

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escola tècnica superior d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

---

# **Caracterización aromática de Vinos de Fondillón de la D.O. Alicante**



TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

Rubén Alarcón Heredia

Tutor: M<sup>a</sup> José García Esparza

Curso: 2015-2016

Convocatoria Extraordinaria Septiembre 2016 (Valencia)

## **Resumen**

El Fondillón es un vino noble producido en la Denominación de Origen Alicante, cuya calidad es mundialmente reconocida. Se elabora con uvas de Monastrell sobremaduradas en la cepa, en su fermentación únicamente intervienen levaduras autóctonas y la riqueza alcohólica adquirida es debida, exclusivamente, a la transformación del azúcar presente en el mosto durante la fermentación. El proceso de fermentación es muy largo y su crianza se realiza en toneles mediante un sistema de soleras con una estancia mínima de 10 años.

El objetivo de este trabajo es la caracterización de los vinos de Fondillón que existen en el mercado en función de su composición aromática. Los resultados muestran que respecto a la composición aromática de los vinos estudiados se observa una cierta heterogeneidad, aunque los vinos 3 y 7 se diferencian del resto.

Palabras clave: Fondillón, vino, caracterización, aroma.

## **Abstract**

Fondillón is a noble wine produced in the Designation of Origin Alicante, whose quality is recognized worldwide. Is elaborate with Monastrell grapes overripe on the vine, in their fermentation intervened only indigenous yeasts and the alcoholic acquired wealth is due, exclusively, to the transformation of the sugar in the wort during fermentation. The fermentation process is very long and aged in barrels using a solera system with a minimum stay of 10 years.

The objective of this work is the characterization of Fondillón wines that exist in a market according to their polyphenolic and aromatic composition and its organoleptic assessment. The results show with respect to the aromatic composition of wines studied some heterogeneity was observed, although the wines 3 and 7 differ from the rest.

Key words: Fondillon, wine, characterization, aroma.

# ÍNDICE

<b>1. Introducción</b> .....	1
1.1 El fondillón.....	1
1.2 Compuestos aromáticos de los vinos.....	4
1.3 Caracterización de vinos.....	10
<b>2. Objetivos</b> .....	11
<b>3. Material y métodos</b> .....	11
3.1 Materia prima.....	11
3.2 Determinaciones analíticas.....	11
3.2.1 Parámetros convencionales.....	11
3.2.2 Compuestos volátiles.....	12
3.3 Tratamiento estadístico.....	13
3.4 Caracterización aromática de los compuestos volátiles.....	13
<b>4. Resultados y discusión</b> .....	14
4.1 Caracterización del vino Fondillón en función de los parámetros comunes.....	14
4.2 Caracterización del vino Fondillón en función de los compuestos volátiles.....	15
4.3 Análisis de los componentes principales (PCA).....	16
4.4 Valor olfativo (OAV) de los distintos compuestos volátiles presentes en los vinos estudiados.....	18
<b>5. Conclusiones</b> .....	22
<b>6. Bibliografía</b> .....	23

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los parámetros convencionales de los vinos.....	14
<b>Tabla 2.</b> Valores máximos, medios, mínimos, desviación estándar y coeficiente de variación de los componentes aromáticos de los vinos.....	15
<b>Tabla 3.</b> Olor descriptor y del OAV para cada vino. Bibliografía: <sup>1</sup> Zea et al., 2012. <sup>2</sup> Jiang et al., 2010. <sup>3</sup> Culleré et al., 2004. <sup>4</sup> Belitz et al., 2009. <sup>5</sup> Francis, 2013. <sup>6</sup> Ferreira et al., 2000. <sup>7</sup> Guth, 1997. <sup>8</sup> Gambetta et al., 2014. <sup>9</sup> Vilanova et al., 2012.....	19
<b>Tabla 4.</b> Olor descriptor y del OAV para cada vino. Bibliografía: <sup>1</sup> Zea et al., 2012. <sup>2</sup> Jiang et al., 2010. <sup>3</sup> Culleré et al., 2004. <sup>4</sup> Belitz et al., 2009. <sup>5</sup> Francis, 2013. <sup>6</sup> Ferreira et al., 2000. <sup>7</sup> Guth, 1997. <sup>8</sup> Gambetta et al., 2014. <sup>9</sup> Vilanova et al., 2012.....	20
<b>Tabla 5.</b> Olor descriptor y del OAV para cada vino. Bibliografía: <sup>1</sup> Zea et al., 2012. <sup>2</sup> Jiang et al., 2010. <sup>3</sup> Culleré et al., 2004. <sup>4</sup> Belitz et al., 2009. <sup>5</sup> Francis, 2013. <sup>6</sup> Ferreira et al., 2000. <sup>7</sup> Guth, 1997. <sup>8</sup> Gambetta et al., 2014. <sup>9</sup> Vilanova et al., 2012.....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Sistema de soleras.....	3
<b>Figura 2.</b> Cromatógrafo de gases con generador de hidrógeno.....	12
<b>Figura 3.</b> Análisis discriminante de los compuestos volátiles de los vinos.....	16
<b>Figura 4:</b> Análisis de Componentes Principales (Componente 1 frente a 2) realizado sobre los compuestos volátiles identificados. (a) gráfico de puntuaciones para los diferentes vinos Fondillon (scores); (b) gráfico de cargas (loadings).....	17

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. El Fondillón**

El Fondillón es un vino rancio elaborado en la provincia de Alicante, reconocido por la Unión Europea en su base de datos E-bachus y con especial protección dentro de la Denominación de Origen de Alicante, es uno de los pocos vinos con nombre propio junto al Jerez, el Marsala, el Oporto, el Madeira y el Bunyols.

Las primeras noticias escritas sobre este vino datan del periodo árabe, sucesivo a la dominación romana, aunque apenas existen documentos que confirmen el nacimiento del Fondillón. Su nacimiento se cree que fue debido a la costumbre tradicional de cesión de tierras en el régimen especial de enfiteusis, en los viñedos de la huerta de Alicante. Dicha costumbre consistía en que, mientras quedaran vides en producción de las existentes en el terreno en el momento del arrendamiento, la explotación de éstas seguía siendo derecho del arrendatario. Esto provocaba que los agricultores no arrancasen las viejas viñas de Monastrell, pero como su producción era mucho menor que las más jóvenes, dejaban su vendimia para el final, con la consiguiente sobremaduración y pasificación en la propia cepa, ya que la recolección de estas vides no se realizaba durante la vendimia, sino que se llevaba a cabo en plan familiar, una vez finalizada esta. Con esta uva se elaboraba un vino dulce con gran contenido alcohólico, que se añejaba en toneles de roble durante un largo periodo de tiempo, mezclándolo con antiguas partidas que habían sido vaciadas parcialmente para su comercialización.

Como se ha mencionado anteriormente, el Fondillón es un vino único en el mundo y con una especial protección dentro de la Denominación de Origen Alicante. Para ello debe cumplir con una serie de requisitos, entre los que destacan el tipo de suelo, la variedad utilizada, sus características, etc. Los suelos más idóneos son los areno-francos y arenosos, con una granulometría y textura especialmente aptos para el cultivo de la vid. Son suelos con elevada porosidad y permeabilidad, que facilitan el drenaje y evitan la retención de agua. De esta forma se evita la proliferación de hongos fitopatógenos. Con la materia orgánica y la fertilización adecuada, los suelos son óptimos para la maduración de las uvas de Monastrell con las que se elabora el Fondillón, ya que permitirán a la vid desarrollarse hasta el momento de su recolección, teniendo lugar en un periodo más tardío de lo habitual comparado con el resto de las uvas destinadas a vino de mesa.

Otro condicionante es que la variedad utilizada sea Monastrell. El origen de esta variedad de uva es el levante español, variedad de la que se obtienen vinos tintos bastante alcohólicos y

coloreados, con baja acidez, muy expresivos y afrutados en nariz, con taninos vivos en boca y con gran estructura (Álvarez et al. 2013). La carga de azúcares de la uva Monastrell es alta y su potencia de color y aromas también. Esto es debido a las condiciones climatológicas de la comarca de Alicante, donde sus altas temperaturas e insolación permiten que la uva alcance una madurez entre 16 y 18 grados alcohólicos potenciales. Es una uva adaptada perfectamente al clima seco de la zona. Presenta granos de uva pequeños de piel gruesa, con una alta graduación. Es adecuada para este tipo de vino ya que llega a finales de octubre sin pudrirse por lo que puede sobremadurar en la cepa, gracias a su carga de azúcar y a condiciones meteorológicas adecuadas.

Joseph Townsend, conocido viajero inglés, a su llegada a Alicante en 1787, escribió acerca del proceso de obtención del fondillón “se separan los granos de los racimos y se colocan sobre grandes bandejas de cañas, que se dejan durante 15 días a la acción del sol y del aire, procediéndose seguidamente al prensado de dichas uvas. Pero los grandes propietarios no usan prensas, sino que hacen pisar las uvas por personas que se mueven continuamente cambiando de sitio, evitando de esta forma fragmentar el piñuelo, que hubiese transmitido al vino demasiado amargor y aspereza, se deja así el pellejo para dar color al vino, que después de fermentado se guarda en barriles”. (alicantevivo, 2008).

Actualmente, para elaborar el Fondillón se parte de la uva Monastrell sobremadurada en la cepa. La vendimia se suele producir entre octubre y noviembre. El alcohol presente en el vino procede en exclusiva de la uva por lo que su fermentación es biológica. El proceso de fermentación es muy largo como mínimo de 10 años (Figura 1), los toneles utilizados para la crianza son los viejos monoveros o alicantinos con capacidad de hasta 1.200 litros, que aportan toques cálidos y de madera. El vino es envejecido por el sistema de soleras, consiste en una batería de toneles, con vinos de solera de diferente edad. Cada año se vacía un tercio del volumen de cada tonel de la batería más antigua que se embotella para su venta. El hueco dejado se rellena con un tercio del volumen de cada tonel de la batería anterior y este se rellena con el de la anterior, así sucesivamente hasta llegar a la batería de toneles más moderna. El hueco de los toneles de esta última batería, se rellena con vino del año, siendo su graduación alcohólica entre 15 y 18 % vol/vol y su densidad entre 1.000 y 1.005 (Cernuda et al., 1975), dicho grado alcohólico le servirá de protección contra la proliferación microbiana.

Otra forma de realizar la crianza es mediante añada, es decir con la mezcla de vinos de una misma añada. En el etiquetado de la botella deberá aparecer el tipo de sistema que se ha utilizado.



