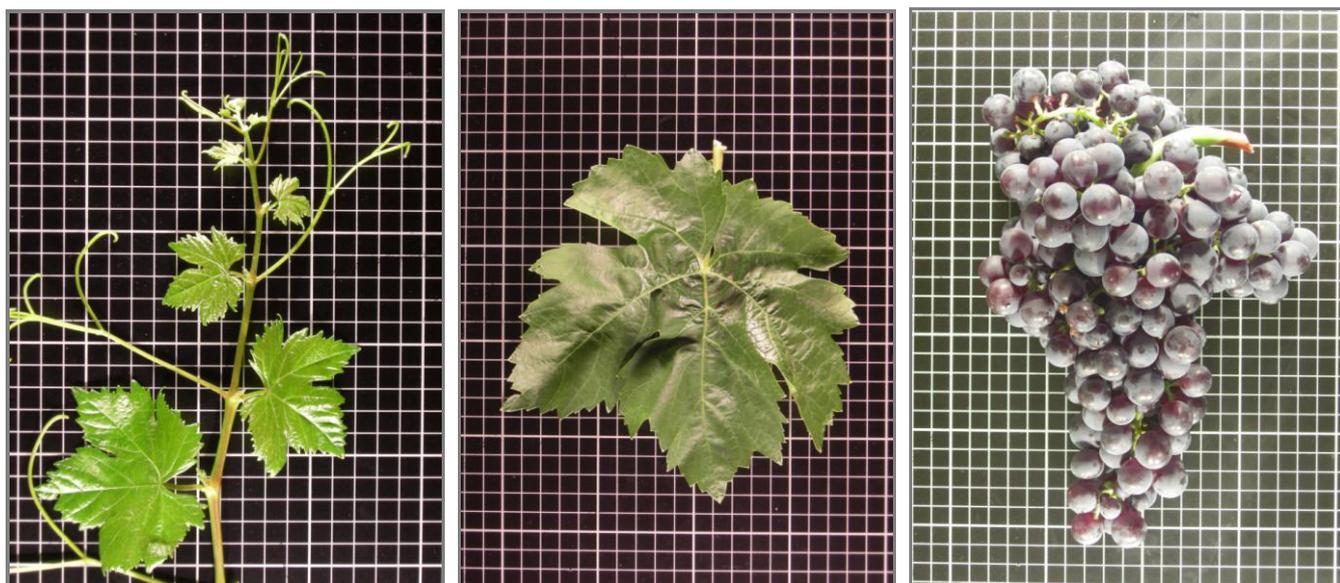


Figura 4.4.14. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

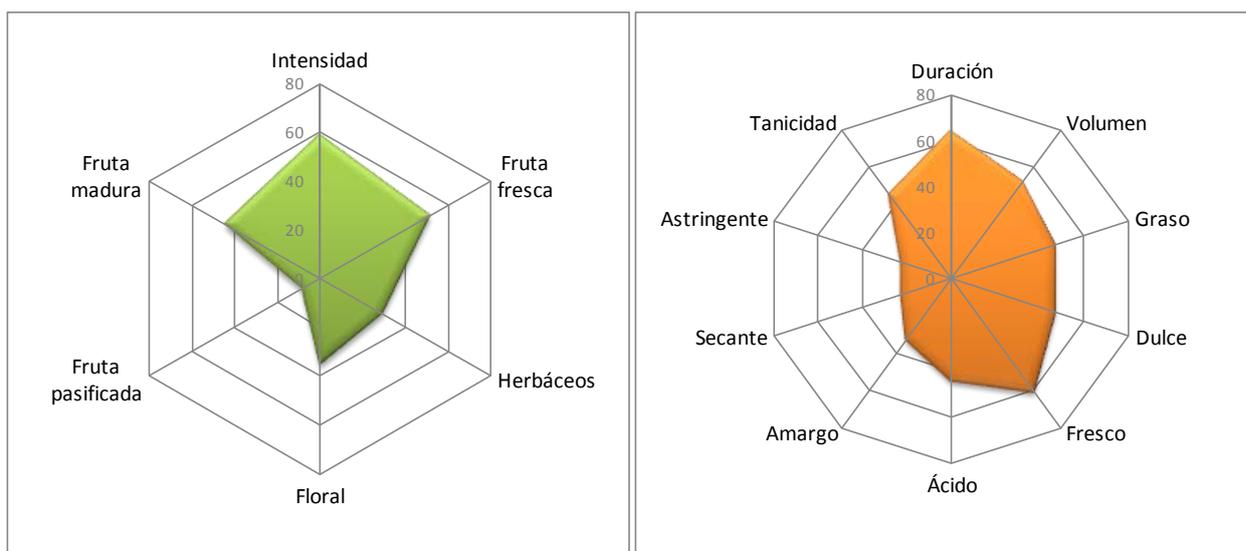


Figura 4.4.15. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Variedad localizada en Badarán (Rioja), con la accesión B-48; se desconoce su origen.
- Cultivada como uva de vinificación, muestra pocas aptitudes vitícolas, con gran tamaño de baya y racimo.
- Posee una notable tendencia a rendimientos muy elevados.
- Produce vinos frescos en nariz, ligeros y con muy poca intensidad colorante que podrían ser aptos para la elaboración de rosados ó tintos jóvenes.



Figura 4.4.16. Fotografía de la baya.

DESCONOCIDA 2



Figura 4.4.17. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

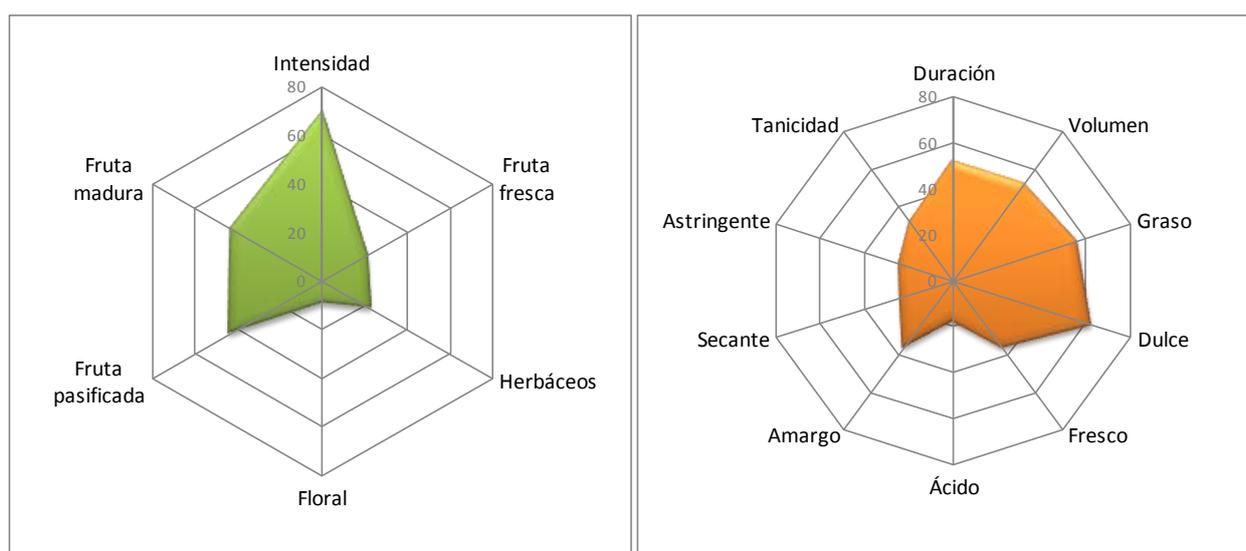


Figura 4.4.18. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Variedad localizada en Badarán, con la accesión B-56 y origen desconocido.
- Cultivada como uva de vinificación, muestra una maduración muy precoz y gran capacidad para acumular azúcares.
- Produce vinos de pH elevado y baja acidez, con una intensidad colorante media, pero con alta tonalidad.
- Resulta en vinos tintos amables en boca con carácter dulce, pero con poca estructura y longitud.

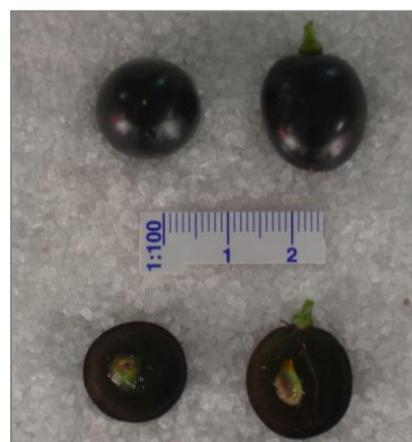


Figura 4.4.19. Fotografía de la baya.

GARNACHA ROYA



Figura 4.4.20. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Originaria de la Península Ibérica y cultivada ampliamente por todo el mundo; sobre todo su variante tinta.
- Rendimientos inestables, aunque frecuentemente elevados.
- Época de maduración media, con buen contenido de azúcares, pH muy bajo y elevada acidez total.
- Muy adecuada para la producción de vinos blancos ó rosados pálidos, por su enorme frescor en boca y su sensación dulce, envolvente y muy agradable.



Figura 4.4.21. Fotografía de la baya.

GRACIANO



Figura 4.4.22. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Es de origen español y se cultiva en diferentes zonas de la península ibérica y en Francia.
- Variedad rústica, con sensibilidad a los golpes de sol y con rendimientos medios que varían según el clon.
- Posee una maduración ligeramente tardía, con un contenido de azúcares medio y un pH bajo que aporta frescor.
- Muy adecuada para tintos con crianza; destaca por sus notas especiadas en nariz, su buena estructura y alta capa de color.



Figura 4.4.23. Fotografía de la baya.

JERÓNIMO

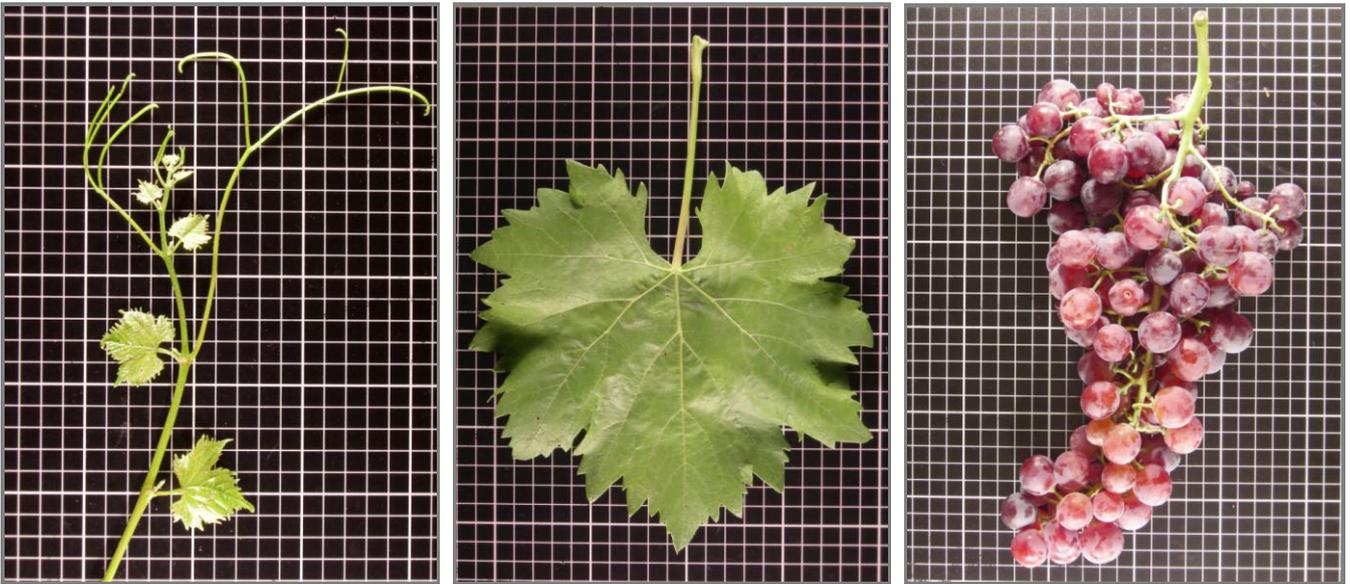


Figura 4.4.24. Fotografías del áspice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Variedad de uva de mesa, sin aptitudes relevantes a nivel enológico.
- Posee un tamaño de racimo grande y suelto; y una baya característica de las variedades de uva de mesa.
- Presenta una coloración rosada cuando alcanza su maduración.



Figura 4.4.25. Fotografía de la baya.

MANDÓN



Figura 4.4.26. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y envés (derecha).

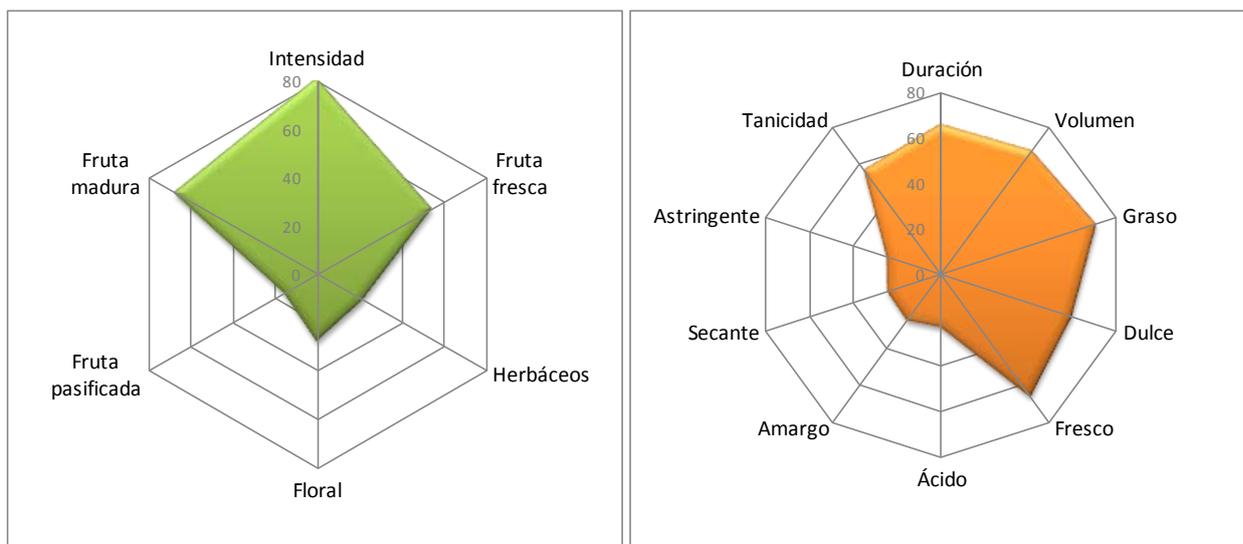


Figura 4.4.27. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Variedad española que procede del cruzamiento entre Heben (blanca) y Graciano (tinto). Se asocia a Levante, pero se ha cultivado también en otras regiones españolas.
- Muestra buenas aptitudes vitícolas en general, aunque posee un racimo compacto y rendimientos ligeramente elevados.
- Es adecuado para la elaboración de vinos tintos de calidad, con buena intensidad aromática, una intensidad colorante correcta y una buena estructura en boca que confiere amplitud y complejidad a los vinos.

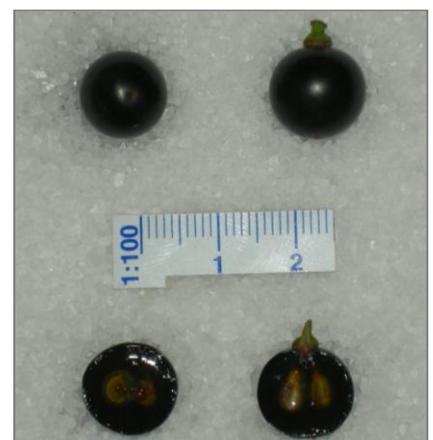


Figura 4.4.28. Fotografía de la baya.

MATURANA TINTA DE NAVARRETE



Figura 4.4.29. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y envés (derecha).

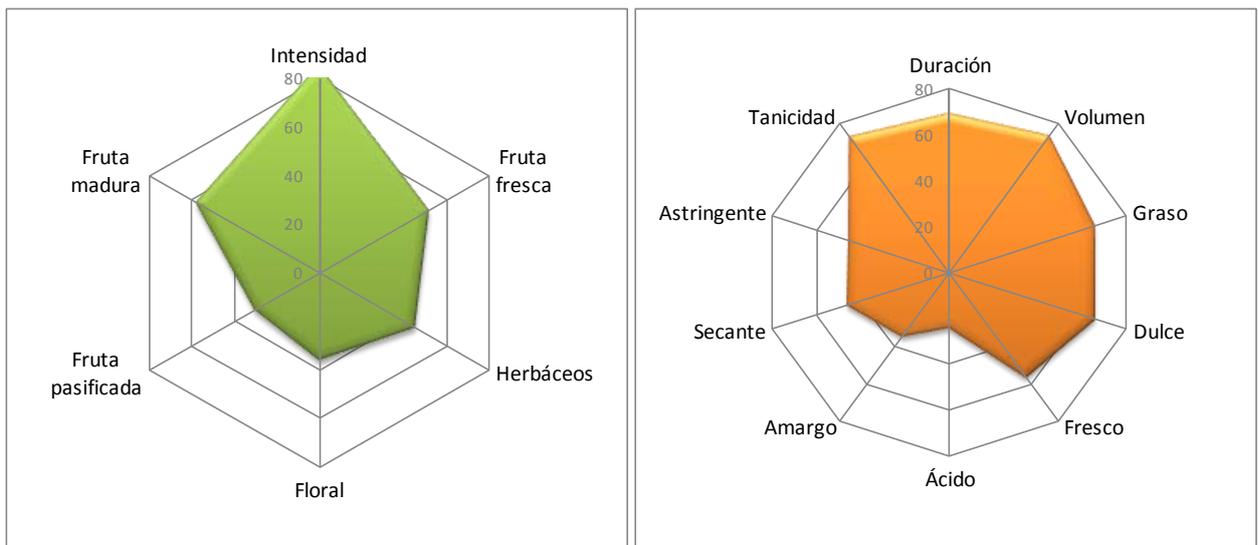


Figura 4.4.30. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Recuperada en 1991 en Navarrete (La Rioja) por el equipo de Fernando Martínez de Toda, quienes la identificaron con la variedad Castets por primera vez en 2011.
- Es bastante vigorosa y de porte erguido. Posee buenas aptitudes vitícolas, con rendimientos moderados y pequeño tamaño de racimo y baya, aunque el pH tiende a ser elevado.
- Genera vinos con una elevadísima intensidad colorante. Destacan sus aromas herbáceos (pirazinas) y posee una fuerte expresividad en boca, de gran volumen y persistencia.



Figura 4.4.31. Fotografía de la baya.

MORATE



Figura 4.4.32. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

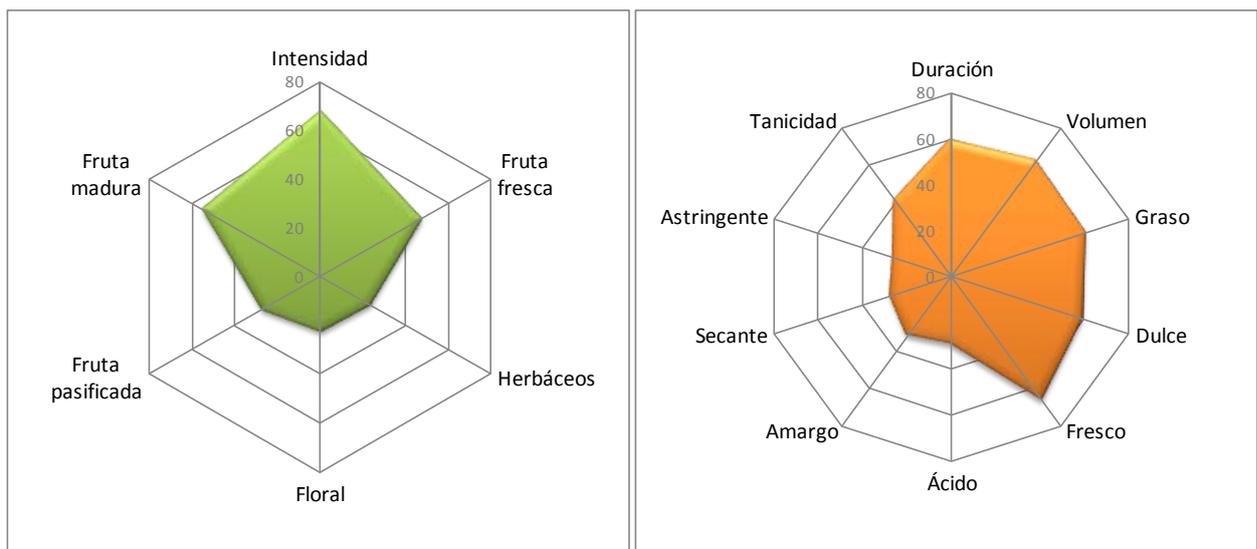


Figura 4.4.33. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- También conocida como Monastel, es considerada una variedad española. Se cultiva en Aragón como Macicillo.
- Rendimientos medios-altos y con tamaño de racimo medio-grande.
- Destaca por su buena acidez, aunque con contenidos elevados de ácido málico.
- Discreta en aromas, color y polifenoles; destaca a nivel sensorial por sus notas dulces y amables en boca.



Figura 4.4.34. Fotografía de la baya.

MORISTEL



Figura 4.4.35. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

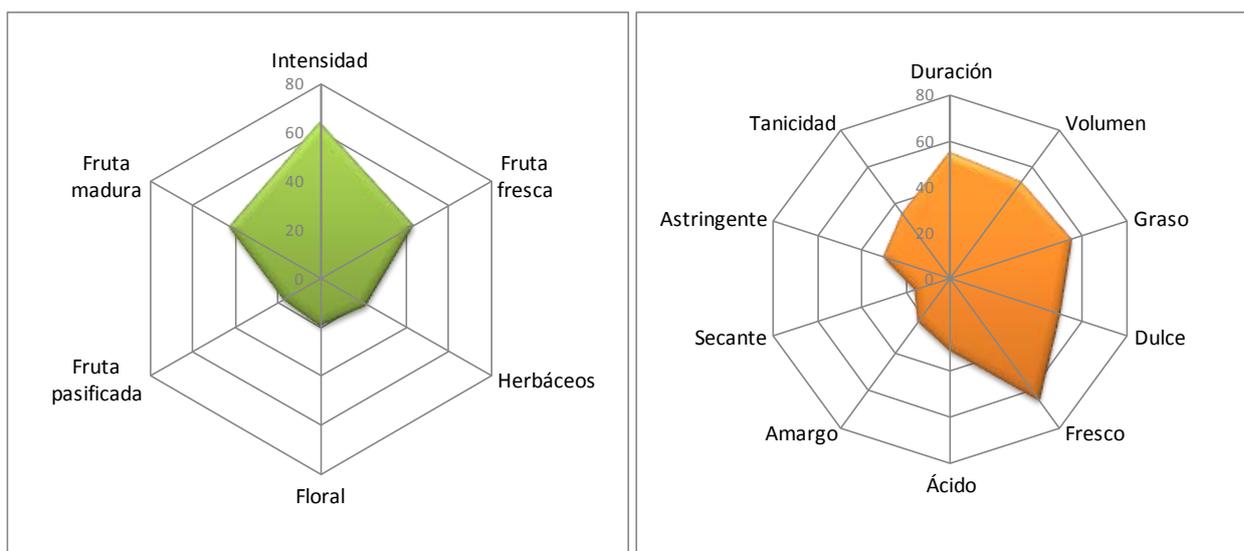


Figura 4.4.36. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- De origen desconocido, se cultiva en diferentes zonas, fundamentalmente en Somontano y Cariñena.
- Muy productiva y con manifiesto desequilibrio vegetativo-productivo.
- De escasa aptitud enológica, el factor más destacable es su nivel de acidez.
- Genera vinos ligeros, sin mucho color ni aroma y con un contenido polifenólico escaso.



