

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO NATURAL



EFFECTO DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA DE UVA
BOBAL EN LOS PERFILES OLFATIVOS DEL VINO

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Alumno:

D. Guillermo Iglesias Valera

Tutor:

D^a. María José García Esparza

Cotutor:

D. Manuel Zarzo Castelló

RESUMEN

En un estudio de investigación previo se han vinificado muestras de mosto procedentes de 18 cepas distintas, todas ellas de la variedad Bobal de Requena. En el vino resultante se determinó la concentración de los principales compuestos volátiles, así como otros parámetros. A partir de los datos medios de concentración correspondientes a las 18 cepas, el objetivo principal del TFG consiste en estudiar cuáles son los compuestos volátiles más responsables del olor, calculando las unidades olfativas. A partir del perfil olfativo de los distintos compuestos, obtenido de fuentes bibliográficas, también se han caracterizado las principales diferencias olfativas entre los vinos obtenidos atendiendo a las notas más dominantes resultantes del estudio: afrutado, fresco, floral y dulce. No ha sido posible una validación experimental de los resultados obtenidos, lo cual será objeto de futuros estudios, pero la metodología propuesta abre un campo de investigación en análisis sensorial olfativo. Este estudio pone en evidencia que la variabilidad en la composición analítica no refleja adecuadamente la variabilidad en el espacio perceptual olfativo, ya que la intensidad olfativa de los distintos compuestos es muy diferente. La metodología empleada es de interés cuando se pretende evaluar hasta qué punto la variabilidad del material genético empleado afecta al perfil aromático de los vinos obtenidos.

PALABRAS CLAVE: Bobal, descripción olfativa cualitativa, perfil olfativo.

ABSTRACT

In a previous study, a set of grape-juice samples were vinified from 18 different vines, all of the same cultivar (Bobal from Requena). The concentration of major volatile compounds was determined in the resulting wine as well as other parameters. From the average values of concentration corresponding to the 18 vines, the primary objective of this work is to study which are the volatile compounds most responsible for the smell, according to the calculation of odor units. Based on the olfactory profile of the different compounds, obtained from the literature, it was possible to characterize the main olfactory differences between the wines obtained, according to the most prominent notes identified here: fruity, fresh, floral and sweet. It was not possible to carry out an experimental validation of the results obtained, which would be the subject of future studies, but the proposed methodology opens an area of research in olfactory sensory analysis. This study shows that the variability in analytical composition does not conveniently reflect the variability in olfactory perceptual space, since the olfactory intensity of aroma chemicals is very different. The methodology used here is of interest when trying to assess how the genetic variability of vines affects the olfactory profile of wines obtained.

KEYWORDS: Bobal, quantitative olfactory description, olfactory profile

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN UTIEL-REQUENA	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Consejo regulador.....	1
1.1.3. Localización.....	2
1.1.4. El suelo.....	3
1.1.5. El clima	4
1.1.6. Variedades.....	5
1.2. VARIEDAD BOBAL	5
1.2.1. Origen y desarrollo.....	6
1.2.2. Características de la variedad	6
1.2.3. Características del vino	8
1.3. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE LA UVA EN LA COMPOSICIÓN DEL VINO	9
1.4. COMPOSICIÓN AROMÁTICA DEL VINO.....	10
1.4.1. Clasificación de los compuestos volátiles	11
1.4.2. Influencia de la vinificación en la composición aromática del vino.....	13
1.5 DESCRIPCIÓN DE PERFILES OLFATIVOS.....	13
1.5.1 Perfiles olfativos semánticos	13
1.5.2 Perfiles olfativos cuantitativos.....	14
2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	15
2.1. OBJETIVOS.....	15
2.2. PLAN DE TRABAJO	15
2.2.1 Proceso de microvinificación de las uvas seleccionadas.....	16
2.2.2 Determinación de los parámetros analíticos	17

2.2.3 Tratamiento estadístico	18
3. MATERIAL Y MÉTODOS	19
3.1 CÁLCULO DE LAS UNIDADES OLFATIVAS DE CADA COMPUESTO	19
3.2. PERFIL OLFATIVO PROMEDIO DE LA MEZCLA	21
3.3. DESCRIPCIÓN CUANTITATIVA DE LOS COMPUESTOS.....	21
3.4. ESTIMACIÓN DEL PERFIL OLFATIVO DE LAS MUESTRAS.....	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1 CÁLCULO DE LAS UNIDADES OLFATIVAS	24
4.2 DESCRIPCIÓN CUANTITATIVA Y PERFIL OLFATIVO	30
4.3 DISCUSIÓN DE OTROS COMPUESTOS VOLÁTILES POTENCIALMENTE IMPORTANTES	35
5. CONCLUSIONES.....	37
6. BIBLIOGRAFÍA.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Concentraciones de los compuestos volátiles en cada cepa, expresado en mg/L. (1).....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 2. Concentraciones de los compuestos volátiles en cada cepa, expresado en mg/L. (2).....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 3. Umbrales olfativos (ODT) de los compuestos en medio acuoso, expresados en mg/L.</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 4. Presiones de vapor de los compuestos volátiles expresado en mm de Hg (25°C), ODT en medio acuoso (mg/L) y ODT en aire (pOL)</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 6. Compuestos volátiles con los valores de OUV.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 5. Compuestos volátiles con los valores de OUV.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 7. Descripción olfativa cuantitativa de los compuestos volátiles. (1)</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 8. Descripción olfativa cuantitativa de los compuestos volátiles. (2)</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 9. Descripción semántica de los compuestos volátiles.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 10. Contribuciones olfativas de cada compuesto aromático a cada cepa, expresado en % (1).....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 11. Contribuciones olfativas de cada compuesto aromático a cada cepa, expresado en % (2).....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 12. Perfil olfativo de cada cepa.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 13. Presión de vapor (mm de Hg), ODT (mg/L) en medio acuoso y OUV de otros compuestos importantes.....</i>	<i>36</i>

1. INTRODUCCIÓN

Utiel-Requena es una denominación de origen de vinos de España que se encuentra en la zona oeste de la provincia de Valencia.

La variedad de uva Bobal es la más importante de la DO Utiel-Requena, destacando los rosados y los tintos de dicha variedad. No obstante, la reglamentación también acoge la elaboración de vinos blancos, espumosos y de aguja.

1.1. LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN UTIEL-REQUENA

1.1.1. Historia

La historia vitivinícola de la DO Utiel-Requena posee más de 2.500 años, como lo indican los trascendentales yacimientos íberos dispersos por la zona. En la Edad Media (año 1265), durante el reinado de Alfonso X El Sabio se crea el “guardián de las viñas”, figura descrita en el Fuero de Requena.

Ya en el siglo XIX se vive un auge de la vitivinicultura en Utiel-Requena, pues se aceleró el ritmo de nuevas plantaciones. En 1887 se inaugura la línea de ferrocarril Valencia-Utiel que propició la formación de auténticos barrios de bodegas en los alrededores de las estaciones. En la actualidad, unas siete mil familias viven de la vitivinicultura en la DO Utiel-Requena, por lo que el vino es el principal motor de la economía de esta región.

1.1.2. Consejo regulador

El Consejo Regulador de la Denominación de Origen Utiel-Requena es una asociación de derecho público, con personalidad jurídica propia. Su sede se encuentra en la Bodega Redonda de Utiel, un edificio datado en 1891. Resulta emblemático por su forma circular. Además de ser la sede administrativa del Consejo Regulador, la construcción está habilitada como Museo de la Vid y el Vino, que realiza visitas guiadas y ofrece catas comentadas de manera continuada.

El Consejo Regulador posee un órgano de gobierno elegido democráticamente cada cuatro años. En él está representado todo el sector vitivinícola de la superficie que ocupa la Denominación de Origen: viticultores y bodegas.

Posee un Servicio de Certificación independiente del órgano de gestión y competencias propias, acreditado ante la Entidad Nacional de Certificación (ENAC) para la certificación del cumplimiento por parte de las bodegas del Pliego de Condiciones de la Denominación de Origen. También cuenta con un Departamento de Comunicación y un servicio de atención para el Registro de Viñedo, un Departamento de Administración, Servicio Técnico, además de un Panel de Cata propio.

Los fines de esta institución son la representación, defensa, garantía, investigación, protección y promoción de sus productos amparados, así como el desarrollo de mercados.

El Consejo es miembro y parte de la Junta Directiva de la Conferencia Española de Consejos Reguladores Vitivinícolas (CECRV) que, a su vez, como órgano de representación nacional, está asociado a la EFOW (*European Federation of Origin Wines*).

1.1.3. Localización

Situada entre los 600 y los 900 m de altitud, esta pequeña meseta es la única llanura del interior de la provincia de Valencia, diferenciándose con el carácter montañoso que predomina en las zonas vecinas. Dicha zona se divide en dos cuencas hidrográficas, la del río Magro al Norte y la de la rambla de Caballero, afluente del Cabriel, al Sur. Éstas están divididas por la sierra de Torrubia o de la Ceja, que no es una verdadera sierra en realidad, pues se trata de una loma coronada de una costra de rocas areniscas conglomeradas del Terciario.

En la mitad Septentrional, la que coincide con la cuenca del río Magro, predominan los depósitos cuaternarios, lo que hace que sus tierras tengan una mayor productividad. Desde las altas cuencas semiendorréicas de Camporrobles y Sinarcas, bajan una serie de cañadas que terminan confluyendo en Utiel, considerándose las más importantes las de Caudete de las Fuentes, donde dan lugar al río Magro 5 km más abajo.

Desde el punto de vista físico, la zona posee una unidad que le da un carácter diferenciador del resto de las comarcas de su alrededor.

La Denominación de Origen Utiel-Requena comprende 39.647 ha, y abarca los siguientes términos municipales: Camporrobles, Caudete de las Fuentes, Fuenterrobles,

Requena, Siete aguas, Sinarcas, Utiel, Venta del Moro y Villagordo del Gabriel (Benavent y Díaz, 2005).



Ilustración 1. Localización de la zona de producción DO Utiel-Requena

1.1.4. El suelo

El suelo es arcillo-arenoso sobre un fondo calizo. La orografía que revelan los suelos es de carácter suave, con la mayoría de los viñedos ubicados en laderas poco pronunciadas.

Los suelos tienen color pardo, con elevados contenidos calizos, fértiles y permeables. Sin embargo, son pobres en lo que se refiere a materia orgánica. Los terrenos fluviales del río Magro en el norte de la zona, y en el sur una mezcla de arena y roca con arcilla da lugar al afloramiento de piedra caliza, considerado poco frecuente, de la cual algunos viñedos hacen buen uso.

Esta zona es la única llanura del interior de Valencia, de perímetro circular y unos 45 kilómetros de diámetro. Es un apéndice de la gran unidad geomorfológica de la submeseta castellana meridional, de la que queda desgajada por el profundo surco que abre el río Cabriel.

Esta pequeña meseta inclinada está a una altura sobre el nivel del mar entre los 600 y los 900 metros. Las altitudes de la zona van desde 907 m de Camporrobles, a los 697 m de Siete

Aguas. Por otra parte, las máximas altitudes se dan en la sierra Negrete donde se encuentra el Pico del Remedio (1.310 m), la Sierra del Tejo (1.250 m) y la de la Bicuerca (1.180 m).

La presencia de picos –como el del Telégrafo– indica que esta sierra se ha levantado por la presión geológica interior que da lugar a un sinfín de ramblas que bajan al llano, abriendo sus cauces sobre las extensas terrazas cubiertas de viñedos (Gallego y Cidón, 2005).