Figura 1. Sistema de soleras

El periodo de envejecimiento aporta singularidad a este vino. Su peculiar proceso da lugar a vinos característicos y diferenciados de otros, con un tono que va del violáceo al ámbar con matices de teja a medida que envejece, abocado o ligeramente dulce con aromas de pasa y madera noble, con un aroma marcado por la oxidación y una boca sin asperezas ni astringencia (Álvarez et al. 2013). Una de sus características es que se trata de un vino con elevado grado alcohólico natural, donde el alcohol procede exclusivamente de la uva; encontrándose grandes diferencias en el contenido en azúcar residual de la fermentación, ya que el Fondillón puede ser seco o abocado, con menor contenido en azúcares, y dulce, con un elevado contenido en azúcares, estando especialmente recomendado como vino de aperitivo o postre, respectivamente. Según la reglamentación del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Alicante, el Fondillón es un vino de la variedad Monastrell elaborado en Alicante, el grado alcohólico debe estar comprendido entre 16 y 18, el periodo de crianza óptimo se alcanza en 18 - 20 años, y el azúcar residual será entre 0 y 4 grados Beaumé (0 a 98 g/L).

Este vino debe estar preparado para soportar el largo periodo de envejecimiento al que va a estar sometido. Se utilizan barricas de roble, normalmente americano viejo, y de entre 1000 a 1200 litros. En el envejecimiento, sus poros se van cubriendo y el intercambio con el exterior se va ralentizando. La materia colorante va precipitando a causa de la polimeración, produciéndose el "fondillo", dando origen a su nombre. Se trata de la acumulación de sedimentos que transmitirá las características propias al Fondillón. Los taninos presentes en el vino, además de precipitar las proteínas, afectan a la carga enzimática dado que los taninos se ligan con el apoenzima (proteína) y pueden inhibir la actividad enzimática (De la Rosa, 1998).



Los taninos se ligan también con polímeros del tipo de la celulosa y la pectina, suavizando su efecto organoléptico. Presentan coloración amarilla, la cual influye sensiblemente en la propia de los vinos tintos envejecidos, como es el caso del Fondillón.

Uno de los aspectos que más destaca en el fondillón es su aroma, el elaborador Salvador Poveda lo define así “El fondillón huele a uva madura, algarrobas, higos secos, almendras, hierbas aromáticas, a lo que tenemos aquí. Lo que es imposible es que el fondillón huela a arándanos o a manzana reineta, porque no puede coger aromas que no existen en su entorno natural. En estos montes hay carrascas y pinos, tomillo, romero, salvia, cantueso, hierbas aromáticas, algarrobos, olivos y almendros. No hay otra cosa, cuando tengan que analizar un fondillón en una cata no busquen más que el Mediterráneo” (Verema, 2005).

Algunos críticos lo definen “como un prodigio de aromas: la uva pasa y la balsámica madera, el fruto seco y las incisivas especias. En la boca, toda una sinfonía contrapuntística: lo dulce con lo amargo, lo aterciopelado con lo incisivo, lo viejo con lo eternamente joven. Por vía retronasal, una profunda y duradera oleada de fruta madura y madera noble” (Descripción del Fondillón 1964 de Salvador Poveda por Carlos Delgado). También como “Caoba claro con tonalidades ambarinas, muy brillante. Aroma intenso a fruta pasificada, con fondo de madera vieja. En boca es suave, amplio, seco, con excelente vía retro nasal y un punto de acidez muy agradable. Postgusto largo y complejo.” (Descripción del Fondillón Solera 1948 de Primitivo Quiles por Manuel Eléxpuru).

Según Pedro González Prats (1995), – No son “vinos de mesa” en el sentido generalizado que se da a los vinos que acompañan fielmente a las comidas con las que armonizan, a las que resaltan y con las que ellos mismos resaltan, pero por su alta graduación y generosidad aparecen en cualquier comida distinguida, bien como introducción en el aperitivo o bien en la posterior exaltación gastronómica de los dulces, en particular con la repostería y especialmente con nuestros turrónes alicantino.

## **1.2. Compuestos aromáticos de los vinos**

Los aromas presentes en el vino han sido clasificados por numerosos autores a lo largo del tiempo en varios grupos, atendiendo a su origen (Guadalupe, 2008):

- Aromas primarios, son aquellos que se encuentran presentes en forma libre en la uva o producidos como consecuencia de los procesos a los que esta es sometida, desde que es cosechada hasta el comienzo de la fermentación alcohólica. Procesos como el prensado, despalillado, etc., provocando estos la rotura del grano de uva lo que facilita la actuación de

algunos sistemas enzimáticos, principalmente oxidaciones enzimáticas de ácidos grasos que llevan a cabo secuencialmente lipasas, lipoxigenasas, isomerasas y alcohol deshidrogenasas (Bayonove C, 1998). Debido a esto se originan aldehídos y alcoholes de seis átomos de carbono como por ejemplo el cis-3-hexen-1-ol y 1-hexanol, que están relacionados con aromas herbáceos.

- Aromas secundarios, son aquellos constituidos por los compuestos volátiles que se producen como consecuencia de la fermentación maloláctica y alcohólica. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* responsable de la fermentación alcohólica, produce como metabolitos secundarios durante la glicolisis numerosos compuestos aromáticos, tales como alcoholes lineales C3-C5 y alcoholes ramificados, 2-feniletanol, etc. Además de diferentes tipos de ésteres, como esteres etílicos de ácidos grasos y los acetatos de alcoholes superiores, relacionados con aromas florales y frutales en los vinos jóvenes (Muñoz-González et al., 2010). Los ácidos grasos volátiles lineales de cadena corta (C2-C4), media (C6-C10) y larga (C6-C10) y los ramificados como 2-metil propanoico, 2-metil butanoico, etc. se producen durante la fermentación, y se ha demostrado que a medida que aumenta la longitud de su cadena, la volatilidad disminuye y el olor cambia de ácido a rancio (Fancis y Newton, 2005). Por otra parte, en los vinos en los que tiene lugar la fermentación maloláctica, en la inmensa mayoría de los tintos y algunos blancos, el principal compuesto que se produce es la 2,3-butanodiona, que contribuye al aroma a mantequilla de los vinos (Nielsen y Richelieu, 1999). Llevar un correcto control de las variables que influyen en la fermentación, como son la temperatura, nutrientes, microorganismos, etc. es muy importante a la hora de la producción de los compuestos del aroma con intervención positiva en las características sensoriales de los vinos y para evitar la formación de otros compuestos volátiles que puedan producir depreciación en el vino.

- Aromas terciarios, aquellos originados durante el envejecimiento y almacenamiento de los vinos. Durante esta etapa, se produce la hidrólisis de algunos ésteres, como los acetatos de alcoholes superiores, con los que el vino se empobrece en compuestos relacionados con notas aromáticas más frescas y asociadas a aromas frutales y florales. La hidrólisis de precursores glicosilados, es el mecanismo seguido en la formación de algunos norisoprenoides aromáticos de los vinos como la  $\beta$ -damascenona (Skouroumounis y Sefton, 2000). En los vinos envejecidos en bodega de madera, se produce la extracción de muchos compuestos volátiles de la misma, como la  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octalactona, que acentúan los aromas a madera, coco, etc., de los vinos envejecidos. Otros compuestos aportados por la madera dependen de la procedencia de la

misma, roble francés, roble americano, incluso del grado de tostado de las barricas (Pérez Coello et al, 1999; Fernández de Simón et al, 2003).

La composición química de los compuestos aromáticos de los vinos es extremadamente compleja. Rapp, en 1976 ya apuntó la presencia de 600 a 800 compuestos volátiles orgánicos, determinados algunos de ellos en forma de trazas.

La concentración total de compuestos aromáticos en vinos es aproximadamente de 0.8-1.2 mg/L, lo que supone un 1% de la concentración de etanol, compuesto mayoritario en los vinos. La naturaleza de dichos compuestos es muy dispar, dentro de la gran variedad de compuestos orgánicos que participan en el aroma de los vinos, se pueden diferenciar algunos, los más importantes se indican a continuación:

### **Alcoholes**

Su origen es esencialmente fermentativo. Las levaduras que intervienen en la fermentación juegan un papel esencial en el contenido de algunos alcoholes, aunque también influye la variedad de uva empleada en la elaboración y el grado de abono nitrogenado de las plantas. En general, en el aroma del vino podemos encontrar las siguientes familias de alcoholes:

#### Alcoholes sencillos

Son alcoholes que contienen de 1 a 5 átomos de carbono en la cadena principal: metanol, etanol, propanol e isopropanol, butanol, pentanol y alcoholes isoamílicos (2- metil-1-butanol y 3-metil-1-butanol).

El etanol es el alcohol que se encuentra en mayor concentración, siendo el producto fundamental de la fermentación alcohólica. El rendimiento de la transformación de azúcares en etanol es aproximadamente del 50%, el resto de los azúcares dan lugar a otros productos de fermentación. El contenido en etanol en vinos puede variar en un amplio rango, normalmente entre 7 y 20º (% vol), que, en el caso del Txakoli, según el reglamento que lo regula, no será inferior a 9.5°. Aunque este alcohol no contribuye de forma directa en el aroma del vino, sí es soporte de otros aromas, contribuyendo a exaltar o aminorar el olor global.

El metanol tiene su origen en la demetilación de las pectinas por acción de enzimas presentes en los hollejos. El propanol, isobutanol e isoamílicos conocidos como alcoholes superiores, se sintetizan a partir de aminoácidos o de carbohidratos. Los alcoholes de cadena corta, como el 1-butanol, 2-butanol y 1-pentanol se encuentran en cantidades muy bajas en vinos de uvas sanas, bien elaborados.

### Alcoholes de cadena larga

Son alcoholes que contienen más de cinco átomos de carbono en la cadena principal. En este grupo podemos destacar: 1-Hexanol, 1-Octanol y 1-Decanol. La formación de estos alcoholes, así como la de otros de mayor peso molecular tiene lugar por reducción de los aldehídos del sustrato durante la fermentación alcohólica. (Herraiz, 1989).

### Dioles y Polioles

Los más abundantes son la glicerina y el 2,3-butanodiol. La glicerina es producida por las levaduras durante la fermentación. Esta producción depende de la cepa de levadura (Mayer y Pause, 1970), y la temperatura de fermentación (Ough y col, 1972).

