



Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio  
Natural

MÁSTER CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS

## **CARACTERIZACIÓN DE VINOS DE FONDILLÓN DE LA D.O. ALICANTE**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Presentado por:  
**Rosa Gómez Cebrián**

Dirigida por:  
**Dra. M<sup>a</sup> Inmaculada Álvarez Cano**  
**Dra. M<sup>a</sup> José García Esparza**

Valencia, Julio 2015

# **CARACTERIZACIÓN DE VINOS DE FONDILLÓN DE LA D.O. ALICANTE**

Gómez, R.; Álvarez, I.<sup>1</sup>; García, M.J.<sup>1</sup>

## **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. En este trabajo se han caracterizado los vinos de Fondillón que existen en el mercado en función de su composición polifenólica y aromática y de su valoración organoléptica, encontrando una cierta heterogeneidad, pudiendo establecerse dos grupos en función de su composición polifenólica, uno que se corresponde con aquellos vinos muy marcados por el envejecimiento, y un segundo grupo formado por vinos con más carga polifenólica debido a un proceso más largo de maceración y menor tiempo de envejecimiento. Con respecto a la composición aromática y a su evaluación sensorial, el vino con más color y mayor tiempo de maceración se diferencia claramente del resto de los vinos.

**PALABRAS CLAVE:** Fondillón, vino tinto, caracterización, polifenoles, aromas, análisis sensorial.

## **RESUM**

El Fondellol és un vi noble produït en la Denominació d'Origen Alacant i la seua qualitat és mundialment reconeguda. Es elaborat amb raïm de Monastrell sobremadurat al cep, en la seua fermentació únicament intervenen rents autòctons i la riquesa alcohòlica adquirida es deguda, exclusivament, a la transformació del sucre present al most durant la fermentació. El procés de fermentació és molt llarg i la seua criança es realitza en tonells per mitjà d'un sistema de soleres amb una durada mínima de 10 anys.

---

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n. 46022. Valencia. España.

En aquest treball s'han caracteritzat els vins de Fondellol que existixen al mercat en funció de la seua composició polifenòlica i aromàtica i la seua valoració organolèptica trobant una certa heterogeneïtat per la qual es poden establir dos grups en funció de la composició en polifenols; u que es correspondria amb aquells vins molt marcats per l'envelliment, i un altre grup format per vins amb més carga polifenòlica degut a un procés més llarg de maceració y menys temps d'envelliment. Pel que fa a la composició aromàtica i a la seua avaluació sensorial, el vi amb més color i major temps de maceració es diferencia clarament de la resta de vins.

**PARAULES CLAU:** Fondellol, vi negre, caracterització, polifenols, aromes, anàlisi sensorial.

## **ABSTRACT**

Fondillon is a noble wine produced in the Designation of Origin Alicante, whose quality is recognized worldwide. It is made with grapes ripened on the vine Monastrell, only involved in fermentation yeasts and alcoholic acquired wealth is due exclusively to the transformation of sugar in the juice during fermentation. The fermentation process is very long and aged in barrels using a sill system with a minimum stay of 10 years. In this work we have characterized Fondillon wines that exist in the market based on its polyphenolic and aromatic composition and organoleptic assessment, finding a certain heterogeneity, two groups can be established according to their polyphenolic composition, one that corresponds to those wines very marked by aging, and a second group of wines with more polyphenols charge due to a longer and shorter maceration aging process. With respect to the aromatic composition and sensory evaluation, wine with more color and longer maceration is clearly different from other wines.

**KEYWORDS:** Fondillon, red wine, characterization, polyphenols, aroma, sensory analysis.

## 1. INTRODUCCION

El Fondillón es un tipo de vino dulce, añejo, elaborado en la provincia de Alicante, con una especial protección dentro de la Denominación de Origen Alicante, cuya calidad es mundialmente reconocida. Es, junto al Jerez, el Marsala, el Oporto, el Madeira y el Bunyols, uno de los vinos llamados fortificados o generosos que existen en el mundo y que son, por tanto, los únicos que tienen nombre propio.