1.1.5. El clima

En lo que respecta al clima, éste se puede clasificar dentro del tipo mediterráneo, aunque también presenta rasgos continentales que le vienen dados tanto por su altitud como por su alejamiento del mar.

La temperatura media anual de esta zona es de unos 14°C, con una amplitud térmica anual de 17,3°C entre la temperatura media del mes más cálido (julio), y la del mes más frío (diciembre). Este elevado rango de la amplitud térmica es un indicativo de la continentalidad del clima.

Los inviernos en esta zona son fríos y muy largos. Las heladas durante este período suelen ser frecuentes, incluso adelantándose muy a menudo a los últimos días del mes de octubre. En lo que respecta al otoño, éste es relativamente corto, las temperaturas sufren un acusado descenso y comienzan a prodigarse escarchas y heladas matutinas.

Las precipitaciones medias anuales oscilan en torno a los 430 mm. Las lluvias se reparten a lo largo del año en primavera y otoño. Las escasas precipitaciones que se dan en verano suelen ser provocadas por ascensiones rápidas de masas de aire recalentado y vienen acompañadas de tormentas de granizo.

Resumiendo, se puede decir que el clima de la zona de Utiel-Requena se caracteriza por su sequedad, sus dos estaciones lluviosas en primavera y otoño, su verano corto y su largo invierno, sus fuertes oscilaciones térmicas entre la estación cálida y la estación fría y, también, entre el día y la noche, su riesgo de heladas en primavera y sus granizadas en verano. El conjunto de estas características hace que la práctica de la agricultura esté muy limitada y que el cultivo se reduzca al viñedo (Benavent y Díaz, 2005).

1.1.6. Variedades

Las variedades de uva blanca autorizadas en la zona de Utiel-Requena son: Macabeo, Merseguera, Planta Nova o Tardana y Chardonnay. Las de uva tinta son: Tempranillo, Garnacha tinta, Bobal, Cabernet Sauvignon y Merlot.

La DO Utiel-Requena es una región de vinos tintos, representando un 94,27% de la superficie del viñedo. Por su parte, las variedades blancas representan el 5,73% de la superficie.

La variedad Bobal es la más extendida en la zona pues sus exigencias tanto en clima como en el suelo se adaptan perfectamente a las de la zona, mostrando las características propias de una cepa autóctona. Es la segunda variedad más extendida de vid a nivel nacional tras la Airén. Su cultivo, en cambio, está muy poco expandido en otras zonas de España ya que disminuye notablemente su rendimiento, inclinándose visiblemente por las tierras altas, con veranos breves y secos, en los que sus caracteres típicos se desarrollan bien, principalmente para la obtención de vinos rosados, afrutado, frescos, y con resistencia a la oxidación.

La variedad Tempranillo es la segunda en implantación en Utiel-Requena, con el 12% del cultivo. Esta variedad y Garnacha son idóneas para la obtención de vinos tintos, los cuales dan lugar, en su mezcla con Bobal, a vinos de Crianza, Reserva y Gran Reserva. La obtención de buenos tintos para envejecimiento y crianza se consigue con la incorporación de las variedades tintas Cabernet Sauvignon y Merlot, en unión con la Tempranillo, sobre todo la primera.

Para la obtención de vinos blancos se utiliza la variedad Macabeo, de color verde pajizo, dándoles dicho color con intenso aroma frutal, y destinados algunos de ellos a la obtención de vinos espumosos en mezcla con la variedad Planta Nova, de color más dorado, pero con menos aroma, aunque ideal para la mezcla por su sabor seco y mayor acidez. Igualmente, la unión de estas variedades a la Chardonnay dará finura a un vino base para la elaboración del Cava. La variedad Merseguera no está muy extendida en la actualidad únicamente en las zonas de más altitud (Alexandre y Crespo, 2005).

1.2. VARIEDAD BOBAL

Se clasifica taxonómicamente en la familia de las Vitáceas, género *Vitis*, especie *V. vinífera* y variedad Bobal. Es probablemente autóctona de la zona de Requena, por lo que también se la conoce con los nombres de Tinto de Requena, Requení y Requena (Piqueras, 1986).

Esta variedad rompe con los estereotipos de las cepas tintas españolas, ya que su grado alcohólico es relativamente bajo, en torno a los 11 grados, y su acidez es elevada (5,5 a 6,5 g/L ácido tartárico). Es una variedad tardía tanto de brotación como de maduración. El racimo es de tamaño grande, los granos son esféricos de color azulado y muy compactos. Es una variedad muy productiva.

La Bobal produce vinos tintos muy concentrados de capa alta, buena estructura y acidez. Sus rosados son frescos y con buena acidez y un llamativo color frambuesa. Se ha utilizado, en especial, para la elaboración de vinos de pasta, destinados a mezclas, ásperos y con un elevado contenido en taninos. A partir de los años 90, nacen algunas iniciativas de crianza en madera y se empieza a elaborar vinos de marca en mezcla con Tempranillo y Garnacha.

La variedad Bobal no era considerada una uva tinta de buena calidad entre las uvas españolas hasta no hace mucho tiempo, ya que sus vinos, de poca calidad, han sido tradicionalmente destinados al mercado en los graneles. En los últimos años esto ha cambiado profundamente y los vinos elaborados con Bobal pueden competir con los mejores vinos de España (Alexandre y Crespo, 2005).

1.2.1. Origen y desarrollo

La Bobal es una variedad de origen español que se cultiva, principalmente, en la Comunidad Valenciana. Originaria del altiplano de Utiel-Requena, en cuya Denominación de Origen es la variedad principal, representa el 70% de la superficie de vid cultivada. También se puede encontrar en la zona de la Mancha, pero cultivada en pequeñas áreas con condiciones climáticas específicas (veranos cálidos, inviernos fríos y escasez de lluvias).

1.2.2. Características de la variedad

La Bobal es una variedad que brota de forma tardía, presenta una alta resistencia a las épocas de sequía y a los patógenos. Estas características, junto a la fuerte demanda de los exportadores de vino del puerto de Valencia de vinos tintos robustos y de alta intensidad colorante, explican su utilización como monocultivo en muchos municipios de la Comunidad Valenciana. Actualmente, se encuentra mayoritariamente en la zona de Utiel-Requena, pero tiene un cultivo muy escaso fuera de esta denominación de origen. A nivel nacional, sólo se encuentra en la zona de La Manchuela.

Esta variedad presenta un porte pomposo y grandes hojas que hacen sombra a los brotes. Como todas las variedades mediterráneas, tiene tendencia a acumular agua en las bayas y, de esta forma, asegurar la viabilidad de sus semillas, lo que hace que se formen brotes compactos de bayas de mediano tamaño. Conjuntamente, cabe destacar que el rasgo más importante de esta variedad es su extraordinario espesor de piel.

Los vinos tintos elaborados con esta variedad, tradicionalmente han sido muy aromáticos, rústicos y coloridos. Este hecho es debido al escaso control que se lleva a cabo en las bodegas en la extracción de algunos taninos procedentes de racimos que no suelen tener una madurez uniforme, ya que provienen de brotes que suelen estar juntos. Sus intensos aromas a especias y afrutados han hecho de la Bobal una variedad muy buena para la elaboración de vinos rosados de color intenso y violáceo.

1.2.2.1. Descripción ampelográfica

- Racimos: son de tamaño mediano-grande, con los hombros muy marcados, son muy compactos y el pedúnculo es muy corto.
- Baya: son de tamaño mediano y uniformes. El color de la epidermis es azul-negra y generalmente poseen una forma esférica. La separación del pedicelo es difícil y el grosor de la piel es gruesa y consistente. La pulpa es jugosa, blanda y no coloreada. La formación de pepitas es notable y no presenta sabores particulares.
- Sarmiento: marrón y estriado.
- Sumidad: la apertura de la extremidad es completamente abierta y los pelos postrados en dicha extremidad poseen una pigmentación media con una densidad media-alta.
- Pámpano: en el entrenudo encontramos colores verdosos con rayas rojas y una densidad media-alta de pelos tumbados; en cambio, en el nudo predominan los colores verdes y una baja densidad de pelos tumbados.
- Hoja joven: la pigmentación antociánica de las 6 hojas terminales es muy débil y la densidad de pelos tumbados es muy fuerte.
- Hoja adulta: de tamaño grande y forma orbicular con 5 lóbulos, estando los lóbulos superpuestos en forma de V. El haz se encuentra medianamente hinchado y con una pigmentación nula. La densidad en los entrenudos de pelos erguidos es prácticamente nula, en cambio, la densidad de pelos tumbados es muy alta. El pecíolo es ligeramente más corto que el nervio central y la densidad de pelos es baja. Los dientes de las hojas son cortos y la relación longitud-anchura pequeña, la forma de los dientes es rectilínea-convexa.

- Características agronómicas: Es un cultivar muy sensible al oídio y a la botritis, pero poco sensible al mildiu y a las enfermedades fúngicas de la madera. Es sensible a la polilla del racimo, pero poco sensible tanto a los ácaros como a los cicadélidos. Sus mostos son muy aromáticos y afrutados, de alta intensidad colorante, con tonos violetas. De alta acidez. Es adecuado para vinos rosados que resultan muy aromáticos, afrutados y agradables. Los vinos que produce, con alta capa, son astringentes, vivos y con cuerpo. Presenta buenas características para envejecimiento en barrica y como base de excelentes vinos tintos jóvenes (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2016).



Ilustración 2. Racimos y hojas de Bobal

1.2.3. Características del vino

El mosto obtenido de esta uva es bastante equilibrado, presentando una acidez relativamente baja y alto contenido en azúcares que da lugar a un grado alcohólico medio (11-12°). Dependiendo del tipo de elaboración que se lleva a cabo, se obtienen vinos de doble pasta, tintos directos y rosados. Los vinos poseen características organolépticas muy determinadas, relacionadas con los compuestos polifenólicos, otorgándoles colores intensos y de cierta “dureza” a causa del tanino, con bajo contenido en enzimas oxidasas.

Tanto los vinos rosados como los tintos son excelentes si se consumen jóvenes. Bien tratados y utilizando uvas de viñas viejas, los tintos de Bobal pueden resultar de excelente calidad y sabor. Los tintos jóvenes son muy aromáticos y frescos, con toques que recuerdan a la

frambuesa y a otras frutas verdes, con colores violáceos, sin taninos agresivos, pero sí herbáceos (López Cortés, *et al.*, 2010).

Los rosados, en especial, muestran una gran calidad olfativa y gustativa, ya que poseen aromas afrutados al paladar, delicados y con alta permanencia en boca. Con el paso del tiempo, mantienen su color brillante rosáceo con tonos violetas y su potencia aromática, por lo que se pueden considerar excelentes vinos jóvenes.

Las mejoras que se han llevado a cabo en las técnicas enológicas han hecho que los rosados de Bobal se cataloguen entre los mejores de España y que el volumen de embotellado haya crecido notablemente en los últimos años. Además, los tintos directos embotellados suelen entrar, con porcentajes muy variables, en la composición de vinos de crianza donde la base principal es alguna de las otras variedades de la comarca, ya sea Tempranillo como la Cabernet Sauvignon y Merlot (Piqueras, 2000).