En el caso del 2,3-butanodiol, su origen es exclusivamente fermentativo, y se caracteriza por su gran estabilidad frente al ataque de bacterias. Tanto la glicerina, como el 2,3-butanodiol no son compuestos que influyan propiamente en el aroma de los vinos, pero juegan un papel esencial en la sensación de suavidad que comunican a los mismos.

### Alcoholes aromáticos

El compuesto más abundante dentro de este grupo es el 2-feniletanol y se presenta en concentraciones muy variables, siendo su origen esencialmente fermentativo. Respecto a su contribución al aroma, podría decirse que es indirecta, ya que es un éster de este alcohol, el éster acético, el que contribuye de modo más significativo al aroma del vino, comunicándole notas florales. También puede encontrarse el 2-feniletanol, como parte de la fracción de volatilidad media del aroma de los vinos.

### **Compuestos carboxílicos**

En este grupo se considera a los aldehídos y las cetonas como compuestos volátiles que contribuyen al aroma de los vinos.

Dentro del grupo de los aldehídos destaca el acetaldehído como compuesto mayoritario, llegando a suponer el 90% del total de aldehídos presentes en los vinos. En general, la formación de aldehídos puede tener lugar, bien por oxidación de los alcoholes o por descarboxilación de  $\alpha$ -cetoácidos. Se puede como algunos de los aldehídos presentes en la fracción de volatilidad media del aroma de los vinos el trans-2-hexanal, el aldehído cinámico o el benzaldehído.

Dentro del grupo de las cetonas cabe destacar, desde el punto de vista del aroma, la 2,3-butanodiona y la 2,3-pentanodiona, debido al bajo umbral sensorial que presentan. Estas dicetonas son habituales en vinos, cerveza y bebidas alcohólicas en general.

### **Ácidos y Esteres**

A pesar de la gran variedad de ácidos orgánicos presentes en los vinos, no tienen una influencia directa en el aroma de éstos. Este es el caso de los ácidos considerados como fijos: tartárico, succínico, láctico, málico y cítrico.

En general, los ácidos de mayor aportación al aroma de los vinos son los ácidos mono carboxílicos. Dentro de este grupo el ácido que se encuentra en mayor concentración es el ácido acético.

Aunque existen ácidos grasos que provienen del propio fruto y de las pepitas, durante la fermentación se forman ácidos grasos volátiles. Además de los ácidos mono carboxílicos, también se encuentran presentes en los vinos los siguientes tipos de ácidos: Hidroxiácidos: siendo el más importante el ácido Láctico, que se presenta en sus dos formas enantioméricas D- y L-. Mientras que la forma L- es originada por las bacterias durante la fermentación, el enantiómero D- se forma principalmente por las levaduras. Ácidos urónicos y aldónicos: Como por ejemplo el ácido ascórbico o el ácido glucónico. Oxo- y cetoácidos: Son compuestos tales como el ácido pirúvico o el acetoacético, intermedios en la formación de aromáticos. Ácidos di- y tricarboxílicos: entre ellos se encuentran los ácidos fijos, tales como ácido cítrico, succínico, tartárico, láctico o málico.

Los ácidos no inciden directamente en el aroma de los vinos, no obstante, sí influyen de modo indirecto al esterificarse con los distintos alcoholes presentes en el medio. Así, los ésteres presentes en los vinos son muy variados y contribuyen de modo significativo en el aroma de los vinos, a pesar de no encontrarse en elevada concentración. Los ésteres más abundantes son los derivados del alcohol mayoritario presente en el vino, esto es, el etanol. Los ésteres de mayor aportación al aroma de los vinos son los derivados de los ácidos mono carboxílicos, de los hidroxí y oxoácidos, y los ésteres de ácidos di- y tricarboxílicos.

Los ésteres de los ácidos mono carboxílicos, son quizás, los que contribuyen en mayor medida al aroma de los vinos. La síntesis de ésteres de cadena corta y media están muy condicionada por requerimientos metabólicos y ayuda a regular el metabolismo intermedio de la levadura (Thurston y col., 1982). Entre los ésteres de cadena corta destaca el acetato de etilo, que puede llegar a encontrarse en cantidades apreciables en vinos. Se considera un compuesto no

deseado por el modo negativo en que afecta al aroma. Respecto a los ésteres de ácidos mono carboxílicos de cadena larga, se suele considerar el hexanoato de etilo como el primero de la serie, y éste junto con los ésteres de los ácidos C8, C10 y C12, así como el acetato de 2-feniletilo, son los más abundantes de la fracción del aroma de volatilidad media.

### **Otros compuestos**

#### Compuestos Sulfurados y Nitrogenados

Si la técnica de elaboración del vino es la adecuada, no es previsible que estos compuestos aparezcan en cantidades preocupantes. Una elevada concentración pondría de manifiesto alteraciones en la fermentación. Dado que sus umbrales de detección son bajos, cantidades superiores a dicho umbral, le comunicarían olores muy desagradables.

#### Terpenos

Son compuestos que provienen de la propia uva, y en este sentido se engloban dentro del aroma primario. Entre los más abundantes se encuentran los alcoholes monoterpénicos tales como linalol, hotrienol, y  $\alpha$ -terpineol.

#### Fenoles

Los compuestos fenólicos más estudiados son los no volátiles, por su incidencia en el color de los vinos. También se encuentran en el vino compuestos fenólicos volátiles, como fenoles propiamente dichos, ácidos y aldehídos fenólicos. La mayoría de los compuestos fenólicos volátiles no están presentes en las bayas, sino que son originados por levaduras, bacterias o por hidrólisis de fenoles superiores. El 4-vinil guayacol y el 4-vinil fenol pueden originarse a partir del ácido cinámico, cumárico o ferúlico mediante descarboxilación enzimática o térmica (Albagnac, 1975).

#### Lactonas

Las lactonas mejor conocidas en vinos son la  $\gamma$ - y  $\delta$ -lactona. Proviene de la deshidratación de los 4- y 5- hidroxiacidos correspondientes. Por ejemplo, las  $\gamma$ -lactonas son de especial interés en vinos de Jerez, ya que contribuyen a su aroma característico.

Debido a la gran variedad de compuestos que intervienen en el aroma de los vinos, el estudio de los compuestos volátiles es complicado, en especial cuando se pretende determinar componentes minoritarios que se presentan en concentraciones muy débiles. El análisis de estos compuestos requiere de una técnica que sea capaz de diferenciar e identificar el mayor número posible de sustancias presentes. La técnica que, por el momento permite la

determinación de compuestos volátiles tanto mayoritarios como minoritarios es la Cromatografía de Gases.

La Cromatografía de Gases se aplicó por primera vez en el análisis del aroma de los vinos a finales de los años 50. Desde esta fecha ha sido decisivo el impulso y evolución que experimentó esta técnica en el estudio de compuestos volátiles. La gran variedad de rellenos cromatográficos, y especialmente la introducción de columnas capilares de alta eficacia, así como la sensibilidad de los detectores ha facilitado la tarea de determinar los compuestos orgánicos existentes en una matriz tan compleja como es el vino.

### **1.3. Caracterización de vinos**

La caracterización se puede definir como la determinación de atributos particulares de un sujeto o grupo de sujetos de modo que sean claramente diferenciables de otro conjunto de elementos. Esta definición no está ligada al concepto de “calidad”, ya que ésta se refiere a las preferencias, muchas veces subjetivas, que el público consumidor final tiene en relación a un determinado producto (Forcen et al., 1992).

Mediante la caracterización de los vinos, es posible establecer de forma objetiva las diferencias, tanto químicas como organolépticas, que existen en determinados tipos de vinos, en función de múltiples variables, como puede ser la variedad de uva, la zona de procedencia, los métodos de elaboración, etc., o el conjunto de varios de estos factores. Se puede decir, que la mayor parte de los vinos del mundo se han ido caracterizando a lo largo de los años. No es el caso del Fondillón, cuya caracterización no había sido abordada antes de que lo hiciese el equipo de Enología de la Universidad Politécnica de Valencia, dentro del cual se encuadra este proyecto (Álvarez et al., 2013; Gómez et al., 2015).

La utilización de las funciones discriminantes como herramienta estadística para el análisis de los resultados obtenidos (Forcén et al., 1992; Haba et al., 1997; Garcia-Marino, 2011) se ha revelado como una de las mejores opciones posibles junto con análisis de clúster (Mulet et al., 1992). En todos los estudios citados la técnica del análisis discriminante y, en menor medida, el análisis de clúster, se muestran como herramientas eficaces para la obtención de los resultados esperados. En menor medida, y para estudios con un número de muestras reducido y/o con muestras experimentales, la utilización del análisis de componentes principales también se ha demostrado de utilidad (Azcarate et al., 2013; Riovanto et al., 2011).

A pesar de ser uno de los vinos más antiguos del mundo, el Fondillon no se había caracterizado en función de su composición aromática, como si se ha realizado en vinos semejantes. En los

vinos de Oporto se ha realizado un estudio de los componentes aromáticos volátiles (Williams et al., 1983), se han identificado algunos descriptores volátiles en vinos enriquecidos (Freitas et al., 1999) y se ha realizado un estudio de los componentes aromáticos formados a partir de la degradación de carotenoides (Silva et al., 2008;). En los vinos de Jerez, se ha realizado un estudio sobre los cambios en los compuestos del aroma de los vinos durante su envejecimiento biológico llevado a cabo por levaduras (Cortés et al., 1998), se han identificado algunos descriptores volátiles en vinos enriquecidos (Freitas et al., 1999), se ha determinado la fracción de aroma en los vinos obtenidos a partir de un envejecimiento oxidativo y biológico (Zea et al., 2001), y los cambios en color y compuestos biológicos durante el envejecimiento oxidativo (Ortega et al., 2003,2008). En los vinos de Madeira, se han determinado parámetros polifenólicos, aromáticos y tiempo de envejecimiento (Câmara et al., 2006), así como cambios en la composición volátil durante el envejecimiento oxidativo (Pereira et al., 2011).

## **2. OBJETIVOS**

El objetivo que pretende abordar este trabajo es el de caracterizar los vinos de Fondillón en función de su composición aromática, con la finalidad de establecer cuáles son los compuestos volátiles que caracterizan a estos vinos y contribuyen en mayor medida a la expresión de sus características diferenciales.

## **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **3.1 Materia prima**

Para la realización de este estudio se han utilizado 10 vinos de Fondillón existentes en este momento en el mercado.