El origen del Fondillón se debe al antiguo sistema de arrendamiento de las tierras, conocido como enfiutesis, se regía en que los agricultores no arrancaban las cepas viejas, dejando la recolección de estas viñas, de manera familiar, para el final de temporada. Como consecuencia de este peculiar sistema, se producía la sobremaduración de la uva en la cepa, adquiriendo una gran cantidad de azúcares que le proporcionaban su personalidad al vino. Además, las uvas eran pasificadas sobre cañizos al sol; y la fermentación y crianza se realizaba en los toneles más viejos de las bodegas durante largos períodos de tiempo. Tras la fermentación se obtenía un caldo que era utilizado para rellenar los barriles que contenían antiguas partidas de Fondillón, que habían sido vaciados en un tercio para su comercialización. De ahí el nombre del vino, ya que es obtenido gracias al “fondo” de los barriles que posteriormente eran colmatados con la nueva cosecha.

A comienzos del siglo XX, el vino Fondillón prácticamente desaparece por causa de la plaga de filoxera que arrasó los viñedos, agravándose en los años siguientes con la eliminación de terrenos de viñedos en esta zona de Alicante por la explosión demográfica y turística de la zona. El resurgimiento del vino Fondillón se dio en los años 50 cuando empezó a elaborarse de nuevo en las tierras del interior de la provincia de Alicante, especialmente en el Vinalopó.

El vino Fondillón, tiene algunas diferencias con el que se elaboraba siglos atrás en la Huerta de Alicante. Éstos eran rancios y dulces, de profundo color; siendo ahora, más abocados, y de color menos intenso, debido a las diferentes condiciones climáticas.

La composición de la uva está modulada por la variedad de uva, así como por las condiciones ambientales y culturales de la zona, también conocido como el "efecto terroir", dando lugar a vinos con características identificables y atribuidas al origen (DeLoire *et al.*, 2005).

La variedad utilizada para elaborar los vinos Fondillón es la Monastrell, cuyo origen 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. El peculiar proceso de elaboración de los vinos Fondillón da lugar a vinos característicos y diferenciados de otros, más marcados por la elaboración que por la variedad de procedencia; con un tono del violáceo al ámbar, con matices de teja a medida que envejece; es abocado o ligeramente dulce con aromas de pasa y madera noble; siendo su graduación alcohólica alta, estando especialmente recomendado como vino de postre o de aperitivo.

Una amplia variedad de métodos de análisis se han publicado para la caracterización de los productos. En el caso de los vinos, los controles meticulosos son requeridos en evaluar factores como una forma de evaluar la calidad y la detección de adulteraciones fraudulentas (Saurina, 2010).

La caracterización de los vinos basada en su composición ácida, aromática, polifenólica, etc., puede realizarse en función de la variedad de uva, la denominación de procedencia, el clima, el suelo, las prácticas de cultivo, las técnicas de elaboración, etc. (Aleixandre *et al.*, 2000; Álvarez *et al.*, 2003; Saurina, 2010; Soto *et al.*, 2011), utilizándose los perfiles de estos vinos como posibles descriptores de su calidad.

A pesar de ser uno de los vinos más antiguos del mundo, nunca se han caracterizado ni físico-química ni organolépticamente, tal como sucede con los vinos de Jerez desde 1987 (Martínez de la Osa *et al.*, 1987), realizándose ésta en función de su composición en aminoácidos (Botella *et al.*, 1990), aromática (Cortés *et al.*, 1998; Freitas *et al.*, 1999; Zea *et al.*, 2001; Ortega *et al.*, 2003, 2008) y polifenólica (Barón *et al.*, 1997; Fabios *et al.*, 2000). La caracterización aromática de los vinos de Oporto ha sido realizada por numerosos autores (Williams *et al.*, 1983; Freitas *et al.*, 1999), así como la relación entre la degradación de carotenoides y compuestos volátiles y su grado de envejecimiento (Silva *et al.*, 2008), y también en función del proceso de elaboración (Silva y Guedes, 2004). También se han caracterizado los vinos de Madeira en función de diversos parámetros aromáticos y polifenólicos, y de su tiempo de añejamiento (Pereira *et al.*, 2011). Los cambios en la concentración de ácidos grasos, ésteres, alcoholes superiores y compuestos fenólicos observados durante el envejecimiento de los vinos de Oporto, Jerez, Madeira y Marsala, permitió la predicción de su edad y su autenticación, encontrándose que aquellos compuestos volátiles más marcados por el envejecimiento son los responsables de su sabor (Pecorainoa *et al.*, 2008).