Figura 4.4.37. Fotografía de la baya.

MORRASTEL BOUSCHET

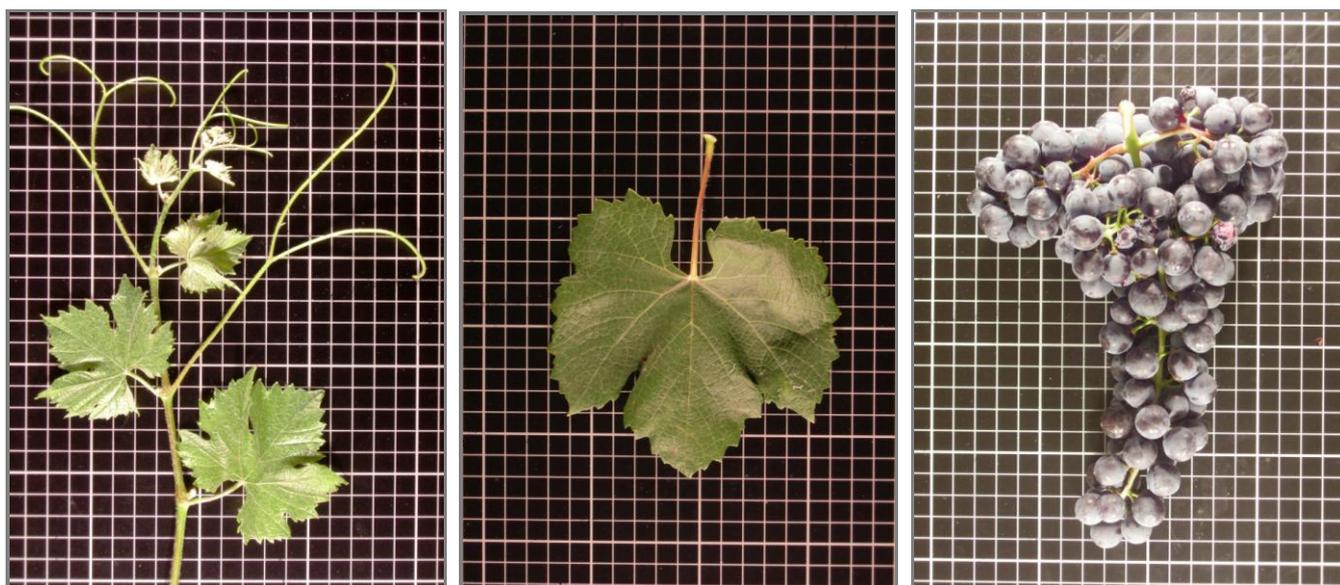


Figura 4.4.38. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

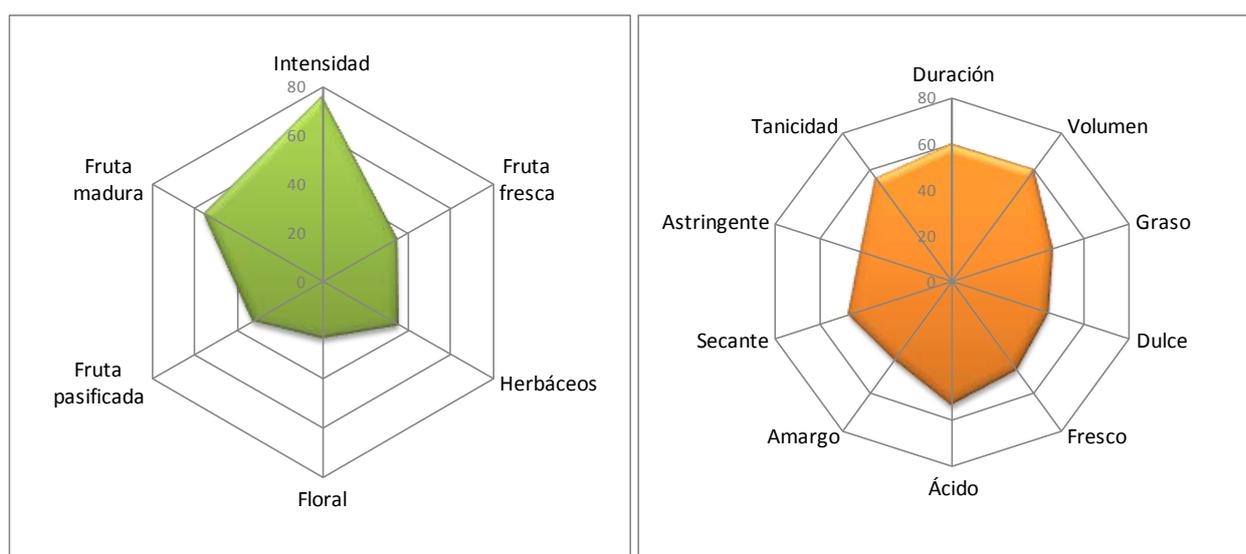


Figura 4.4.39. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Variedad tintorera obtenida por Henri Bouschet mediante el cruzamiento entre Graciano y Petit Bouschet.
- Muestra rendimientos adecuados, elevada acidez y una acumulación de azúcares ralentizada al final del ciclo.
- Genera vinos de gran intensidad colorante y con una concentración importante de compuestos fenólicos que aportan tanicidad, astringencia y sequedad en boca.
- A nivel aromático destacan las notas herbáceas del Graciano.



Figura 4.4.40. Fotografía de la baya.

PETIT BOUSCHET

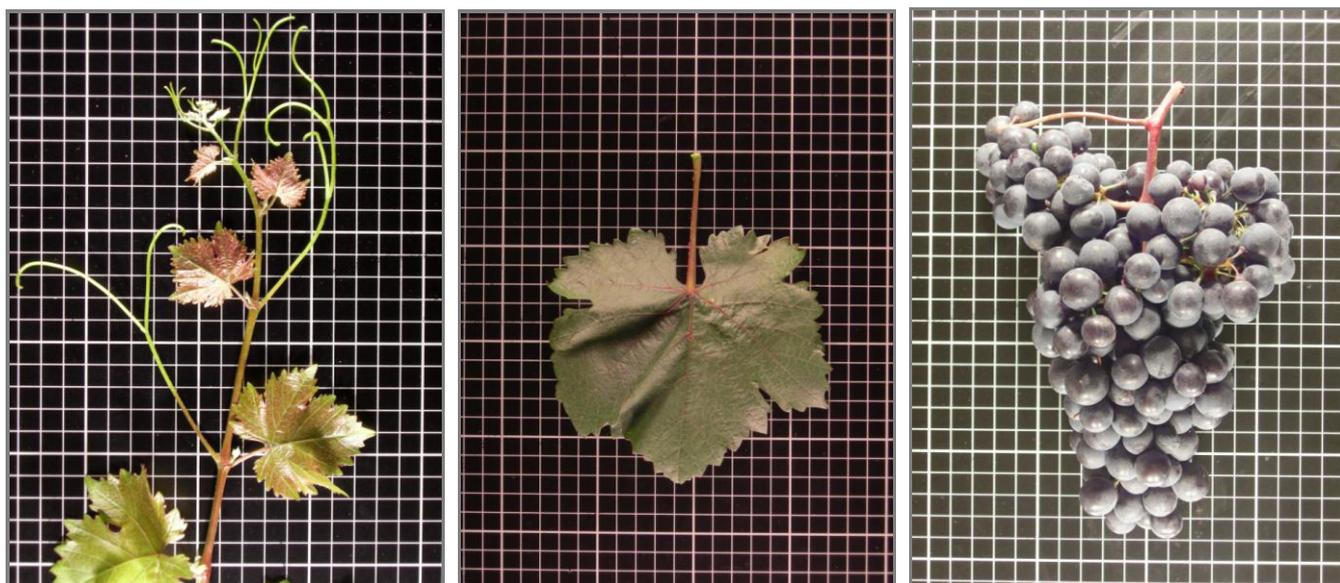


Figura 4.4.41. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

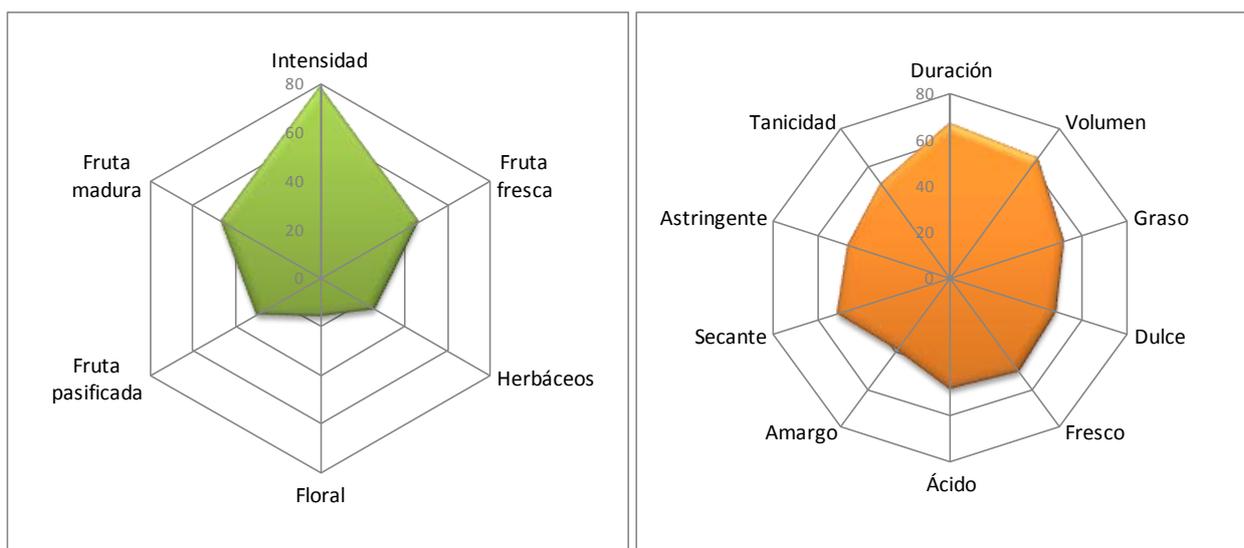


Figura 4.4.42. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Variedad tintorera obtenida por Louis Bouschet mediante el cruzamiento entre Aramón y Teinturier du Cher. También denominada Negrón de Aldán, es la “madre” de muchas tintoreras cultivadas en la actualidad.
- Muestra rendimientos medios-altos, con elevada acidez y un contenido muy alto de antocianos.
- Posee una buena intensidad aromática y produce vinos con mucha tanicidad debido a su riqueza polifenólica. Es muy apta para producir vinos tintos destinados a crianza.



Figura 4.4.43. Fotografía de la baya.

PORTUGIESER BLAU



Figura 4.4.44. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

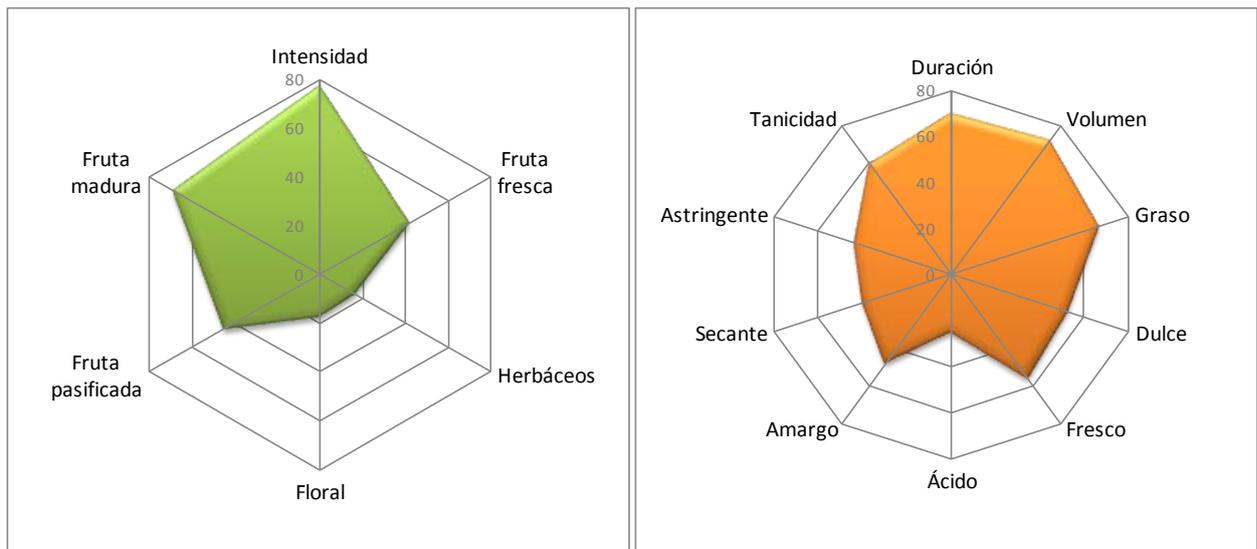


Figura 4.4.45. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Cultivada fundamentalmente en Alemania y Austria, algunos autores la consideran de origen portugués.
- De rendimientos medios, destaca sobre todo por ser una variedad de ciclo muy corto con una maduración precoz.
- Genera vinos de elevado grado alcohólico, con buena riqueza de antocianos y compuestos fenólicos.
- Posee aromas de fruta madura, con gran estructura en boca. Muestra buena aptitud para producir vinos tintos de calidad.



Figura 4.4.46. Fotografía de la baya.

QUIEBRATINAJAS TINTO



Figura 4.4.47. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Conocida también como Torralba, posee las tres variaciones somáticas en el color de la baya: blanco, rojo y negro.
- Es una variedad de uva de mesa, aunque la variación blanca se ha usado también para vinificación.



Figura 4.4.48. Fotografía de la baya.

ROJAL TINTA



Figura 4.4.49. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Variedad de uva de mesa de origen desconocido aunque previsiblemente español. Se cultiva de forma minoritaria en muchas regiones españolas.
- Posee un racimo de gran tamaño, pero su baya es pequeña en comparación con otras variedades de uva de mesa.

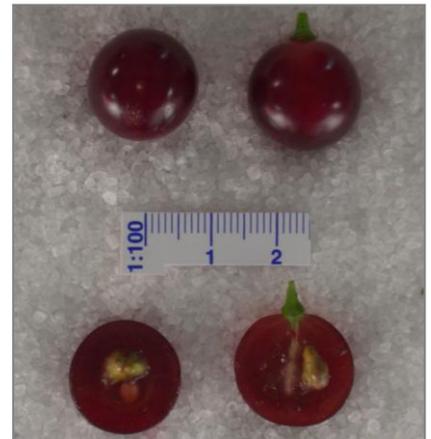


Figura 4.4.50. Fotografía de la baya.

TEMPRANILLO ROYO

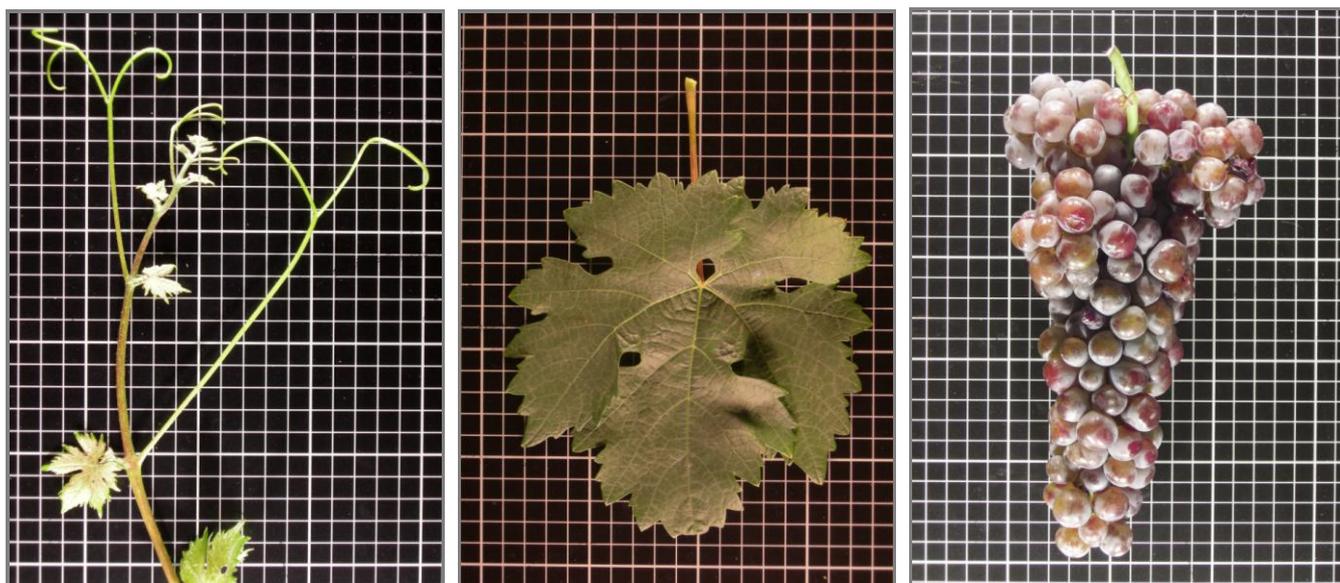


Figura 4.4.51. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Variante somática de Tempranillo Tinto relativamente frecuente. Fue recogida Badarán (La Rioja), donde era cultivada desde hace muchos años. También se han detectado casos de mutaciones similares más recientes en otras zonas.
- Maduración temprana, con rendimientos medios-altos y un tamaño de racimo grande.
- Genera vinos con buen contenido de alcohol y una acidez importante. Muestra buenas aptitudes enológicas para la



Figura 4.4.52. Fotografía de la baya.

TEMPRANILLO TINTO

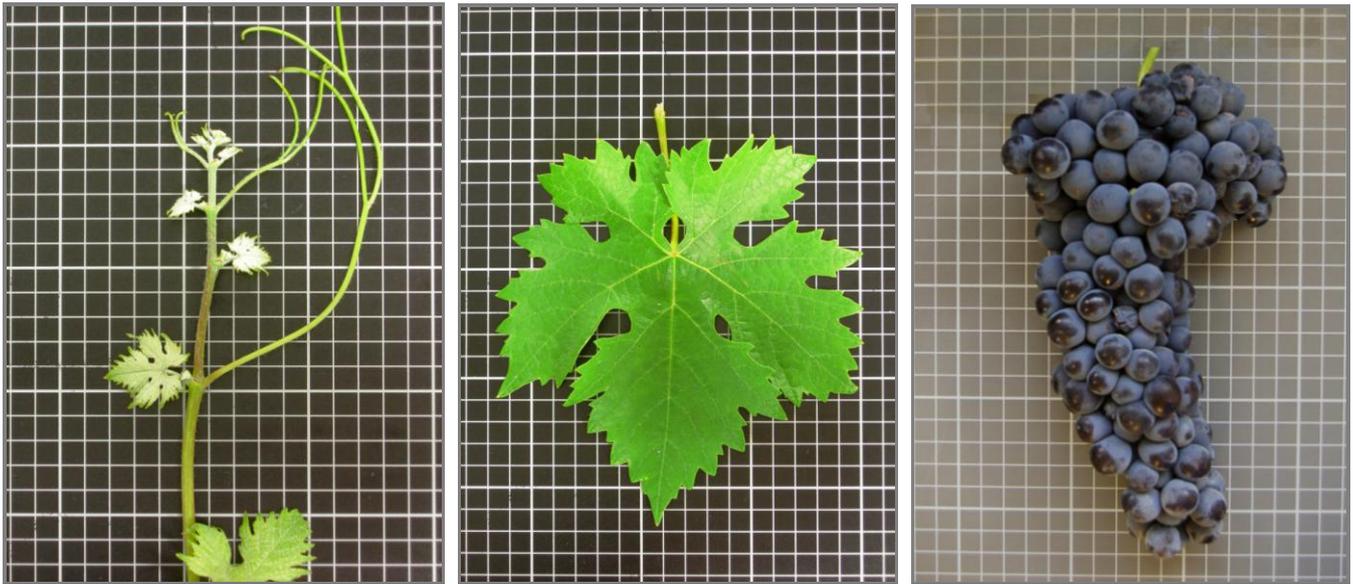


Figura 4.4.53. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

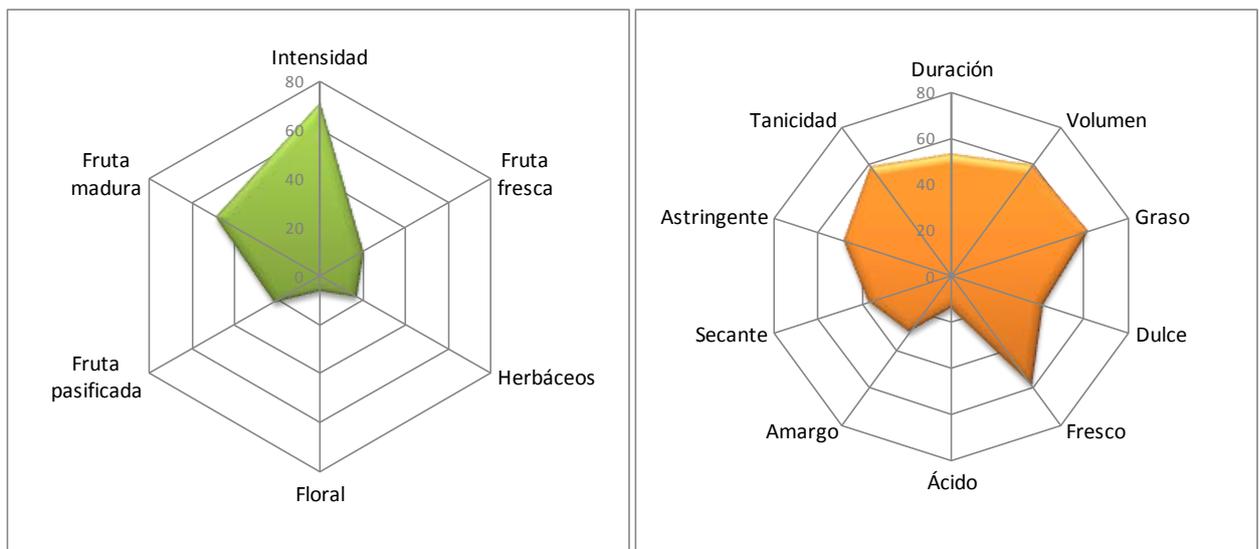


Figura 4.4.54. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Variedad de origen español ampliamente cultivada dentro y fuera de España; procede de la hibridación entre Benedicto y Albillo Mayor (Turruntés).
- De maduración temprana, está mejor adaptada a zonas frescas. Manifiesta rendimientos medios-altos y un tamaño importante de baya y racimo.
- Genera vinos con buen contenido alcohólico y una elevada concentración polifenólica que confiere tanicidad al vino. Altamente recomendable para la elaboración de vinos tintos.