### **3.2. Determinaciones analíticas**

Con los vinos objeto del estudio se han determinado los parámetros convencionales y su composición aromática. Los métodos analíticos utilizados se recogen a continuación.

#### **3.2.1. Parámetros convencionales**

Los parámetros convencionales como grado alcohólico, acidez volátil y acidez total, concentración de azúcares reductores, pH y densidad, se han determinado siguiendo los métodos oficiales de la UE (1977, 1979, 1981).



### 3.2.2. Compuestos volátiles

Para la determinación de los compuestos volátiles en los distintos vinos se utilizó un Cromatógrafo de gases HP-6890 dotado de detector de ionización de llama, equipado con una columna capilar HP-INNOWax (Crosslinked Polyethylene Glycol) de 60 m de longitud, 0,25 mm de diámetro interno e hidrógeno como gas portador.

Las condiciones de trabajo fueron: Temperatura del detector e inyector de 300°C, relación Split (cantidad de muestra que se va a introducir en la columna) de 1:25. Flujo de aire de 450 mL/min, flujo de hidrógeno de 40 mL/min y presión de nitrógeno en cabeza de inyector de 15 p.s.i.



Figura 2. Cromatógrafo de gases con generador de hidrógeno

La metodología utilizada para la extracción de los componentes volátiles del vino fue la propuesta por Ortega y col., (2001) con las modificaciones especificadas por Hernández-Orte y col., (2014).

Para la preparación de las muestras se utilizaron los siguientes componentes:

- 4.05 gramos de sulfato de amonio
- 6.3 mL de agua miliQ
- 2.7 mL de vino
- 0.25 mL de diclorometano
- 20 µL de patrón interno (2-butanol, 4-metil-2-pentanol y 2-octanol en 100 mL de etanol)

Las muestras se prepararon en tubos de plástico de 15 mL con tapón de rosca y se agitaron en un baño de agua con agitación horizontal, a una temperatura de 15 °C durante 120 minutos a 75 rpm.

Posteriormente a la agitación, se centrifugaron las muestras. La centrifugación, según Ortega et al. (2001), se debe realizar a 2500 rpm durante 10 minutos, pero, tras varios ensayos en el laboratorio y atendiendo a las características de la centrifuga se modificaron dichos parámetros: se aumentaron las rpm a 4000 y el tiempo a 15 minutos. De esta forma, se observó que la separación de las distintas fases en las muestras mejoraba notablemente, facilitando de esta forma la separación del disolvente (diclorometano).

Una vez finalizada la centrifugación de los tubos y separadas eficazmente las dos fases, se extrajo el diclorometano del fondo del tubo con una jeringuilla de vidrio de 1 mL y se introdujo en un vial.

De cada muestra se realizaron dos extracciones y de cada una de ellas se realizaron dos determinaciones cromatográficas.

### **3.3. Tratamiento estadístico**

El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos a partir del cromatógrafo de gases, ha consistido en la realización de Análisis Discriminante y Análisis de Componentes Principales (PCA) con la utilización del paquete informático STATGRAPHICS Centurion XVI.

### **3.4. Caracterización aromática de los compuestos volátiles**

Para distinguir entre aromas activos e inactivos se define el parámetro «valor de actividad aromática» (OAV), que mide la actividad aromática de un compuesto en una matriz determinada.

El valor de la actividad aromática (OAV) se calcula como cociente entre la concentración detectada y su umbral de percepción. Los compuestos aromáticamente activos serán aquellos que tengan un valor de aroma superior a 1.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Caracterización del vino Fondillón en función de los parámetros comunes

En la Tabla 1 se recogen los valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los parámetros convencionales de los vinos estudiados.

Se puede observar que el grado alcohólico, la densidad, el pH y la acidez total, son los parámetros comunes que caracterizan estos vinos, ya que el porcentaje de variación entre unos y otros es pequeño. En cambio, otros parámetros como el acetaldehído y la concentración de azúcar presentan grandes diferencias entre ellos, y esto es debido a que uno de los vinos presenta una concentración de azúcar más elevada, y otro de ellos tiene el acetaldehído muy incrementado.

Para agrupar estos vinos en función de sus características comunes, se ha realizado un Análisis Discriminante utilizando los parámetros evaluados, encontrando que es imposible establecer tendencias ya que los vinos se dispersan por los ejes formados por las dos funciones discriminantes.

**Tabla 1. Valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los parámetros convencionales de los vinos.**

Parámetros Comunes	Valor Medio	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo	Coefficiente de Variación (%)
Grado alcohólico (%vol/vol)	16,645	0,796	15,700	18,100	4,784
Concentración de azúcar (g/l)	22,333	18,844	8,300	71,000	84,380
Acidez Total (g/l ác. Tartárico)	6,150	0,757	4,800	7,650	12,311
Acidez Volátil (g/l ác. Acético)	1,086	0,229	0,660	1,340	21,079
pH	3,470	0,163	3,190	3,700	4,702
Densidad	1,022	0,027	0,999	1,086	2,663
Acetaldehído (mg/l)	39,111	36,077	8,000	128,000	92,241
Glicerina (g/l)	8,582	1,732	6,430	10,360	20,186
Ácido Cítrico (g/l)	0,172	0,056	0,120	0,290	32,541
Ácido Málico(g/l)	0,547	0,322	0,260	1,340	58,951
Ácido Tartárico(g/l)	2,075	0,661	1,060	3,510	31,849
Ácido Láctico(g/l)	1,228	0,326	0,530	1,740	26,528

## 4.2. Caracterización del vino Fondillón en función de los compuestos volátiles

La tabla 2 recoge los valores máximos, medios, mínimos, desviación estándar y coeficiente de variación de los compuestos aromáticos en los vinos estudiados.

Como se observa en la tabla, en los vinos de Fondillón existen grandes diferencias relacionadas con los compuestos aromáticos, siendo dimetilsulfuro, diacetal, acetato de etilo, hexanoato de etilo y ácido isopentanoico entre otros, los compuestos que marcan la diferencia en los vinos.

Tabla 2. Valores máximos, medios, mínimos, desviación estándar y coeficiente de variación de los componentes aromáticos de los vinos.

Concentración (mg/L)	Valor Medio	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo	Coefficiente de Variación (%)
Acetaldehído	0,771	0,279	0,414	1,658	36,189
Acetato de metilo	0,809	0,463	0,037	2,068	57,218
Acetato de etilo	0,042	0,078	0	0,289	186,886
Diacetal	0,004	0,009	0	0,036	229,343
Butirato de etilo	0,060	0,040	0,016	0,172	66,218
Etil-isovaleriato	0,097	0,164	0	0,690	169,050
1-butanol	0,138	0,029	0,085	0,243	21,113
Alcohol isoamílico	30,963	7,728	18,446	48,640	24,959
Hexanoato de etilo	0,016	0,026	0	0,078	166,254
Acetato de hexilo	0,313	0,167	0,007	0,754	53,128
Lactato de etilo	42,112	11,397	12,447	64,267	27,064
Cis-3-hexenol	0,001	0,002	0	0,007	131,424
Dimetil sulfuro	0,005	0,012	0	0,037	231,831
Octanoato de etilo	1,373	0,473	0,097	2,276	34,427
1-heptanol	0,185	0,237	0	0,807	128,168
Benzaldehído	0,894	0,690	0,051	2,385	77,176
Ácido isobutírico	1,002	0,401	0,217	1,548	39,988
5-metilfurfural	0,165	0,096	0,012	0,361	58,281
2,3-butanodiol	0,157	0,127	0,015	0,425	80,712
Ácido butírico	0,151	0,082	0,026	0,304	54,586
$\gamma$ -butirolactona	0,238	0,106	0,110	0,545	44,626
Decanoato de etilo	0,724	0,149	0,513	1,210	20,567
Ácido isopentanoico	0,086	0,133	0	0,380	153,665
Dietil succinato	0,194	0,081	0,005	0,352	41,755
Dietilglutarato	0,083	0,103	0	0,444	124,465
$\beta$ -damascenona	0,010	0,014	0	0,061	136,648
2-feniletilacetato	0,129	0,050	0,032	0,235	38,511
$\alpha$ -ionona	0,125	0,125	0,011	0,544	100,175
Ácido hexanoico	0,138	0,130	0,001	0,800	94,199
Alcohol bencílico	0,059	0,047	0,011	0,183	79,598
$\gamma$ -octolactona	0,081	0,074	0,013	0,245	91,766
2-Feniletanol	8,708	2,653	5,020	17,381	30,460
Ácido 2-etilhexanoico	0,028	0,034	0	0,110	120,368
Pantolactona	0,040	0,017	0,020	0,095	41,766
Ácido octanoico	0,084	0,080	0,024	0,332	95,087
Decalactona	0,297	0,165	0,042	0,608	55,659
Sotolon	1,080	0,812	0,161	2,924	75,173
Ácido decanoico	0,583	0,477	0	1,846	81,793
Furfuritiol	3,793	2,209	0,595	7,439	58,232

Que el coeficiente de variación sea alto, indica no solo que hay gran variabilidad en su concentración, sino incluso que hay vinos en los que no se han detectado estos compuestos.

Se ha realizado un Análisis Discriminante (Figura 3) para establecer si estas diferencias permiten agrupar a los vinos en función de los variables relacionadas con la concentración de aromas; encontrando que las dos primeras funciones discriminantes explican el 76.47% de la variabilidad, representando la primera el 42.72% y la segunda el 23.75%.

Teniendo en cuenta la primera función discriminante, se establece una disposición espacial que separa a dos vinos del resto (3 y 10), la segunda función discriminante separa al vino 7.