Las características varietales de las uvas, su grado de madurez, la técnica de elaboración y la de conservación de los vinos, influyen, no sólo en la composición polifenólica, sino también, en sus compuestos volátiles, teniendo una incidencia directa en los aromas del vino (Glories, 1991).

Los componentes polifenólicos presentan gran importancia en enología puesto que son los que dan al vino su color y gran parte de su sabor (Aleixandre y Álvarez, 2003). Tanto los antocianos como los flavanoles, merecen una especial atención en la elaboración y conservación de los vinos tintos, debido a que son los polifenoles que se encuentran en mayor concentración e influyen directamente a las características organolépticas de los vinos (Santos-Buelga y Rivas-Gonzalo, 1999; Flanzy, 2003).

Los compuestos aromáticos tienen una gran repercusión en la calidad del vino. El perfil del aroma depende de la composición química de la uva, que está influenciada por la variedad de vid, el clima y las prácticas vitícolas, junto con otros factores que intervienen en las técnicas de vinificación y almacenamiento (Pardo-García *et al.*, 2014; Câmara *et al.*, 2006).. Los aromas varietales están formados por un grupo complejo de sustancias que pueden estar presentes en

cualquiera de sus formas libres (moléculas volátiles) o como precursores (compuestos principalmente glucosídicos) (Günata *et al.*, 1985; Maicas y Mateo, 2005). Durante la vinificación y el envejecimiento, precursores glucosídicos pueden hidrolizar para liberar compuestos volátiles, afectando con ello el aroma del vino (Loscos *et al.*, 2010; Rodríguez-Bencomo *et al.*, 2013).

La caracterización de los vinos de Fondillón desde los distintos aspectos mencionados es un reto aún no abordado. Por tanto, en este trabajo se han caracterizado los vinos existentes en el mercado, en función de sus parámetros convencionales, de su composición polifenólica y aromática, y de su descripción organoléptica, relacionando su composición con el proceso de elaboración y crianza realizado.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Materia prima**

Para la realización de este estudio, se han analizado 10 vinos de Fondillón embotellados en 2013, que son los existentes en el mercado en este momento.

### **2.2. Composición de los vinos**

En estos vinos se han establecido su perfil aromático y su composición química, determinando para ello los parámetros convencionales, los parámetros polifenólicos y los compuestos volátiles.

Los métodos analíticos utilizados se recogen a continuación. Todas las analíticas se han realizado por triplicado.

#### **2.2.1. PARÁMETROS CONVENCIONALES**

Los parámetros convencionales analizados fueron grado alcohólico, acidez volátil y acidez total, concentración de azúcares reductores, pH, densidad, ácido tartárico, ácido málico, ácido cítrico, ácido láctico, glicerina, acetaldehído, y todos ellos se han determinado siguiendo los métodos oficiales de la UE (1977, 1979, 1981).

#### **2.2.2. COMPUESTOS POLIFENÓLICOS. PARÁMETROS RELACIONADOS CON EL COLOR**

##### **Intensidad Colorante y Matiz (Glories, 1978)**

El color del vino es uno de los atributos fundamentales para su caracterización, apreciación y calidad. Se determina sumando las densidades ópticas a 420, 520, 620 nm de la muestra sin diluir, que se corresponden con el color amarillo, rojo y azul, respectivamente.

El Matiz indica la importancia del color amarillo frente al color rojo. Se determina mediante la relación entre la absorbancia a 420 y 520 nm.