1.3. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE LA UVA EN LA COMPOSICIÓN DEL VINO

Las características de un vino vienen determinadas principalmente por la variedad de uva que se utiliza en su producción, que proporcionará vinos con características varietales específicas ya que esto condiciona su composición química y sus propiedades organolépticas. Por tanto, es un hecho importante para establecer un patrón de características comunes que permitan identificar los vinos elaborados con variedades de uva y, al mismo tiempo, crear un diferencial de criterios para poder clasificar los vinos pertenecientes a una variedad u otra.

Por la demanda del mercado vitivinícola, es imprescindible que los vinos procedan de uvas con una alta relación hollejo/pulpa, y con madurez elevada y homogénea de todos los granos, por lo que conviene que el racimo sea más pequeño y suelto.

La variedad Bobal es vigorosa y rústica, muy resistente a la sequía, poco sensible a las enfermedades criptogámicas, y se caracteriza por tener un grano duro y compacto, con gran contenido en antocianos, elevada acidez, y por desarrollar durante la vinificación aromas frutales frescos y fragantes. Es interesante desde un punto de vista enológico por su longevidad, aportada por la elevada acidez que presenta, pero la difícil maduración de sus racimos impide obtener vinos tintos de calidad, y mucho menos vinos aptos para la crianza, ya que las prácticas enológicas que tradicionalmente se utilizan en la crianza resultan insuficientes para suplir algunos de los problemas que se manifiestan habitualmente en la composición natural de estos vinos, relacionados con una caída muy importante del color durante la fermentación

maloláctica, y un desequilibrio evidente en su composición tánica, que da lugar a vinos agresivos carentes de la carnosidad y untuosidad demandadas por el consumidor actual (Piqueras, 2000).

1.4. COMPOSICIÓN AROMÁTICA DEL VINO

Los compuestos aromáticos de la uva se encuentran generalmente en su forma libre, y reciben el nombre de compuestos volátiles, contribuyendo directamente al aroma del vino. También hay compuestos no volátiles, como son los azúcares conjugados (monoglucósidos o glucósidos disacárido), que son la forma predominante en las variedades aromáticas.

El aroma del vino está formado por cientos de compuestos. En función de su procedencia, pueden clasificarse como aromas primarios, secundarios o terciarios.

Los aromas que provienen de la uva reciben el nombre de aromas varietales o primarios. Los que se forman a partir del momento en que se corta el racimo hasta el inicio de la fermentación alcohólica se nombran aromas prefermentativos. Los que surgen por la acción de las levaduras y bacterias durante las fermentaciones alcohólica y maloláctica se denominan aromas fermentativos. Finalmente, los aromas que se originan durante el envejecimiento en madera y/o botella reciben el nombre de aromas posfermentativos o terciarios.

El aroma depende de varios factores, el más significativo de los cuales es la variedad de uva utilizada, los procedimientos de elaboración del vino, la maduración y el envejecimiento. Como ya se ha mencionado anteriormente, el aroma cambia durante estos procesos, sobre todo durante la fermentación, que es donde se forman el mayor número de compuestos aromáticos, principalmente alcoholes, ácidos y ésteres. Por otra parte, algunos autores atribuyen el aroma principal del vino a los productos formados durante la fermentación: cuatro ésteres (acetato de etilo, acetato de isoamilo, hexanoato de etilo y octanoato de etilo) y dos alcoholes (isobutílico y alcohol isoamílico).

Después del envejecimiento en botella aparece el bouquet, caracterizándose principalmente por una disminución en los acetatos y ésteres etílicos de los ácidos grasos de cadena corta y un aumento de los ésteres etílicos de los ácidos dipróticos. Durante la fermentación alcohólica, los acetatos se producen enzimáticamente en exceso. Durante el almacenamiento, se hidroliza poco a poco hasta llegar al equilibrio con los ácidos y los alcoholes. Esta disminución podría ser la responsable de la pérdida de la frescura y del carácter afrutado de los vinos jóvenes.

Además, los vinos que son sometidos a un período de maduración en barrica son ricos en sustancias aromáticas, contribuyendo a la estabilidad del color y a la clarificación espontánea. La complejidad del aroma se incrementa debido a la extracción de ciertos compuestos de la madera que se transfieren al vino durante este período de maduración (Ferreira, *et al.*, 1995).

1.4.1. Clasificación de los compuestos volátiles

Los compuestos que se forman durante la fermentación alcohólica a través del metabolismo de las levaduras son los que tienen más probabilidades de tener una influencia positiva o negativa sobre las propiedades sensoriales del vino.

1.4.1.1. Acetaldehído

El acetaldehído es el aldehído que predomina en el vino. En general, se forma por el metabolismo de las levaduras y se asocia con aromas frutales y notas de nueces o de otros frutos secos. La cantidad de acetaldehído que se encuentra en los vinos está directamente relacionada con las enzimas derivadas de la cepa de levadura que se usa, pero esta concentración también puede cambiar debido a las condiciones en las cuales tenga lugar la fermentación, especialmente con la cantidad de SO₂ que se añade al medio.

El exceso de acetaldehído puede deberse a la actividad de las bacterias acéticas y/o los procesos de oxidación, y puede estar relacionado con los problemas que se dan durante la conservación de los vinos.

A pesar de formar siempre parte del aroma normal del vino, el acetaldehído a altas concentraciones ejerce un efecto desfavorable según algunos investigadores, participando directamente en el gusto a “oxidado” (Rapp y Mandery, 1986).

1.4.1.2. Alcoholes

Los alcoholes son los compuestos más abundantes. Son aromas que se producen a partir de los procesos de fermentación de los mostos (alcohólica y maloláctica). El olor de estos alcoholes es, en efecto, generalmente juzgado como desagradable, salvo el olor a rosa del 2-feniletanol cuyo origen es fermentativo. Por su parte, el eugenol otorga al vino el aroma

característico de canela, clavo, madera. En concentraciones normales, generalmente sólo aporta una nota especiada.

Los alcoholes se reconocen por su fuerte olor y por el sabor picante que otorgan al vino y están relacionados con las notas herbáceas. Además, se considera que contribuyen favorablemente al aroma del vino contribuyendo a su complejidad, no sobrepasando los 350-400 mg/L. Si sobrepasan de los 400 mg/L, se consideran un factor negativo en la calidad de los vinos (Rapp y Mandery, 1986).

1.4.1.3. Ácidos y ésteres

Los ácidos grasos y sus ésteres son, junto a los alcoholes, los principales marcadores del aroma fermentativo. Aparecen normalmente en la primera fase de la fermentación alcohólica, tendiendo a disminuir a pesar de que su evolución varía con el tipo de vino y con las condiciones de la crianza.

El conjunto de ésteres de acetatos de alcoholes superiores (acetato de isoamilo) se consideran como factores de calidad en los vinos jóvenes, incluso estando presente a concentraciones inferiores a su umbral de detección olfativa (0,03 mg/L). Además, juegan un papel muy importante en su buqué (Rapp y Mandery, 1986).

Varios estudios publicados muestran que su concentración disminuye a lo largo del tiempo, viéndose incrementado con el aumento de la temperatura y la disminución de pH para una temperatura determinada. Del mismo modo, la hidrólisis está correlacionada con el peso molecular de los ésteres, siendo más rápida para los de mayor peso molecular. Además, a medida que la cadena hidrocarbonada aumenta, los aromas van desde los afrutados hasta los jabonosos y finalmente mantecosos en los ácidos grasos con C16 y C18. La presencia de algunos de estos ésteres ocasionalmente se considera indicador de la calidad de los vinos tintos.

Los ácidos son compuestos que no se describen como aromas agradables para el vino, pues su olor se identifica con el vinagre, la mantequilla, el queso, olor de grasas y a rancio. Su producción se rige por la composición inicial del mosto y depende de las condiciones en las que se produzca la fermentación.

Como ya se sabe, la acidez volátil del vino esencialmente ligada a la presencia del ácido acético, varía con las especies de levaduras que llevan a cabo la fermentación y constituye un índice negativo en la apreciación de cualquier vino, por la actitud y esencia que le transmite a éste (Rapp y Mandery, 1986).

1.4.2. Influencia de la vinificación en la composición aromática del vino

El vino tinto es un vino de maceración; la fermentación alcohólica del jugo se ve acompañada por la disolución de los constituyentes de las partes sólidas del racimo que forman parte del orujo (hollejo, semillas, eventualmente raspones). Esta extracción se realiza, de la forma más clásica, mediante la maceración de las partes sólidas que intervienen durante la fermentación del jugo.

Según la naturaleza de las uvas y del tipo de vino que se quiere obtener, esta maceración puede ser más o menos prolongada en el tiempo para aportar cierta personalidad al vino producido.

Para el aroma, la fermentación alcohólica es muy importante debido a que es responsable de la nota vinosa que constituye la base aromática común a todo tipo de vinos, alrededor de la cual van a intervenir diversos armónicos que darán lugar a la sutileza aromática de un buen vino. Además, los componentes volátiles que se forman durante la fermentación alcohólica representan cuantitativamente la mayor parte de los constituyentes del aroma, principalmente alcoholes, ácidos y ésteres. Por su parte, la fermentación maloláctica varía el aroma del vino solamente de forma casi imperceptible (Rapp y Mandery, 1986).

1.5 DESCRIPCIÓN DE PERFILES OLFATIVOS

Aunque queda mucho trabajo por hacer hasta llegar a un consenso en la forma de describir y cuantificar los olores, es posible utilizar diferentes métodos para facilitar una descripción minuciosa de la percepción olfativa, lo que se denomina “perfil olfativo”, los cuales pueden estar basados en un conjunto de términos estipulados para describir el olor (métodos semánticos) o bien fundados en descripciones numéricas (perfiles olfativos cuantitativos).

1.5.1 Perfiles olfativos semánticos

Los compuestos aromáticos habitualmente se describen por medio de métodos semánticos, ya que permiten la generación rápida de datos (Harper, *et al.*, 1968), que consisten en asignar los términos que vienen a la memoria al oler la muestra. Estos términos generalmente se refieren a la fuente del olor (floral, afrutado...) y se denominan descriptores olfativos o notas olfativas.

Debido a que el empleo de descriptores olfativos requiere asignar las mismas palabras de la misma manera, es necesario un cierto entrenamiento y algo de experiencia, por ello se recomienda utilizar un panel de catadores para evitar cualquier efecto de la subjetividad personal.

Existen algunas bases de datos de perfiles olfativos (Arctander, 1969; Sigma-Aldrich, 2005; Burdock, 2004). Un estudio ha compilado 1396 sustancias puras del manual de (Arctander, 1969), el manual de Fenaroli (Burdock, 2004) y de otras fuentes, obteniendo así una base de datos con 135 notas olfativas, donde con el análisis de esos datos dio lugar a un modelo descriptivo del espacio perceptual. No obstante, los métodos semánticos han sido considerados poco reproducibles a causa de las discrepancias entre individuos en la interpretación de los descriptores olfativos.

1.5.2 Perfiles olfativos cuantitativos

Como resulta complicado efectuar cálculos numéricos a partir de las descripciones cualitativas, existen también métodos para describir olores de forma cuantitativa, que consisten en caracterizar el olor percibido por medio de una serie de valores numéricos. Estos valores generalmente se refieren a la aplicabilidad de un determinado descriptor a la hora de describir el olor. Por ejemplo, se puede describir el carácter floral de un olor en una escala de 0 a 9, siendo 0 cuando el olor no es floral en absoluto, y 9 cuando es extremadamente floral (por ejemplo, el aceite esencial de rosa o jazmín). De este modo, se puede obtener una caracterización numérica con un conjunto de descriptores, por ejemplo, floral, afrutado, amaderado, herbáceo, cítrico, etc. Estos perfiles numéricos son más complejos de obtener pues el panel de catadores requiere un esfuerzo mucho mayor, pero en contrapartida resultan muy útiles para los análisis estadísticos.