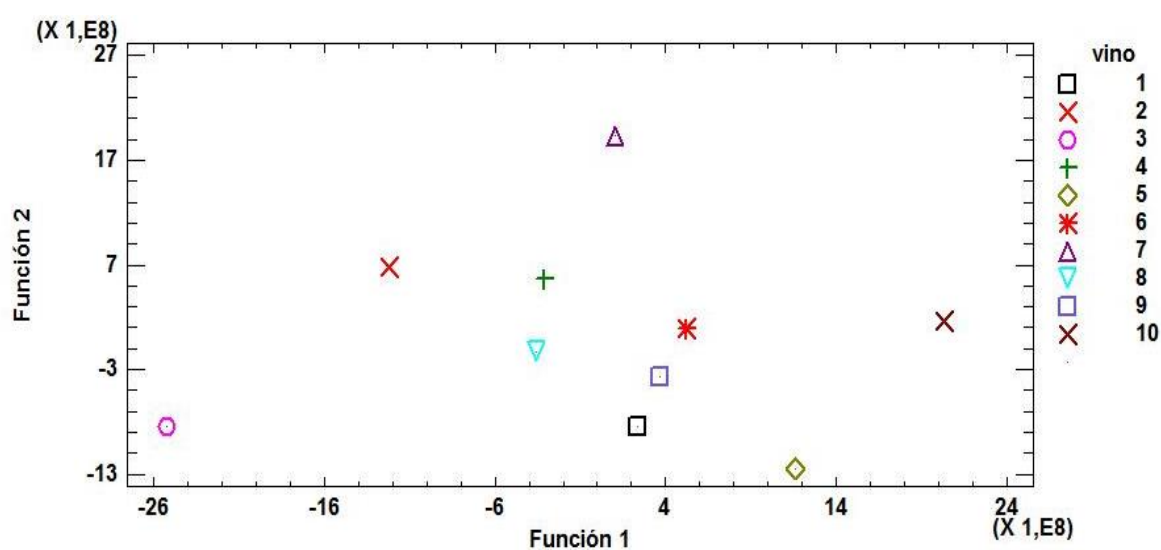
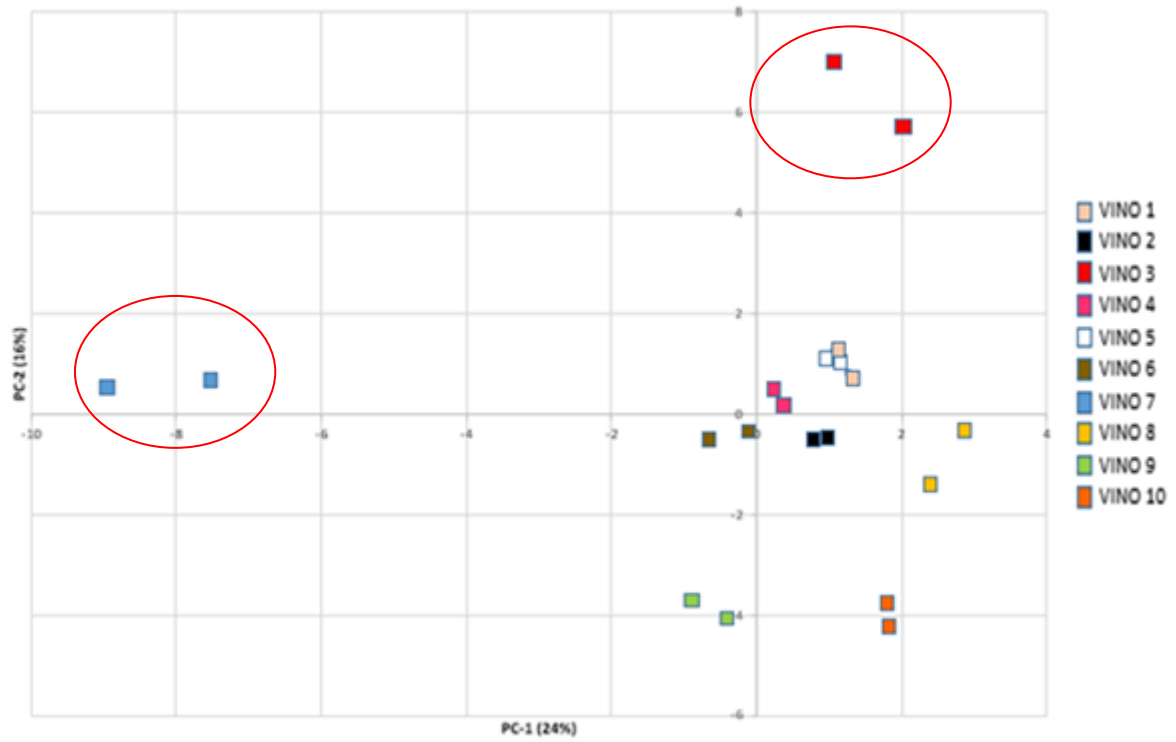


Figura 3. Análisis discriminante de los compuestos volátiles de los vinos

### 4.3. Análisis de los componentes principales (PCA)

Con la finalidad de agrupar los vinos en función de los compuestos volátiles presentes en ellos, se ha realizado un análisis de componentes principales (PCA). Dicho análisis es uno de los métodos pioneros del análisis multivariante. Es una técnica que permite la reducción de la dimensión que describe la información de un conjunto de variables más pequeñas denominados componentes principales, que son combinaciones lineales de las variables de partida.

(a) Gráfico de puntuaciones



(b) Gráfico de cargas



Figura 4: Análisis de Componentes Principales (Componente 1 frente a 2) realizado sobre los compuestos volátiles identificados. (a) gráfico de puntuaciones para los diferentes vinos Fondillon (scores); (b) gráfico de cargas (loadings).

La primera componente principal es la dirección del espacio que recoge la mayor parte de la variabilidad, una combinación de todas las variables iniciales que se ha tomado para describir el conjunto de datos. La segunda componente recoge la mayor parte de la información que todavía queda por explicar y también es una combinación lineal de todas las variables que se han tomado inicialmente para describir el conjunto de datos.

La Figura 4 muestra los gráficos del PCA obtenidos: gráfico de las puntuaciones (scores) y el gráfico de cargas (loading) para los diferentes vinos Fondillon.

El gráfico de cargas muestra la disposición de los distintos compuestos aromáticos en el plano, en función de los dos primeros ejes principales (Componente 1 y Componente 2). Los compuestos aromáticos se sitúan aleatoriamente a lo largo de los ejes principales, tanto en su parte positiva como en su parte negativa.

En el gráfico de puntuaciones se ve una clara diferenciación de un vino mediante el PC1 (vino 7) se observa que se sitúa en el extremo del eje izquierdo, por el contrario, el resto de vinos se distribuyen en la parte derecha del plano.

En el gráfico de cargas se aprecia que el vino 7 presenta mayor contenido de etil isovalerato, acetato de metilo, decanoato de etilo y pantolactona. El aumento de los tres esteres mencionados, contribuirá a incrementar en el vino el aroma frutal, mientras que el incremento de Pantolactona aportará al vino un aroma regaliz y pan tostado.

El PC 2 permite diferenciar el vino 3, situado en la parte superior derecha, el resto de vinos se distribuyen en la parte inferior del plano. En el gráfico de cargas se observa que este vino tiene mayor concentración de diacetal, dietilglutarato y 2 feniletacetato, relacionados con aromas dulces, a fruta y floral respectivamente.

#### **4.4. Valor olfativo (OAV) de los distintos componentes volátiles presentes en los vinos estudiados**

Para estudiar la contribución sensorial de los 39 compuestos volátiles al aroma global de los vinos analizados, se ha calculado su OAV.

Se denomina valor de aroma u *Odor Activity Value* (OAV) al parámetro obtenido del cociente entre la concentración de una determinada molécula volátil y su umbral de percepción. Dicho parámetro proporciona una idea sobre la contribución que ese odorante tiene en el aroma global del producto en el que se encuentra. Valores de aroma mayores o iguales a la unidad indican que el odorante participara en el aroma, tanto más, cuanto mayor sea ese valor.

Según los resultados obtenidos (Tablas 3, 4 y 5), sólo nueve compuestos presentaron valores de OAV superiores a la unidad, y no en todos los vinos estudiados, presentándose en unos si y en otros no.

**Tabla 3. Olor descriptor y del OAV para cada vino. Bibliografía: <sup>1</sup>Zea et al., 2012. <sup>2</sup>Jiang et al., 2010. <sup>3</sup>Culleré et al., 2004. <sup>4</sup>Belitz et al., 2009. <sup>5</sup>Francis, 2013. <sup>6</sup>Ferreira et al., 2000. <sup>7</sup>Guth, 1997. <sup>8</sup>Gambetta et al., 2014. <sup>9</sup>Vilanova et al., 2012.**