#### **Parámetros CIELab\* (Bakker *et al.*, 1986)**

Mediante este sistema se expresa el color en términos de magnitudes colorimétricas que se consideran como respuesta a un estímulo luminoso y se define con las coordenadas L\* (luminosidad), a\* (rojo) y b\* (amarillo).

El procedimiento consiste en una lectura directa de la muestra y una vez realizadas las lecturas el programa informático retorna los valores CIELab\*: a\* b\* L\* C\* H\* S\*.

#### **Concentración de Antocianos Coloreados (Ribéreau-Gayon y Stonestreet, 1965), (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1979)**

Los antocianos se encuentran en el vino, libres y combinados con otros compuestos, principalmente taninos. Los antocianos libres son decolorables por el SO<sub>2</sub> y varían su color en función del pH, así como una importante fracción de los antocianos combinados. Los métodos químicos de determinación de la concentración de antocianos se basan en esta propiedad de los antocianos de poder ser decolorados, siendo la concentración de estos antocianos una estimación bastante exacta de la cantidad total de antocianos presentes en los vinos.

#### **2.2.3. COMPUESTOS POLIFENÓLICOS. PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA CONCENTRACIÓN Y ESTADO DE LOS POLIFENOLES**

#### **Concentración de Antocianos Totales (Método de Puissant-León (Blouin, 1992))**

La concentración de antocianos totales se calcula determinando la absorbancia a 520 nm del vino previamente diluido en una solución acidulada con HCl 1M. El cálculo se realiza mediante una recta de calibrado utilizando como patrón distintas concentraciones de malvidina-3-glucósido.

#### **Índice de Polifenoles Totales (Ribéreau-Gayon y Stonestreet, 1966), (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1979)**

El Índice de Polifenoles Totales valora la totalidad de los compuestos polifenólicos de los vinos por medición de la absorbancia a 280 nm. El núcleo bencénico característico de los compuestos polifenólicos tiene su máximo de absorbancia a esta longitud de onda.

### **Determinación de polifenoles totales, flavonoides (FLV) y no flavonoides (NFLV) (Kramling y Singleton, 1969)**

La determinación permite el fraccionamiento entre fenoles flavonoides y no flavonoides. El método se basa en la reactividad del formaldehído en medio ácido, que actúa de puente en la reacción de condensación entre dos moléculas de flavonoides, que precipitan quedando en solución los fenoles no flavonoides. Los compuestos fenólicos no flavonoides que quedan en el sobrenadante se analizan basándose en la oxidación de su grupo fenol.

### **Catequinas (Pompei y Peri, 1971)**

Las catequinas son compuestos flavan-3-ol monómeros. El método utilizado para su determinación se basa en la capacidad de condensación de las catequinas con los compuestos carbonílicos en medio ácido. Se ha utilizado Vainillina en medio ácido (Vainillina clorhídrica), ya que es un aldehído relativamente estable a altas concentraciones de ácidos (Pompei y Peri, 1971). Por tanto, la reacción de la vainillina con las procinidinas da coloraciones menos intensas cuanto más elevado sea el grado de polimerización de los taninos, ya que son menores los puntos de ataques libres.

### **Ortodihidroxifenoles (Flanzy y Aubert, 1969)**

Los compuestos con estructura de ortodihidroxifenoles son los principales sustratos en las reacciones de oxidación que se producen en los vinos. En estas reacciones de oxidación, los compuestos ortodihidroxifenólicos se transforman en quinonas y como consecuencia se forman productos de condensación entre quinonas y ortodihidroxifenoles que conducen al oscurecimiento del vino. El método se basa en la interacción de las sustancias fenólicas ortodihidroxiladas con el reactivo de Arnou.

### **Taninos Condensados Totales (Ribéreau-Gayon y Stonestreet, 1966), (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1979)**

Llamamos taninos a diversos compuestos fenólicos que tienen como característica común que precipitan con las proteínas en solución, y que ralentizan o inhiben las acciones enzimáticas por combinación directa con su fracción proteica. El método de determinación utilizado se basa en la propiedad de las proantocianidinas o taninos condensados de ser transformables parcialmente en antocianidinas rojas por calentamiento en medio ácido.