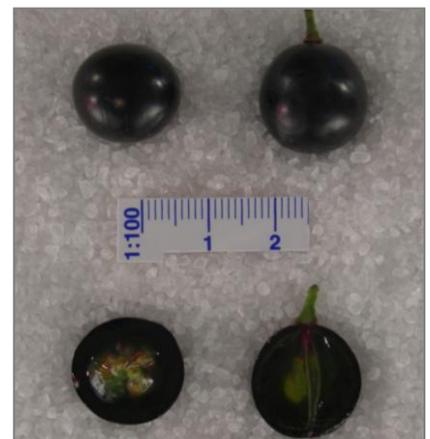


Figura 4.4.55. Fotografía de la baya.

TINTO VELASCO

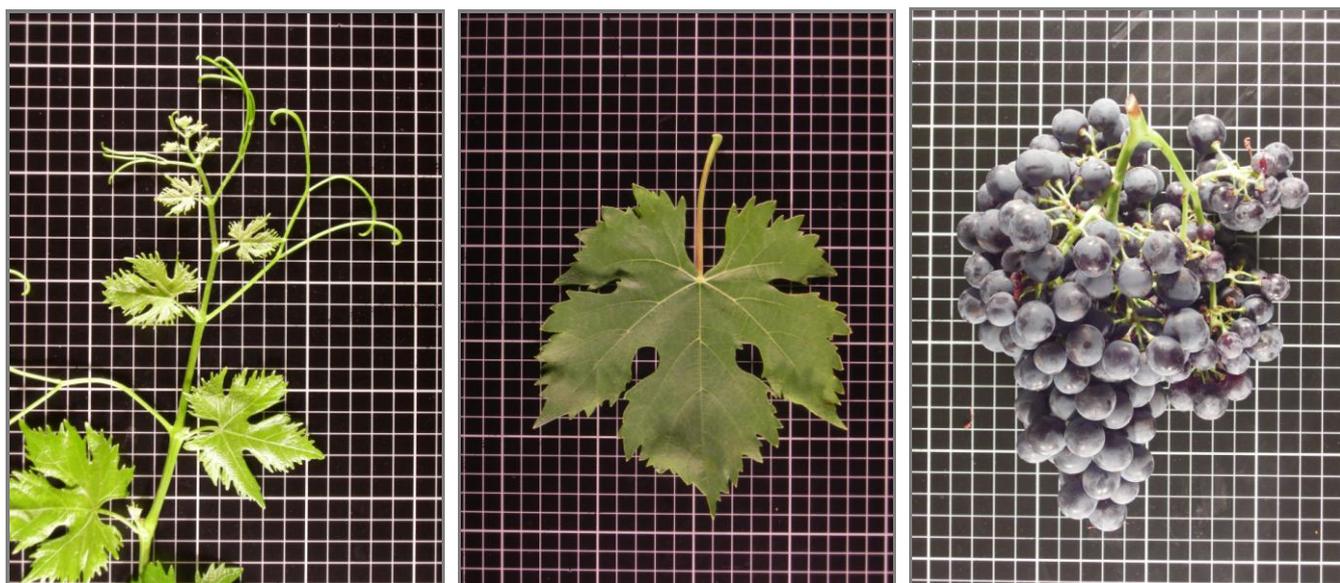


Figura 4.4.56. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

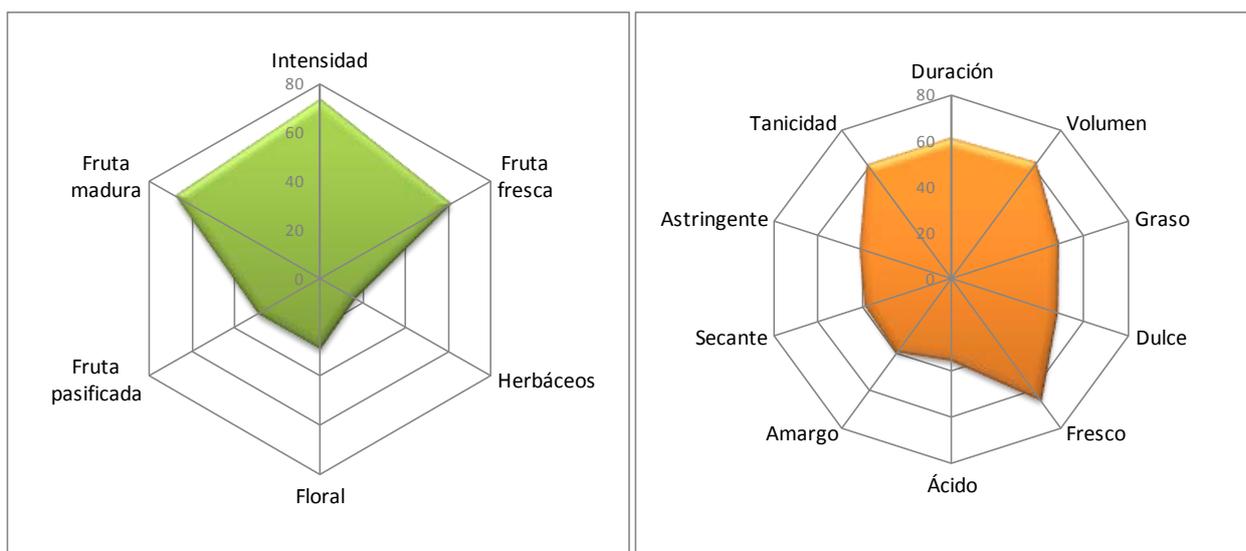


Figura 4.4.57. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- De origen español, puede tratarse de una variante del Tinto de la Pámpana Blanca.
- Bastante productiva y con maduración media.
- Confiere un carácter fresco a los vinos; con intensidad aromática medida.
- Destaca fundamentalmente por su intensidad colorante; es una variedad bastante completa apta para elaborar vinos tintos, sin ninguna característica predominante.

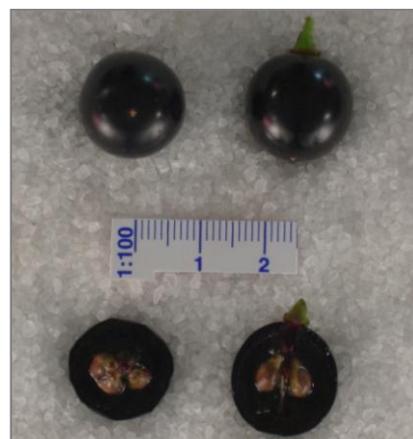


Figura 4.4.58. Fotografía de la baya.

TREPAT

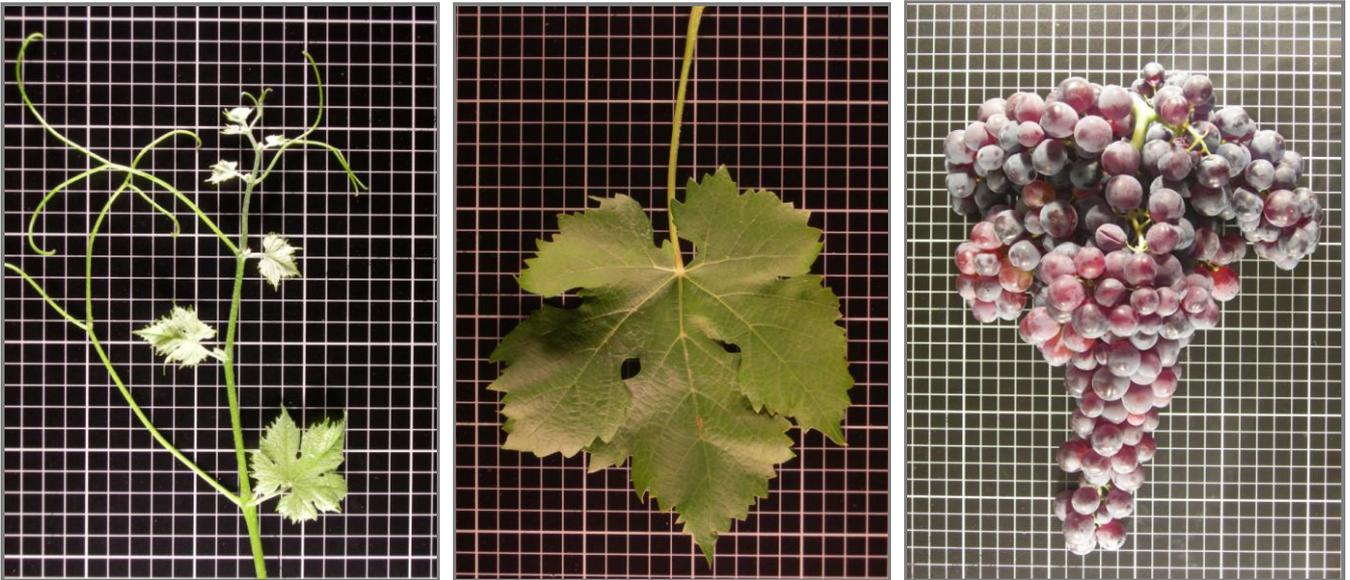


Figura 4.4.59. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

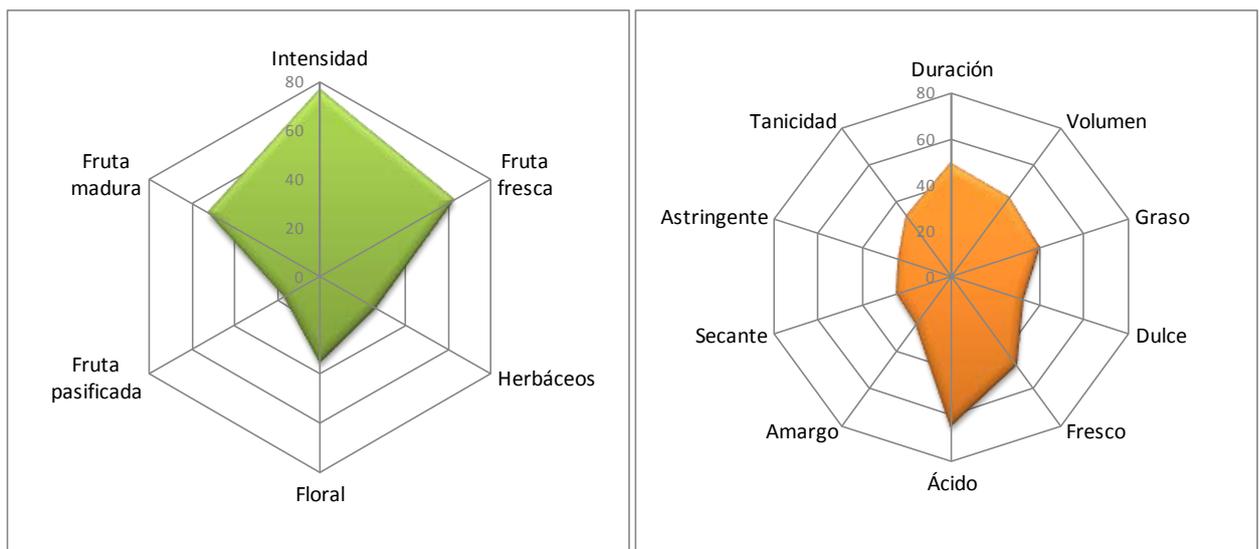


Figura 4.4.54. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Es considerada una variedad española originaria de Cataluña.
- Es altamente productiva, con un tamaño de racimo y de baya muy grandes que le originan problemas de maduración.
- Destaca por su buena intensidad aromática y su carácter de fruta fresca.
- Produce vinos ligeros, con una elevada acidez que confiere gran frescor en boca.
- Muy recomendable para la elaboración de vinos rosados.

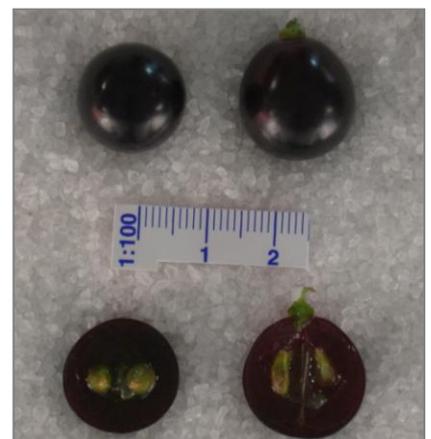


Figura 4.4.60. Fotografía de la baya.

TROUSSEAU NOIR – MERENZAO



Figura 4.4.61. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Variedad de previsible origen francés ó ibérico; es conocida como Merenzao en Galicia ó Bastardo en Portugal.
- No se ha encontrado ninguna cepa cultivada en La Rioja ni existen indicios de su cultivo, pero sí en otras regiones.
- De rendimientos elevados, es sensible a *Botrytis* y posee un tamaño grande de racimo y baya.
- Sin grandes aptitudes enológicas, genera vinos con poco color, poca estructura y buen contenido alcohólico.



Figura 4.4.62. Fotografía de la baya.

VIDADILLO



Figura 4.4.63. Fotografías del ápice (izquierda), haz de la hoja (centro) y racimo (derecha).

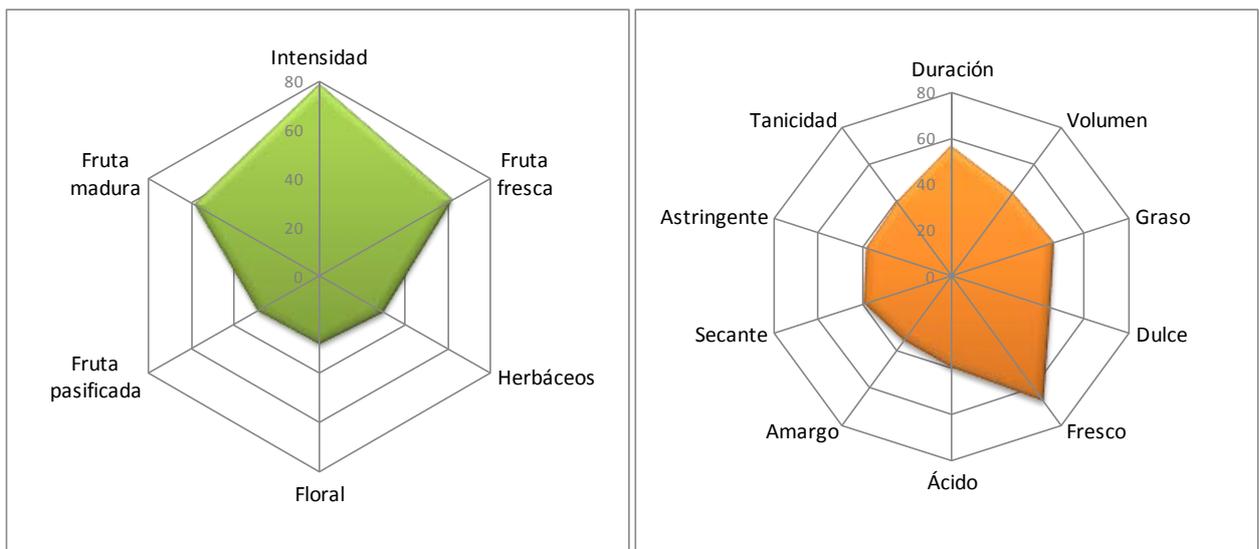


Figura 4.4.64. Medias geométricas de los descriptores aromáticos (izquierda) y gustativos (derecha).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Es considerada una variedad española originaria de Aragón.
- De ciclo tardío, posee rendimientos moderados y un racimo compacto de tamaño intermedio. Puede tener problemas de maduración en zonas frescas.
- Destaca por su elevada intensidad aromática y su carácter frutal.
- Produce vinos moderadamente estructurados, con muy buena acidez que confiere longitud y gran frescor en boca.



Figura 4.4.65. Fotografía de la baya.

5.

CONCLUSIONS

1. The ampelographic characterization has identified, with a fair degree of certainty, 24 of the 45 studied accessions. The identified accessions belong to 9 different varieties.
2. The molecular characterization has enabled the differentiation of 24 different genotypes among the 45 studied accessions, 2 of which resulted in being unknown.
3. The joint study of molecular and ampelographic characterization has identified 2 genotypes with somatic variations in the color of the berry skin epidermis, resulting in a total of 26 different varieties.
4. From the 26 varieties studied, 5 were table grapes and 19 were wine grape varieties. Between the wine grape varieties, two of them were unknown and 3 contained anthocyanins in the pulp (teinturier). From examination of the berry skin epidermis, 8 out of the 26 described varieties have shown pink coloration; 4 from table grapes and 4 from wine grapes.
5. New synonyms have been established: Graciano de Alfaro - Tinto Velasco, Maturana Tinta de Navarrete - Castets, Morato - Morate, Tempranillo del Barón - Trepát and Tempranillo Temprano - Portugieser Blau. Also, some erroneous local synonyms have been corrected: Garnacha tardía - Mandón, Miguel de Arco - Vidadillo, Monastel - Moristel and Navarra - Rojal. Finally, some well-known synonyms have been confirmed: Garnacha Tintorera - Alicante Henri Bouschet, Monastel - Morate and Tinto Aragónés - Tempranillo.
6. Family connections among the studied accessions have been proposed here for the first time. However, to confirm these hypotheses, a new study with a larger number of microsatellite markers needs to be done. Maturana Tinta de Navarrete has shown an association with Trousseau Noir, Trepát with Jerónimo, Bobal with Desconocida 1, and it has been proposed that Moristel is a cross between Morate and Desconocida 1. Apart from the 2 unknown varieties, it is the first time in Spain that has been proved that the varieties Tempranillo Rojo and Maturana Tinta de Navarrete have been grown.
7. There is a wide diversity in the agronomical behavior of the studied varieties, highlighted by Trepát which is characterized by its high productivity, Portugieser Blau which is characterized by its precocious ripening and Maturana Tinta de Navarrete which is characterized by its high ability to synthesize anthocyanins.

8. All the studied varieties behave in a logical manner, at both the agronomical and the enological level: the Ravaz index is inversely related to the concentration of the phenolic compounds and, in turn, directly related to the acidity and the perception of freshness in the wine.
9. Of the 4 varieties used to make white wine, Garnacha Roya and Tempranillo Royo showed better oenological aptitudes. Agawam, because of its particular “foxy” character, and Rojal Tinto being a table grape variety, are the least recommended.
10. The red wines with higher phenol content correspond with the wines made from the 3 teinturier varieties and Maturana Tinta de Navarrete, this last one being the most notable.
11. For both years of the study, there is a close correlation in the anthocyanin content of grapes (determined by Hland method) and the colouring intensity of wines, ($r^2=0.95$ and 0.88 , respectively). The phenolic content in grapes it is also correlated, but to a lesser extent, with the polyphenolic total index of wine ($r^2=0.82$ and 0.71). It is therefore recommended to use the Hland method to estimate the anthocyanin concentration in grapes.
12. The amino acid content in must is directly related to the degree of ripeness of the grapes ($r^2=0.64$ and 0.72), regardless of the varietal factor. Moreover, the intake of amino acids by fermentation is directly proportional to the initial amino acid concentration in the must ($r^2=0.42$), independent of the variety.
13. All the varieties studied have a comparable amino acidic profile with other *Vitis vinifera*, with the exception of Agawam, which has an elevated alanine concentration as it is an interspecific variety of *Vitis vinifera x Vitis labrusca*.
14. Many correlations between must amino acid and wine volatiles compounds have been established, thus confirming the involvement of must amino acidic composition in the aromatic composition of wine.
15. The volatile composition of wines was established by chromatography-mass spectrometry, allowing the quantification of different families of aromas. However this technique does not explain the sensations of human perceptions as a whole. This is a valid tool to

understand the wine aroma, and it might explain some detected varietal particularities, like the herbaceous character of Maturana Tinta de Navarrete, partly due to its richness in alcohol C6.

16. At the global level, among the 16 varieties vinified as red wines, it is possible to determine 3 larger groups with similar behavior. The first group, comprising Trepát, Desconocida 1, Cinsaut, Moristel, Morate, Desconocida 2 and Vidadillo, is noted for its lightness and freshness, particularly for the 3 first varieties. The second group, associated more with well-structured wines with a capability to mature in bottle, is composed of the varieties Tinto Velasco, Mandón and Portugieser Blau, in addition to those two varieties of reference: Tempranillo Tinto and Bobal. The third group, formed by those varieties with higher polyphenol richness in wine, and high complexity and persistence, includes Maturana Tinta de Navarrete, Alicante Henri Bouschet, Petit Bouschet and Morrastel Bouschet.

17. Among all the minority red varieties studied in La Rioja, Maturana Tinta de Navarrete is the most noteworthy one, mainly because of its high phenol richness and better sensorial assessment of its wines.

18. It is essential to preserve and characterize the relict plant material for every wine region of the world, not only to learn about an important part of the viticultural history, but also to ensure greater genetic diversity for the future challenges.