Grupo	Compuesto	Olor descriptor	Odor Threshold Values (µg / L)	Vino 1 (µg / L)	OAV Vino 1	Vino 2 (µg / L)	OAV Vino 2	Vino 3 (µg / L)	OAV Vino 3	Vino 4 (µg / L)	OAV Vino 4
Alcoholes	1-butanol	Medicinal <sup>1</sup>	820000 <sup>1</sup>	154,3739	0,0002	128,4768	0,0002	146,4331	0,0002	145,3219	0,0002
	Alcohol isoamílico	Alcohol, esmalte de uñas <sup>1</sup>	65000 <sup>1</sup>	36677,0715	0,5643	35482,8802	0,5459	22392,9527	0,3445	41178,7505	0,6335
	Cis-3-hexenol	Césped <sup>1</sup>	100000 <sup>1</sup>	2,2820	0,0000	0,0000	0,0000	4,2485	0,0000	2,3509	0,0000
	1-heptanol	Aceitoso <sup>1</sup>	2500 <sup>1</sup>	302,3197	0,1209	10,3371	0,0041	38,1033	0,0152	75,3745	0,0301
	2,3-butanodiol	Mantecoso, cremoso <sup>1</sup>	668000 <sup>1</sup>	157,3565	0,0002	135,8278	0,0002	74,8061	0,0001	241,6586	0,0004
	Alcohol bencílico	Desinfectante <sup>1</sup>	900000 <sup>1</sup>	113,2053	0,0001	30,3546	0,0000	13,7728	0,0000	28,9421	0,0000
	2-feniletanol	Floral, polen <sup>2</sup>	14000 <sup>3</sup>	10682,6460	0,7630	8615,3991	0,6154	6126,2516	0,4376	10645,1074	0,7604
Furfuritiol	No encontrado	No encontrado	No encontrado	6307,9133	-	3970,9043	-	5984,3035	-	1431,4004	-
Aldehídos	Acetaldehído	Manzana madura <sup>1</sup>	10000 <sup>1</sup>	917,9025	0,0918	676,1430	0,0676	537,6413	0,0538	636,0700	0,0636
	Benzaldehído	Almendra <sup>2</sup>	350 <sup>4</sup>	1949,6837	<b>5,5705</b>	1161,4165	<b>3,3183</b>	1812,4411	<b>5,1784</b>	420,2442	<b>1,2007</b>
	5-metilfurfural	Almendra amarga <sup>1</sup>	16000 <sup>1</sup>	132,6901	0,0083	133,4310	0,0083	259,9122	0,0162	96,4681	0,0060
	Diacetal	Mantequilla <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	1,1269	0,0113	nd	-	28,4321	0,2843	7,9099	0,0791
Ácidos	Ácido isobutírico	Graso <sup>2</sup>	2300 <sup>6</sup>	1215,7039	0,5286	1128,9470	0,4908	1327,7271	0,5773	1206,8112	0,5247
	Ácido butírico	Rancio, queso <sup>5</sup>	173 <sup>3</sup>	245,3847	<b>1,4184</b>	27,5298	0,1591	185,6099	<b>1,0729</b>	142,1166	0,8215
	Ácido isopentanoico	Rancio <sup>2</sup>	No encontrado	nd	-	379,8831	-	63,9384	-	51,0631	-
	Ácido decanoico	Rancio <sup>1</sup>	15000 <sup>1</sup>	487,4194	0,0325	342,1657	0,0228	876,9003	0,0585	638,1396	0,0425
	Ácido hexanoico	Queso <sup>1</sup>	3000 <sup>1</sup>	179,8842	0,0600	146,5219	0,0488	61,9347	0,0206	22,7980	0,0076
	Ácido-2-etilhexanoico	Herbáceo <sup>2</sup>	No encontrado	110,3500	-	51,8422	-	12,0415	-	9,1165	-
	Ácido octanoico	Rancia, aceitosa <sup>1</sup>	8800 <sup>1</sup>	163,6373	0,0186	30,2615	0,0034	32,8283	0,0037	45,2418	0,0051
Ésteres	Acetato de metilo	Frutal <sup>5</sup>	470000 <sup>1</sup>	53,4164	0,0001	892,6837	0,0019	1001,4616	0,0021	847,3567	0,0018
	Acetato de etilo	Piña, barniz, balsámico <sup>1</sup>	7500 <sup>1</sup>	10,7622	0,0014	nd	-	207,0209	0,0276	31,2656	0,0042
	Butirato de etilo	Manzana <sup>5</sup>	20 <sup>7</sup>	84,2786	<b>4,2139</b>	45,8369	<b>2,2918</b>	155,7097	<b>7,7855</b>	51,5745	<b>2,5787</b>
	Etil- isovalerato	Frutal <sup>5</sup>	3 <sup>3</sup>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	150,2736	<b>50,0912</b>	43,2695	<b>14,4232</b>
	Hexanoato de etilo	Plátano, manzana verde <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	nd	-	nd	-	nd	-	nd	-
	Acetato de hexilo	Frutal, pera <sup>2</sup>	1500 <sup>3</sup>	272,1770	0,1815	344,8071	0,2299	214,8276	0,1432	340,0486	0,2267
	Lactato de etilo	Fresa, frambuesa, mantecoso <sup>1</sup>	100000 <sup>1</sup>	44641,1323	0,4464	40064,4632	0,4006	57388,6866	0,5739	43824,1102	0,4382
	DMS	No encontrado	No encontrado	5,1139	-	nd	-	nd	-	37,2609	-
	Octanoato de etilo	Piña, pera, jabonoso <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>	1982,2676	<b>991,1338</b>	1721,1678	<b>860,5839</b>	2014,7375	<b>1007,3687</b>	1230,7433	<b>615,3717</b>
	Decanoato de etilo	Frutal <sup>2</sup>	200 <sup>3</sup>	938,1014	<b>4,6905</b>	641,1153	<b>3,2056</b>	734,8040	<b>3,6740</b>	725,9697	<b>3,6298</b>
	2-feniletilacetato	Agradable, floral <sup>2</sup>	250 <sup>8</sup>	208,3265	0,8333	134,2150	0,5369	179,0403	0,7162	175,6087	0,7024
	Dietil succinato	Maduro, lavanda <sup>1</sup>	100000 <sup>1</sup>	305,3248	0,0031	247,2817	0,0025	156,3070	0,0016	209,2814	0,0021
Dietil glutarato	Frutal <sup>2</sup>	No encontrado	45,0710	-	66,6335	-	354,1348	-	62,5860	-	
Lactonas	γ-butirolactona	Coco, caramelo <sup>1</sup>	100000 <sup>1</sup>	220,2719	0,0022	148,0493	0,0015	486,5545	0,0049	223,4499	0,0022
	γ-octolactona	No encontrado	No encontrado	185,9847	-	236,8087	-	60,4683	-	15,6165	-
	Pantolactona	Regaliz, pan tostado <sup>1</sup>	500000 <sup>1</sup>	36,0672	0,0001	53,3467	0,0001	23,7790	0,0000	30,5344	0,0001
	Decalactona	Melocotón <sup>1</sup>	1000 <sup>1</sup>	368,0351	0,3680	142,4823	0,1425	139,6204	0,1396	195,8827	0,1959
	Sotolon	No encontrado	No encontrado	2373,8543	-	479,5062	-	1114,0442	-	715,7761	-
	β-damascenona	Dulce, manzana <sup>9</sup>	0,05 <sup>3</sup>	nd	-	nd	-	19,3302	<b>386,6034</b>	14,3197	<b>286,3931</b>
	α-ionona	Violeta <sup>9</sup>	2,6 <sup>6</sup>	321,4998	<b>123,6538</b>	132,8775	<b>51,1067</b>	32,1372	<b>12,3604</b>	27,7129	<b>10,6588</b>



**Tabla 4. Olor descriptor y del OAV para cada vino. Bibliografía: <sup>1</sup>Zea et al., 2012. <sup>2</sup>Jiang et al., 2010. <sup>3</sup>Culleré et al., 2004. <sup>4</sup>Belitz et al., 2009. <sup>5</sup>Francis, 2013. <sup>6</sup>Ferreira et al., 2000. <sup>7</sup>Guth, 1997. <sup>8</sup>Gambetta et al., 2014. <sup>9</sup>Vilanova et al., 2012.**

Grupo	Compuesto	Olor descriptor	Odor Threshold Values (µg / L)	Vino 5 (µg / L)	OAV Vino 5	Vino 6 (µg / L)	OAV Vino 6	Vino 7 (µg / L)	OAV Vino 7
Alcoholes	1-butanol	Medicinal <sup>1</sup>	820000 <sup>1</sup>	161,3668	0,0002	137,5979	0,0002	212,9279	0,0003
	Alcohol isoamílico	Alcohol, esmalte de uñas <sup>1</sup>	65000 <sup>1</sup>	22842,0243	0,3514	23539,9901	0,3622	42343,3142	0,6514
	Cis-3-hexenol	Césped <sup>1</sup>	100000 <sup>1</sup>	nd	-	3,0909	0,0000	nd	0,0000
	1-heptanol	Aceitoso <sup>1</sup>	2500 <sup>1</sup>	795,9765	0,3184	172,4064	0,0690	0,0000	0,0000
	2,3-butanodiol	Mantecoso, cremoso <sup>1</sup>	668000 <sup>1</sup>	135,4148	0,0002	16,3511	0,0000	82,0302	0,0001
	Alcohol bencílico	Desinfectante <sup>1</sup>	900000 <sup>1</sup>	23,2395	0,0000	118,2140	0,0001	172,5638	0,0002
	2-feniletanol	Floral, polen <sup>2</sup>	14000 <sup>3</sup>	5827,8851	0,4163	6446,8275	0,4605	16195,1399	1,1568
Furfuritiol	No encontrado	No encontrado	5769,5376	-	1337,3945	-	1412,6660	-	
Aldehídos	Acetaldehído	Manzana madura <sup>1</sup>	10000 <sup>1</sup>	632,9487	0,0633	539,8426	0,0540	1159,7564	0,1160
	Benzaldehído	Almendra <sup>2</sup>	350 <sup>4</sup>	595,9121	1,7026	198,9706	0,5685	66,4376	0,1898
	5-metilfurfural	Almendra amarga <sup>1</sup>	16000 <sup>1</sup>	250,0423	0,0156	193,0671	0,0121	109,1714	0,0068
	Diacetal	Mantequilla <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	nd	-	nd	-	nd	-
Ácidos	Ácido isobutírico	Graso <sup>2</sup>	2300 <sup>6</sup>	1446,3375	0,6288	716,9601	0,3117	274,8102	0,1195
	Ácido butírico	Rancio, queso <sup>5</sup>	173 <sup>3</sup>	284,5310	1,6447	98,8045	0,5711	236,3745	1,3663
	Ácido isopentanoico	Rancio <sup>2</sup>	No encontrado	nd	-	130,7568	-	341,3455	-
	Ácido decanoico	Rancio <sup>1</sup>	15000 <sup>1</sup>	505,4571	0,0337	245,0202	0,0163	484,8143	0,0323
	Ácido hexanoico	Queso <sup>1</sup>	3000 <sup>1</sup>	70,9489	0,0236	151,2652	0,0504	47,3888	0,0158
	Ácido-2-etilhexanoico	Herbáceo <sup>2</sup>	No encontrado	43,5069	-	12,0552	-	nd	-
	Ácido octanoico	Rancia, aceitosa <sup>1</sup>	8800 <sup>1</sup>	36,1654	0,0041	45,4237	0,0052	49,6311	0,0056
Ésteres	Acetato de metilo	Frutal <sup>5</sup>	470000 <sup>1</sup>	1415,8772	0,0030	491,4120	0,0010	1900,2221	0,0040
	Acetato de etilo	Piña, barniz, balsámico <sup>1</sup>	7500 <sup>1</sup>	8,8964	0,0012	3,8571	0,0005	179,4279	0,0239
	Butirato de etilo	Manzana <sup>5</sup>	20 <sup>7</sup>	64,3474	3,2174	29,2729	1,4636	72,4230	3,6212
	Etil- isovaleriano	Frutal <sup>5</sup>	3 <sup>3</sup>	112,8797	37,6266	260,2889	86,7630	657,3732	219,1244
	Hexanoato de etilo	Plátano, manzana verde <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	nd	-	nd	-	nd	-
	Acetato de hexilo	Frutal, pera <sup>2</sup>	1500 <sup>3</sup>	255,3241	0,1702	309,9450	0,2066	7,1384	0,0048
	Lactato de etilo	Fresa, frambuesa, mantecoso <sup>1</sup>	100000 <sup>1</sup>	41099,8039	0,4110	53295,9267	0,5330	49750,0000	0,4975
	DMS	No encontrado	No encontrado	nd	-	nd	-	nd	-
	Octanoato de etilo	Piña, pera, jabonoso <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>	1481,0112	740,5056	1225,1566	612,5783	861,5434	430,7717
	Decanoato de etilo	Frutal <sup>2</sup>	200 <sup>3</sup>	583,7695	2,9188	579,1571	2,8958	1113,4968	5,5675
	2-feniletilacetato	Agradable, floral <sup>2</sup>	250 <sup>8</sup>	71,5720	0,2863	90,9193	0,3637	122,0945	0,4884
	Dietil succinato	Maduro, lavanda <sup>1</sup>	100000 <sup>1</sup>	197,7645	0,0020	134,9152	0,0013	5,2284	0,0001
Dietil glutarato	Frutal <sup>2</sup>	No encontrado	67,3302	-	nd	-	46,7400	-	
Lactonas	γ-butirolactona	Coco, caramelo <sup>1</sup>	100000 <sup>1</sup>	269,4843	0,0027	217,4192	0,0022	220,2371	0,0022
	γ-octolactona	No encontrado	No encontrado	16,9423	-	30,3280	-	39,8019	-
	Pantolactona	Regaliz, pan tostado <sup>1</sup>	500000 <sup>1</sup>	53,6586	0,0001	31,8852	0,0001	91,8978	0,0002
	Decalactona	Melocotón <sup>1</sup>	1000 <sup>1</sup>	358,7267	0,3587	593,9953	0,5940	190,6288	0,1906
	Sotolon	No encontrado	No encontrado	459,4814	-	627,3552	-	1422,8236	-
	β-damascenona	Dulce, manzana <sup>9</sup>	0,05 <sup>3</sup>	8,7625	175,2500	36,8017	736,0344	25,5970	511,9395
α-ionona	Violeta <sup>9</sup>	2,6 <sup>6</sup>	64,8111	24,9273	118,1245	45,4325	484,0105	186,1579	