Boelens y Haring (1981) obtuvieron descripciones numéricas para un conjunto de 309 compuestos empleando 30 descriptores olfativos. Estos compuestos fueron clasificados en 14 clústeres a partir de los resultados obtenidos con análisis de componentes principales (PCA) y análisis factorial. Otra de las bases de datos más importante que existe de este tipo de perfiles olfativos es el Atlas de Dravnieks (1985).

2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

2.1. OBJETIVOS

En un estudio de investigación previo se han vinificado diversas muestras de mosto procedentes de cepas distintas, todas ellas de la variedad Bobal de Requena. En el vino resultante se ha determinado la concentración de los principales compuestos volátiles, así como otros parámetros.

A partir de todos estos datos, el objetivo principal de este trabajo consiste en caracterizar las diferencias sensoriales entre las muestras de vino, dado que se conoce la composición cuantitativa de los aromas en las muestras vinificadas y la descripción olfativa de cada compuesto aromático (obtenida de bibliografía). Se pretende estudiar cuáles son los compuestos volátiles más responsables del perfil olfativo en las muestras vinificadas, y cuáles son las principales diferencias sensoriales estimadas entre dichas muestras. La predicción de características sensoriales requeriría una validación experimental por medio de un panel de catadores, la cual no ha sido posible. Esta cuestión queda pendiente para futuros trabajos de investigación, lo cual permitiría validar la metodología empleada, la cual resulta muy novedosa en el campo del análisis sensorial olfativo.

Se pretende estudiar si es posible estimar las dimensiones de variabilidad del espacio perceptual olfativo en función de la composición analítica. Es decir, se pretende evaluar de qué modo la variabilidad del material genético empleado afecta al perfil aromático de los vinos obtenidos.

2.2. PLAN DE TRABAJO

El trabajo final de carrera en el que se basa este estudio se denomina “Preselección de cepas de la variedad Bobal; estudio de fracción aromática para la elaboración de vinos de calidad”, el cual fue realizado por Blanca Ferrandis Palop en el año 2012 (Valencia) bajo la supervisión de M^a José García Esparza.

Se presenta a continuación una breve descripción de este trabajo previo, explicando la toma de muestras, el proceso de vinificación que se llevó a cabo y el análisis de los volátiles en el vino fermentado.

2.2.1 Proceso de microvinificación de las uvas seleccionadas

La materia prima utilizada en el trabajo de Ferrandis (2012) para llevar a cabo la obtención de los vinos ha sido la uva de la variedad Bobal de la vendimia 2009. La mayoría de los viñedos están cultivados en secano, aunque algunos con apoyo por goteo. La uva ha sido cosechada en parcelas de la D.O. de Utiel-Requena, más concretamente en fincas pertenecientes a las siguientes bodegas: Mustiguillo, Hoya de Cadenas, Dominio de la Vega (parcelas 304 y 528), Chozas Carrascal, Vega Alfaro y El Pino.

El trabajo de vendimia se realizó durante la segunda y tercera semana del mes de septiembre de 2009, recolectando todos los racimos de setenta cepas elegidas atendiendo a criterios vitícolas tales como la edad del viñedo, forma y densidad de los racimos, tamaño de los granos, productividad de las cepas, vigor, carencia de enfermedades y virosis.

En total se eligieron 70 cepas en base a sus características ampelográficas. De la uva recolectada de cada cepa se realizaron tres microvinificaciones, excepto en algunos casos en los cuales la cantidad de uva no fue suficiente y se realizaron dos solamente. Todas las microvinificaciones se llevaron a cabo siguiendo el mismo método.

La uva se despalilló manualmente y se estrujó ligeramente a máquina. Tal como se ha comentado, la producción de cada vid (es decir, de cada cepa) se dividió en dos o tres lotes, con los cuales se realizaron microvinificaciones, siendo el número total aproximadamente de 200. Cada una de ellas se encubó para su vinificación en recipientes de vidrio de 1 litro de capacidad para llevar a cabo la fermentación. Una vez el mosto estuvo preparado, se procedió a su sulfitado, con dosis de 50 mg/L de anhídrido sulfuroso. Una hora más tarde, se procedió a la extracción de muestras para realizar la analítica inicial: acidez total, pH y grado Baumé.

A continuación, se realizó una siembra de 20 g/hL de las levaduras seleccionadas *S. cerevisiae* en los mostos. La fermentación se realizó por el sistema tradicional en botes cilíndricos de cristal. Para minimizar el efecto de cualquier variable externa, todas las microvinificaciones se llevaron a cabo en una misma cámara a temperatura controlada. Las fermentaciones se homogeneizaron diariamente mediante bazuqueos (hundiendo el sombrero diez veces) y el mismo tiempo de maceración.

A los diez días del inicio del encubado, se procedió a realizar el prensado de los hollejos con una prensa hidráulica a 2 bar de presión durante un minuto y posteriormente se trasegó el vino a botes más pequeños para que terminara la fermentación alcohólica.

La densidad se midió diariamente por medio de un densitómetro. Cuando este parámetro alcanzaba valores cercanos a 995 g/L, se inocularon las bacterias lácticas (*Oenococcus oeni*), llevándose a cabo un seguimiento semanal mediante cromatografía de papel que permitía determinar la finalización de la fermentación maloláctica, que es cuando el ácido málico desaparece totalmente. Una vez concluida esta fermentación, se procedió a realizar un embotellado sin filtrar las levaduras. El espacio de cabeza de la botella se rellenó con nitrógeno para evitar la posible oxidación de los polifenoles. Finalmente se adicionó SO₂, a razón de 40 mg/L, en forma de metabisulfito potásico.

Pasado un mes de haber finalizado la fermentación maloláctica, los vinos obtenidos tras las microvinificaciones fueron analizados.

2.2.2 Determinación de los parámetros analíticos

Los parámetros analíticos comunes del vino tales como densidad, grado alcohólico, azúcares reductores, acidez total, pH, acidez volátil y sulfuroso total y libre, se analizaron una vez concluida la fermentación maloláctica siguiendo los métodos que se recogen en el Reglamento Oficial de la Unión Europea (OIV, 1979).

Para la determinación de los compuestos aromáticos de los vinos se ha utilizado la cromatografía de gases, empleando el método de extracción propuesto por Dolores Herranz (1999). En el tratamiento de las muestras se realizaron los siguientes pasos: se toma 1 mL de solución de patrón interno y se afora a 100 mL con el vino. Posteriormente se adicionan 30 mL de disolvente (dietiléter y n-pentano, en proporción 2:1) en baño de ultrasonidos a 20°C durante 10 minutos, se introduce la mezcla en un embudo de decantación para conseguir la separación de las fases, se añaden 10 mL de disolvente y se mantiene durante 10 minutos en ultrasonidos a 20°C y se separan fases por decantación. Este proceso se realizó tres veces en total, añadiendo en total 3 x 10 mL de disolvente y separando las fases por decantación cada vez, de modo que la fase etérea será la que contiene los volátiles.

A continuación, se reúnen las fases etéreas obtenidas en las diferentes etapas de la extracción y se tratan con 4g de sulfato de magnesio, cuyo efecto es deshidratar la pequeña cantidad de agua residual que pudiera quedar en el medio disolvente. Posteriormente se filtra el volumen obtenido para retirar el sulfato de magnesio con un filtro de separación de fases de 0,45 µm de porosidad. Después se concentra la muestra en un rotavapor sumergido en un baño de agua caliente a 40°C, logrando una eliminación parcial del disolvente, tras lo cual, se concentra la muestra en corriente de nitrógeno hasta un volumen final de 1 mL.

De este volumen final, se toma 1 μL que se inyecta en la columna capilar del cromatógrafo de gases HP-6890 dotado de detector de ionización de llama (Herranz, 1999). Las condiciones de trabajo con este equipo se especifican en el trabajo de Ferrandis (2012). Se realizaron dos determinaciones analíticas de cada microvinificación.

2.2.3 Tratamiento estadístico

Todas las determinaciones analíticas se expresaron en mg/L. A partir de los valores obtenidos en las determinaciones analíticas realizadas en los vinos producto de las distintas experiencias llevó a cabo un análisis de la varianza (ANOVA) para estudiar diferencias entre las cepas (Ferrandis, 2012).

Los análisis descritos en Ferrandis (2012) son únicamente de carácter físico-químico, pero no sensorial. Lo deseable hubiera sido haber realizado también catas sensoriales de los vinos obtenidos, para corroborar que las cepas que dan lugar a los vinos supuestamente mejores a partir de su composición analítica son también los mejores vinos organolépticamente. Estas catas sensoriales no pudieron realizarse debido a la complejidad de disponer de un panel de catadores debidamente entrenado. Por este motivo, el presente trabajo tiene por objetivo poder estimar de alguna forma las características sensoriales de los vinos a partir de su composición analítica. Es decir, cuáles serían las principales características organolépticas de los vinos obtenidos que más los diferenciarían si estos hubieran sido caracterizados por un panel sensorial.

La metodología propuesta en el presente trabajo es muy novedosa, no existiendo apenas estudios similares en la bibliografía. Se trata de un estudio pionero que requerirá validaciones sensoriales en estudios futuros, las cuales no ha sido posible efectuar en este trabajo.

Para abordar el objetivo de este trabajo, podrían haberse analizado los datos de las 70 muestras analíticas en total obtenidas en el trabajo de Ferrandis (2012). No obstante, resulta más conveniente en este caso trabajar con los valores medios obtenidos de cada cepa en el estudio de Ferrandis (2012), a efectos de reducir la variabilidad. Es decir, se parte de la composición analítica media de un total de 18 cepas, caracterizadas cada una de ellas con 12 parámetros.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio realizado por Ferrandis (2012) tenía como objetivo la preselección clonal de cepas de la variedad Bobal, para lo cual se partió de 70 cepas de distintas parcelas elegidas atendiendo a varios criterios vitivinícolas. Se efectuaron las determinaciones analíticas de los vinos obtenidos y, una vez se obtuvieron los resultados, se descartaron las cepas menos interesantes, quedando a priori las 18 mejores.

El material empleado en el presente trabajo son los datos analíticos promedios de las 18 cepas, tal como se ha comentado. Estos datos se presentan en las Tablas 1 y 2.

El procedimiento empleado para estimar el perfil olfativo de las muestras en cuestión a partir de su composición analítica, se basa en la descripción olfativa cuantitativa de cada compuesto aromático, a partir de fuentes bibliográficas, y la contribución de cada compuesto en la percepción global. Este segundo aspecto se ha evaluado a partir del umbral de detección olfativo del compuesto en disolución acuosa, cuyo valor se ha obtenido de fuentes bibliográficas.

3.1 CÁLCULO DE LAS UNIDADES OLFATIVAS DE CADA COMPUESTO

A grandes rasgos puede decirse que dos compuestos aromáticos mezclados en la misma proporción dan lugar a un olor que es el promedio del aroma de cada compuesto por separado únicamente si la intensidad olfativa y la volatilidad de ambos compuestos es la misma. Pero esto raramente sucede, ya que la potencia olfativa de los múltiples compuestos volátiles presentes en los productos naturales puede llegar a ser muy diferente. Por ello, es necesario tener en cuenta la información de dicha potencia olfativa en los cálculos realizados, lo cual interviene en el concepto de “valor olfativo”.