### **Taninos Totales (Sarneckis *et al.*, 2006)**

La cuantificación de la totalidad de los taninos presentes en los vinos se llevó a cabo precipitando los taninos con metilcelulosa, ya que las interacciones

taninos-polímero dan como resultado un complejo insoluble, que precipita y se separa por centrifugación. La cantidad de taninos se determina restando la absorbancia a 280 nm de la muestra en la que han precipitado los taninos, de la A280 de la muestra que contiene la totalidad de los taninos.

#### **Índice de polivinilpirrolidona (PVPP), (Blouin 1977)**

El índice de polivinilpirrolidona indica el porcentaje de antocianos combinados con los taninos. La mayor concentración de combinaciones antociano-taninos justifica la mayor contribución de los antocianos al color, y sobre todo a su estabilidad, ya que evitan la oxidación de los antocianos y disminuyen la astringencia de los taninos (Blouin, 1977; Vivas y Glories, 1995).

#### **Índice de DMACH (Vivas *et al.*, 1994)**

Este índice se basa en la estimación del grado de polimerización de los taninos del vino, utilizando el aldehído p-dimetilaminoacetaldehído (D.M.A.C.H.). Este aldehído presenta una alta reactividad con los radicales fluoroglucinol C6 y C8 de las procianidinas, formando un compuesto que puede ser valorado por colorimetría. La reacción de las procianidinas con el DMACH dará lugar a menor coloración cuantas menos posiciones C6 y C8 permanezcan libres, y esto sucede cuando más elevado es su grado de polimerización.

#### **Índice de Etanol (Glories, 1984)**

El índice de etanol determina la proporción de taninos combinados con sales inorgánicas, péptidos y polisacáridos. Los taninos, en un medio fuertemente alcohólico, al combinarse con estos compuestos precipitan. Este índice sirve de orientación sobre determinadas características organolépticas ligadas a la sensación de “graso”, que aumenta con la edad del vino.

#### **Índice de Gelatina (Glories, 1978)**

El índice de gelatina valora el porcentaje de taninos capaces de reaccionar con las proteínas, es decir los taninos astringentes, que se precipitan con gelatina y se valoran por diferencia con respecto a los taninos condensados totales. El valor del Índice disminuye a medida que desciende la astringencia.

#### **2.2.4. COMPOSICIÓN AROMÁTICA (Herranz, 1999)**

Para la determinación de los compuestos aromáticos de los vinos se ha utilizado la técnica de la Cromatografía de Gases (HP 6890) con detección por ionización de llama. Este método se fundamenta en la separación de mezclas complejas basadas en la volatilidad y polaridad de los compuestos volátiles extraídos y concentrados presentes en el vino.

El método de extracción utilizado es el que propone Dolores Herranz (1999) basado en el propuesto por Cocito *et al.* (1995). La extracción se realiza con dietiléter y n-pentano, en un baño de ultrasonidos, inyectando en el cromatógrafo la disolución patrón y las muestras en la columna capilar HP-INNOWax (Crosslinked Polyethylene Glycol), instalada en el cromatógrafo de gases HP-6890.

#### 2.2.5. ANÁLISIS SENSORIAL

Se realiza un análisis sensorial de los vinos con el objeto de caracterizarlos. Los vinos son degustados por 10 catadores seleccionados, entrenados y controlados según las normas UNE 87024-1:1995(ISO 8586-1:1993), UNE 87013:1996 y UNE 87024-2:1996 (ISO 8586-2:1994). Se utilizó la sala de catas diseñada, siguiendo la Norma UNE-EN 8589:2010, evaluándose una serie de características, con puntuaciones del 1 al 10, de deficiente a excelente, respectivamente.