**Tabla 5. Olor descriptor y del OAV para cada vino. Bibliografía: <sup>1</sup>Zea et al., 2012. <sup>2</sup>Jiang et al., 2010. <sup>3</sup>Culleré et al., 2004. <sup>4</sup>Belitz et al., 2009. <sup>5</sup>Francis, 2013. <sup>6</sup>Ferreira et al., 2000. <sup>7</sup>Guth, 1997. <sup>8</sup>Gambetta et al., 2014. <sup>9</sup>Vilanova et al., 2012.**

Grupo	Compuesto	Olor descriptor	Odor Threshold Values (µg / L)	Vino 8 (µg / L)	OAV Vino 8	Vino 9 (µg / L)	OAV Vino 9	Vino10 (µg / L)	OAV Vino 10
Alcoholes	1-butanol	Medicinal <sup>1</sup>	820000 <sup>1</sup>	111,6325	0,0001	90,3321	0,0001	116,8368	0,0001
	Alcohol isoamílico	Alcohol, esmalte de uñas <sup>1</sup>	65000 <sup>1</sup>	31441,3050	0,4837	25133,7192	0,3867	32512,4913	0,5002
	Cis-3-hexenol	Césped <sup>1</sup>	100000 <sup>1</sup>	nd	-	nd	0,0000	1,7638	0,0000
	1-heptanol	Aceitoso <sup>1</sup>	2500 <sup>1</sup>	nd	-	235,0146	0,0940	139,9206	0,0560
	2,3-butanodiol	Mantecoso, cremoso <sup>1</sup>	668000 <sup>1</sup>	352,6949	0,0005	33,8066	0,0001	272,2698	0,0004
	Alcohol bencílico	Desinfectante <sup>1</sup>	900000 <sup>1</sup>	48,3219	0,0001	23,5213	0,0000	63,0858	0,0001
	2-feniletanol	Floral, polen <sup>2</sup>	14000 <sup>3</sup>	8477,1020	0,6055	8167,1881	0,5834	9455,5175	0,6754
Furfuritiol	No encontrado	No encontrado	6145,9671	-	2307,9634	-	1644,3722	-	
Aldehídos	Acetaldehído	Manzana madura <sup>1</sup>	10000 <sup>1</sup>	642,7030	0,0643	1440,4501	0,1440	872,7191	0,0873
	Benzaldehído	Almendra <sup>2</sup>	350 <sup>4</sup>	1139,0241	3,2544	50,7341	0,1450	919,2407	2,6264
	5-metilfurfural	Almendra amarga <sup>1</sup>	16000 <sup>1</sup>	294,8119	0,0184	23,7952	0,0015	95,3678	0,0060
	Diacetal	Mantequilla <sup>1</sup>	100 <sup>1</sup>	nd	-	nd	-	nd	-
Ácidos	Ácido isobutírico	Graso <sup>2</sup>	2300 <sup>6</sup>	1288,7112	0,5603	256,2010	0,1114	599,0321	0,2604
	Ácido butírico	Rancio, queso <sup>5</sup>	173 <sup>3</sup>	124,9624	0,7223	70,0181	0,4047	111,6504	0,6454
	Ácido isopentanoico	Rancio <sup>2</sup>	No encontrado	nd	-	nd	-	1,6975	-
	Ácido decanoico	Rancio <sup>1</sup>	15000 <sup>1</sup>	1025,0548	0,0683	336,6809	0,0224	750,7104	0,0500
	Ácido hexanoico	Queso <sup>1</sup>	3000 <sup>1</sup>	133,7515	0,0446	171,1682	0,0571	354,2973	0,1181
	Ácido-2-etilhexanoico	Herbáceo <sup>2</sup>	No encontrado	nd	-	12,3430	-	10,1872	-
	Ácido octanoico	Rancia, aceitosa <sup>1</sup>	8800 <sup>1</sup>	36,0358	0,0041	131,7015	0,0150	268,7043	0,0305
Ésteres	Acetato de metilo	Frutal <sup>5</sup>	470000 <sup>1</sup>	566,3753	0,0012	1004,3087	0,0021	488,5591	0,0010
	Acetato de etilo	Piña, barniz, balsámico <sup>1</sup>	7500 <sup>1</sup>	4,0247	0,0005	4,3559	0,0006	26,4579	0,0035
	Butirato de etilo	Manzana <sup>5</sup>	20 <sup>7</sup>	32,8065	1,6403	31,7730	1,5886	25,5929	1,2796
	Etil- isovalerato	Frutal <sup>5</sup>	3 <sup>3</sup>	nd	-	nd	-	nd	-
	Hexanoato de etilo	Plátano, manzana verde <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	52,8498	10,5700	32,8594	6,5719	66,1610	13,2322
	Acetato de hexilo	Frutal, pera <sup>2</sup>	1500 <sup>3</sup>	316,0017	0,2107	160,3374	0,1069	722,3818	0,4816
	Lactato de etilo	Fresa, frambuesa, mantecoso <sup>1</sup>	100000 <sup>1</sup>	38826,8099	0,3883	13164,3455	0,1316	35570,0042	0,3557
	DMS	No encontrado	No encontrado	nd	-	1,8519	-	2,1858	-
	Octanoato de etilo	Piña, pera, jabonoso <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>	1343,8844	671,9422	686,3237	343,1619	755,4744	377,7372
	Decanoato de etilo	Frutal <sup>2</sup>	200 <sup>3</sup>	695,1220	3,4756	704,6700	3,5233	687,8927	3,4395
	2-feniletilacetato	Agradable, floral <sup>2</sup>	250 <sup>8</sup>	118,5960	0,4744	63,3438	0,2534	107,8410	0,4314
	Dietil succinato	Maduro, lavanda <sup>1</sup>	100000 <sup>1</sup>	250,6501	0,0025	74,9312	0,0007	232,1731	0,0023
	Dietil glutarato	Frutal <sup>2</sup>	No encontrado	73,9035	-	76,2650	-	18,4542	-
Lactonas	γ-butirolactona	Coco, caramelo <sup>1</sup>	100000 <sup>1</sup>	117,7900	0,0012	331,7519	0,0033	162,7779	0,0016
	γ-octolactona	No encontrado	No encontrado	55,5410	-	55,6964	-	81,5056	-
	Pantolactona	Regaliz, pan tostado <sup>1</sup>	500000 <sup>1</sup>	41,0915	0,0001	25,1637	0,0001	35,2955	0,0001
	Decalactona	Melocotón <sup>1</sup>	1000 <sup>1</sup>	450,9635	0,4510	45,9658	0,0460	368,8238	0,3688
	Sotolon	No encontrado	No encontrado	450,4454	-	2924,3625	-	863,4931	-
	β-damascenona	Dulce, manzana <sup>9</sup>	0,05 <sup>3</sup>	nd	-	nd	-	nd	-
α-ionona	Violeta <sup>9</sup>	2,6 <sup>6</sup>	12,4961	4,8062	109,9749	42,2980	117,5957	45,2291	

Como muestran las tablas, los compuestos con los valores más altos de OAV son los pertenecientes al grupo de los ésteres, principalmente octanoato de etilo, etil isovalerato, decanoato de etilo y butirato de etilo, presentando todos ellos aromas frutales, llegando a valores de 1007 en el caso del octanoato de etilo. Cabe destacar que en el caso del etil-isovalerato solo presenta valores de OAV mayores a la unidad en cinco de los vinos. En segundo lugar, se encuentran las lactonas,  $\beta$ -damascenona y  $\alpha$ -ionona, compuestos que se relacionan con notas dulces, llegando a valores de 736. En el grupo de los aldehídos únicamente destaca el benzaldehído, con valores comprendidos entre 1 y 5. En el grupo de los ácidos el ácido butírico. Para terminar del grupo los alcoholes destaca el 2-feniletanol y únicamente en un vino.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos sobre el impacto aromático de los compuestos analizados, la diferenciación de los vinos de Fondillon mediante PCA atendiendo a su composición aromática tendrá un efecto sobre la percepción organoléptica.

## 5. CONCLUSIONES

Los parámetros comunes que caracterizan los vinos estudiados son el grado alcohólico, la densidad, el pH y la acidez total, con un porcentaje de variación pequeño.

Los vinos de Fondillón estudiados presentan un perfil aromático heterogéneo, el coeficiente de variación alto en muchos de los compuestos volátiles analizados, indica que hay gran variabilidad en su concentración principalmente en dimetilsulfuro, diacetal, acetato de etilo, hexanoato de etilo y ácido isopentanoico entre otros.