6.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbott N.A., Coombe B.G. and Williams P.J. 1991. The contribution of hydrolyzed flavour precursors to quality differences in Shiraz juice and wines: an investigation by sensory analysis. *Am. J. Enol. Vitic.*, 42: 167-174
- Abela y Sainz de Andino E. 1885. *El libro del viticultor*. Madrid. 328 pp.
- Agenbach W.A. 1978. A study of must nitrogen content in relation to incomplete fermentations, yeast production and fermentation activity. *Proceedings of South African Society for Enology and Viticulture*. Ed. E. F. Beukman. CapeTown.
- Agosin E., Belancic A., Ibacache A., Baumes R., Bordeu E., Crawford A. and Bayonove C. 2000. Aromatic potential of certain Muscat grape varieties important for Pisco production in Chile. *Am J. Enol. Vitic.*, 51: 404-408
- Alba V., Anaclerio A., Gasparro M., Caputo A.R., Montemurro C., Blanco A. and Antonacci D. 2011. Ampelographic and Molecular Characterisation of Aglianico Accessions (*Vitis vinifera* L.) Collected in Southern Italy. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 32: 164-173
- Allen M.S., Lacey M.J. and Boyd S. 1994. Determination of methoxypyrazines in red wines by stable isotope dilution gas chromatography-mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.*, 42: 1734-1738
- Allen M.S., Lacey M.J., Brown W.V. and Harris R.L.N. 1990. Occurrence of methoxypyrazines in grapes of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon and Sauvignon blanc. In *Actualités Oenologiques 89: Comptes rendus du 4e Symposium International d'Oenologie*, Bordeaux, 1989. P. Ribéreau-Gayon and A. Lonvaud (eds.), Institut d'Oenologie Université de Bordeaux, Paris. pp. 25-30
- Allen M.S., Lacey M.J., Harris R.L.N. and Brown W.V. 1991. Contribution of methoxypyrazines to Sauvignon blanc wine aroma. *Am. J. Enol. Vitic.*, 42: 109-112
- Alleweldt G. and Dettweiler E. 1994. *The Genetic Resources of Vitis: World List of Grapevine Collections*. (2nd ed.), Geilweilerhof.
- Almadanim M. C., Baleiras-Couto M. M., Pereira H. S., Carneiro L. C., Fevereiro P., Eiras-Dias J. E., Morais-Cecilio L., Viegas W. and Veloso M. M. 2007. Genetic diversity of the grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars most utilized for wine production in Portugal. *Vitis*, 46: 116-119
- Alonso de Herrera G. 1513. *Agricultura General*. Facsimil. Universidad Politécnica de Madrid, 1994
- Altube H. 1990. *Caracterización de variedades y portainjertos de vid mediante compuestos bioquímicos*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Amerine M.A. y Ough, C.S. 1974. *Wine and must analysis*. Wiley -Interscience. Ed. Jhon Wiley and Sons. New York, U. S. A.
- Arias-Gil M., Garde-Cerdán T. and Ancín-Azpilicueta C. 2007. Influence of addition of ammonium and different amino acid concentrations on nitrogen metabolism in spontaneous must fermentation. *Food Chem.*, 103: 1312-1318
- Arnold C., Gillet F. and Gobat J.M. 1998. Situation de la vigne sauvage *Vitis vinifera* subsp. *silvestris* en Europe. *Vitis*, 37: 159-170

- Arozarena I., Casp A., Marin R. and Navarro M. 2000. Differentiation of some Spanish wines according to variety and region based on their anthocyanin composition. *Eur. Food Res. Technol.*, 212: 108-112
- Arroyo-García R. et al. 2006. Multiple origins of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *sativa*) based on chloroplast DNA polymorphisms. *Mol. Ecol.*, 15: 3707-3714
- Arroyo-García R., Lefort F., de Andrés M.T. Ibáñez J., Borrego J., Jouve N., Cabello F. and Martínez-Zapater J.M. 2002. Chloroplast microsatellites polymorphisms in *Vitis* species. *Genome*, 45: 1142-1149
- Asensio M.L., Cabello F., Ortiz J.M. 1996. Caracterización isoenzimática de variedades Extremeñas de vid (*Vitis vinifera* L.) XVIII Jornadas de Viticultura y Enología de Tierra de Barros. Junta de Extremadura. Dirección Gral. Ind. Agrarias, 29-38
- Asensio M.L., Valdés M.E. and Cabello F. 2002. Characterization of some Spanish white grapevine cultivars by morphology and amino acid analysis. *Sci. Hort.*, 93: 289-299
- Asensio M.L., Valdés M.E. y Cabello F. 2001. Estudio de la evolución de la composición amínica durante la maduración en mostos de diferentes variedades de *Vitis vinifera* L. *Vitic. Enol. Prof.*, 72: 44-53
- Asensio, M. L. 2000. Caracterización de variedades *Vitis vinifera* L. cultivadas en Extremadura, mediante estudios morfológicos, agronómicos y bioquímicos. Tesis Doctoral, U.P.M. Madrid
- AWRI. 2006. Determination of total anthocyanins (colour) in red grape berries. AWRI Industry Standard Methods (www.crcv.com.au)
- AWRI. 2013. Measuring grape colour, phenolics and tannins using different analytical methods. The Australian Wine Research Institute (<http://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2014/01/measuring-grape-tannins.pdf>)
- Ayestarán B., Ancín M.C., García A.M., González A. and Garrido J. 1995. Influence of prefermentation clarification on nitrogenous contents of musts and wines. *J. Agric. Food Chem.*, 43: 476-482
- Aznar M., López R., Cacho J. and Ferreira V. 2003. Prediction of aged red wine aroma properties from aroma chemical composition. Partial least squares regression models. *J. Agric. Food Chem.*, 51: 2700-2707
- Balda P. 2010. Identificación y caracterización completa (ampelográfica, genética, agronómica, enológica, amínica, aromática y sensorial) de diferentes variedades conocidas como "Tempranillo" en la D.O.Ca. Rioja. Diploma de Estudios Avanzados. Universidad de La Rioja
- Balda P., Palacios A., Carrillo D., Zaldivar E., Borinaga I. y Martínez de Toda F. 2013. Expresión de pirazinas en Maturana Tinta de Navarrete. *Semana Vitivini.*, 3412: 1926-1933
- Barbosa C., Falco V., Mendes-Faia A. and Mendes-Ferreira A. 2009. Nitrogen addition influences formation of aroma compounds, volatile acidity and ethanol in nitrogen deficient media fermented by *Saccharomyces cerevisiae* wine strains. *J. Biosci. Bioeng.*, 108: 99-104

- Bate-Smith E.C. 1973. Haemanalysis of tannins: The concept of relative astringency. *Phytochemistry*, 12: 907-912
- Bauza T., Blaise A., Daumas F. and Cabanis J. C. 1995. Determination of biogenic amines and their precursor amino acids in wines of the Vallée du Rhône by high-performance liquid chromatography with precolumn derivatization and fluorimetric detection. *J. Chromatogr. A.*, 707: 373-379
- Becker J. and Heun M. 1995. Mapping of digested and undigested random amplified microsatellite polymorphisms in barley. *Genome*, 38: 991-998
- Beckmann J.S. and Soller, M. 1990. Towards a unified approach to the genetic mapping of eukaryotes based on sequence-tagged microsatellite sites. *Nat. Biotechnol.*, 8: 930-932
- Beech F.W., Burroughs L.F., Timberlake C.F. and Whiting G.C. 1979. Progres recents sur l'aspect chimique et antimicrobienne de l'anhydride sulfureux. *Bulletin de l'OIV*, 52: 1001-1022
- Belancic A. and Agosin E. 2007. Methoxypyrazines in grapes and wines of *Vitis vinifera* cv. Carmenere. *Am. J. Enol. Vitic.*, 58: 462-469
- Bell S. J., and Henschke P. A. 2005. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. *Aust. J. Grape Wine R.*, 11: 242-295
- Bely M., Sablayrolles, J.M. and Barre, P. 1990. Automatic detection of assimilable nitrogen deficiencies during alcoholic fermentation activity. *J. Ferm. Bioeng.*, 70: 246-252
- Bisson L.F. 1999. Stuck and sluggish fermentations. *Am. J. Enol. Vitic.*, 50: 107-119
- Boido, E., Lloret, A., Medina, K., Farina, L., Carrau, F., Versini, G. y Dellacassa, E. 2003. Aroma composition of *Vitis vinifera* cv. Tannat: The typical red wine from Uruguay. *J. Agric. Food Chem.*, 51: 5408-5413
- Boidron R., Boursiquot J. M., Doazan J. P., Leclair P., Leguay M., Walter B. 1995. Catalogue officiel des variétés de vigne cultivées en France. ENTAV, 357 pp.
- Borrego J., de Andrés M.T., Ibáñez J. 2000. Análisis de ADN para identificación de variedades de vid. *Variedades de la vid en la Comunidad de Madrid*. Ed. Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente. Dirección General de Educación y Promoción Ambiental. pp. 115-132
- Botstein D., White R. L., Skolnick M. and Davis R.W. 1980. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *Am. J. Hum. Genet.*, 32: 314-31
- Botta R., Scott N.S., Eynard I. and Thomas M.R. 1995. Evaluation of microsatellite sequence-tagged site markers for characterizing *Vitis vinifera* cultivars. *Vitis*, 34: 99-102
- Bouloumpasi E., Soufleros E. H., Tsarchopoulos C. and Biliaderis C. G. 2002. Primary amino acid composition and its use in discrimination of Greek red wines with regard to variety and cultivation region. *Vitis*, 4: 195-202
- Bourquin J.C., Otten L. and Walter B. 1995. PCR-RFLP analysis of *Vitis*, *Ampelopsis* and *Parthenocissus* and its application to the identification of rootstocks. *Vitis*, 34: 103-108
- Boutelou E. 1805. *Semanario de Agricultura y de las Artes*. Tomo 18. Madrid, p. 336-346

- Bowers J.E., Bandman E.B. y Meredith C.P. 1993. DNA fingerprint characterization of some wine grape cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.*, 44: 266-274
- Bowers J.E., Dangl G.S. and Meredith C.P. 1999. Development and characterization of additional microsatellite DNA markers for grape. *Am. J. Enol. Vitic.*, 50: 243-246
- Bowers J.E., Dangl G.S., Vignani R. and Meredith C.P. 1996. Isolation and characterization of new polymorphic simple sequence repeat loci in grape (*Vitis vinifera* L.). *Genome*, 39: 628-633
- Branas J. 1974. *Viticulture*. Imp. Déhan, Montpellier.
- Buhner-Zaharieva T., Moussaoui S., Lorente M., Andreu J., Núñez R., Ortiz J. M. and Gogorcena Y. 2010. Preservation and molecular characterization of ancient varieties in Spanish grapevine germplasm collections. *Am. J. Enol. Vitic.*, 61: 557-562
- Buiarelli F., Coccioli F., Merolle M., Jasionowska R. and Terracciano A. 2010. Identification of hydroxycinnamic acid-tartaric acid esters in wines by HPLC-tandem mass spectrometry. *Food Chem.*, 123: 827-833
- Burns J., Mullen W., Landrault N., Teissedre P.L., Lean M.E. and Crozier A. 2002. Variations in the profile and content of anthocyanins in wines made from cabernet sauvignon and hybrid grapes. *J. Agric. Food Chem.*, 50: 4096-4102
- Cabello F. 1992. *Caracterización de Variedades de Vid (Vitis vinifera L.) de Interés Comercial en la Comunidad de Madrid*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Cabello F. 1995. *La Colección de Vides de "El Encín". Historia del Banco de Germoplasma (1904-1994)*. Memoria de actividades y catálogo de variedades. Comunidad de Madrid, 125 pp.
- Cabello F. y de la Fuente J. M., 1993. *Caracterización de la variedad "Tempranillo" y sus sinonimias españolas*. XV Jornadas de Viticultura y Enología de Tierra de Barros. Dirección General de Comercio e Industrias Agrarias de la Consejería de Agricultura y Comercio de la Junta de Extremadura
- Cabello F. y Ortiz J.M. 1995. *Caractérisation isoenzymatique et morphologique de cépage espagnols (Vitis vinifera L.)*. *Bull. OIV*, 68: 721-745
- Cabello F., Ortiz J. M., Muñoz-Organero G., Rodríguez I., Benito A., Rubio de Miguel C., García S. y Sáiz R. 2011. *Variedades de vid en España*. Ed. Agrícola Española, 511 pp.
- Cabello J.M., García-Beneytez S. y Cabello F. 2000. *Evolución de las Escuelas Ampelográficas Españolas*. I Encuentro de Historiadores de la Vitivinicultura Española. Puerto de Santa María, Cádiz, pp 25-46
- Cabello F., Rodríguez-Torres I., Muñoz-Organero G., Rubio C., Benito A., García-Beneytez S. 2003. *La colección de variedades de vid de "El Encín"* Ed. Comunidad de Madrid, 205 pp
- Cabezas J. A., Cervera M. T., Arroyo-García R., Ibáñez J., Rodríguez-Torres I., Borrego J., Cabello F., Martínez-Zapater J.M. 2003. *Garnacha and Garnacha Tintorera: Genetic Relationships and the Origin of Teinturier Varieties Cultivated in Spain*. *Am. J. Enol. Vitic.*, 54: 237-245

- Cáceres I., Polo, M.C. y Cabezudo, M.D. 1987. El análisis integro de los vinos. V: La fracción nitrogenada". Alimentación. Equipos y tecnología, Marzo-Abril, 123 -128 pp
- Cacho J. 2006. La percepción de notas aromáticas del vino y el efecto de ciertas moléculas volátiles. ACE Enología, 66
- Calull M., Marcé R.M., Guasch J. and Borrul F. 1990. Determination of free amino acid content of varietal red wines from the Tarragona region. Study of the varietal influence. Acta Alimentaria, 19, 47-53.
- Cantagrel R., Symonds P., Carles J., Lablanque O., Protch C. 1982. Compositionen acides amines du moût en fonction du cépage et de la technologie et son influence sur la qualité du vin. Sci. Aliments, 2: 109-142
- Carbonneau A., Casteran P. et Leclair P. 1978. Essai de détermination, en biologie de la plante entière, de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin. Méthodologie et premiers résultats sur les systèmes de conduite. Ann. Amélior. Plantes, 28: 195-221
- Carnacini A., Antonelli A., Galletti G. C., Natali N. and Farris G. A. 1997. Quantitative changes of some volatile components in Vernaccia di Oristano (a Sardinian sherry-like wine) during maturation. J. Agric. Food Chem., 45: 2225-2228
- Carreño E., López M.A., Labra M., Rivera D., Sancha J.C., Ocete R. and Martínez de Toda F. 2004. Genetic relationship between some Spanish *Vitis vinifera* L. subsp. *sativa* cultivars and wild grapevine populations (*Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi): a preliminary study. Plant Gen. Res., 137: 42-45
- Casanova J., Mozas P. and Ortiz J.M. 2011. Ampelography and microsatellite DNA analysis of autochthonous and endangered grapevine cultivars in the province of Huesca (Spain). Span. J. Agric. Res., 9: 790-800
- Casassa F. and Catania C. 2006. Piranoantocianos, nuevos pigmentos en los vinos tintos. Aspectos científicos e implicancias tecnológicas. Enología, 3: 1-23
- Castillo-Muñoz N., Gómez-Alonso S., García-Romero E., Gómez M. V., Velders A. H., and Hermosín-Gutiérrez I. 2009. Flavonol 3-O-glycosides series of *Vitis vinifera* cv. Petit Verdot red wine grapes. J. Agric. Food Chem., 57: 209-219
- Castino M. 1988. Connaissance de la composition du raisin et du vin. BULL. O.I.V., 689-690, 540-553.
- Castro I., Martín J. P., Ortiz J. M., Pinto-Carnidea O. 2011. Varietal discrimination and genetic relationships of *Vitis vinifera* L. cultivars from two major Controlled Appellation (DOC) regions in Portugal. Sci. Hortic., 127: 507-514
- Cervera M. T., Cabezas J. A., Rodríguez-Torres I., Chavez J., Cabello F. and Martínez-Zapater J. M. 2002. Varietal diversity within grapevine accessions of cv. Tempranillo. Vitis, 41: 33-36
- Cervera M. T., Rodríguez I., Cabezas J. A., Chavez J., Zapater J. M. and Cabello F. 2001. Morphological and molecular characterization of grapevine accessions known as Albillo. Am. J. Enol. Vitic., 52: 127-135

- Cervera M.T., Cabezas J.A., Sancha J.C., Martínez de Toda F. and Martínez-Zapater J.M. 1998. Application of AFLPs to the characterization of grapevine *Vitis vinifera* L. genetic resources. A case study with accessions from Rioja (Spain). *Theor. Appl. Genet.*, 97: 51-59.
- Chatonnet P., Dubourdieu D., Boidron J. N. y Pons M. (1992) The origin of ethylphenols in wines. *J. Sci. Food Agric.*, 60: 165-178
- Chavez J.E. 2000. Identificación de variedades de vid (*Vitis vinifera* L.) por ampelografía: capacidad discriminante y estabilidad. Detección de homonimias y sinonimias. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.
- Cheyrier V., Dueñas M., Salas E., Maury C., Souquet J.M., Sarni-Manchado P. and Fulcrand H. 2006. Structure and properties of wine pigments and tannins. *Am. J. Enol. Vitic.*, 57: 298-305
- Cheyrier V., Moutounet M., Sarni-Manchado P. 1998. Les composés phénoliques. Ed. Lavoissier Tec&Doc. Oenologie, fondements scientifiques et technologiques. C. Flanzly, Paris, pp. 124-164
- Chitwood *et al.*, 2014. A Modern Ampelography: A genetic basis for leaf shape and venation patterning in grape. *Plant Phys.*, 164: 259-272
- Chomé P. M., Sotés V., Benayas F., Cayuela M., Hernández M., Cabello F., Ortiz J. M., Rodríguez I. y Chaves J. 2003. Variedades de vid: registro de variedades comerciales. 2ª Ed. MARM. 303 pp.
- Cipriani G. *et al.*, 2010. The SSR-based molecular profile of 1005 grapevine (*Vitis vinifera* L.) accessions uncovers new synonymy and parentages, and reveals a large admixture amongst varieties of different geographic origin. *Theor. Appl. Genet.*, 121: 1569-1585
- Cipriani G., Frazza G., Peterlunger E. y Testolin R. 1996. Caractérisation des cultivars de *Vitis vinifera* au moyen de régions microsatellites. *Riv. Vitic. Enol.*, 1: 71-72
- Clarke O. y Rand M. 2002. Uvas y Vinos. Ed. Blume. 320 pp.
- Collins G.G. and Symons R.H. 1993. Polymorphisms in grapevine DNA detected by the RAPD PCR technique. *Plant Mol. Biol. Rep.*, 11: 105-112
- Columela, L. J. M. (año 42) Los Doce Libros de Agricultura. Tomo I (Libro Tercero). Traducción al castellano por Alvarez de Sotomayor y Rubio (1979). Edición facsímil. Santander. 312 pp
- Concepción I. 2001. Caracterización de variedades de vid por métodos ampelográficos y bioquímicos. Resolución de homonimias y sinónimas. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
- Consejo Regulador de Rioja. 2004. Orden APA/3465/2004, de 20 de octubre. Anexo 2 del Reglamento de la Denominación de Origen Calificada "Rioja" y de su Consejo Regulador
- Coombe B.G. 1995. Growth stages of the grapevine. *Aust. J. Grape and Wine Res.*, 1: 100-110

- Cooper T. G. 1982. Nitrogen metabolism in *Saccharomyces cerevisiae*. In J. N. Strathern, E. W. Jones, & J. R. Broach. The molecular biology of the yeast *Saccharomyces*. Metabolism and gene expression. New York: Cold Spring Harbor. pp 39-99
- Copigmentación - Boulton R. 2001. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: a critical review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 52: 67-87
- Cordonier R. 1977. L'arome des vins. *Rev. Fr. D'oenol.*, 53: 15-26
- Cosme F., Ricardo-Da-Silva J.M. and Laureano O. 2009. Tannin profiles of *Vitis vinifera* L. cv. red grapes growing in Lisbon and from their monovarietal wines. *Food Chem.*, 112: 197-204
- Costantini L., Monaco A., Vouillamoz J. F., Forlani M. and Grando M. S. 2005. Genetic relationships among local *Vitis vinifera* cultivars from Campania (Italy). *Vitis* 44: 25-34
- Crawford D. J. 1983. Phylogenetic and systematic inferences from electrophoretic studies. In *Isozymes in Plant Genetic and Breeding. Part A*. Amsterdam: Elsevier, 257-287
- Crespan M. and Milani N. 2001. The Muscats: A molecular analysis of synonyms, homonyms and genetic relationships within a large family of grapevine cultivars. *Vitis*, 40: 23-30
- Cunha J., Teixeira M., Brazão J., Carneiro L.C., Veloso M., Fevereiro P. and Eiras-Dias J.E.J. 2010. Genetic Diversity in Portuguese native *Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera* and ssp. *Sylvestris*. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 46 (Special Issue): S54-S56
- De Wet P. 1978. Odor thresholds and their application to wine flavour studies. *Process. SAF. Oenol. Vitic.*, 3: 28-42
- Di Stefano R. 1996. Méthodes chimiques dans la caractérisation variétale. *Riv. Vitic. Enol.*, 1: 51-56
- Díaz E., Tato A., Ramos-Cabrera A. M., Río S. and Cortés S., and Pereira-Lorenzo S. 2010. Twenty microsatellites (SSRs) reveal two main origins of variability in grapevine cultivars from Northwestern Spain. *Vitis*, 49: 55-62
- Dimitriadis E. and Williams P.J. 1984. The development and use of a rapid analytical technique for estimation of free and potentially volatile monoterpene flavorants of grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 35: 66-71
- Dokoozlian N.K. and Kliewer W.M. 1996. Influence of Light on Grape Berry Growth and Composition Varies during Fruit Development. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 121: 869-874
- Downey M.O., Harvey J.S. and Robinson S.P. 2003. Synthesis of flavonols and expression of flavonol synthase genes in the developing grape berries of Shiraz and Chardonnay (*Vitis vinifera* L.). *Aust. J. Grape Wine Res.*, 9: 110-121
- Dunlevy J.D., Kalua C.M., Keyzers R.A. and Boss P.K. 2009. The production of flavour and aroma compounds in grape berries. In *Grapevine Molecular Physiology and Biotechnology*. K.A. Roubelakis-Angelakis. Springer, Dordrecht, Netherlands. pp. 293-340
- Duteurtre B., Bourgeois C., and Chollot B. 1971. Study of the assimilation of proline by brewing yeasts. *J. Inst. Brewing*, 77: 28-35
- Ebeler S.E. and Thorngate J.H. 2009. Wine chemistry and flavor: Looking into the crystal glass. *J. Agric. Food Chem.*, 57: 8098-8108