Según (Ohloff, *et al.*, 2011), se define “valor olfativo” (*odor value* en inglés) al cociente entre la concentración de un compuesto saturado en el espacio de cabeza y su umbral de detección olfativo en fase gaseosa. Este valor es un indicativo de la potencia o intensidad olfativa de un compuesto. La concentración de un componente en una mezcla multiplicada por su valor olfativo proporciona una buena estimación de su contribución al olor total de una mezcla (Ohloff, *et al.*, 2011). Este principio es el que se ha empleado en este trabajo para estimar las diferencias sensoriales entre las muestras vinificadas.

El problema que se tiene en este caso es que no se dispone de la concentración de cada compuesto en el espacio de cabeza (en equilibrio con el vino), sino de la concentración en la disolución líquida. Esto es un inconveniente, pues lógicamente los compuestos poco volátiles tendrán una menor contribución en el aroma percibido del vino, y vice versa.

Una forma de solventar este problema es emplear “unidades olfativas” (*odor units* en inglés), que se calculan como el cociente de la cantidad de un compuesto en la mezcla (es decir, en disolución) entre su umbral olfativo. Dado que no tiene en cuenta la concentración del compuesto en el espacio de cabeza sobre la mezcla, es sólo un indicador aproximado de la contribución al olor total de la muestra.

Para calcular las unidades olfativas de modo correcto, es necesario emplear los umbrales olfativos calculados en disolución acuosa.

La expresión que se utiliza para la obtención de las OUV, es la siguiente:

$$OUV = \frac{C_x}{ODT} \quad \text{Ecuación 1}$$

Siendo C_x , la concentración de cada compuesto en el vino, expresado en mg/L, y ODT (*odor detection threshold*) el umbral de detección olfativo de dicho compuesto en disolución acuosa, expresado lógicamente en las mismas unidades.

En primer lugar, se necesita conocer los ODT en disolución acuosa de cada compuesto. Para ello será necesario recurrir a algunas bases de datos publicadas. Se ha empleado la más completa que existe actualmente con este tipo de datos, que es la recopilada por Van Gemert y Nettenbreijer (2011).

Esta compilación contiene casi 8.000 valores de umbrales olfativos individuales. En total se enumeran cerca de 1.350 referencias y 1.580 valores de ODT en agua. Para el aire contiene valores de ODT de aproximadamente 1.150 compuestos, y 570 valores adicionales correspondientes a otros medios.

En la base de datos en cuestión, podemos encontrar diferentes umbrales olfativos obtenidos por distintos autores para un mismo compuesto. Esto supone tener que decidir qué valor conviene emplear para cada compuesto. Lo lógico sería en principio utilizar la media aritmética de los valores disponibles. No obstante, en este caso resulta más adecuado realizar la media geométrica para obtener el ODT promedio de cada compuesto. Esto se debe a que los datos siguen una distribución log-normal, lo cual se ha comprobado representando los valores

disponibles para algunos compuestos en un papel probabilístico normal, comprobándose que el logaritmo de los valores tiende a una distribución normal. Realizar el promedio de valores logaritmos y aplicar después el antilogaritmo, equivale a realizar la media geométrica.

Así pues, en la Tabla 3 se muestran los diferentes umbrales olfativos obtenidos experimentalmente y, por último, la media geométrica de estos valores, cuyas unidades son mg/L.

Se dispone de una matriz inicial de datos (concentraciones analíticas en mg/L) con 18 muestras de vino (en filas) y 12 determinaciones analíticas (en columna). Esta matriz equivale a las Tablas 1 y 2. Cada muestra corresponde a una cepa diferente.

Una vez conocidos los umbrales olfativos promedio de cada compuesto, se procede a realizar el cálculo de las unidades olfativas según la ecuación 1, a partir de las concentraciones de los compuestos en las distintas cepas. Estos valores se estructuran en forma de matriz, que contiene las unidades olfativas calculadas para los 12 compuestos para cada una de las 18 cepas. Esta matriz se muestra en las tablas 5 y 6.

3.2. PERFIL OLFATIVO PROMEDIO DE LA MEZCLA

A continuación, para cada muestra de vino se ha realizado el siguiente procedimiento. Partiendo de la matriz de unidades olfativas (OUV), se ha obtenido la proporción de cada valor respecto a la suma de cada fila. Posteriormente estos valores se han expresado en porcentajes para facilitar su interpretación. Estos porcentajes pueden interpretarse como la contribución de cada compuesto aromático en el olor total de la muestra. La matriz que contiene estos datos se corresponde a las tablas 9 y 10.

3.3. DESCRIPCIÓN CUANTITATIVA DE LOS COMPUESTOS

Para los cálculos a realizar es necesario conocer el perfil olfativo cuantitativo de cada compuesto odorífero, en base a los descriptores más habituales: “afrutado”, “dulce”, “amaderado”, etc.

Para la correcta obtención de dichos perfiles sería necesario disponer de un panel de catadores experto, pero esto no ha sido posible. Así pues, se han empleado valores publicados en bibliografía. En concreto, se ha empleado la base de datos de Boelens y Haring (1981).

Estos autores recopilaron descripciones a partir de 6 perfumistas expertos, quienes caracterizaron cada compuesto (309 en total) empleando 30 descriptores comunmente empleados en perfumería. Por lo tanto, esta base de datos contiene información valiosa para comprender las dimensiones psicológicas subyacentes en el espacio perceptual de olores en perfumería. Zarzo y Stanton (2009) efectuaron un análisis de componentes principales a esta base de datos. La primera componente principal (CP1) se interpretó como una dimensión de frescor, y la segunda componente (CP2) discrimina los olores femeninos cosméticos frente a los masculinos.

Estos valores están disponibles para 9 de los 12 compuestos considerados en el presente estudio. No se incluyen en el estudio de Boelens y Haring (1981) la descripción de: propionato de etilo, acetato de isoamilo y ácido decanoico.

Para estimar el perfil cuantitativo de estos compuestos, se ha procedido del siguiente modo: se han buscado compuestos químicos con una estructura molecular similar, incluidos en la compilación de Boelens y Haring (1981), cuyo olor sea también parecido a partir de descripciones semánticas consultadas de fuentes bibliográficas. Se supone, pues, que aportarán unas notas olfativas bastante aproximadas a los compuestos que no se incluyen en el estudio de Boelens y Haring (1981).

Los compuestos que hemos considerado de características similares son: el acetato de etilo sustituyendo al propionato de etilo; el acetato de amilo haciendo lo propio con el acetato de isoamilo; y, por último, el ácido oleico en lugar del ácido decanoico.

Para comprobar que estos compuestos son de características olfativas similares, se busca la descripción semántica de los compuestos en cuestión para corroborarlo. Así pues, según The Good Scents Company, (2015), tanto el acetato de etilo como el propionato de etilo, aportan olores afrutados y dulces; en el caso del acetato de amilo y el acetato de isoamilo, los dos contribuyen al perfil olfativo con notas olfativas afrutadas; por último, el ácido oleico y el ácido decanoico son de carácter olfativo graso.

3.4. ESTIMACIÓN DEL PERFIL OLFATIVO DE LAS MUESTRAS

Para conocer las contribuciones finales de cada compuesto en el perfil olfativo de la muestra de vino, se han multiplicado los valores de la matriz de contribuciones olfativas por el perfil numérico de cada compuesto, lo que da lugar a una matriz con 30 descriptores olfativos, que se ha denominado “matriz de contribuciones olfativas”. Para que quede claro el procedimiento, se ilustra con el siguiente ejemplo:

Muestra 1: Eugenol (40%) + β -ionona (60%)

Eugenol \rightarrow floral = 6, especiado = 9, amaderado = 1

β -ionona \rightarrow floral = 5, especiado = 0, amaderado = 4

Muestra 1:

$$\text{floral} = (6 \cdot 0.4 + 5 \cdot 0.6) = 5.4$$

$$\text{especiado} = (9 \cdot 0.4 + 0 \cdot 0.6) = 3.6$$

$$\text{amaderado} = (1 \cdot 0.4 + 4 \cdot 0.6) = 2.8$$

Así se obtiene una estimación del perfil olfativo de cada muestra de vino correspondiente a cada cepa. Hay que tener en cuenta que las unidades de estas estimaciones equivalen a una escala de 0 a 9, la misma que la empleada por Boelens y Haring (1981). No obstante, para facilitar la interpretación de los resultados obtenidos, conviene resaltar los mayores valores para cada muestra, es decir, qué notas olfativas son las dominantes. Así pues, se ha obtenido una tabla donde se muestran las notas predominantes de cada vino correspondiente a cada cepa, lo cual es el objetivo de este estudio.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CÁLCULO DE LAS UNIDADES OLFATIVAS

Para proceder al cálculo de las unidades olfativas, tal y como se indica en la ecuación 1, debemos conocer las concentraciones de todos los compuestos en cada cepa, que se muestran en las tablas 1 y 2 ordenadas de mayor a menor concentración de los compuestos en las cepas mediante la realización de la media aritmética de todos los valores.

Tabla 1. Concentraciones de los compuestos volátiles en cada cepa, expresado en mg/L. (1)

Nombre Cepa	1,2-Propilenglicol diacetato	Linalol	Butirato de etilo	Propionato de etilo	Ácido decanoico	Etilisobutirato
ELPI 50/01	1,090	0,519	0,713	0,749	0,407	0,036
ELPI 16/05	0,370	0,936	0,452	0,344	0,096	0,028
P.528 31/17	0,712	1,098	0,303	0,265	0,397	0,028
MUST 03/40	0,477	0,842	0,887	0,542	0,138	0,019
ELPI 43/07	0,656	0,659	0,402	0,805	0,087	0,266
P.528 57/14	0,387	0,629	0,598	0,764	0,177	0,088
XEMA 1	1,864	0,900	0,041	0,185	0,453	0,141
MUST 31/06	0,948	0,427	0,538	0,510	0,390	0,343
P.304 36/09	0,152	0,264	0,764	0,264	0,235	0,035
MUST 08/25	0,162	0,293	0,483	0,210	0,084	0,550
MUST 06/65	0,849	0,466	0,463	0,056	0,326	0,102
MUST 07/08	0,168	0,230	0,097	0,143	0,052	0,363
MUST 02/37	1,278	0,675	0,214	0,730	0,475	0,948
P.528 64/02	0,777	0,598	0,396	0,581	0,108	0,076
MUST 24/66	0,424	0,261	0,757	0,463	0,089	0,029
MUST 12/27	1,151	0,475	0,175	0,995	0,341	0,144
P.304 119/18	1,525	0,409	0,893	0,343	0,281	0,791
P.304 25/23	1,455	0,620	0,572	0,132	0,207	0,221
PROMEDIO	0,803	0,572	0,486	0,449	0,241	0,234

Tabla 2. Concentraciones de los compuestos volátiles en cada cepa, expresado en mg/L. (2)

Nombre Cepa	2-Feniletanol	Eugenol	β -Ionona	α -Pino	Decanoato de etilo	Acetato de isoamil
ELPI 50/01	0,098	0,302	0,199	0,087	0,089	0,023
ELPI 16/05	0,136	0,078	0,254	0,043	0,094	0,013
P.528 31/17	0,136	0,046	0,221	0,049	0,113	0,029
MUST 03/40	0,250	0,076	0,234	0,035	0,086	0,081
ELPI 43/07	0,071	0,097	0,164	0,071	0,073	0,040
P.528 57/14	0,095	0,152	0,236	0,084	0,048	0,024
XEMA 1	0,288	0,798	0,192	0,170	0,126	0,084
MUST 31/06	0,063	0,157	0,170	0,078	0,063	0,060
P.304 36/09	0,094	0,059	0,130	0,049	0,110	0,037
MUST 08/25	0,095	0,457	0,166	0,043	0,086	0,067
MUST 06/65	0,454	0,089	0,179	0,195	0,094	0,071
MUST 07/08	0,053	0,070	0,172	0,024	0,060	0,038
MUST 02/37	0,578	0,104	0,192	0,115	0,070	0,047
P.528 64/02	0,211	0,281	0,189	0,067	0,067	0,066
MUST 24/66	0,044	0,043	0,141	0,034	0,072	0,075
MUST 12/27	0,146	0,080	0,182	0,078	0,087	0,063
P.304 119/18	0,679	0,842	0,190	0,326	0,083	0,077
P.304 25/23	0,553	0,294	0,230	0,185	0,085	0,059
PROMEDIO	0,225	0,224	0,191	0,096	0,084	0,053

Conociendo ya las concentraciones de los compuestos volátiles, para seguir con el cálculo de las unidades olfativas, necesitaremos conocer los ODT en medio acuoso de todos los compuestos analizados.