El análisis de Componentes Principales permite diferenciar el vino 3 y 7 del resto. El vino 7 presenta mayor contenido de etil isovalerato, acetato de metilo, decanoato de etilo (esteres que contribuyen al aroma frutal) y pantolactona (que aporta al vino un aroma a regaliz y pan tostado). El vino 3 tiene mayor concentración de diacetal, dietilglutarato y 2 feniletacetato, relacionados con aromas dulces, frutales y florales respectivamente.

A través del estudio del valor olfativo activo (OAV), se ha puesto de manifiesto que la familia de los esterres (aromas frutales) es la dominante en el aroma de estos vinos, siendo el octanoato de etilo el compuesto que presentó unos valores más elevados de OAV.

Tanto la  $\beta$ -damascena,  $\alpha$ -ionona y benzaldehído aparecen como constituyentes volátiles muy influyentes en el aroma de los vinos de Fondillón.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Albagnac, G. (1975). La décarboxylation des acides cinnamiques substitués par les levures. *Annls Technol. agric.*24 133–141.

Álvarez, I., Aleixandre, J.L., Martínez, A., García, M.J., Lizama, V., y Aleixandre-Tudó, J.L. (2013). Evaluación químico sensorial de vinos de Fondillón elaborados con diferentes técnicas de vinificación. Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Universidad Politécnica de Valencia.

Azcarate S., Cantarelli M., Pellerano R., Marchevsky E., Camiña J. (2013). Classification of argentinian Sauvignon blanc wines by UV spectroscopy and chemometric methods. *J. Food Sci.* 78 (3), 432-436.

Bayonove C. (1998). L'arôme varietal: le potentiel aromatique du raisin. En: C. Flanzy (ed.), *Oenologie: fondements scientifiques et technologiques* (pp.165-181). París : Lavoisier Tec et Doc.

Belitz, H.-D., Grosch, W., and Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry*. Springer-Verlag. Berlín

Francis, Leigh. (2013) Fermentation-derived aroma compounds and grape-derived monoterpenes. The Australian Wine Research Institute.

Câmara, J.S., Alves, M.A., and Marques, J.C. (2006). Changes in volatile composition of Madeira wines during their oxidative ageing. *Analytica Chimica Acta*, 563, 188-197.

Cata de Fondillones de Verema.com [sitio web]. 2016 [Consulta: 3 junio 2016]. Disponible en <http://www.verema.com/articulos/350756-cata-fondillones-verema-com>

Cernuda E., Marhuenda, R., Vidal, J.L., y Zugasti, G. (1975). Aspectos técnicos enológicos de los vinos Alicantinos. Mistelas y Anisados. Publicaciones del Instituto de Estudios Alicantinos. Pág. 64.

Cortes, M. B., Moreno, J., Zea, L., Moyano, L., y Medina, M. (1998). Changes in aroma compounds of Sherry wines during their biological ageing carried out by *Saccharomyces cerevisiae* races bayanus and capensis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 2389-21394.

Culleré, L., Escudero, A., Cacho, J., and Ferreira, V. (2004). Gas Chromatography-Olfactometry and Chemical Quantitative Study of the Aroma of Six Premium Quality Spanish Aged Red Wines. *J. Agric. Food Chem.* 52, 1653-1660

Descifrando las claves químicas que explican el aroma del vino [sitio web]. 2016. [Consulta: 3 junio 2016]. Disponible en [http:// www.acenologia.com](http://www.acenologia.com)

El fondillón el vino de Alicante [sitio web]. 2016. [Consulta: 25 mayo 2016]. Disponible en <http://www.lagastrotecadefelix.com/2013/02/el-fondillon-el-vino-de-alicante/>

El secreto del fondillón [sitio web]. 2016. [Consulta: 25 mayo 2016]. <http://www.alicantevivo.org/2008/01/el-secreto-del-fondilln.html>

Fernández de Simón, B., Cadahía, E., and Jalocho, J. (2003). Volatile compounds in a Spanish red wine aged in barrels made of Spanish, French and American oak wood. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7671-7678.

Ferreira, V., López, R., and Cacho, J. (2000). Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80:1659-1667

Forcen M., Berna A., Mulet A. (1992). Characterization of Majorcan red wines in terms of conventional parameters. *Rev. Esp. Cienc. Tec. Aliment.* 32 (5), 517-527

Francis I.L. and Newton J.L. (2005). Determining wine aroma from compositional data. *Australian Journal of Wine and Grape Research*, 11, 114-126.

Freitas, V., Ramalho, P., Azevedo, Z., and Macedo, A. (1999). Identification of some volatile descriptors of the rock-rose like aroma of fortified red wines from Douro Demarcated Region. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 4327-4334.

Gabriel Guadalupe M, V. (2008). Comparación de la producción de compuestos aromáticos por cepas de levaduras vínicas comerciales

Gambetta, J.M., Bastian, Susan., Cozzolino, D., and Jeffery, D. (2014). Factors Influencing the Aroma Composition of Chardonnay Wines. *J. Agric. Food Chem.*

García-Marino M., Hernández J., Santos C., Rivas J., Escribano M. (2011). Multivariate analysis of the polyphenol composition of Tempranillo and Graciano red wines. *Talanta* 85, 2060-2066.

Guth, H. (1997). Quantitation and Sensory Studies of Character Impact Odorants of Different White Wine Varieties. *J. Agric. Food Chem.* 45 (8), pp 3027–3032.

Haba M, Mulet A., Berna A. (1997). Stability in wine differentiation of two close viticultural zones. *Am. J. Enol.Vitic.* 48 (3), 285-290.

Hernández-Orte, P., Cacho, J. F., y Ferreira, V. (2002). Relationship between varietal amino acid profile of grapes and wine aromatic composition. Experiments with model solutions and chemometric study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 2891-2899.

Herranz, M.D. (1999). Caracterización de la calidad de vinos blancos jóvenes varietales de Zalema. Tesis doctoral. Facultad de Farmacia. Sevilla

Jiang, Bao., and Zhang, Zhenwen. (2010). Volatile Compounds of Young Wines from Cabernet Sauvignon, Cabernet Gernischt and Chardonnay Varieties Grown in the Loess Plateau Region of China. *Molecules* 2010, 15, 9184-9196. Online [www.mdpi.com/journal/molecules](http://www.mdpi.com/journal/molecules).

Mulet A., Berna A., Forcen M. (1992) Differentiation and grouping characteristics of varietal grape musts and wines from Majorcan origin. *Am. J. Enol.Vitic.* 43 (3), 221-226.

Muñoz-González, C., Moreno-Arribas, M.V., Martín-Álvarez, P.J., Bartra-Sebastian E., Puig-Pujol, A., García-Cazorla, J., and Pozo-Bayón, M.A. (2010). Volatile and Sensory Characterization of Xarel-lo White Wines. *Flavor and Fragrance Journal* (accepted)

Nielsen, J.C., and Richelieu, M. (1999). Control of flavor development in wine during and after malolactic fermentation by *Oenococcus oeni*. *Appl. Environ. Microbiol.* 65: 740-745.

Ortega, C., López, R., Cacho, J., and Ferreira, V. (2001). Fast analysis of important wine volatile compounds. Development and validation of a new method based on gas chromatographic-flame ionization detection analysis of dichloromethane microextracts. *Journal of Chromatography A*.923, 205-214

Ortega, A. F., Lopez-Toledano, A., Mayen, M., Merida, J., and Medina, M. (2003). Changes in color and phenolic compounds during oxidative aging of Sherry white wine. *Journal of Food Science*, 68(8), 2461–2468.

Ortega, A., Mayen, M., and Medina, M. (2008). Study of colour and phenolic compounds in two models of oxidative ageing for Sherry type white wines. *Food Control*, 19, 949-956.

Ough, C. S., Fong, D., & Amerine, M. A. (1972). Glycerol in wine: determination and some factors affecting. *American Journal of Enology and Viticulture*, 23(1), 1-5.

Pereira, A.C., Reis, M.S., Saraiva, P.M., and Marques, J.C. (2011). Madeira wine ageing prediction based on different analytical techniques: UV-vis, GC-MS, HPLC-DAD. *Chemometrics and Intelligent Laboratory System*, 105, 43-55.

Pérez-Coello, M.S., Sanz, J., and Cabezudo, M.D. (1999). Determination of volatile compounds in hydroalcoholic extracts of French and American oak wood. *American Journal of Enology and Viticulture*, 50, 162-165.

Rapp, A., Almy, J., and Güntert, M., Identification of several sulfur-containing components in wine. *Am. J. Enol. Vitic.*36 (1985). 219–221.

Riovanto R., Cynkar W., Berzaghi P., Cozzolino D. (2011). Discrimination between Siraz wines from different Australian regions: the role of spectroscopy and chemometrics. *J. Agric. Food Chem.* 59, 10356-10360.

Silva, A.C., Monteiro, J., Oliveira, C., and Guedes de Pinho, P. (2008). Study of major aromatic compounds in port wines from carotenoid degradation *Food Chemistry* 110 83–87 Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Skouroumounis G.K. and Sefton, M.A. (2000). Acid-Catalyzed Hydrolysis of Alcohols and Their  $\alpha$ -D-Glucopyranosides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2033-2039.

UE. Métodos oficiales de Análisis de Vinos (B.O.E. 22-7-1977, 23-7-1977, 25-7-1977, 26-7-1977, 27-7-1977, 30-8-1979 y 14-10-1981).

Vilanova, M., and Oliveira, J.M. (2012). Application of Gas Chromatography on the Evaluation of Grape and Wine Aroma in Atlantic Viticulture (NW Iberian Peninsula). Available from: <http://www.intechopen.com/books/gas-chromatography-in-plant-science-wine-technology-toxicology-and-some-specific-applications/application-of-gaschromatography-on-the-valuation-of-grape-and-wine-aroma-in-atlantic-viticulture->

Vinos de Alicante Denominación de Origen [sitio web]. 2016. [Consulta: 3 junio 2016]. Disponible en <http://vinosalicantedop.org/fondillon/descripcion/>

Williams, A.A., Lewis, M.J., and May, H.V. (1983) The volatile flavour components of commercial Port wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 343, 11-18.

Zea, L., Moyano, L., Moreno, J., Cortes, B., and Medina, M. (2001). Discrimination of the aroma fraction of Sherry wines obtained by oxidative and biological ageing, *Food Chemistry* Volume 75, Issue 1, Pages 79-84

Zea, L., Ruiz, M.J., and Moyano, L. (2012). Using Odorant Series as an Analytical Tool for the Study of the Biological Ageing of Sherry Wines. University of Córdoba/Department of Agricultural Chemistry, Spain.