- Escudero A., Hernández-Orte P., Cacho J. and Ferreira V. 2000. Clues about the role of methional as character impact odorant of some oxidized wines. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 4268-4272
- Etiévant P. X. 1981. Volatile phenol determination in wine. *J. Agric. Food Chem.*, 29: 65-67
- Etiévant P. X. and Bayonove C. L. 1983. Aroma components of pomaces and wine from the variety Muscat de Frontignan. *J. Sci. Food Agric.*, 34: 393-403
- Etiévant P., Schlich P., Bouvier J. C., Symonds P. and Bertrand A. 1988. Varietal and geographic classification of French red wines in terms of elements, amino acids and aromatic alcohols. *J. Sci. Food Agric.*, 45: 25-41
- Fang Y. and Qian M. C. 2012. Development of C6 and Other Volatile Compounds in Pinot Noir Grapes Determined by Stir Bar Sorptive Extraction-GC-MS. *Flavor Chemistry of Wine and Other Alcoholic Beverages. ACS Symposium Series, Vol. 1104, Chapter 6, pp 81-99*
- Fauconnier M. L., Mpambara A., Delcarte J., Jacques P., Thonart P. y Marlier M. 1999. Conversion of green note aldehydes into alcohols by yeast alcohol Dehydrogenase. *Biotechnol. Lett.*, 21: 629-633
- Fenoll J., Manso A., Hellín P., Ruiz L. and Flores P. 2009. Changes in the aromatic composition of the *Vitis vinifera* grape Muscat Hamburg during ripening. *Food Chem.*, 114: 420-428
- Fernández M., Martínez J. and Mena A. 2012. Identification and Relationships of Grapevine Cultivars 2 Authorized for Cultivation in Castilla La Mancha (Spain). *Am. J. Enol. Vitic.* doi: 10.5344/ajev.2012.09010
- Fernández-González M., Mena A., Izquierdo P. and Martínez J. 2007. Genetic characterization of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars from Castilla La Mancha (Spain) using microsatellite markers. *Vitis*, 46: 126-130
- Ferrandino A. and Guidoni S. 2010. Anthocyanins, flavonols and hydroxycinnamates: an attempt to use them to discriminate *Vitis vinifera* L. cv "Barbera" clones. *Eur. Food Res. Technol.*, 230: 417-427
- Ferreira V., Fernández P., Pena C., Escudero A. and Cacho, J. F. 1995 a. Investigation on the role played by fermentation esters in the aroma of young Spanish wines by multivariate analysis. *J. Sci. Food Agric.*, 67: 381-392
- Ferreira B., Hory C., Bard M.H., Taisant C., Olsson A., and Le Fur Y. 1995 b. Effects of skin contact and settling on the level of the C18:2, C18:3 fatty acids and C6 compounds in Burgundy Chardonnay musts and wines. *Food Qual. Pref.*, 6: 35-41
- Ferreira V. 2012. Bases moleculares del aroma del vino. *Actas del coloquio Aromas del Vino: Proyecto Vinaromas*, 53-54.
- Ferreira V., Fernández P. and Cacho J. F. 1996. A study of factors affecting wine volatile composition and its application in discriminant analysis. *Food Sci. Technol.*, 29: 251-259
- Ferreira V., López R. and Cacho J. F. 2000. Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties. *J. Sci. Food Agric.*, 80: 1659-1667
- Figueiredo-González M., Martínez-Carballo E., Cancho-Grande B., Santiago J.L., Martínez M.C. and Simal-Gándara J. 2012. Pattern recognition of three *Vitis vinifera* L. red grapes

- varieties based on anthocyanin and flavonol profiles, with correlations between their biosynthesis pathways. *Food Chem.*, 130: 9-19
- Fischer U. and Noble A.C. 1994. The effect of ethanol, catechin concentration, and pH on sourness and bitterness of wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, 45: 6-10
- Flamini R., De Luca G. and Di Stefano R. 2002. Changes in carbonyl compounds in Chardonnay and Cabernet Sauvignon wines as a consequence of malolactic fermentation. *Vitis*, 41 (2): 107-112
- Föex G. 1891. *Cours complet de Viticulture*, 3ème ed. Ed. Masson, Paris.
- Fraille P., Garrido J. and Ancin C. 2000. Influence of a *Saccharomyces cerevisiae* selected strain in the volatile composition of rose wines. Evolution during fermentation. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 1789-1798
- Francis I.L. and Newton J.L. 2005. Determining wine aroma from compositional data. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 11: 114-126
- Francis I.L., Sefton M.A. and Williams P.J. 1992. Sensory descriptive analysis of the aroma of hydrolyzed precursor fractions from Semillon, Chardonnay and Sauvignon Blanc grape juices. *J. Sci. Food Agric.*, 59: 511-520
- Frankel E.N., Waterhouse A.L., Teissedre P.L. 1995. Principal Phenolic Phytochemicals in Selected California Wines and Their Antioxidant Activity in Inhibiting Oxidation of Human Low-Density Lipoproteins *Agric. Food Chem.*, 43: 890-894
- Freijanes J. y Alonso M. P. 1997. Videiras Galegas. Catálogo de Variedades Autóctonas. Ed. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela. 231 pp
- Freijanes J., Alonso M. P., Pérez J., Rega J., Orriols I., Estevan C., Ferradas P., Martínez de Toda F., Lara M. 1993. Variedades autóctonas de cepas gallegas para vinos blancos. Ed. ICI-ZELTIA, 139 pp
- Frivik S. and Ebele S. E. 2003. Influence of sulfur dioxide on the formation of aldehydes in white wine. *Am. J. Enol. Viticult.*, 54: 31-38
- Fulcrand H., Cameira dos Santos P.J., Sarni-Manchado P., Cheynier V. and Favre-Bonvin, J. 1996. Structure of new anthocyanin-derived wine pigments. *J. Chem. Soc. Perkin. Trans.*, 1: 735-739
- Gago P., Santiago J. L., Boso S., Alonso-Villaverde V., Grando M. S., and Martínez M. C. 2009. Biodiversity and characterization of twenty-two *Vitis vinifera* L. cultivars in the Northwestern Iberian Peninsula. *Am. J. Enol. Vitic.*, 60: 293-301
- Gale M.D. 1994. Genetics, markers, maps and wheat breeding. *J. R. Agric. Soc. Engl.*, 155: 162-176
- Galet P. 1990. *Cépages et Vignobles de France*, tome II. Ed Dehan, Montpellier.
- Galet P. 2000. *Dictionnaire encyclopédique des cépages*. Ed. Hachette Livre, 935 pp.
- Galet P. 1988. *Cépages et vignobles de France*. Tome I. Les vignes américaines. Imp. Déhan. Montpellier. 554 pp.

- García de los Salmones, N. 1914. Memoria General del Congreso Nacional de Viticultura de Pamplona
- García de Luján A. y Lara M. 1997. La colección de vides del Rancho de la Merced. Junta de Andalucía. Monografías 19/97, 156 pp.
- García-Muñoz S., Asproudi A., Cabello F. and Borsa D. 2011 a. Aromatic characterization and enological potential of 21 minor varieties (*Vitis vinifera* L.). Eur. Food Res. Technol., 233: 473-481
- García-Muñoz S., Lacombe T., de Andrés M. T., Gaforio L., Muñoz-Organero G., Laucou V., This P. and Cabello F. 2011 b. Grape varieties (*Vitis vinifera* L.) from the Balearic Islands: genetic characterization and relationship with Iberian Peninsula and Mediterranean Basin. Genet. Resour. Crop. Evol., 59: 589-605
- Garde T., Rodríguez S. and Ancín C. 2002. Volatile composition of aged wine in used barrels of French oak and of American oak. Food Res. Int., 35: 603-610
- Garde-Cerdán T. and Ancín-Azpilicueta C. 2008. Effect of the addition of different quantities of amino acids to nitrogen-deficient must on the formation of esters, alcohols, and acids during wine alcoholic fermentation. LWT-Food Sci. Technol., 41: 501-510
- 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 Chem., 124: 106-116
- Gawel R. 1998. Red wine astringency: a review. Austr. J. Grape Wine Res., 4: 74-95
- Gerbaux V., Vincent B. y Bertrand A. 2002. influence of maceration temperature and enzymes on the content of volatile phenols in Pinot Noir wines. Am. J. Enol. Vitic., 53: 131-137
- Giudici P. and Kunkee R.E. 1994. The effect of Nitrogen deficiency and sulfur-containing aminoacids on the reduction of sulfate to hydrogen sulfide by wine yeast. Am. J. Enol. Vitic., 45: 11-17
- Goethe H. 1878. Handbuch der Ampelographie. Facsímil. Ed. Nabu Press, 294 pp
- Gogorcena Y. and Parfitt D.E. 1994. Evaluation of RAPDS marker consistency for detection of polymorphism in apricot. Sci. Hortic. Amsterdam 59: 163-167
- Gogorcena Y. y Lorente M. 2006. Viejas variedades, nuevas oportunidades: un trabajo de investigación saca a la luz viejas variedades de vid desconocidas en peligro de extinción. Surcos de Aragón, 98: 12-15
- Gogorcena Y., Arulsekar S., Dandekar A. M. and Parfit D.E. 1993. Molecular markers for grape characterization. Vitis, 32: 183-185
- Goldberg D.M., Yan J., Ng E., Diamandis E.P., Karumanchiri A., Soleas G. and Waterhouse A.L. 1995. A global survey of trans resveratrol concentration in commercial wines. Am. J. Enol. Vitic., 46: 159-165

- Gómez-Alonso S., Fernández-González M., Mena A., Martínez J. and García-Romero E. 2007 a. Anthocyanin profile of Spanish *Vitis vinifera* L. red grape varieties in danger of extinction. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 13: 150-156
- Gómez-Alonso S., Hermosín-Gutiérrez I. and García-Romero E. 2007 b. Simultaneous HPLC analysis of biogenic amines, amino acids, and ammonium ion as aminoenone derivatives in wine and beer samples. *J. Agric. Food Chem.*, 55: 608-613
- Gómez-Míguez M.J., Cacho J.F., Ferreira V., Vicario I.M. and Heredia F.J. 2007 a. Volatile components of Zalema white wines. *Food Chem.*, 100: 1464-1473
- Gómez-Míguez M. J., Gómez-Míguez M., Vicario I. M. and Heredia F. J. 2007 b. Assessment of colour and aroma in white wines vinifications: Effects of grape maturity and soil type. *J. Food Eng.*, 79: 758-764
- González-Andrés F., Martín J.P., Yuste J., Rubio J.A., Arranz C. and Ortiz J.M. 2007. Identification and molecular biodiversity of autochthonous grapevine cultivars in the 'Comarca del Bierzo', León, Spain. *Vitis*, 46: 71-76
- González-Neves G., Gómez-Cordovés C. and Barreiro L. 2001. Anthocianic composition of young red wines of Merlot, Cabernet-Sauvignon and Tannat from Uruguay. *J. Wine Res.*, 12: 125-133
- Gorinstein, S., Goldblum, A., Kitov, S., Deutsch, J., Loinger, C., Cohen, S., et al. (1984). The relationships between metals, polyphenols, nitrogenous substances and the treatment of the red and white wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 35: 9-15
- Guadalupe Z. and Ayestarán B. 2008. Changes in the colour components and phenolic content of red wines from *Vitis vinifera* L. Cv. "Tempranillo" during vinification and aging. *Eur. Food Res. Technol.*, 228: 29-38
- Hardy G.E. and Bhathia C.R. 1967. Acrylamide gel electrophoresis of soluble leaf proteins and enzymes from *Nicotiana* species. *Can. J. Cit.*, 9: 367-374
- Héberger K., Csomós E. and Simon-Sarkadi, L. 2003. Principal component and linear discriminant analyses of free amino acids and biogenic amines in Hungarian wines. *J. Agric. Food Chem.*, 51: 8055-8060
- Henschke P.A. and Jiranek V. 1993. Metabolism of nitrogen compounds. *Wine: microbiology and biotechnology*. Ed. Graham H. Fleet. Harwood Academic Publishers.
- Herbert P., Cabrita M. J., Ratola N., Laureano O. and, Alves A. 2005. Free amino acids and biogenic amines in wines and musts from the Alentejo region. Evolution of amines during alcoholic fermentation and relationship with variety, sub-region and vintage. *J. Food Eng.*, 66: 315-322
- Hernández M. 1993. Tempranillo peludo. *La Semana vitivinícola*, 2427, p. 491
- Hernández-Orte P., Cacho J. and Ferreira V. 2002. Relationship between varietal amino acid profile of grapes and wine aromatic composition. experiments with model solutions and chemometric study. *J. Agric. Food Chem.*, 50: 2891-2899
- Hernández-Orte P., Ibarz M.J., Cacho J., Ferreira V. 2005. Effect of the addition of ammonium and amino acids to musts of Airen variety on aromatic composition and sensory properties of the obtained wine. *Food Chem.*, 89: 163-174

- Hernández-Orte P., Ibarz M.J., Cacho J., Ferreira V. 2006. Addition of amino acids to grape juice of the Merlot variety: Effect on amino acid uptake and aroma generation during alcoholic fermentation. *Food Chem.*, 98: 300-310
- Herraiz T. and Ough, C.S. 1993. Formation of ethyl ester of amino acids by yeast during the alcoholic fermentation of grape juice. *Am. J. Enol. Vitic.*, 44: 41-48.
- Heymann H. and Noble A.C. 1987. Descriptive analysis of commercial Cabernet Sauvignon wines from California. *Am. J. Enol.Vitic.*, 38: 41-44
- Hidalgo L. 1993. *Tratado de Viticultura*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 983 pp.
- Hidalgo L. y Galet P. 1988. Fichas Ampelográficas. *Enciclopedia del vino*. Cuaderno de Ampelografía. Ed. Orbis, Barcelona
- Holland M. V., Bernreuther A. and Reniero F. 1995. The use of amino acids as a fingerprint for the monitoring of European wines. En: Belton P. S., Delgadillo I., Gil A. M., Webb G. A. (Eds) *Magnetic Resonance in Food Science*, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, pp 136-145
- Holton T.A. and Cornish E.C. 1995. Genetics and biochemistry of anthocyanin biosynthesis. *Plant Cell*, 7: 1071-1083
- <http://plantgrape.plantnet-project.org>
- Huang Z. and Ough C.S. 1989. Effect of vineyard locations, varieties and rootstocks on the juice aminoacid composition of several cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.*, 40: 135-139
- Huang Z. and Ough C.S. 1991. Amino acid profiles of commercial grape juices and wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 42: 261-267
- Huff D.R., Peakall R. and Smouse P.E. 1993. RAPD variation within and among natural populations of outcrossing buffalograss (*Buchloë dactyloides* (Nutt.) Engelm.). *Theor. App. Genet.* 86: 927-934
- Ibañez J. and Van Eeuwijk F.A. 2003. Microsatellite Profiles as a Basis for Intellectual Property Protection in Grape. *Proc. VIIIth I. C. on Grape. Acta Hort.*, 603: 41-47
- Ibañez J., de Andrés M.T., Molino A. and Borrego J. 2003. Genetic study of key Spanish grapevine varieties using microsatellite analysis. *Am. J. Enol. Vitic.*, 54: 22-30
- Ibañez J., Vargas A. M., Palancar M., Borrego J. and de Andrés M. T. 2009 b. Genetic Relationships among Table-Grape Varieties. *Am. J. Enol. Vitic.*, 60: 35-42
- Ibañez J., Vélez M., de Andrés M.T., and Borrego J. 2009 a. Molecular markers for establishing distinctness in vegetatively propagated crops: a case study in grapevine. *Theor. Appl. Genet.*, 119: 1213-1222
- Ibañez, J., Muñoz-Organero G., Zinelabidine H., de Andrés M. T., Cabello F. and Martínez-Zapater J. M. 2012. Genetic origin of the grapevine cultivar Tempranillo. *Am. J. Enol. Vitic.*, 63: 549-553
- Ibarz M.J., Ferreira V., Hernandez-Orte P., Loscos N. y Cacho J. 2006. Optimization and evaluation of a procedure for the gas chromatographic-mass spectrometric analysis of the aromas generated by fast acid hydrolysis of flavor precursors extracted from grapes. *J. Chromatogr. A.*, 1116: 217-229

- Iland P., Bruer N., Edwards G., Weeks S. and Wilkes E. 2004. Chemical analysis of grapes and wine: techniques and concepts. Patrick Iland wine promotions. Campbelltown, Australia.
- Iyer M.M., Sacks G.L. and Padilla-Zakour O.I. 2010. Impact of harvesting and processing conditions on green leaf volatile development and phenolics in Concord grape juice. *J. Food Sci.*, 75: 297-304
- Jackson D.I. and Lombard P.B. 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality: a review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 44: 409-430
- Jiranek V., Langridge P. and Henschke P. A. 1995 a. Regulation of hydrogen sulfide liberation in wine-producing *Saccharomyces cerevisiae* strains by assimilable nitrogen. *Appl. Environ. Microbiol.*, 61: 461-467
- Jiranek V., Langridge P. and Henschke P.A. 1995 b. Amino acid and ammonium utilization by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts from a chemically defined medium. *Am. J. Enol. Vitic.*, 46: 75-83
- Jungmin L. and Schreiner R. P. 2010. Free amino acid profiles from 'Pinot noir' grapes are influenced by vine N-status and sample preparation method. *Food Chem.*, 119: 484-489
- Kalua C.M. and Boss P.K. 2010. Comparison of major volatile compounds from Riesling and Cabernet Sauvignon grapes (*Vitis vinifera* L.) from fruit set to harvest. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 16: 337-348
- Kliewer W. M., Nassar A. R. and Olmo H. P. 1966. A General Survey of the Free Amino Acids in the Genus *Vitis*. *Am. J. Enol. Vitic* vol. 17 no. 2 112-117
- Kliewer W.M. 1970. Free aminoacids and other nitrogenous fractions in wine grapes. *J. Food Sci.*, 35: 7-21.
- Kluba R. M., Mattick L. R. and Hackler, L. R. 1978. Changes in the free and total amino acid composition of several *Vitis labrusca* grape varieties during maturation. *Am. J. Enol. Vitic.*, 29: 102-111
- Kotseridis Y. and Baumes R. 2000. Identification of impact odorants in Bordeaux red grape juice, in the commercial yeast used for its fermentation, and in the produced wine. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 400-406
- Lacey M.J., Allen M.S., Harris R.L.N. and Brown W.V. 1991. Methoxypyrazines in Sauvignon blanc grapes and wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 42: 103-108.
- Lacombe T., Boursiquot J.M., Laucou V., Di Vecchi-Staraz M. Péros J.P. This P. 2013. Large-scale parentage analysis in an extended set of grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 126: 401-414
- Lambrechts M.G. and Pretorius I.S. 2000. Yeast and its importance to wine aroma. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 31: 97-129
- Large P. J. 1986. Degradation of organic nitrogen compounds by yeasts. *Yeast*, 2: 1-34
- Lee J. and Schreiner R. P. 2010. Free amino acid profiles from 'Pinot noir' grapes are influenced by vine N-status and sample preparation method. *Food Chem.*, 119: 484-489

- Lefort F. and Roubelakis-Angelakis K.K.A. 2001. Genetic comparison of Greek cultivars of *Vitis vinifera* L. by nuclear microsatellite profiling. *Am. J. Enol. Vitic.*, 52: 101-108
- Lehtonen P. 1996. Determination of Amines and Amino Acids in Wine - A Review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 47: 127-133
- Leighton F. y Urquiaga I. 1999. Los componentes del vino y sus efectos beneficiosos para la salud humana. VII Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología. Mendoza, Argentina. pp 244-265
- Lonvaud-Funel A. and Joyeux A. 1994. Histamine production by wine lactic acid bacteria: isolation of a histamine-producing strain of *Leuconostoc oenos*. *J. Appl. Bacteriol.*, 77: 401-407
- Lopes M.S., Rodrigues M., Eiras-Dias J.E., Mendonça D., da Câmara A. 2006. Discrimination of Portuguese grapevines based on microsatellite markers. *J. Biotechnol.* 127: 34-44
- López de Heredia M. J. 1994. Diferencias entre las variedades "Graciano de Haro" y "Graciano de Alfaro". *Viticultura enología profesional*, 33: 34-39
- Marais J. and Pool H.J. 1980. Effect of storage time and temperature on the volatile composition and quality of dry white table wines. *Vitis*, 19: 151-164
- Marcilla J. 1954. Tratado Práctico de Viticultura y Enología Española. Tomo I Viticultura. Ed. SAETA, Madrid, pp. 21-33 y 74-121
- MARM, 2007. Estadísticas del Ministerio de Agricultura Rural y Marino. <http://www.magrama.es/>
- Martín C. and Pérez C. 1994. The use of RAPD to determine the genetic variability of micropropagated plants from endangered species. Application to the Spanish endemism, *Limonium estevei*. *Phyton* 56: 65-72
- Martín J. P., Santiago J.L., Pinto-Carnide O., Leal F., Martínez M. C. and Ortiz. J.M. 2006. Determination of relationships among autochthonous grapevine varieties (*Vitis vinifera* L.) in the northwest of the Iberian Peninsula by using microsatellite markers. *Genet. Resour. Crop Eval.*, 53: 1255-1261
- Martín J.P., Borrego J., Cabello F., Ortiz J.M. 2003. Characterization of Spanish grapevine cultivar diversity using sequence-tagged microsatellite markers. *Genome* 46: 10-18
- Martínez de Toda F. 1991. Biología de la vid – Fundamentos Biológicos de la Viticultura. Ed. Mundi Prensa. Madrid. 346 pp
- Martínez de Toda F. 2000. Heterogeneidad genética del Tempranillo. Necesidad de su preservación. *Estrategias. Vitic. Enol. Prof.*, 69: 25-31
- Martínez de Toda F. 2004. Variedades minoritarias de vid en la DOCa. Rioja. Ed. Gobierno de La Rioja, 180 pp.
- Martínez de Toda F. 2005. Interés de la diversidad genética en la viticultura actual. Ed. Universidad de La Rioja. Logroño. 28 pp.
- Martínez de Toda F. and Sancha J.C. 1997 a. Ampelographical characterization of red *Vitis vinifera* L. cultivars preserved in Rioja. *Bull OIV* 70: 220-234

- Martínez de Toda F. y Sancha J.C. 1997 b. Diferenciación ampelográfica de cultivares de vid (*Vitis vinifera* L.) conocidos como Graciano en Rioja mediante técnicas de taxonomía numérica. *Vitic. Enol. Prof.*, 49: 24-28
- Martínez de Toda F., Balda P. and Sancha J.C. 2012 a. Preservation of intravarietal diversity in clonal and sanitary pre-selection for a minority variety in danger of extinction: Maturana Blanca. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 46: 123-130
- Martínez de Toda F., Ibáñez J. and Balda P. 2012 b. Genetic and ampelographic identification of different grape varieties known as 'Tempranillo' in Rioja (Spain). *Vitis*, 51: 39-40
- Martínez de Toda F.; Martínez, T.; Sancha, J.C.; Blanco, C.; Martínez, J. 2004. Variedades minoritarias de vid en la D.O.Ca. Rioja: posibilidades de cultivo y elaboración. Ed. Gobierno de La Rioja. *Congresos y Jornadas*, 18: 49-113
- Martínez J., Rubio P., Chávarri J.B., Baroja E. y García-Escudero E. 2013 Variedades minoritarias tintas en la D. O. Ca. Rioja: evaluación experimental (2005-2011). *Cuaderno de Campo*, 51: 34-39
- Martínez M. C. y Pérez J. E. 2000. The forgotten vineyard of the Asturias Princedom (north of Spain) and ampelographic description of its cultivars (*Vitis vinifera*, L). *Am. J. Enol. Vitic.*, 51: 370-378
- Martínez-Pinilla O., Guadalupe Z., Ayestarán B., Pérez-Magariño S. and Ortega-Heras M. 2013. Characterization of volatile compounds and olfactory profile of red minority varietal wines from La Rioja. *J. Sci. Food Agric.*, 93: 3720-3729
- Martínez-Pinilla O., Martínez-Lapuente L., Guadalupe Z. and Ayestarán B. 2012. Sensory profiling and changes in colour and phenolic composition produced by malolactic fermentation in red minority varieties. *Food Res. Int.*, 46: 286-293
- Matthews M.A. and Anderson M.M. 1988. Fruit ripening in *Vitis vinifera* L. responses to seasonal water deficits. *Am. J. Enol. Vitic.*, 39: 313-320
- Mauricio J. C., Moreno J., Zea L., Ortega J. M. and Medina M. 1997. The effects of grape juice fermentation conditions on volatile alcohols and esters formed by *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Sci. Food Agric.*, 75: 155-160
- Mazur B.J. and Tingey S.V. 1995. Genetic mapping and introgression of genes of agronomic importance. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 6: 175-182
- Mazza G., Fukumoto L., Delaquis P., Girard B. and Ewert B. 1999. Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot Noir wines from British Columbia. *J. Agric. Food Chem.*, 47: 4009-4017
- Mc Govern P.E. 2003. *Ancient Wine: The Search for the Origins of Viniculture*. Princeton Univ. Press, Princeton. 400 pp
- Miguel, C. 1989. Contribución al estudio de la materia nitrogenada de vinos espumosos cava y su incidencia en la composición aromática. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.
- Miller A.C., Wolff, S.R., Bisson L.F. and Ebeler, S.E. 2007. Yeast strain and nitrogen supplementation: Dynamics of volatile ester production in Chardonnay juice fermentations. *Am. J. Enol. Vitic.*, 58: 470-483