Tabla 3. Umbrales olfativos (ODT) de los compuestos en medio acuoso, expresados en mg/L.

Compuesto	Medio	ODT (mg/L)	Media Geom ODT (mg/L)
1,2-Propilenglicol diacetato	Acuoso	340	340
Ácido decanoico	Acuoso	10,000	1,6334
		2,190	
		2,500	
Decanoato de etilo	Acuoso	0,130	0,1026
		0,026	
		1,500	
		0,122	
2-Feniletanol	Acuoso	0,023	0,0996
		0,003	
		1,000	
		0,000	
		0,086	
		1,050	
		2,500	
		1,000	
		1,500	
Acetato de isoamilo	Acuoso	0,060	0,0943
		0,500	
		0,004	
		0,019	
		0,400	
a-Pineno	Acuoso	0,026	0,0569
		2,050	
		0,006	
		0,500	
		0,003	
		0,010	
Propionato de etilo	Acuoso	0,062	0,0475
		2,080	
		0,190	
		0,010	
		1,900	
Eugenol	Acuoso	0,010	0,0432
		0,010	
		0,027	
		0,060	
		0,006	
Linalol	Acuoso	0,030	0,0074
		0,040	
		0,100	
		0,150	
		0,006	
		1,000	
		0,005	
		0,005	
b-Ionona	Acuoso	0,006	0,0016
		0,028	
		0,000	
		0,050	
		0,001	
		0,000	
Butirato de etilo	Acuoso	0,001	0,0014
		0,001	
		0,106	
		0,060	
		0,023	
		0,000	
		0,006	
		0,001	
Etilisobutirato	Acuoso	0,000	0,0009
		0,000	
		0,018	
		0,001	
		0,017	
		0,400	
		0,001	
0,000			
	Acuoso	0,000	
		0,025	
		0,001	
		0,000	

En la Tabla 3 se muestran los datos referidos a los ODT de los compuestos volátiles, ordenados de mayor a menor valor (a mayor valor de ODT, menos olor aportará ese compuesto). En la tercera columna empezando por la izquierda, se muestran todos los datos recopilados para un mismo compuesto por Van Gemert y Nettenbreijer (2011). Por último, se observa en la cuarta columna, la media geométrica de los ODT recopilados, con el fin de facilitar la tarea de cálculo de las unidades olfativas.

Una característica fisico-química que interviene en la percepción olfativa de un compuesto en una mezcla es la volatilidad. La volatilidad se define como la medida de la tendencia de una sustancia a pasar de fase líquida a la fase de vapor. Es decir, a una temperatura dada, las sustancias con mayor presión de vapor se evaporan más fácilmente que las sustancias con una menor presión de vapor. Si la potencia olfativa de todos los compuestos de una mezcla fuera la misma, se puede afirmar que a mayor presión de vapor de una sustancia, mayor será su contribución olfativa al olor total de la mezcla.

En la Tabla 4 se indican los compuestos analizados ordenados de mayor a menor según su presión de vapor, expresada en mm de Hg a una temperatura de 25°C. Por tanto, estarán ordenados de mayor a menor según la contribución olfativa de cada compuesto al perfil olfativo de la mezcla, en caso de que la potencia olfativa fuese la misma. Así pues, comparando las tablas 3 y 4, se observa que el ODT y la volatilidad guardan cierta relación.

Tabla 4. Presiones de vapor de los compuestos volátiles expresado en mm de Hg (25°C), ODT en medio acuoso (mg/L) y ODT en aire (pOL)

<i>Compuesto</i>	<i>Presión de vapor (mm Hg a 25°C)</i>	<i>ODT en medio acuoso (mg/L)</i>	<i>ODT en aire (pOL)</i>
Propionato de etilo	38,9	0,0475	7,04
Etilisobutirato	24,2	0,0009	7,64
α -pineno	4,02	0,0569	6,16
Butirato de etilo	14,6	0,0014	7,64
Acetato de isoamilo	5,67	0,0943	7,65
1,2-Propilenglicol diacetato	0,578	340	6,49
Linalol	0,0832	0,0074	7,27
Decanoato de etilo	0,0428	0,1026	9,32
2-Feniletanol	0,0243	0,0996	7,77
β -Ionona	0,0128	0,0016	8,58
Eugenol	0,00948	0,0432	7,97
Ácido decanoico	0,00878	1,6334	8,06

La tabla anterior muestra la presión de vapor de los 12 compuestos, junto con su umbral olfativo obtenido en disolución acuosa (mg/L) y en aire. Este último parámetro está expresado en pOL, que se define como:

$$pOL = -\log_{10}[10^{-6} \cdot ODT(ppm)] \quad (\text{ecuación 2})$$

Cabe esperar que el umbral en agua depende de la potencia olfativa del compuesto en aire y de su volatilidad. Así pues, se ha realizado una regresión lineal múltiple para predecir ODT_{agua} en función de la volatilidad y ODT en aire. La ecuación de regresión obtenida con Statgraphics es la siguiente:

$$\log_{10}(ODT_{\text{agua}}) = 6,29 - 0,53 \cdot \log_{10}(\text{Pr}_{\text{vapor}}) - 1,016 \cdot ODT_{\text{aire}} \quad (\text{ecuación 3})$$

El coeficiente de determinación es $R^2 = 0.28$. El p-valor de los coeficientes de regresión es ligeramente superior a 0.1, lo cual indica que no existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el efecto observado de ambas variables no se debe al azar. Esto seguramente es debido a que el modelo se ha construido solamente con 12 observaciones. Seguramente si se hubieran empleado muchas más, ambos coeficientes habrían resultado estadísticamente significativos. De hecho, el signo de los coeficientes de regresión tiene sentido. Así pues, a mayor presión de vapor el compuesto es más volátil y por tanto se detectará a menor concentración en agua, de modo que el signo negativo de su coeficiente de regresión tiene sentido. Por otra parte, los compuestos de mayor potencia olfativa (mayor pOL, es decir mayor ODT_{aire}) serán detectados a menor concentración en agua, de modo que el signo negativo del coeficiente de regresión para ODT_{aire} también tiene sentido.

Haciendo referencia a los valores que se observan en la tabla 4, se pueden comentar dos cosas, por una parte, el ácido decanoico posee un ODT en aire bastante elevado, lo que quiere decir, que es un compuesto potente olfativamente hablando, en cambio, el poseer una volatilidad muy baja se traduce en un ODT en medio acuoso muy alto, por tanto, no se percibe su olor.

Por otra parte, el 1,2-propilenglicol diacetato no es un compuesto volátil olfativo potente y, además, posee una volatilidad no demasiado alta, esto provoca que el ODT en medio acuoso sea exagradamente alto y este compuesto no se perciba en absoluto.

De hecho, si se hubiesen empleado ODT en aire en lugar de en medio acuoso, los resultados habrían sido totalmente distintos. Esto se ha comprobado y el resultado es que el ácido decanoico es uno de los que más contribuyen en el olor, lo cual es algo absurdo ya que este compuesto huele graso, y los vinos jóvenes no tienen notas grasas dominantes.

Partiendo de la ecuación 1 se han obtenido las unidades olfativas de cada compuesto y el promedio de cada compuesto, las cuales se muestran en las tablas 5 y 6.

Tabla 6. Compuestos volátiles con los valores de OUV.

Nombre Cepa	Butirato de etilo	Etilisobutirato	b-Ionona	Linalol	Propionato de etilo	Eugenol
ELPI 50/01	519	42	121	71	16	7
ELPI 16/05	329	33	154	127	7	2
P.528 31/17	221	33	134	149	6	1
MUST 03/40	646	22	142	114	11	2
ELPI 43/07	293	309	99	90	17	2
P.528 57/14	436	102	143	85	16	4
XEMA 1	30	164	116	122	4	18
MUST 31/06	392	398	103	58	11	4
P.304 36/09	556	41	79	36	6	1
MUST 08/25	352	639	101	40	4	11
MUST 06/65	337	118	109	63	1	2
MUST 07/08	71	421	104	31	3	2
MUST 02/37	156	1101	116	92	15	2
P.528 64/02	288	88	115	81	12	7
MUST 24/66	551	34	86	35	10	1
MUST 12/27	127	167	110	65	21	2
P.304 119/18	650	918	115	56	7	20
P.304 25/23	417	257	140	84	3	7
PROMEDIO	354	271	116	78	9	5

Tabla 5. Compuestos volátiles con los valores de OUV.

Nombre Cepa	2-Feniletanol	α -Pino	Decanoato de etilo	Acetato de isoamil	Ácido decanoico	1,2-Propilenglicol diacetato
ELPI 50/01	0,984	1,530	0,868	0,244	0,249	0,003
ELPI 16/05	1,365	0,756	0,916	0,138	0,059	0,001
P.528 31/17	1,365	0,862	1,102	0,307	0,243	0,002
MUST 03/40	2,510	0,616	0,838	0,859	0,084	0,001
ELPI 43/07	0,713	1,249	0,712	0,424	0,053	0,002
P.528 57/14	0,954	1,477	0,468	0,254	0,108	0,001
XEMA 1	2,891	2,990	1,228	0,890	0,277	0,005
MUST 31/06	0,632	1,372	0,614	0,636	0,239	0,003
P.304 36/09	0,944	0,862	1,072	0,392	0,144	0,000
MUST 08/25	0,954	0,756	0,838	0,710	0,051	0,000
MUST 06/65	4,557	3,430	0,916	0,753	0,200	0,002
MUST 07/08	0,532	0,422	0,585	0,403	0,032	0,000
MUST 02/37	5,802	2,023	0,682	0,498	0,291	0,004
P.528 64/02	2,118	1,178	0,653	0,700	0,066	0,002
MUST 24/66	0,442	0,598	0,702	0,795	0,054	0,001
MUST 12/27	1,466	1,372	0,848	0,668	0,209	0,003
P.304 119/18	6,816	5,734	0,809	0,816	0,172	0,004
P.304 25/23	5,551	3,254	0,829	0,625	0,127	0,004
PROMEDIO	2,255	1,693	0,816	0,562	0,148	0,002

Se observa que los compuestos más predominantes, en cuanto a unidades olfativas se refiere, son el butirato de etilo y el etilisobutirato. Según la web (The Good Scents Company, 2015), estos dos compuestos aportan notas afrutadas y dulces. Teniendo en cuenta que en la Tabla 3 estos dos compuestos poseen los valores de ODT más bajos, se puede afirmar que serán los de mayor contribución al perfil olfativo de las muestras.