#### 2.3. Tratamiento Estadístico

El tratamiento estadístico de los resultados ha consistido en la realización de Análisis Discriminante. El paquete informático utilizado ha sido el STATGRAPHICS Plus 5.1 DEMO for Windows.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Caracterización del vino de 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 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	Coeficiente 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

### 3.2. Caracterización del vino Fondillón en función de los compuestos polifenólicos

#### 3.2.1. PARÁMETROS RELACIONADOS CON EL COLOR

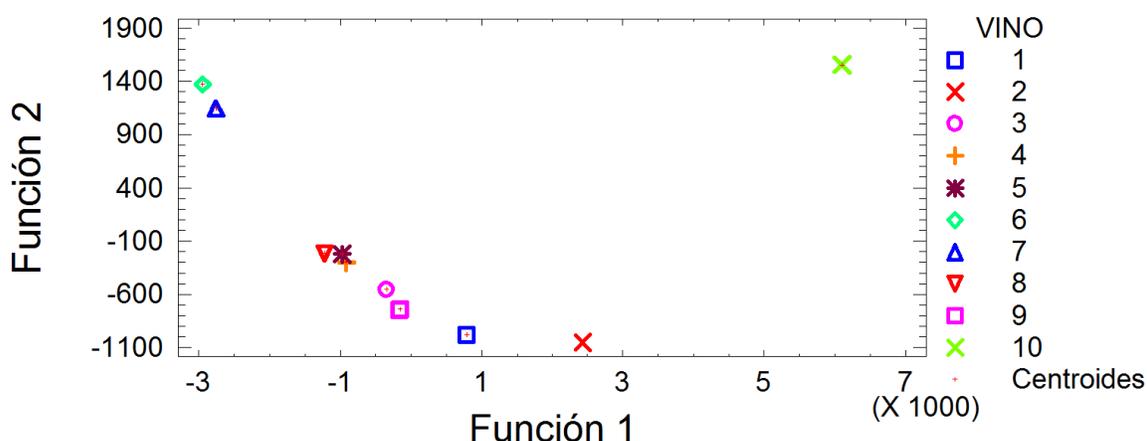
En la Tabla 2 se recogen los valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los parámetros relacionados con el color de los vinos estudiados.

**TABLA 2.** Valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los parámetros de color de los vinos.

Parámetros de Color	Valor Medio	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo	Coeficiente de Variación (%)
Absorbancia 420 nm	3,09	1,04	1,62	5,34	33,85
Absorbancia 520 nm	1,69	1,15	0,80	4,76	67,87
Absorbancia 620 nm	0,08	0,05	0,04	0,21	56,42
Intensidad Colorante	4,86	2,18	2,46	10,30	44,91
Antocianos coloreados (mg/L)	79,77	76,73	27,59	287,58	96,19
Matiz	211,20	49,63	110,56	282,74	23,50
L* (Luminosidad)	27,39	11,32	5,45	43,87	41,35
a* (Rojo/verde)	39,17	6,28	21,74	44,24	15,88
b* (Amarillo/azul)	46,09	18,54	9,12	71,51	40,23
C* (Croma)	62,52	14,49	33,02	82,62	23,18
h* (Tono)	45,78	13,02	15,99	59,94	28,44
S* (Saturación)	2,69	1,21	1,88	6,08	45,18

Podemos observar que en los vinos de Fondillón existen grandes diferencias relacionadas con el color, siendo los antocianos coloreados y los tonos rojos definidos por la absorbancia a 520 nm, los parámetros que marcan la diferencia en los vinos.

Para establecer si estas diferencias se manifiestan en la totalidad de los vinos, o en cambio se pueden establecer grupos en función del color, se ha realizado un Análisis Discriminante (Figura 1), encontrando que con las dos primeras funciones discriminantes explican el 99,28 % de la variabilidad, representando la primera el 90,32 % y la segunda el 8,96 %. Podemos ver que teniendo en cuenta la primera función discriminante, se establece una disposición espacial que está relacionada con los parámetros asociados a los tonos rojos, absorbancia a 520 nm e Intensidad Colorante, mientras que la segunda función discriminante separa los vinos en dos grupos, siendo el componente b, el h y la Intensidad Colorante los parámetros que mayor peso tienen en esta diferenciación, pudiendo atribuirse principalmente las diferencias a las distintas tonalidades azules de los vinos.