- Millery A., Duteurtre B., Boudaille J.R. and Maujean A. 1986. Différentiation des trios cépages champenois á partir de l'analyse des acides amines libres des mout de récoltes 1983-1984. Rev. Franc. Oenol., 103: 13-41
- Montaner C., Martín J.P., Casanova J., Martí C., Badía D., Cabello F., and Ortiz J.M. 2004. Application of microsatellite markers for the characterization of "Parraleta": An autochthonous Spanish grapevine cultivar. Sci. Hortic., 101: 343-347
- Monteiro F. and Bisson L. 1992. Nitrogen supplementation of grape juice. I Effect on amino acid utilization during fermentation. Am. J. Enol. Vitic., 43: 1-10
- Monteiro F. F., Trousdale E. K. and Bisson L. F. 1989. Ethyl carbamate formation in wine: use of radioactively labeled precursors to demonstrate the involvement of ión amonio. Am. J. Enol. Vitic., 40: 1-8
- Moreno S. 1996. Caracterización de germoplasma de vid (*Vitis vinifera* L.) mediante marcadores moleculares. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Moreno S., Gogorcena Y. and Ortiz J.M. 1995. The use of RAPD markers for identification of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L.). Sci. Hort. Amsterdam, 62: 237-243
- Moreno-Sanz P., Loureiro M. D. and Suárez B. 2011. Microsatellite characterization of grapevine (*Vitis vinifera* L.) genetic diversity in Asturias (Northern Spain). Scientia Horticulturae, 129: 443-440
- Moskowitz H. R. 1982. Sensory optimization and ways of finding optimal combination. Acta Aliment., 11: 327-341
- Muñoz G., Ortiz J. M. and Cabello F. 1997. Phénologie des variétés de vigne et des clones cultivés dans la "Comunidad de Madrid" (Epagne). Incidence des facteurs climatiques. Bull. OIV, 70: 536-553, 797-798
- Muñoz-Organero G., Borrego J., Martín J. P., Rodríguez-Torres I., Ibáñez J. y Cabello F. 2002. Tinto de la Pámpana Blanca y Tinto Velasco. Dos variedades de vid emparentadas
- Nakamura K., Amano Y. and Kagami M. 1981. Electrophoretic patterns of polyphenol oxidase from Koshu and Muscat Bailey A grapes. J. Inst. En. Vit. Yamanashi University, 16: 15-20
- Norma ISO 11035. 1994. Sensory analysis. Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach. 33 pp.
- Nykanen., L. 1983. Aroma of Beer, Wine and Distilled Alcoholic Beverages. Berlin, Kluwer Academia Publisher
- O.I.V. 1952. Registro Ampelográfico Internacional. París
- O.I.V. 1984. Codes des caracteres descriptifs des variétés et espèces de *Vitis*. Ed. Dedon, París, 128 pp
- O.I.V. 2001. 2nd Edition of the OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species. Paris, 179 pp.
- O.I.V. 2003. HPLC Determination of nine major anthocyanins in red and rosé wine. Resolution OENO 22/2003. Paris, 12 pp.

- Ocete R., López M.A., Gallardo A., Pérez M.A., Troncoso A., Cantos M., Arnold C. y Pérez F. 2004. Las poblaciones andaluzas de vid silvestre, *Vitis vinifera* L. subespecie *sylvestris*: estudio ecológico, ampelográfico, sanitario y estrategias de conservación. Ed. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla.
- Odart A.P. 1841. Ampélographie universelle ou traité des cépages les plus estimés. Ed. La Librairie Agricole. Paris, 620 pp.
- Ohkubo T., Noble A.C. y Ough C.S. 1987. Evaluation of Californian Chardonnay wines by sensory and chemical analyses. *Sci. Aliments*, 7: 573-587
- Ojeda H. Los compuestos fenólicos de la uva. 2007. *Revista Enología*, 4: 1-11
- Oliveira J.M., Oliveira P., Baumes R.L. and Maia M.O. 2008. Volatile and glycosidically bound composition of Loureiro and Alvarinho wines. *Food Sci. Technol. Int.*, 14: 341-353
- Ó-Marques J., Reguinga R., Laureano O. and Ricardo da Silva J.M. 2005. Changes in grape seed, skins and pulp condensed tannins during berry ripening: effect of fruit pruning. *Ciência Técnica Vitivinícola*, 20: 35-52
- Ooghe W., Kastelijn and De Waele A. 1981. Détermination de l'origine d'un vin rouge à l'aide du spectre des acides aminés. *Ann. Fals. Exp. Chim.*, 74: 381, 408
- Orlova I., *et al.* 2006. Reduction of benzenoid synthesis in petunia flowers reveals multiple pathways to benzoic acid and enhancement in auxin transport. *Plant Cell*, 18: 3458-3475
- Ough C. S. 1968. Proline content of grapes and wines. *Vitis*, 7: 321
- Pacottet P. 1928. *Viticultura*. Salvat Eds. Barcelona
- Padilla V., Hita I., García de Rosa B., Padilla, C. V., Salmerón E. y Cretazzo E. 2007. Virosis de la vid. Situación por comunidades autónomas. *Viticultura y Enología profesional*, 113: 6 - 13
- Pajovic R., Raicevic D., Popovic T., Sivilotti P., Lisjak K. and Vanzo A. 2014. Polyphenolic Characterisation of Vranac, Kratosija and Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L. cv.) Grapes and Wines from Different Vineyard Locations in Montenegro. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 35: 139-148
- Park S. D. E. 2001. Trypanotolerance in West African cattle and the population genetic effects of selection. University of Dublin, Dublin
- Peddie H. 1990. Ester formation in brewery fermentations. *J. Inst. Brew.*, 96: 327-331
- Pedneault K., Dorais M. and Angers P. 2013. Flavor of Cold-Hardy Grapes: Impact of Berry Maturity and Environmental Conditions. *J. Agric. Food Chem.*, 61: 10418-10438
- Peña a. 2006. El color de los vinos. *Vendimia*, enero/febrero: 24,36
- Peñín J., Cervera A., Cabello F., Díez R. y Peñín P. 1997. *Cepas del Mundo*. Ed. PI y Erre, Madrid. 111 pp.
- Perestrelo R., Fernandes A., Albuquerque F.F., Marques J.C., Câmara J.S. 2006. Analytical characterization of the aroma of Tinta Negra Mole red wine: Identification of the main odorants compounds. *Anal. Chim. Acta*, 563: 154-164

- Pérez de la Vega M. 1997. El uso de marcadores moleculares en genética vegetal y mejora. *Investigación Agraria: Prod. Prot. Veg.*, 12: 33-60
- Pérez-Hugalde C., Júdez L., Litago J., Yuste J. and Fuentes-Pila J. 2004. Statistical Procedure for Clonal Preselection of *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo in the Duero Valley, Spain. *Am. J. Enol. Vitic.*, 55: 335-345
- Pérez-Lamela C., García-Falcón M.S., Simal-Gándara J. and Orriols-Fernández I. 2007. Influence of grape variety, vine system and enological treatments on the colour stability of young red wines. *Food Chem.*, 101: 601-606
- Pérez-Trujillo J. P., Hernández Z., López-Bellido F. J., and Hermosín-Gutiérrez I. 2011. Characteristic phenolic composition of single cultivar red wines of the Canary Islands (Spain). *J. Agric. Food Chem.*, 59: 6150-6164
- Pineau B., Barbe J.C., Van Leeuwen C., Dubourdieu D. 2009. Examples of perceptive interactions involved in specific "red-" and "black-berry" aromas in red wines. *J. Agric. Food. Chem.*, 57: 3702-3708
- Poux C. 1970. Les acides aminés dans les moûts et les vins. *Rev. Fr. Oenol.*, 38: 5-19
- Poux C. and Ournac A. 1970. Acides amines libres et polypeptides du vin. *Ann. Technol. Agric.*, 19: 217-237
- Prida A. and Chatonnet P. 2010. Impact of Oak-Derived Compounds on the Olfactory Perception of Barrel-Aged Wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 61: 408-413
- Rankine B. C. 1968. The importance of yeasts in determining the composition and quality of wines. *Vitis*, 7: 22-49
- Rapp A and Versini G. 1991. Influence of nitrogen compounds in grapes on aroma compounds of wines. In J. M. Ranta (Ed.). *Proceedings of the international symposium on nitrogen in grapes and wine*, Seattle, WA, June 18-19. pp. 156-164
- Rapp A. and Mandery H. 1986. Wine aroma. *Experientia*, 42: 873-884
- Rapp, A. 1990. Natural flavours of wine: correlation between instrumental analysis and sensory perception. *J Anal. Chem.*, 337: 777-785
- Ravaz L. 1902. *Les vignes américaines. Porte-greffe et producteurs directs*. Coulet et fils, Montpellier, 336 pp.
- Regner F., Eiras-Dias J.E., Stadlbauer A. and Blahous D. 1999. Blauer Portugesier, the dissemination of a grape vine. *Ciencia Téc. Vitiv.*, 14: 37-44
- Rendu V. 1854. *Ampélographie Française: Description des Cépages par région*. Facsimil Ed. Nabu Press, Paris. 604 pp.
- Riaz S., Dangl G. S., Edwards K. J., Meredith C. P. 2004. A microsatellite marker based framework linkage map of *Vitis vinifera* L. *Theor. Appl. Genet.*, 108: 864-872
- Ribéreau-Gayon J., Peynaud E., Sudraud P. and Ribéreau-Gayon, P. 1982. *Traité d'Oenologie. Sciences et Techniques du Vin. Tome I. Analyse et contrôle des vins*. Ed. Dunod. Paris, Francia

- Ribéreau-Gayon P. 1978. Wine Aroma in Flavour of Foods and Beverages. Ed. G. Charalombous. Academic Press, Nueva York.
- Río Segade S., Orriols I., Gerbi V. and Rolle L. 2009. Phenolic characterization of thirteen red grape cultivars from Galicia by anthocyanin profile and flavanol composition. *J. Int. Sci. Vigne Vin.*, 43: 189-198
- Robinson A.L., Boss P.K., Solomon P.S., Trengove R.D., Heymann H. and Ebeler S.E. 2014. Origins of Grape and Wine Aroma. Part 1. Chemical Components and Viticultural Impacts. *Am. J. Enol. Vitic.* 65: 1-24
- Robinson J. 1996. Jancis Robinson's Guide to Wine Grapes. Ed. Oxford University Press. 232 pp.
- Roby G., Harbertson J.F., Adams D.A. and Matthews M.A. 2004. Berry size and vine water deficits as factors in winegrape composition: anthocyanins and tannins. *Aus. J. Grape Wine Res.*, 10: 100-107
- Rodríguez I., Rubio de Miguel C., Ortiz J. M., Chávez J. y Cabello F. Descriptores para la identificación de cultivares y especies del género *Vitis*. Proyecto VIN-036 C-6. IMIDRA. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica. Comunidad de Madrid.
- Roggero J.P., Larice J.L., Rocheville-Divore C., Archier P. and Coen S. 1988. Composition anthocyanique des cépages. II. Essai de classification sur trois ans par analyse en composantes principales et par analyse factorielle discriminante. *Rev. Fr. Oenol.*, 112: 41-48
- Rohlf F. J. 2005. NTSYSpc, Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System version 2.2. Exeter Publishing, Setauket, New York
- Rongwen J., Akkaya M.S., Bhagwat A.A., Lavi U. and Cregan P.B. 1995. The use of microsatellite DNA markers for soybean identification. *Theor. Appl. Genet.*, 90: 43-48
- Rosavenda J. 1877. Saggio di una Ampelografia Universale. Torino. 206 pp
- Roujou de Boubée D., Cumsille A.M., Pons M., and Dubourdiou D. 2002. Location of 2-methoxy-3-isobutylpyrazine in Cabernet Sauvignon grape bunches and its extractability during vinification. *Am. J. Enol. Vitic.*, 53: 1-5
- Roxas Clemente, S. 1807. Ensayo sobre las variedades de viñas que vegetan en Andalucía. Pulet. 420 pp
- Ryan J.M. and Revilla E. 2003. Anthocyanin composition of Cabernet Sauvignon and Tempranillo grapes at different stages of ripening. *J. Agric. Food Chem.*, 51: 3372-3378
- Sala C., Mestres M., Marti M.P., Busto O. and Guasch J. 2000. Headspace solid-phase microextraction method for determining 3-alkyl-2-methoxypyrazines in musts by means of polydimethylsiloxane-divinylbenzene fibres. *J. Chromatogr.*, 880: 93-99
- Salazar D. y López I. 2006. Ampelografía básica de cultivares enológicos tintos. Ed. UPV, Valencia. Tomo I. 223 pp.
- Sampaio T.L., Kennedy J.A. and Vasconcelos M.C. 2007. Use of microscale fermentations in grape and wine research. *Am. J. Enol. Vitic.*, 58: 534-539

- Sánchez E., Díaz M.C., González M.A., Soriano A. and Pérez M.S. 2007. Aroma profile of wines from Albillo and Muscat grape varieties at different stages of ripening. *Food Control*, 18: 398-403
- Santana J. C., Heuertz M., Arranz C., Rubio J. A., Martínez-Zapater J. M., and Hidalgo E. 2010. Genetic Structure, Origins, and Relationships of Grapevine Cultivars from the Castilian Plateau of Spain. *Am. J. Enol. Vitic.*, 61: 214-224
- Santana J.C., Hidalgo E., de Lucas A.I., Recio P., Ortiz J.M., Martín J.P., Yuste J., Arranz C. and Rubio J.A. 2008. Identification and relationships of accessions grown in the grapevine (*Vitis vinifera* L.) Germplasm Bank of Castilla y León (Spain) and the varieties authorized in the VQPRD areas of the region by SSR-marker analysis. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 55: 573-583
- Santiago J. L., González I., Gago P., Alonso-Villaverde V., Boso S. and Martínez M. C. 2008. Identification of and relationships among a number of teinturier grapevines that expanded across Europe in the early 20th century. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 14: 223-229
- Schaefer H. and Bruckbauer H. 1974. Changes in protein metabolism in diseased grapevine leaves with special reference to virus diseases. *Weinberg und Keller*, 21: 305-344
- Schalatter J. and Lutz W. K. 1990. The carcinogenic potential of ethyl carbamate (urethane): risk assessment at human dietary exposure levels. *Food Chem. Toxicol.*, 28: 205-211
- Schneider R., Razungles A., Charrier F. and Baumes R. 2002. The effect of the site, maturity and lighting of grape bunches on the aromatic composition of *Vitis vinifera* L. cv. Melon B. berries in Muscadet vineyards. *Bull. OIV*, 75: 269-282
- Schreier P., Paroschy J.H. 1981. Volatile Constituents from Concord, Niagara (*Vitis labrusca*, L.) and Elvira (*V. labrusca*, L. x *V. riparia*, M.) Grapes. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, 14: 112-118
- Schwab W., Davidovich-Rikanati R. and Lewinsohn E. 2008. Biosynthesis of plant-derived flavor compounds. *Plant J.*, 54: 712-732
- Scienza A. and Valenti L. 1999. *Vitigni antichi della Lombardia*. Milano. Ed. Università degli Studi di Milano.
- Sefc K. M., Lopes M. S., Lefort F., Botta R., Roubelakis-Angelakis K. A., Ibáñez J., Pejic I., Wagner H. W., Glössl J. and Steinkellner H. 2000. Microsatellite variability in grapevine cultivars from different european regions and evaluation of assignment testing to assess the geographic origin of cultivars. *Theor. Appl. Genet.*, 100: 498-505
- Sefc K.M., Regner, F., Turetschek, J., Glössl, J. and Steinkellner, H. 1999. Identification of microsatellite sequences in *Vitis riparia* and their applicability for genotyping of different *Vitis* species. *Genome*, 42: 1-7
- Sefc K.M., Steinkellner H., Wagner H.W., Glössl J. and Regner F. 1997. Application of microsatellite markers to parentage studies in grapevine. *Vitis*, 36: 179-183
- Sefton M.A., Francis I.L. and Williams P.J. 1993. The volatile composition of Chardonnay juices: A study by flavor precursor analysis. *Am. J. Enol. Vitic.*, 44: 359-370

- Sefton M.A., Francis I.L. and Williams P.J. 1994. Free and bound volatile secondary metabolites of *Vitis vinifera* grape cv. Sauvignon blanc. *J. Food Sci.*, 59: 142-147
- Sefton M.A., Francis I.L. and Williams P.J. 1996. The free and bound volatile secondary metabolites of *Vitis vinifera* grape cv. Semillon. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 2: 179-183
- Silla-Santos, M. H. 1996. Biogenic amines: their importance in food. *Int. J. Food Microbiol.*, 29: 213-231
- Simpson R. F. and Miller G. C. 1984. Aroma composition of chardonnay wine. *Vitis*, 23: 143-158
- Singleton V.L. 1972. Effects on red wine composition of removing juice before fermentation to simulate variation in berry size. *Am. J. Enol. Vitic.*, 23: 106-113
- Smoliga J.M., Baur J.A., and Hausenblas H.A. 2011. Resveratrol and health - A comprehensive review of human clinical trials. *Mol. Nutr. Food Res.*, 55: 1129-1141
- Soufleros E. H., Bouloumpasi E., Tsarchopoulos C. and Biliaderis C. G. 2003, Primary amino acid profiles of Greek white wines and their use in classification according to variety, origin and vintage. *Food Chem.*, 80: 261-273
- Soufleros E.H. 1987. Wine and Distillates. Papageorgiou Publ., Thessaloniki, Greece.
- Souquet J.M., Cheynier V., Sarni-Manchado P. and Moutounet M. 1996. Les composés phénoliques du raisin. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, n° hors serie: 13-23
- Spayd S. E and Andersen-Bagge J. 1996. Free amino acid composition of grape juice from 12 *Vitis vinifera* cultivars in Washington. *Am. J. Enol. Vitic.*, 47: 389-402
- Striem M.J., Spiegel-Roy P., Ben-Hayyim G., Beckmann J. and Gidoni D. 1990. Genomic DNA fingerprinting of *Vitis vinifera* by the use of multi-loci probes. *Vitis*, 29: 223-227
- Tanksley S.D. and Orton T.J. 1983. Isozymes in Plant Genetic and Breeding. Ed. Elsevier, Amsterdam. 513 pp.
- Terral J.F. 2002. Quantitative anatomical criteria for discriminating wild grapevine (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) from cultivated vines (*Vitis vinifera* ssp. *vinifera*). *British Archaeological Reports, International Series*, 1063: 59-64
- This P., *et al.* 2004. Development of a standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape cultivars. *Theor. Appl. Genet.*, 109: 1448-1458
- This P., Lacombe T., Thomas M. R. 2006. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends Genet.*, 22: 511-519
- Thomas M. R. and Scott N. S. 1993. Microsatellite repeats in grapevine reveal DNA polymorphisms when analysed as sequence-tagged sites (STSs). *Theor. Appl. Genet.*, 86: 985-990
- Tominaga T., Guimbertau G. y Dubourdiou D. 2003 Role of certain volatile thiols in the bouquet of aged Champagne wines. *J. Agric. Food Chem.*, 51: 1016-1020
- Trioli G. and Paronetto L. 1992. Relazioni tra componenti azotate dei mosti e qualità dei vini. *Vignevini*, 1: 29-36
- U.P.O.V. 1979. Principes directeurs pour la conduite de l'examen des caractères distinctifs, de l'homogénéité et de la stabilité.