Este resultado es coherente ya que los vinos jóvenes tienen mayoritariamente un carácter afrutado. No obstante, los vinos procedentes de dos cepas no poseen valores altos de butirato de etilo (parcelas XEMA 1 y MUST 07/08).

También hay unas cuantas cepas que no presentan valores demasiados altos de etilisobutirato, estas serían las cepas ELPI 50/01, ELPI 16/05, P.52831/17, MUST 03/40, P.304 36/09 y MUST 12/27. Sin embargo, a grandes rasgos se observa que, en su gran mayoría, en los vinos procedentes de las cepas estudiadas, deberían prevalecer olores afrutados, que es un olor bastante característico de la variedad Bobal.

Los otros dos compuestos de mayor magnitud en la Tabla 5 son la β -ionona y el linalol. Estos dos compuestos aportarán rasgos florales al olor general de la muestra, otro olor característico de la variedad de uva en cuestión. No se aprecia ninguna cepa que posea valores muy distintos a los de las otras cepas dentro de un mismo compuesto.

Respecto al 1,2-propilenglicol diacetato, este compuesto volátil tiene un olor afrutado y fresco (The Good Scents Company, 2015), que son descriptores olfativos característicos de vinos jóvenes de Bobal. Sin embargo, se observa que su valor de unidad olfativa es prácticamente insignificante. Esto es debido a que, tal y como aparece en la Tabla 3, el ODT (expresado en mg/L) de este compuesto es notablemente superior al resto, lo cual quiere decir que la potencia olfativa es débil y por tanto tiene una baja contribución al olor total. Fijándose en la Tabla 1, podemos apreciar que el 1,2-propilenglicol diacetato, aun siendo el compuesto con mayores concentraciones respecto a los demás, el orden de magnitud de su concentración es similar al de otros compuestos. Sin embargo, su ODT en agua es muy superior en dos órdenes de magnitud en comparación al resto de compuestos. Además, cabe resaltar que su volatilidad es baja (Tabla 4), de modo que su aportación olfativa es casi imperceptible.

En cuanto al ácido decanoico, es obvio que su valor de OUV sea tan bajo, ya que la volatilidad es extremadamente baja (Tabla 4), lo que justifica que sea el segundo compuesto con mayor valor de ODT de todos los compuestos (Tabla 3), a pesar de que sea un compuesto volátil potente, tal y como hemos mencionado anteriormente.

Asimismo, el olor graso es el descriptor olfativo que aporta dicho compuesto, que se trata de un olor que no es característico de la variedad Bobal.

Se puede afirmar que, concentraciones altas de un determinado compuesto volátil no tienen por qué derivar en una alta contribución al perfil olfativo de la mezcla de compuestos. Esta característica se encuentra más relacionada con el ODT de ese compuesto en medio acuoso y, por consecuencia, con las OUV.

4.2 DESCRIPCIÓN CUANTITATIVA Y PERFIL OLFATIVO

Tal y como se menciona en el punto **1.5.2 Perfiles olfativos cuantitativos**, es necesario para facilitar el análisis estadístico la cuantificación de los descriptores semánticos (cualitativos). Aquí pues se muestran en las tablas 7 y 8, los valores numéricos asignados para cada descriptor cualitativo y cada compuesto:

Tabla 7. Descripción olfativa cuantitativa de los compuestos volátiles. (1)

Descriptor cualitativo	Propionato de etilo	Etilisobutirato	α -Pino	Butirato de etilo	Acetato de isoamilo	1,2-Propilenglicol diacetato
fresco	6	4	5	4	6	4
verde	2	2	2	3	1	3
agrío	3	4	1	5	4	5
ácido	2	0	3	1	1	1
cítrico	0	0	1	0	0	0
acuoso	1	1	2	1	1	1
metálico	1	0	1	0	1	1
floral	1	2	0	2	1	2
graso	0	0	0	0	0	0
aldehídico	0	0	0	0	0	0
vegetal	0	1	3	0	0	1
lavanda	0	0	2	0	0	0
conífero	0	0	6	0	0	0
menta	0	0	1	0	0	0
medicinal	1	1	0	1	0	1
afrutado	7	7	0	7	8	7
miel	0	1	0	0	0	0
mantqueilla	0	0	0	0	0	0
animal	0	0	0	0	0	0
erogénico	0	0	0	0	0	0
dulce	2	4	2	2	4	2
vainilla	2	3	0	1	4	1
anísico	0	0	0	0	0	0
especiado	0	0	2	0	0	0
granulado	0	1	0	0	0	1
polvoriento	0	0	2	0	0	0
terroso	0	0	2	0	0	0
ahumado	0	0	0	0	0	0
amaderado	0	0	2	0	0	0
balsámico	0	0	0	0	0	0

Tabla 8. Descripción olfativa cuantitativa de los compuestos volátiles. (2)

Descriptor cualitativo	Linalol	Decanoato de etilo	2-Feniletanol	β -Ionona	Eugenol	Ácido decanoico
fresco	2	0	2	0	0	0
verde	0	1	1	1	0	0
agrio	0	1	2	2	0	0
ácido	0	1	1	3	1	0
cítrico	0	0	0	0	0	0
acuoso	1	1	2	2	0	1
metálico	0	1	0	2	2	0
floral	7	1	8	5	6	1
graso	2	3	2	0	0	2
aldehídico	0	0	0	0	0	0
vegetal	0	1	1	3	1	1
lavanda	2	0	0	0	0	0
conífero	0	0	0	0	0	0
menta	0	0	0	1	0	0
medicinal	0	0	0	0	3	0
afrutado	2	0	2	1	0	0
miel	0	0	1	0	0	0
mantqueilla	0	1	0	0	0	3
animal	0	0	0	0	0	0
erogénico	0	0	0	1	0	0
dulce	3	1	3	3	3	1
vainilla	1	0	1	0	4	0
anisico	0	0	0	0	0	0
especiado	2	0	0	0	9	0
granulado	3	1	2	3	3	0
polvoriento	1	0	1	4	3	0
terroso	0	1	1	2	2	0
ahumado	0	0	0	1	3	0
amaderado	0	0	0	4	1	0
balsámico	0	0	1	0	1	0

Para corroborar que esta descripción numérica es coherente, a continuación, se muestra una tabla con las descripciones semánticas de los compuestos volátiles analizados (The Good Scents Company, 2015).

Tabla 9. Descripción semántica de los compuestos volátiles.

Compuesto	Descripción semántica
Propionato de etilo	Afrutado
Etilisobutirato	Afrutado
α -pineno	Verde
Butirato de etilo	Afrutado
Acetato de isoamilo	Afrutado
1,2-Propilenglicol diacetato	Afrutado
Linalol	Floral
Decanoato de etilo	Ceroso
2-Feniletanol	Floral
β -Ionona	Floral
Eugenol	Especiado
Ácido decanoico	Graso

Tal y como se observa, comparando las tablas 7 y 8 con la tabla 9, coincide bastante bien la descripción numérica con la descripción semántica de los compuestos volátiles.

A la vista de las tablas 7 y 8, se observa que existen 3 descriptores cuyos valores son nulos para todos los compuestos, que son: aldehídico, animal y anísico (se encuentran remarcados en rojo).

Por contrapartida, en las tablas 7 y 8, se observan fácilmente los descriptores olfativos predominantes de cada compuesto, que serán las notas olfativas características de nuestros vinos. Los descriptores son: fresco, floral y afrutado (resaltados en verde).

Una vez, mostrada la descripción olfativa cuantitativa de los compuestos volátiles estudiados, se dispone a estimar el perfil olfativo de las muestras. Para ello, inicialmente será necesario calcular las contribuciones olfativas de cada compuesto volátil a cada cepa (tablas 10 y 11).

Tabla 10. Contribuciones olfativas de cada compuesto aromático a cada cepa, expresado en % (1).

Nombre Cepa	Butirato de etilo	Etilisobutirato	b-Ionona	Linalol	Acetato de isoamilo	1,2-Propilenglicol diacetato
ELPI 50/01	67%	5%	15%	9%	0%	0%
ELPI 16/05	50%	5%	24%	19%	0%	0%
P.528 31/17	40%	6%	25%	27%	0%	0%
MUST 03/40	69%	2%	15%	12%	0%	0%
ELPI 43/07	36%	38%	12%	11%	0%	0%
P.528 57/14	55%	13%	18%	11%	0%	0%
XEMA 1	6%	35%	25%	26%	0%	0%
MUST 31/06	40%	41%	11%	6%	0%	0%
P.304 36/09	77%	6%	11%	5%	0%	0%
MUST 08/25	31%	56%	9%	3%	0%	0%
MUST 06/65	53%	18%	17%	10%	0%	0%
MUST 07/08	11%	66%	16%	5%	0%	0%
MUST 02/37	10%	74%	8%	6%	0%	0%
P.528 64/02	48%	15%	19%	14%	0%	0%
MUST 24/66	77%	5%	12%	5%	0%	0%
MUST 12/27	26%	34%	22%	13%	0%	0%
P.304 119/18	37%	52%	6%	3%	0%	0%
P.304 25/23	45%	28%	15%	9%	0%	0%
PROMEDIO	43%	28%	16%	11%	0%	0%

Tabla 11. Contribuciones olfativas de cada compuesto aromático a cada cepa, expresado en % (2).

Nombre Cepa	Propionato de etilo	Eugenol	2-Feniletanol	α -Pino	Decanoato de etilo	Ácido decanoico
ELPI 50/01	2%	1%	0%	0%	0%	0%
ELPI 16/05	1%	0%	0%	0%	0%	0%
P.528 31/17	1%	0%	0%	0%	0%	0%
MUST 03/40	1%	0%	0%	0%	0%	0%
ELPI 43/07	2%	0%	0%	0%	0%	0%
P.528 57/14	2%	0%	0%	0%	0%	0%
XEMA 1	1%	4%	1%	1%	0%	0%
MUST 31/06	1%	0%	0%	0%	0%	0%
P.304 36/09	1%	0%	0%	0%	0%	0%
MUST 08/25	0%	1%	0%	0%	0%	0%
MUST 06/65	0%	0%	1%	1%	0%	0%
MUST 07/08	0%	0%	0%	0%	0%	0%
MUST 02/37	1%	0%	0%	0%	0%	0%
P.528 64/02	2%	1%	0%	0%	0%	0%
MUST 24/66	1%	0%	0%	0%	0%	0%
MUST 12/27	4%	0%	0%	0%	0%	0%
P.304 119/18	0%	1%	0%	0%	0%	0%
P.304 25/23	0%	1%	1%	0%	0%	0%
PROMEDIO	1%	1%	0%	0%	0%	0%

En las tablas anteriores (tablas 10 y 11), las contribuciones olfativas (expresadas en porcentajes) se disponen ordenadas de mayor a menos según el promedio de las aportaciones de un mismo compuesto aromático. Esto indica que los compuestos con mayor aportación al perfil olfativo de la muestra son: butirato de etilo, etilisobutirato, β -ionona y linalol; los cuales aportará olores con toques frutales y florales, característicos de los vinos jóvenes de variedad Bobal.