**FIGURA 1.** Análisis Discriminante de los parámetros de color de los vinos.

### 3.2.2. PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA CONCENTRACIÓN Y ESTADO DE LOS POLIFENOLES

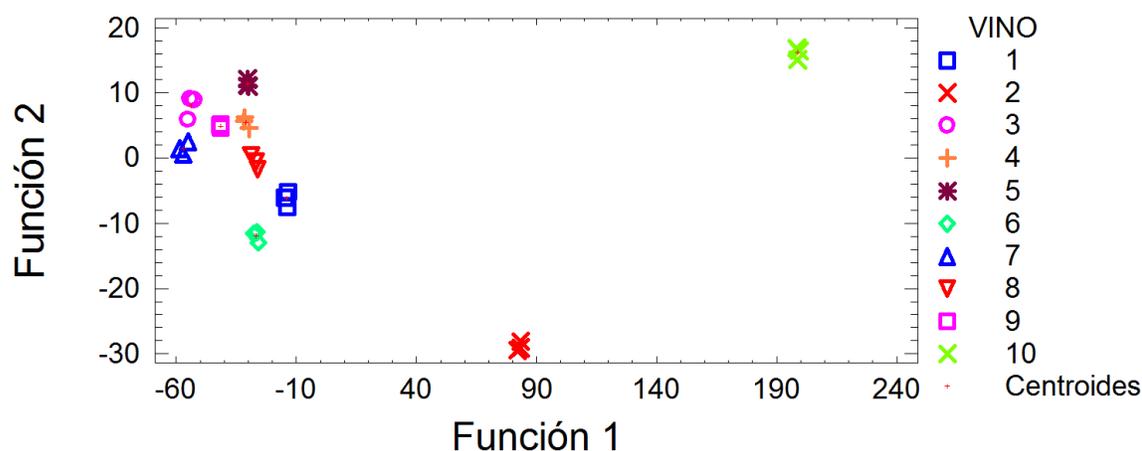
En la Tabla 3 se recogen los valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los parámetros relacionados con la concentración y estado de los polifenoles.

Tal como podemos observar, la astringencia de los taninos de estos vinos (definida por el Índice de gelatina), la concentración de compuestos no flavonoides, y la de flavonoides, presentan los menores porcentajes de variabilidad, caracterizando a estos vinos, mientras que los polifenoles totales, los ortodifenoles y los antocianos totales marcan las diferencias en estos vinos.

**TABLA 3.** Valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los parámetros relacionados con la concentración y estado de los polifenoles.

Parámetros relacionados con la concentración y estado de los polifenoles	Valor Medio	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo	Coeficiente Variación (%)
Antocianos Totales (mg/L)	102,42	75,11	39,17	311,53	73,34
IPT (mg/L)	43,57	11,30	29,20	72,65	25,94
Polifenoles Totales (mg/L ac. Gálico)	120,05	122,28	24,83	437,14	101,85
Flavonoides (mg/L ac. Gálico)	1085,73	143,96	937,70	1453,83	13,26
No Flavonoides (mg ác. Gálico/L)	965,67	33,13	912,87	1022,67	3,43
Catequinas (mg/L)	108,57	61,50	43,16	300,34	56,65
Ortodifenoles (mg/L catequina)	388,04	388,73	83,70	1369,00	100,18
Taninos condensados (mg/l)	170,59	86,04	100,57	408,64	50,44
Taninos Totales (mg/l)	242,36	83,51	177,78	481,63	34,45
Índice PVPP (%)	18,25	5,10	13,32	31,06	27,92
Índice de Dmach (%)	30,07	23,45	9,55	81,19	77,99
Índice de Etanol (%)	25,86	4,88	15,00	35,09	18,86
Índice de Gelatina (%)	11,46	1,82	6,54	14,56	15,90

Para establecer si estas diferencias pueden agrupar a los vinos en función de los parámetros relacionados con la concentración y estado de los polifenoles, se realiza un nuevo Análisis Discriminante (Figura 2).