- Ugliano M., Travis B., Francis I.L. and Henschke, P. 2010. Volatile composition and sensory properties of Shiraz wines as affected by nitrogen supplementation and yeast species: Rationalizing nitrogen modulation of wine aroma. *J. Agric. Food Chem.*, 58: 12417-12425
- Usseglio-Tomasset L., Bossia P.D. 1990. Evolution des acides aminés et des oligopeptides du moût au vin. *Bulletin de l'OIV* 63:21-46
- Vacca V., Del Caro A., Milella G.G. and Nieddu G. 2009. Preliminary characterization of sardinian grape red cultivars (*Vitis Vinifera* L.) according to their phenolic potential. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 30: 93-100
- Valdés E., Vilanova M., Sabio E. and Benalte M. J. 2011. Clarifying agents effect on the nitrogen composition in must and wine during fermentation. *Food Chem.*, 125: 430-437
- Valero E., Millán C., Ortega J. M. and Mauricio J. C. 2003. Concentration of amino acids in wine after the end of fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* strain. *J. Sci. Food Agric.*, 83, 830-835
- Van Leeuwen C., Friant P., Soyer J. P., Molot C., Chone X. and Dubourdieu D. 2000. Measurement of total nitrogen and assimilable nitrogen in grape juice to assess vine nitrogen status. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 34: 75-82
- Vasconcelos A. M. P. and Chaves das Neves H.J. 1989. Characterization of elementary wines of *Vitis vinifera* varieties by pattern recognition of free aminoacid profiles. *J. Agric. Food Chem.* 37: 931-937
- Vélez M. D. and Ibáñez J. 2012. Assessment of the uniformity and stability of grapevine cultivars using a set of microsatellite markers. *Euphytica*, 186: 419-432
- Viala P. et Vermorel V., 1902-1910, *Traité Général d'Ampélographie*. Ed. Masson, Paris.
- Vicente T., González J. M., Martínez J. y Martínez M. T. 2005. Selección clonal-sanitaria de las viníferas de Rioja: Tempranillo, Graciano, Garnacha Tinta y Mazuelo. *Zubía*, 7: 41-52
- Vicente T., Martínez J., Domínguez N., Pancorbo L., Marín M., Chávarri J. B., González S. y Villar R. 2006. Preservación del patrimonio genético de las viníferas autorizadas en la DOCa Rioja. Ed. Gobierno de La Rioja. *Cuaderno de Campo*, 35: 36-39
- Vilanova M. and Soto, B. 2005. The impact of geographic origin on sensory properties of *Vitis vinifera* cv. Mencía. *J. Sens. Stud.*, 20: 503-511
- Vilanova M. and Vilariño, F. 2006. Influence of geographic origin on aromatic descriptors of Spanish Albariño wine. *Flavour Frag. J.*, 21: 373-378
- Vilanova M., Cortés S., Santiago J.L., Martínez C. and Fernández, E. 2008. Contribution of some grape-derived aromatic compounds to the primary aroma in red wines from cv. Caíño Tinto, cv. Caíño Bravo and cv. Caíño Longo grapes. *J. Agric. Sci.*, 146: 325-332
- Vilanova M., Genisheva Z., Bescansa L., Masa A. and Oliveira J.M. 2009. Volatile composition of wines from *Vitis vinifera* Agudelo, Serradelo and Blanco lexítimo from Betanzos (NW Spain). *J. Inst. Brew.*, 115: 35-40
- Vilanova M., Genisheva z., Masa A. and Oliveira J. M. 2010. Correlation between volatile composition and sensory properties in Spanish Albariño wines. *Microchem. J.*, 95: 240-246

- Vilanova M., Siebert T.E., Varela C., Pretorius I.S. and Henschke P.A. 2012. Effect of ammonium nitrogen supplementation of grape juice on wine volatiles and non-volatiles composition of the aromatic grape variety Albariño. *Food Chem.*, 133: 124-131
- Vilanova M., Ugliano M., Varela C., Siebert T., Pretorius I.S. and Henschke P.A. 2007. Assimilable nitrogen utilisation and production of volatile and nonvolatile compounds in chemically defined medium by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 77: 145-157
- VIVC: Vitis International Variety Catalogue. Available on line <http://www.vivc.de/index.php> [10 January 2013]
- Vizzon D. 1997. Ampelografía non solo scienza. *Vignevini* Nº 4. *Rev. Vitic. Enol.*, 59-64
- Vos P.A. and Gray R. S. 1978. The origin and control of hydrogen sulfite during fermentation of grape must. *Am. J. Enol. Vitic.*, 30: 187-197
- Vrsic S., Ivancic A., Susek A., Zagradisnik B., Valdhuber J., Sisko M. 2011. The World's oldest living grapevine specimen and its genetic relationships. *Vitis*, 50: 167-171
- W.M. Kliewer and Dokoozlian N.K. 2005. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic.*, 56: 170-181
- Wagner H. W., Sefc K. M. 1999. Identity 1.0, Centre for Applied Genetics, University of Agricultural Sciences, Vienna
- Weldegergis B.T., de Villiers A. and Crouch A. M. 2011. Chemometric investigation of the volatile content of young South African wines. *Food Chem.*, 128: 1100-1109
- Williams A.A. 1972. Flavour effects of ethanol in alcoholic beverages. *Flavour Ind.*, 3: 604-607
- Williams P.J., Strauss C.R. and Wilson B. 1981. Classification of the monoterpenoid composition of Muscat grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 32: 230-235
- Winkel-Shirley, B. 2001. Flavonoid biosynthesis: a colorful model for genetics, biochemistry, cell biology, and biotechnology. *Plant Physiol.*, 126: 485-493
- Winkler A.J. 1958. The relation of leaf area and climate to vine performance and grape quality. *Am. J. Enol.*, 9: 10-23
- Winterhalter P. and Ebeler S.E. 2013. Carotenoid Cleavage Products. ACS Symp. Series 1134. Am. Chemical Society, Washington, DC.
- Wolfe W.H. 1976. Identification of grape varieties by isozyme banding patterns. *Am. J. Enol. Vitic.*, 27: 68-73
- Wolff K., Zietkiewicz E. and Hofstra H. 1995. Identification of Chrysanthemum cultivars and stability of DNA fingerprint patterns. *Theor. Appl. Genet.*, 91: 439-447
- Yuste J., Martín J.P., Rubio J.A., Hidalgo E., Recio P., Santana J. C., Arranz C. and Ortiz J.M. 2006. Identification of autochthonous grapevine varieties in the germoplasm collection at the ITA of "Castilla y León" in Zamadueñas Station, Valladolid, Spain. *Span. J. Agric. Res.*, 4: 31-36
- Zohary D. 1995. Domestication of the Grapevine *Vitis vinifera* L. in the Near East. In *The origins and Ancient History of Wine* (Mc Govern P.E. *et al.*, eds). Gordon and Breach, pp 23-30

7.

ANEJOS

ANEJO I. CLIMA

Tabla 7.1. *Parámetros climáticos del año 2009 en la estación agroclimática de la finca de La Grajera (42° 26' 20.17" N, 2° 30' 49.19" O y 465 msnm).*

| Período 2009 | Humedad relativa aire (%) | Precipitación acumulada (l/m ²) | | Radiación global (MJ/m ²) | Temperatura del aire (°C) | | | | | Integral térmica eficaz |
|---------------------------|---------------------------|---|-------|---------------------------------------|---------------------------|---------|------|---------|------|-------------------------|
| | Media | Mensual | Anual | Acumulada | Máx | Med-Máx | Med | Med-Mín | Mín | (°C) |
| Enero | 84 | 55.3 | 55.3 | 191630 | 18.1 | 8.0 | 4.3 | 0.7 | -5.2 | - |
| Febrero | 74 | 16.0 | 71.3 | 292250 | 16.3 | 10.8 | 6.1 | 2.7 | -1.5 | - |
| Marzo | 63 | 35.8 | 107.1 | 488180 | 23.1 | 15.2 | 9.3 | 4.2 | 0.4 | - |
| Abril | 68 | 39.0 | 146.1 | 485330 | 26.2 | 15.9 | 10.5 | 6.0 | 3.1 | 15 |
| Mayo | 62 | 25.9 | 172.0 | 704470 | 30.1 | 23.7 | 16.6 | 10.8 | 6.3 | 205 |
| Junio | 59 | 51.3 | 223.3 | 773670 | 35.3 | 27.7 | 20.5 | 14.4 | 10.3 | 315 |
| Julio | 55 | 1.8 | 225.1 | 814200 | 37.1 | 29.6 | 22.0 | 15.3 | 10.5 | 372 |
| Agosto | 59 | 11.9 | 237.0 | 643620 | 36.3 | 29.6 | 22.2 | 16.3 | 12.5 | 378 |
| Septiembre | 67 | 42.8 | 279.8 | 496636 | 30.2 | 24.0 | 18.2 | 13.1 | 6.8 | 246 |
| Octubre | 69 | 26.1 | 305.9 | 371531 | 27.2 | 20.6 | 15.0 | 10.4 | 0.5 | 155 |
| Noviembre | 80 | 61.4 | 367.3 | 189470 | 20.8 | 13.2 | 10.0 | 6.5 | 1.4 | - |
| Diciembre | 83 | 67.9 | 435.2 | 156347 | 15.6 | 8.3 | 5.0 | 1.7 | -6.3 | - |
| Período vegetativo | 62.7 | 198.8 | | 4289457 | 31.8 | 24.4 | 17.9 | 12.3 | 7.1 | 1686 |
| Anual | 68.6 | 435.2 | | 5607334 | 26.4 | 18.9 | 13.3 | 8.5 | 3.2 | |

Tabla 7.2. *Parámetros climáticos del año 2010 en la estación agroclimática de la finca de La Grajera (42° 26' 20.17" N, 2° 30' 49.19" O y 465 msnm).*

| Período 2010 | Humedad relativa aire (%) | Precipitación acumulada (l/m ²) | | Radiación global (MJ/m ²) | Temperatura aire (°C) | | | | | Integral térmica eficaz (°C) |
|---------------------------|---------------------------|---|-------|---------------------------------------|-----------------------|---------|------|---------|------|------------------------------|
| | Media | Mensual | Anual | Acumulada | Máx | Med-Máx | Med | Med-Mín | Mín | |
| Enero | 84 | 44.6 | 44.6 | 154620 | 12.5 | 6.7 | 4.2 | 1.5 | -5.9 | |
| Febrero | 77 | 18.8 | 63.4 | 231688 | 19.1 | 8.8 | 5.1 | 2.0 | -3.0 | |
| Marzo | 69 | 17.8 | 81.2 | 418109 | 20.0 | 12.8 | 7.9 | 3.8 | -2.2 | |
| Abril | 64 | 22.8 | 104.0 | 554864 | 28.5 | 18.6 | 12.7 | 7.4 | 0.8 | 81 |
| Mayo | 68 | 55.3 | 159.3 | 592903 | 28.6 | 19.0 | 13.3 | 7.8 | 0.0 | 102 |
| Junio | 65 | 110.7 | 270.0 | 660972 | 31.2 | 24.1 | 18.0 | 13.0 | 8.5 | 240 |
| Julio | 61 | 14.1 | 284.1 | 786565 | 35.3 | 29.2 | 22.0 | 15.8 | 10.1 | 372 |
| Agosto | 57 | 0.2 | 284.3 | 678443 | 38.9 | 28.4 | 21.3 | 15.0 | 10.1 | 350 |
| Septiembre | 62 | 13.3 | 297.6 | 473970 | 32.8 | 24.4 | 18.1 | 12.1 | 5.2 | 243 |
| Octubre | 69 | 34.5 | 332.1 | 338478 | 27.4 | 17.8 | 12.8 | 7.9 | 2.5 | 87 |
| Noviembre | 80 | 38.2 | 370.3 | 209225 | 19.3 | 11.2 | 7.7 | 4.0 | -4.6 | |
| Diciembre | 79 | 29.5 | 399.8 | 181283 | 16.9 | 8.0 | 4.2 | 1.2 | -3.9 | |
| Período vegetativo | 63.7 | | 250.9 | 4086195 | 31.8 | 23.1 | 16.9 | 11.3 | 5.3 | 1475 |
| Anual | 69.6 | | 399.8 | 5281120 | 25.9 | 17.4 | 12.3 | 7.6 | 1.5 | |

**ANEJO II. DESCRIPTORES AMPELOGRÁFICOS Y
RESULTADOS**

Tabla 7.3. Listado de los 44 descriptores ampelográficos en el estudio ampelográfico

| Có | DESCRIPTOR AMPELOGRÁFICO |
|-------|---|
| 001 | Pámpano joven: apertura de la extremidad |
| 002 | Pámpano joven: distribución de la pigmentación antociánica de los pelos tumbados de la |
| 003 | Pámpano joven: intensidad de la pigmentación antociánica de los pelos tumbados de la |
| 004 | Pámpano joven: densidad de los pelos tumbados de la extremidad |
| 007 | Pámpano: color de la cara dorsal del entrenudo |
| 008 | Pámpano: color de la cara ventral del entrenudo |
| 011 | Pámpano: densidad de los pelos erguidos sobre los nudos |
| 012 | Pámpano: densidad de los pelos erguidos sobre los entrenudos |
| 016 | Pámpano: número de zarcillos consecutivos |
| 051* | Hoja joven: color del haz del limbo (4ª hoja) |
| 053 | Hoja joven: densidad de los pelos tumbados entre los nervios en el envés del limbo (4ª |
| 065 | Hoja adulta: tamaño del limbo |
| 067 | Hoja adulta: forma del limbo |
| 068 | Hoja adulta: número de lóbulos |
| 070 | Hoja adulta: distribución de la pigmentación antociánica de los nervios principales del haz |
| 075 | Hoja adulta: hinchazón del haz del limbo |
| 079 | Hoja adulta: grado del apertura / solapamiento del seno peciolar |
| 080 | Hoja adulta: forma de la base del seno peciolar |
| 081-1 | Hoja adulta: dientes en el seno peciolar |
| 081-2 | Hoja adulta: base del seno peciolar limitada por la nervadura |
| 082* | Hoja adulta: grado del apertura / solapamiento de los senos laterales superiores |
| 083-1 | Hoja adulta: forma de la base de los senos laterales superiores |
| 083-2 | Hoja adulta: dientes en los senos laterales superiores |
| 091 | Hoja adulta: densidad de los pelos erguidos sobre el peciolo |
| 102 | Sarmiento: relieve de la superficie |
| 103* | Sarmiento: color general |
| 202 | Racimo: longitud (excluyendo el pedúnculo) |
| 203 | Racimo: anchura |
| 204 | Racimo: compacidad |
| 206 | Racimo: longitud del pedúnculo del racimo principal |
| 208 | Racimo: forma |
| 209 | Racimo: número de alas del racimo primario |
| 220 | Baya: longitud |
| 221 | Baya: anchura |
| 223 | Baya: forma |
| 225 | Baya: color de la epidermis |
| 231 | Baya: intensidad de la pigmentación antociánica de la pulpa |
| 232 | Baya: succulencia de la pulpa |
| 235 | Baya: consistencia de la pulpa |
| 236 | Baya: particularidad del sabor |
| 240* | Baya: facilidad de separación del pedicelo |
| 241 | Baya: formación de pepitas |
| 244 | Baya: estrías transversales en la cara dorsal de las pepitas |
| 503 | Baya: peso de una baya |

Tabla 7.4.a. Nivel de expresión de los descriptores ampelográficos analizados en las 45 accesiones.

| ACCESIÓN | 001 | 002 | 003 | 004 | 007 | 008 | 011 | 012 | 016 | 051* | 053 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| R-1 | 5 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| R-2 | 5 | 2 | 5 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| R-3 | 5 | 2 | 7 | 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| R-8 | 5 | 3 | 3 | 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| R-10 | 5 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| R-11 | 5 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| R-13 | 5 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| R-14 | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 7 |
| A-15 | 5 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| A-16 | 5 | 1 | 1 | 9 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| A-17 | 5 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| A-20 | 5 | 3 | 3 | 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| N-23 | 5 | 2 | 5 | 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| SV-28 | 5 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| R-30 | 5 | 3 | 7 | 7 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| R-31 | 5 | 3 | 7 | 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| R-32 | 5 | 3 | 7 | 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| A-34 | 5 | 3 | 7 | 7 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| AR-37 | 5 | 1 | 1 | 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| AR-39 | 5 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| AR-40 | 5 | 2 | 7 | 7 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| AR-41 | 5 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| AR-43 | 5 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| AR-44 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 7 |
| B-47 | 5 | 3 | 7 | 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| B-48 | 5 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| B-50 | 5 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| B-51 | 5 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| B-52 | 5 | 3 | 7 | 7 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 7 |
| B-53 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 7 |
| B-56 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| I-57 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 7 |
| I-58 | 5 | 3 | 7 | 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 7 |
| SO-63 | 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| SO-64 | 5 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| SO-65 | 5 | 2 | 7 | 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| G-68 | 5 | 3 | 3 | 9 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 9 |
| BE-69 | 5 | 3 | 3 | 9 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 9 |
| BE-70 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 7 |
| RA-73 | 5 | 2 | 7 | 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| RA-74 | 5 | 3 | 3 | 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| CI-76 | 5 | 3 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| NA-102 | 5 | 3 | 3 | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| NA-104 | 5 | 3 | 5 | 7 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| NA-105 | 5 | 3 | 5 | 7 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |

Tabla 7.4.b. Nivel de expresión de los descriptores ampelográficos analizados en las 45 accesiones.

| ACCESIÓN | 065 | 067 | 068 | 070 | 075 | 079 | 080 | 081-1 | 081-2 | 082* | 083-1 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|------|-------|
| R-1 | 5 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| R-2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 5 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| R-3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| R-8 | 5 | 3 | 3 | 1 | 7 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| R-10 | 5 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| R-11 | 7 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| R-13 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| R-14 | 5 | 3 | 1 | 1 | 3 | 7 | 3 | 1 | 1 | 5 | - |
| A-15 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 7 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| A-16 | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| A-17 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| A-20 | 5 | 3 | 3 | 1 | 7 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| N-23 | 5 | 3 | 4 | 1 | 3 | 7 | 3 | 9 | 1 | 4 | 1 |
| SV-28 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| R-30 | 5 | 3 | 4 | 1 | 5 | 7 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| R-31 | 7 | 3 | 4 | 1 | 5 | 7 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| R-32 | 5 | 3 | 4 | 1 | 5 | 7 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| A-34 | 7 | 3 | 4 | 1 | 5 | 7 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| AR-37 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| AR-39 | 5 | 4 | 3 | 1 | 3 | 7 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| AR-40 | 7 | 3 | 4 | 1 | 5 | 7 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| AR-41 | 5 | 4 | 3 | 1 | 3 | 7 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| AR-43 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| AR-44 | 3 | 3 | 3 | 2 | 7 | 7 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| B-47 | 7 | 3 | 4 | 1 | 5 | 7 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| B-48 | 5 | 4 | 3 | 1 | 3 | 7 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| B-50 | 5 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| B-51 | 5 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| B-52 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 5 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| B-53 | 3 | 3 | 2 | 3 | 5 | 7 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| B-56 | 3 | 4 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| I-57 | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 7 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| I-58 | 5 | 3 | 4 | 1 | 5 | 9 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| SO-63 | 5 | 3 | 3 | 1 | 7 | 5 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| SO-64 | 5 | 4 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| SO-65 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| G-68 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 9 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| BE-69 | 5 | 4 | 3 | 1 | 3 | 7 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| BE-70 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 7 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| RA-73 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 7 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| RA-74 | 7 | 4 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| CI-76 | 3 | 4 | 2 | 1 | 7 | 7 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| NA-102 | 5 | 4 | 3 | 1 | 7 | 3 | 3 | 1 | 1 | 4 | 2 |
| NA-104 | 5 | 3 | 4 | 1 | 5 | 7 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| NA-105 | 5 | 3 | 4 | 1 | 5 | 7 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 |

Tabla 7.4.c. Nivel de expresión de los descriptores ampelográficos analizados en las 45 accesiones.

| ACCESIÓN | 083-2 | 091 | 102 | 103* | 202 | 203 | 204 | 206 | 208 | 209 | 220 |
|----------|-------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| R-1 | 9 | 1 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 1 | 3 | 2 | 3 |
| R-2 | 9 | 1 | 3 | 2 | 5 | 5 | 7 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| R-3 | 9 | 1 | 3 | 2 | 5 | 5 | 7 | 1 | 2 | 1 | 3 |
| R-8 | 9 | 1 | 3 | 2 | 5 | 7 | 5 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| R-10 | 9 | 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | 5 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| R-11 | 9 | 1 | 3 | 2 | 5 | 5 | 7 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| R-13 | 9 | 1 | 3 | 2 | 7 | 5 | 5 | 1 | 1 | 2 | 9 |
| R-14 | - | 1 | 3 | 3 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| A-15 | 9 | 1 | 3 | 3 | 7 | 5 | 7 | 1 | 2 | 2 | 5 |
| A-16 | 9 | 1 | 3 | 1 | 5 | 5 | 5 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| A-17 | 9 | 1 | 3 | 1 | 5 | 5 | 7 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| A-20 | 9 | 1 | 3 | 2 | 7 | 5 | 7 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| N-23 | 1 | 1 | 3 | 2 | 7 | 7 | 7 | 1 | 2 | 3 | 7 |
| SV-28 | 9 | 1 | 3 | 1 | 5 | 5 | 7 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| R-30 | 1 | 7 | 3 | 2 | 7 | 5 | 5 | 3 | 2 | 2 | 5 |
| R-31 | 1 | 5 | 3 | 2 | 7 | 5 | 5 | 1 | 2 | 2 | 5 |
| R-32 | 9 | 7 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 | 2 | 5 |
| A-34 | 1 | 3 | 3 | 2 | 7 | 5 | 5 | 3 | 2 | 2 | 5 |
| AR-37 | 9 | 1 | 3 | 5 | 7 | 7 | 3 | 1 | 2 | 2 | 7 |
| AR-39 | 9 | 1 | 3 | 3 | 7 | 5 | 7 | 1 | 2 | 2 | 5 |
| AR-40 | 1 | 3 | 3 | 2 | 7 | 5 | 5 | 3 | 2 | 2 | 5 |
| AR-41 | 9 | 1 | 3 | 3 | 7 | 5 | 7 | 1 | 2 | 2 | 5 |
| AR-43 | 9 | 1 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 1 | 2 | 2 | 8 |
| AR-44 | 9 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| B-47 | 1 | 7 | 3 | 2 | 7 | 7 | 7 | 1 | 2 | 2 | 5 |
| B-48 | 9 | 1 | 3 | 3 | 7 | 7 | 5 | 1 | 3 | 1 | 5 |
| B-50 | 9 | 1 | 3 | 2 | 5 | 5 | 7 | 1 | 2 | 2 | 5 |
| B-51 | 9 | 1 | 3 | 2 | 5 | 5 | 7 | 1 | 2 | 1 | 5 |
| B-52 | 1 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | 3 | 3 | 1 | 5 |
| B-53 | 9 | 1 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| B-56 | 9 | 1 | 3 | 2 | 7 | 5 | 7 | 3 | 2 | 2 | 5 |
| I-57 | 9 | 1 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 1 | 3 | 2 | 3 |
| I-58 | 1 | 3 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| SO-63 | 9 | 1 | 3 | 1 | 7 | 7 | 9 | 3 | 2 | 2 | 5 |
| SO-64 | 9 | 1 | 3 | 3 | 7 | 7 | 7 | 3 | 3 | 2 | 7 |
| SO-65 | 9 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 5 | 1 | 3 | 2 | 5 |
| G-68 | 9 | 1 | 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | 1 | 2 | 2 | 7 |
| BE-69 | 9 | 1 | 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | 1 | 2 | 2 | 7 |
| BE-70 | 9 | 1 | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| RA-73 | 9 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| RA-74 | 9 | 1 | 3 | 1 | 9 | 5 | 9 | 5 | 2 | 2 | 7 |
| CI-76 | 9 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| NA-102 | 9 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 7 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| NA-104 | 1 | 7 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| NA-105 | 1 | 7 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 | 2 | 3 |

Tabla 7.4.d. Nivel de expresión de los descriptores ampelográficos analizados en las 45 accesiones.

| ACCESIÓN | 221 | 223 | 225 | 231 | 232 | 235 | 236 | 240* | 241 | 244 | 503 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| R-1 | 3 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| R-2 | 3 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| R-3 | 3 | 2 | 6 | 7 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| R-8 | 3 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| R-10 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| R-11 | 3 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| R-13 | 7 | 3 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 |
| R-14 | 7 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| A-15 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| A-16 | 5 | 2 | 6 | 7 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| A-17 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| A-20 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| N-23 | 7 | 2 | 5 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| SV-28 | 5 | 2 | 5 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| R-30 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| R-31 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| R-32 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| A-34 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| AR-37 | 5 | 3 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 |
| AR-39 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| AR-40 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| AR-41 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| AR-43 | 5 | 3 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 5 |
| AR-44 | 3 | 2 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| B-47 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| B-48 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| B-50 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| B-51 | 5 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| B-52 | 5 | 2 | 6 | 7 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| B-53 | 3 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| B-56 | 5 | 3 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| I-57 | 3 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| I-58 | 3 | 2 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| SO-63 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 |
| SO-64 | 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 5 |
| SO-65 | 5 | 2 | 6 | 7 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| G-68 | 7 | 2 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| BE-69 | 7 | 2 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| BE-70 | 3 | 2 | 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| RA-73 | 3 | 2 | 6 | 7 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| RA-74 | 7 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 5 |
| CI-76 | 3 | 2 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| NA-102 | 3 | 2 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| NA-104 | 3 | 2 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |
| NA-105 | 3 | 2 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 |