Por último, para conocer el perfil olfativo de las muestras, será necesario realizar el método explicado en el punto 3.4. ESTIMACIÓN DEL PERFIL OLFATIVO DE LAS MUESTRAS. Hecho esto, se obtiene la tabla 12.

En esta tabla, se indica el perfil olfativo estimado para cada cepa, expresado en valores numéricos para cada descriptor en una escala del 0 al 9, tal y como se expresa en el estudio de Boelens y Haring (1981).

Se puede remarcar que los descriptores olfativos con mayores valores en el perfil olfativo son los característicos de los vinos jóvenes de variedad Bobal (afrutado, floral, dulce, etc.). También se hace hincapié en la nula aportación olfativa de algunos descriptores, tales como el olor cítrico, ahumado, aldehydico, etc.

Tabla 12. Perfil olfativo de cada cepa.

Nombre Cepa	fresco	verde	agrio	ácido	cítrico	acuoso	metálico	floral	graso	aldehídico	vegetal	lavanda	conifero	menta	medicinal	afrutado	miel	mantueilla	animal	erogénico	dulce	vainilla	anisico	especiado	granulado	polvoriento	terroso	ahumado	amaderado	balsámico
ELPI 50/01	3	2	4	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	1	6	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	0	0	1	0
ELPI 16/05	3	2	3	1	0	1	0	4	0	0	1	0	0	0	1	5	0	0	1	0	3	1	0	0	1	1	0	0	1	0
P.528 31/17	2	2	3	1	0	1	1	4	1	0	1	1	0	0	0	4	0	0	0	0	3	1	0	1	2	1	1	0	1	0
MUST 03/40	3	2	4	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	0	0	1	0
ELPI 43/07	3	2	4	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	1	6	0	0	0	0	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0
P.528 57/14	3	2	4	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	1	5	0	0	0	0	3	1	0	0	1	1	0	0	1	0
XEMA 1	2	1	2	1	0	1	1	4	1	0	1	1	0	0	1	4	0	0	0	0	3	2	0	1	2	1	1	0	1	0
MUST 31/06	3	2	4	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	1	6	0	0	0	0	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0
P.304 36/09	3	3	4	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0
MUST 08/25	4	2	4	1	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	1	6	1	0	0	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0
MUST 06/65	3	2	4	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	1	5	0	0	0	0	3	1	0	0	1	1	0	0	1	0
MUST 07/08	3	2	4	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	1	6	1	0	0	0	4	2	0	0	1	1	0	0	1	0
MUST 02/37	4	2	4	0	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	1	6	1	0	0	0	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0
P.528 64/02	3	2	3	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	1	5	0	0	0	0	3	1	0	0	1	1	0	0	1	0
MUST 24/66	3	3	4	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0
MUST 12/27	3	2	3	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	1	5	0	0	0	0	3	2	0	0	1	1	0	0	1	0
P.304 119/18	4	2	4	1	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	1	6	1	0	0	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0
P.304 25/23	3	2	4	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	1	6	0	0	0	0	3	1	0	0	1	1	0	0	1	0

Comentar dos muestras, XEMA1 y P.528 31/17, pues son las menos frescas, menos afrutadas y, además, las más florales. Esto tiene sentido ya que en general, los olores afrutados se perciben como frescos, mientras que los olores florales son independientes de los frescos. Haría falta una validación sensorial para corroborar este resultado.

También comentar que, aunque este perfil olfativo esté valorado en una escala del 0 al 9 y las diferencias del mismo descriptor olfativo entre los valores de una misma cepa sean mínimos, se puede recalcar que hay diferencias notables en algún descriptor olfativo, como por ejemplo el floral, donde algunas cepas poseen un 2 y otras un 4. Esta diferencia es bastante notoria ya que una es el doble de la otra, eso debería notarse en una validación sensorial realizada por un panel de catadores expertos.

4.3 DISCUSIÓN DE OTROS COMPUESTOS VOLÁTILES POTENCIALMENTE IMPORTANTES

Uno de las limitaciones del presente trabajo es que algunos compuestos volátiles que se han detectado en vinos jóvenes en otros estudios, no han sido considerados en el análisis químico realizado por Ferrandis (2012).

Por ejemplo, en el estudio efectuado por Fernández (2004), que se realizó en muestras de vinos tintos jóvenes de la DO La Rioja, se analizaron los 10 compuestos volátiles mayoritarios en dichas muestras.

Se hace hincapié en los 2 compuestos con mayores concentraciones, estos dos compuestos destacan con claridad frente a los otros compuestos: el alcohol isoamílico (3-metil-1-butanol) y el hexanol. Ninguno de ellos se analizó en el estudio de Ferrandis (2012), quizás porque en Bobal ambos compuestos son minoritarios. No obstante, esta hipótesis requiere ser estudiada, ya que en caso de estar presentes en Bobal, sería necesario su análisis en futuros estudios.

La descripción semántica del alcohol isoamílico contiene notas olfativas dulces y alcohólicas, y la del hexanol contiene olores afrutados y dulces (The Good Scents Company, 2015); además, se conoce que sus presiones de vapor son 28 y 0.93 mm de Hg, respectivamente.

Quizás la ausencia del hexanol en el análisis realizado en el presente trabajo, en el caso hipotético de estar presente en los vinos obtenidos, no haya afectado seriamente en los resultados obtenidos.

Sin embargo, parece obvio que el alcohol isoamílico es un compuesto volátil potencialmente importante como para que su determinación analítica se lleve a cabo, a no ser que se tenga suficiente evidencia de estar ausente en Bobal. De hecho, en caso de estar presente en los vinos obtenidos, es posible que este compuesto tuviera una cierta contribución en el perfil olfativo estimado de los vinos.

Para comprobar su posible importancia en el perfil olfativo total, será necesario calcular las OUV, tal y como indica la ecuación 1:

Tabla 13. Presión de vapor (mm de Hg), ODT (mg/L) en medio acuoso y OUV de otros compuestos importantes.

<i>Compuesto volátil</i>	<i>Presión de vapor (mm de Hg a 25°C)</i>	<i>ODT agua (mg/L)</i>	<i>Concentración (mg/L)</i>	<i>OUV</i>
Alcohol isoamílico	28	0,7320	0,2268	0,3098
Hexanol	0,93	0,7570	0,0053	0,0070

Tal y como se observa en la tabla 13, las OUV no son demasiado elevadas, ya que a pesar de su alta volatilidad, estos compuestos poseen un ODT en medio acuoso algo elevado, además, las concentraciones de estos compuestos extraídas del estudio de Fernández (2004), tampoco son demasiado elevadas, por todo esto, podemos descartar su importancia en el perfil olfativo.

5. CONCLUSIONES

La metodología empleada es capaz de caracterizar la variabilidad olfativa en un conjunto de muestras aromáticas a partir de la composición de compuestos volátiles. Se trata de un método bastante novedoso con una aplicación interesante en análisis sensorial de productos aromáticos. Este tipo de estudios no son habituales, y de hecho no se ha encontrado ningún trabajo donde se aplique esta metodología. Es posible que exista alguno, pues la revisión bibliográfica realizada no ha sido exhaustiva, pero en todo caso, se trata de un campo de estudio muy poco desarrollado.

El método aplicado permite estimar el perfil olfativo de las muestras a partir de la concentración de sus volátiles. Una limitación del estudio es que solamente se han determinado los compuestos mayoritarios. Es posible que alguno minoritario también tenga cierta contribución al perfil olfativo final, pero se asume que no afectará demasiado a los resultados obtenidos. Si bien los valores obtenidos de los perfiles cuantitativos pudieran ser discutibles, es decir quizás un panel de catadores habría llegado a otros valores en una escala de 0 a 9, al menos la metodología empleada es capaz de **caracterizar las principales diferencias** olfativas entre las muestras. Es decir, cuáles serían los descriptores olfativos que mejor explican las diferencias entre muestras.

Algunas conclusiones particulares son las siguientes:

1. La variabilidad, en cuanto a composición se refiere, entre las distintas cepas analizadas de variedad Bobal, es muy notoria. Se supone que la variabilidad genética entre cepas es el factor decisivo responsable de la variabilidad observada. No obstante, las condiciones climáticas y el momento de la vendimia de la uva quizás también contribuyeron en la concentración de los compuestos volátiles en los vinos elaborados.
2. Los compuestos volátiles con mayor aportación olfativa al olor total de la muestra, son: butirato de etilo y etilisobutirato. Esto corrobora que, por norma general, la presencia de ésteres se considera importante en el aroma de los vinos jóvenes.
3. Se han identificado dos muestras (XEMA 1 y P.528 31/17), las cuales son menos afrutadas y frescas, pero más florales, lo cual requeriría una validación experimental con un panel de catadores.
4. La metodología empleada pone de manifiesto la importancia de emplear umbrales olfativos en medio acuoso y no en aire.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aleixandre Benavent, J. L., y Crespo Díaz, F. (2005). *Geografía vitivinícola nacional e internacional*. Ediciones V. J. Valencia.
- Arctander, S. (1969). *Perfume and Flavor Chemichals (Aroma Chemichals), Vol. I and II*. Montclair, NJ: S. Arctander Publisher.
- Boelens, H., y Haring, H. (1981). *Molecular Structure and Olfactive Quality*. Bussum, The Netherlands: Internal Report, Naarden International.
- Burdock, G. (2004). *Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients, fifth edition*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Dravnieks, A. (1985). *Atlas of Odor Character Profiles, Data Series DS 61*. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.
- Fernández, M. T. (2004). *Estudio analítico de compuestos volátiles en vino. Caracterización quimiométrica de distintas denominaciones de origen*. Universidad de La Rioja.
- Ferrandis, B. P. (2012). *Preselección de cepas de la variedad bobal. Estudio de la fracción aromática para la elaboración de vinos de calidad*. Valencia.
- Ferreira, V., Fernández, P., Peña, C., Escudero, A., y Cacho, J. F. (1995). *Investigation on the role played by fermentation esters in the aroma of young Spanish wines by multivariate analysis. Journal of the Science of Food and Agriculture*.
- Gallego, C., y Cidón, C. (2005). *El vino uva a uva: Enología de las variedades de uva y su maridaje*.
- Harper, R., Bate Smith, E., y Land, D. (1968). *Odour Description and Odour Classification: a Multidisciplinary Examination*. New York: Elsevier.
- López Cortés, I., Salazar Hernández, D., y Salazar García, D. (2010). *Vitis-cultura. La viña, el vino y su cultura*. UPV.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2016). Obtenido de <http://www.magrama.gob.es>
- Ohloff, G., Pickenhagen, W., y Kraft, P. (2011). *Scent and Chemistry*. Zürich: Wiley-CVH.
- Piqueras, J. (1986). *Historia y guía de los vinos valencianos*. Valencia: Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- Piqueras, J. (2000). *El legado de baco. Los vinos valencianos desde la antigüedad hasta nuestros días*. Gules.
- Rapp, A., y Mandery, H. (1986). *Wine aroma*. Experientia.
- Sigma-Aldrich. (2005). *Flavors and Fragrances 2005-2006 Catalog*. Milwaukee, WI: Sigma-Aldrich Fine Chemichals Company.
- The Good Scents Company. (2015). Obtenido de www.thegoodscentcompany.com
- Utiel-Requena, Consejo Regulador Denominación de Origen. (2016). *Utiel-Requena Denominación de Origen*. Obtenido de <http://utielrequena.org/>
- Van Gemert, L. J., y Nettenbreijer, A. H. (2011). *Compilation of Odour Threshold Values in Air and Water*. Holanda.