Tabla 7.5.a. Matriz de distancias obtenida de la lista reducida de 44 descriptores ampelográficos y con el coeficiente de correlación de Pearson.

| ACCESSION | R-1 | R-2 | R-3 | R-8 | R-10 | R-11 | R-13 | R-14 | A-15 | A-16 | A-17 | A-20 | N-23 | SV-28 | R-30 | R-31 | R-32 | A-34 | AR-37 | AR-39 | AR-40 | AR-41 | AR-43 | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| R-1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R-2 | 0.17 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R-3 | 0.35 | 0.29 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R-8 | 0.24 | 0.36 | 0.31 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R-10 | 0.27 | 0.43 | 0.48 | 0.46 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R-11 | 0.11 | 0.12 | 0.31 | 0.33 | 0.36 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R-13 | 0.5 | 0.51 | 0.58 | 0.62 | 0.47 | 0.5 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R-14 | 0.73 | 0.72 | 0.67 | 0.72 | 0.71 | 0.7 | 0.64 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-15 | 0.3 | 0.33 | 0.36 | 0.51 | 0.29 | 0.37 | 0.36 | 0.65 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-16 | 0.36 | 0.32 | 0.28 | 0.43 | 0.52 | 0.42 | 0.51 | 0.7 | 0.37 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-17 | 0.23 | 0.26 | 0.4 | 0.33 | 0.34 | 0.27 | 0.4 | 0.64 | 0.4 | 0.38 | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| A-20 | 0.25 | 0.29 | 0.41 | 0.14 | 0.48 | 0.34 | 0.53 | 0.82 | 0.45 | 0.34 | 0.26 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| N-23 | 0.62 | 0.62 | 0.67 | 0.71 | 0.55 | 0.66 | 0.55 | 0.76 | 0.51 | 0.54 | 0.54 | 0.64 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| SV-28 | 0.17 | 0.23 | 0.3 | 0.31 | 0.28 | 0.19 | 0.4 | 0.64 | 0.3 | 0.36 | 0.09 | 0.25 | 0.54 | 0 | | | | | | | | | | | |
| R-30 | 0.48 | 0.49 | 0.48 | 0.52 | 0.56 | 0.53 | 0.65 | 0.7 | 0.41 | 0.46 | 0.52 | 0.51 | 0.48 | 0.5 | 0 | | | | | | | | | | |
| R-31 | 0.44 | 0.46 | 0.45 | 0.46 | 0.48 | 0.45 | 0.64 | 0.67 | 0.42 | 0.44 | 0.49 | 0.45 | 0.42 | 0.42 | 0.07 | 0 | | | | | | | | | |
| R-32 | 0.43 | 0.43 | 0.42 | 0.46 | 0.48 | 0.48 | 0.63 | 0.66 | 0.41 | 0.41 | 0.44 | 0.49 | 0.52 | 0.42 | 0.08 | 0.12 | 0 | | | | | | | | |
| A-34 | 0.47 | 0.46 | 0.45 | 0.46 | 0.5 | 0.44 | 0.64 | 0.66 | 0.43 | 0.48 | 0.49 | 0.46 | 0.47 | 0.44 | 0.08 | 0.08 | 0.16 | 0 | | | | | | | |
| AR-37 | 0.41 | 0.5 | 0.52 | 0.46 | 0.22 | 0.52 | 0.23 | 0.7 | 0.33 | 0.5 | 0.43 | 0.48 | 0.64 | 0.44 | 0.61 | 0.58 | 0.58 | 0.59 | 0 | | | | | | |
| AR-39 | 0.27 | 0.37 | 0.4 | 0.5 | 0.25 | 0.34 | 0.39 | 0.68 | 0.03 | 0.4 | 0.42 | 0.45 | 0.5 | 0.29 | 0.38 | 0.36 | 0.38 | 0.37 | 0.34 | 0 | | | | | |
| AR-40 | 0.47 | 0.45 | 0.44 | 0.48 | 0.47 | 0.44 | 0.61 | 0.67 | 0.4 | 0.45 | 0.49 | 0.48 | 0.46 | 0.44 | 0.09 | 0.09 | 0.17 | 0.01 | 0.56 | 0.33 | 0 | | | | |
| AR-41 | 0.29 | 0.35 | 0.39 | 0.49 | 0.23 | 0.32 | 0.37 | 0.67 | 0.05 | 0.43 | 0.4 | 0.44 | 0.53 | 0.27 | 0.42 | 0.39 | 0.42 | 0.36 | 0.33 | 0.02 | 0.32 | 0 | | | |
| AR-43 | 0.45 | 0.46 | 0.52 | 0.54 | 0.4 | 0.45 | 0.06 | 0.66 | 0.42 | 0.53 | 0.33 | 0.5 | 0.61 | 0.32 | 0.72 | 0.68 | 0.65 | 0.67 | 0.24 | 0.45 | 0.64 | 0.4 | 0 | | |
| AR-44 | 0.36 | 0.28 | 0.47 | 0.47 | 0.54 | 0.42 | 0.67 | 0.69 | 0.45 | 0.41 | 0.51 | 0.44 | 0.69 | 0.52 | 0.44 | 0.44 | 0.39 | 0.42 | 0.6 | 0.47 | 0.43 | 0.46 | 0.59 | | |
| B-47 | 0.52 | 0.49 | 0.48 | 0.46 | 0.47 | 0.47 | 0.65 | 0.68 | 0.49 | 0.53 | 0.45 | 0.49 | 0.44 | 0.42 | 0.14 | 0.09 | 0.19 | 0.14 | 0.61 | 0.43 | 0.15 | 0.42 | 0.65 | | |
| B-48 | 0.29 | 0.4 | 0.36 | 0.37 | 0.24 | 0.32 | 0.45 | 0.66 | 0.17 | 0.5 | 0.41 | 0.48 | 0.59 | 0.29 | 0.47 | 0.44 | 0.48 | 0.42 | 0.33 | 0.15 | 0.38 | 0.14 | 0.44 | | |
| B-50 | 0.13 | 0.1 | 0.31 | 0.36 | 0.34 | 0.04 | 0.39 | 0.66 | 0.31 | 0.37 | 0.2 | 0.31 | 0.61 | 0.15 | 0.52 | 0.47 | 0.47 | 0.46 | 0.45 | 0.31 | 0.46 | 0.29 | 0.37 | | |
| B-51 | 0.15 | 0.16 | 0.28 | 0.33 | 0.35 | 0.06 | 0.4 | 0.63 | 0.32 | 0.42 | 0.22 | 0.36 | 0.64 | 0.17 | 0.52 | 0.47 | 0.47 | 0.46 | 0.46 | 0.32 | 0.46 | 0.3 | 0.39 | | |
| B-52 | 0.49 | 0.52 | 0.36 | 0.57 | 0.56 | 0.52 | 0.74 | 0.78 | 0.52 | 0.43 | 0.49 | 0.67 | 0.72 | 0.52 | 0.43 | 0.49 | 0.48 | 0.44 | 0.68 | 0.56 | 0.45 | 0.55 | 0.71 | | |
| B-53 | 0.29 | 0.27 | 0.45 | 0.46 | 0.51 | 0.36 | 0.68 | 0.76 | 0.35 | 0.34 | 0.43 | 0.44 | 0.66 | 0.47 | 0.45 | 0.46 | 0.43 | 0.48 | 0.57 | 0.39 | 0.49 | 0.43 | 0.65 | | |
| B-56 | 0.27 | 0.3 | 0.39 | 0.44 | 0.32 | 0.31 | 0.3 | 0.77 | 0.26 | 0.43 | 0.31 | 0.39 | 0.63 | 0.2 | 0.55 | 0.56 | 0.49 | 0.53 | 0.31 | 0.27 | 0.5 | 0.25 | 0.27 | | |
| I-57 | 0.25 | 0.25 | 0.35 | 0.37 | 0.47 | 0.32 | 0.64 | 0.7 | 0.3 | 0.37 | 0.4 | 0.42 | 0.65 | 0.43 | 0.39 | 0.4 | 0.37 | 0.42 | 0.52 | 0.34 | 0.43 | 0.38 | 0.62 | | |
| I-58 | 0.46 | 0.38 | 0.4 | 0.44 | 0.52 | 0.45 | 0.68 | 0.68 | 0.48 | 0.49 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.47 | 0.14 | 0.15 | 0.16 | 0.1 | 0.62 | 0.44 | 0.11 | 0.43 | 0.62 | | |
| SO-63 | 0.39 | 0.39 | 0.52 | 0.42 | 0.44 | 0.38 | 0.32 | 0.77 | 0.38 | 0.53 | 0.32 | 0.4 | 0.58 | 0.29 | 0.54 | 0.51 | 0.48 | 0.49 | 0.45 | 0.37 | 0.48 | 0.35 | 0.3 | | |
| SO-64 | 0.51 | 0.56 | 0.68 | 0.67 | 0.49 | 0.48 | 0.3 | 0.71 | 0.52 | 0.75 | 0.5 | 0.66 | 0.64 | 0.47 | 0.77 | 0.79 | 0.78 | 0.7 | 0.53 | 0.52 | 0.69 | 0.47 | 0.28 | | |
| SO-65 | 0.38 | 0.34 | 0.12 | 0.43 | 0.47 | 0.4 | 0.55 | 0.64 | 0.39 | 0.26 | 0.38 | 0.4 | 0.67 | 0.3 | 0.5 | 0.47 | 0.42 | 0.48 | 0.54 | 0.43 | 0.47 | 0.42 | 0.48 | | |
| G-68 | 0.47 | 0.4 | 0.33 | 0.44 | 0.46 | 0.47 | 0.4 | 0.58 | 0.28 | 0.39 | 0.41 | 0.38 | 0.52 | 0.35 | 0.46 | 0.43 | 0.4 | 0.44 | 0.43 | 0.33 | 0.45 | 0.32 | 0.41 | | |
| BE-69 | 0.41 | 0.41 | 0.34 | 0.39 | 0.38 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.31 | 0.39 | 0.41 | 0.33 | 0.49 | 0.31 | 0.42 | 0.34 | 0.36 | 0.36 | 0.42 | 0.3 | 0.38 | 0.29 | 0.42 | | |
| BE-70 | 0.34 | 0.3 | 0.47 | 0.53 | 0.56 | 0.4 | 0.65 | 0.72 | 0.39 | 0.36 | 0.51 | 0.47 | 0.67 | 0.54 | 0.41 | 0.41 | 0.38 | 0.43 | 0.57 | 0.4 | 0.44 | 0.43 | 0.66 | | |
| RA-73 | 0.45 | 0.42 | 0.21 | 0.48 | 0.59 | 0.49 | 0.55 | 0.6 | 0.44 | 0.32 | 0.56 | 0.52 | 0.64 | 0.48 | 0.45 | 0.43 | 0.37 | 0.47 | 0.56 | 0.46 | 0.46 | 0.49 | 0.52 | | |
| RA-74 | 0.56 | 0.59 | 0.65 | 0.62 | 0.67 | 0.52 | 0.48 | 0.76 | 0.61 | 0.69 | 0.49 | 0.52 | 0.65 | 0.42 | 0.65 | 0.67 | 0.65 | 0.56 | 0.74 | 0.59 | 0.56 | 0.54 | 0.49 | | |
| CI-76 | 0.4 | 0.36 | 0.26 | 0.32 | 0.59 | 0.41 | 0.5 | 0.63 | 0.35 | 0.45 | 0.5 | 0.37 | 0.66 | 0.42 | 0.44 | 0.4 | 0.34 | 0.46 | 0.56 | 0.38 | 0.48 | 0.4 | 0.48 | | |
| NA-102 | 0.4 | 0.35 | 0.27 | 0.36 | 0.57 | 0.36 | 0.57 | 0.59 | 0.4 | 0.43 | 0.58 | 0.43 | 0.63 | 0.45 | 0.38 | 0.33 | 0.3 | 0.36 | 0.6 | 0.38 | 0.38 | 0.4 | 0.57 | | |
| NA-104 | 0.47 | 0.44 | 0.44 | 0.46 | 0.54 | 0.48 | 0.68 | 0.69 | 0.47 | 0.49 | 0.54 | 0.52 | 0.54 | 0.51 | 0.08 | 0.16 | 0.13 | 0.11 | 0.62 | 0.44 | 0.12 | 0.43 | 0.65 | | |
| NA-105 | 0.47 | 0.44 | 0.44 | 0.46 | 0.54 | 0.48 | 0.68 | 0.69 | 0.47 | 0.49 | 0.54 | 0.52 | 0.54 | 0.51 | 0.08 | 0.16 | 0.13 | 0.11 | 0.62 | 0.44 | 0.12 | 0.43 | 0.65 | | |

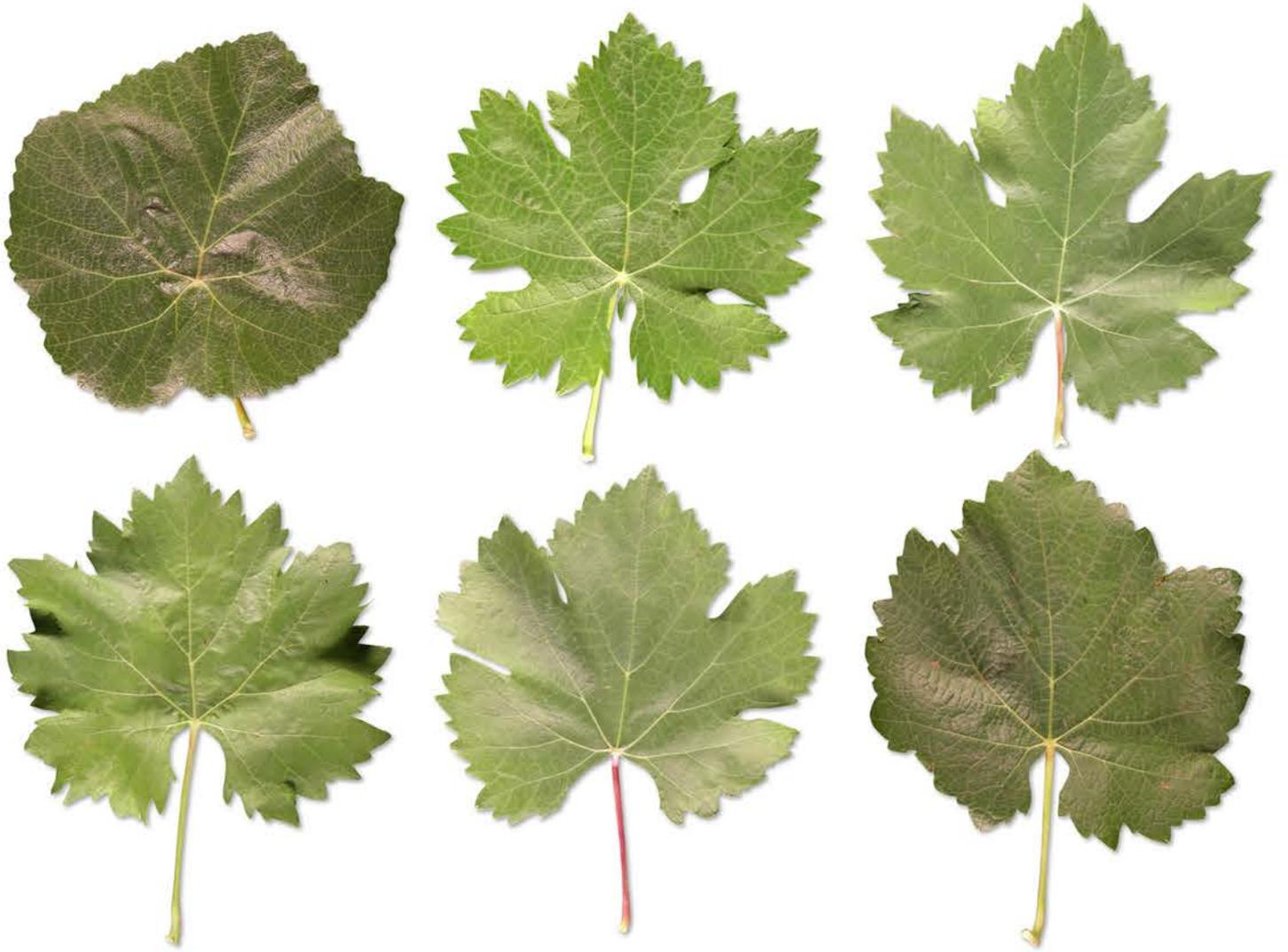
Tabla 7.5.b. Matriz de distancias obtenida de la lista reducida de 44 descriptores ampelográficos y con el coeficiente de correlación de Pearson.

| ACCESSION | AR-44 | B-47 | B-48 | B-50 | B-51 | B-52 | B-53 | B-56 | I-57 | I-58 | SO-63 | SO-64 | SO-65 | G-68 | BE-69 | BE-70 | RA-73 | RA-74 | CI-76 | NA-102 | NA-104 | NA-105 | |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--|
| AR-44 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B-47 | 0.56 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B-48 | 0.53 | 0.45 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B-50 | 0.42 | 0.49 | 0.3 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B-51 | 0.47 | 0.49 | 0.26 | 0.02 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B-52 | 0.41 | 0.52 | 0.54 | 0.49 | 0.44 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B-53 | 0.12 | 0.56 | 0.47 | 0.37 | 0.41 | 0.31 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B-56 | 0.62 | 0.58 | 0.32 | 0.26 | 0.27 | 0.63 | 0.59 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| I-57 | 0.13 | 0.5 | 0.37 | 0.32 | 0.33 | 0.3 | 0.04 | 0.55 | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| I-58 | 0.29 | 0.2 | 0.48 | 0.49 | 0.49 | 0.4 | 0.39 | 0.53 | 0.33 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| SO-63 | 0.64 | 0.43 | 0.4 | 0.36 | 0.37 | 0.7 | 0.62 | 0.29 | 0.58 | 0.47 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| SO-64 | 0.69 | 0.68 | 0.43 | 0.42 | 0.42 | 0.71 | 0.7 | 0.51 | 0.65 | 0.71 | 0.37 | 0 | | | | | | | | | | | |
| SO-65 | 0.35 | 0.57 | 0.42 | 0.35 | 0.36 | 0.38 | 0.41 | 0.45 | 0.35 | 0.45 | 0.61 | 0.68 | 0 | | | | | | | | | | |
| G-68 | 0.41 | 0.47 | 0.35 | 0.36 | 0.36 | 0.51 | 0.42 | 0.44 | 0.35 | 0.4 | 0.5 | 0.55 | 0.29 | 0 | | | | | | | | | |
| BE-69 | 0.42 | 0.39 | 0.33 | 0.32 | 0.32 | 0.53 | 0.46 | 0.42 | 0.39 | 0.36 | 0.47 | 0.52 | 0.3 | 0.04 | 0 | | | | | | | | |
| BE-70 | 0.1 | 0.57 | 0.54 | 0.4 | 0.45 | 0.34 | 0.06 | 0.6 | 0.1 | 0.36 | 0.68 | 0.75 | 0.41 | 0.43 | 0.45 | 0 | | | | | | | |
| RA-73 | 0.29 | 0.59 | 0.48 | 0.5 | 0.51 | 0.46 | 0.38 | 0.55 | 0.33 | 0.33 | 0.66 | 0.73 | 0.15 | 0.32 | 0.34 | 0.33 | 0 | | | | | | |
| RA-74 | 0.79 | 0.57 | 0.63 | 0.49 | 0.5 | 0.72 | 0.82 | 0.55 | 0.79 | 0.61 | 0.31 | 0.25 | 0.7 | 0.55 | 0.49 | 0.83 | 0.75 | 0 | | | | | |
| CI-76 | 0.36 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.38 | 0.54 | 0.39 | 0.42 | 0.31 | 0.33 | 0.4 | 0.73 | 0.32 | 0.27 | 0.28 | 0.36 | 0.27 | 0.65 | 0 | | | | |
| NA-102 | 0.36 | 0.44 | 0.45 | 0.38 | 0.35 | 0.56 | 0.46 | 0.46 | 0.37 | 0.3 | 0.44 | 0.72 | 0.34 | 0.34 | 0.28 | 0.39 | 0.29 | 0.65 | 0.11 | 0 | | | |
| NA-104 | 0.33 | 0.17 | 0.47 | 0.52 | 0.52 | 0.42 | 0.44 | 0.56 | 0.38 | 0.06 | 0.51 | 0.71 | 0.49 | 0.46 | 0.42 | 0.4 | 0.39 | 0.64 | 0.4 | 0.32 | 0 | | |
| NA-105 | 0.33 | 0.17 | 0.47 | 0.52 | 0.52 | 0.42 | 0.44 | 0.56 | 0.38 | 0.06 | 0.51 | 0.71 | 0.49 | 0.46 | 0.42 | 0.4 | 0.39 | 0.64 | 0.4 | 0.32 | 0 | 0 | |

ANEJO III. ABREVIATURAS

Tabla 7.6. Relación de abreviaturas utilizadas en los gráficos ACP de la composición aminoacídica.

| Abreviatura | Aminoácido |
|--------------------|-------------------------|
| Asp | Ácido aspártico |
| Glu | Ácido glutámico |
| Ala | Alanina |
| Arg | Arginina |
| Asn | Asparagina |
| Cysth | Cistationina |
| Cys | Cistina |
| Cit | Citrulina |
| Ethan | Etanolamina |
| Phe | Fenilalanina |
| Pea | Feniletilamina |
| Phser | Fenilserina |
| Gly | Glicina |
| Hylys | Hidroxilisina |
| OH-PR | Hidroxiprolina |
| His | Histidina |
| Urea | Ión amonio |
| Ile | Isoleucina |
| Leu | Leucina |
| Lys | Lisina |
| Met | Metionina |
| Orn | Ornitina |
| Pro | Prolina |
| Sarc | Sarcosina |
| Ser | Serina |
| Taur | Taurina |
| Tyr | Tirosina |
| Thr | Treonina |
| Trp | Triptófano |
| Val | Valina |
| Aaba | α -aminobutírico |
| B-ala | β -alanina |
| Gaba | γ -aminobutírico |
| 1-Mhis | 1-metilhistidina |
| 3-Mhis | 3-metilhistidina |



PEDRO BALDA
LOGROÑO · LA RIOJA

2014