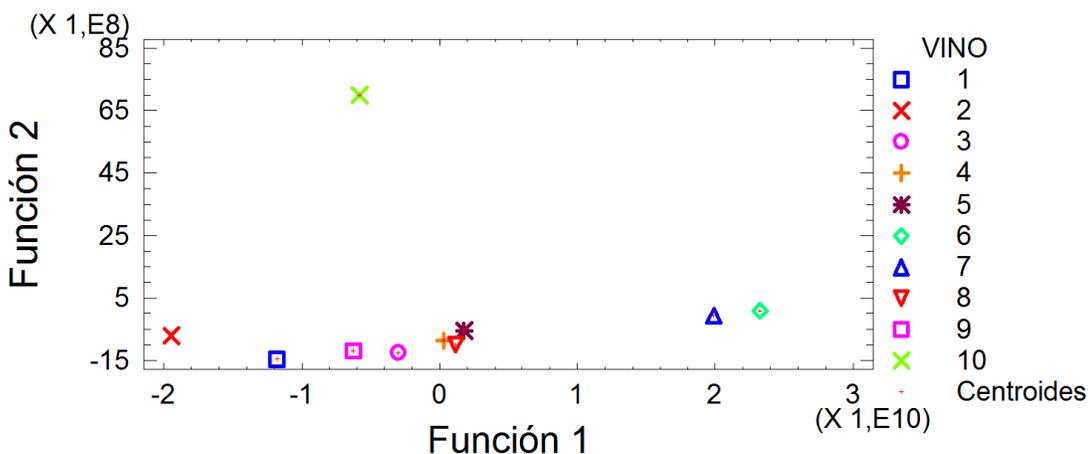


**Figura 2.** Análisis Discriminante de los parámetros relacionados con la concentración y estado de los polifenoles.

Las dos primeras funciones discriminantes encontradas explican el 98,10% de la variabilidad, representando la primera el 95,52% y la segunda el 2,58%. Teniendo en cuenta la primera función discriminante, podemos observar que se establece una disposición espacial que está relacionada con los parámetros

relacionados con la concentración de taninos totales y el grado de polimerización de los taninos, contemplado en el Índice de DMACH y que separa dos vinos del resto, mientras que la segunda función discriminante separa a un vino del resto en la disposición espacial, pudiendo atribuirse al estado de polimerización de los antocianos.

Por último, para establecer cómo se sitúan los vinos en función de su composición polifenólica, se realiza un Análisis Discriminante (Figura 3) con todos los parámetros definidos en las dos tablas anteriores, encontrando que las dos primeras funciones explican el 99% de la variabilidad, representando la primera el 96,46% y la segunda el 3,54%. Teniendo en cuenta la primera función discriminante, se establece una disposición espacial que separa a dos vinos del resto, relacionada con los parámetros del color rojo y azul ( $a^*$  y  $b^*$ ), mientras que la segunda función discriminante separa a un vino del resto, atribuyéndose a los parámetros relacionados con la absorbancia a 520 nm y a la concentración y estado de los polifenoles.



**Figura 3.** Análisis Discriminante de los parámetros relacionados con los compuestos polifenólicos.

### 3.3. Caracterización del vino Fondillón en función de los compuestos aromáticos

En la Tabla 4 se recoge los valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los compuestos aromáticos de los vinos estudiados.

Tal como se puede observar, son muchos los compuestos que caracterizan a los vinos de Fondillón, destacando algunos como el 1-propanol, Isovaleriato de etilo, Citronerol,  $\alpha$ -octolactona y Vainillina, que son los que marcan las diferencias entre ellos, ya que el coeficiente de variación es muy alto, lo que nos indica no solo que hay grandes diferencias en su concentración, sino incluso que hay vinos que no contienen esos compuestos.

**TABLA 4.** Valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los compuestos aromáticos de los vinos.

Concentración (mq/L)	Valor Medio	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo	Coefficiente de Variación (%)
Diacetal	1,745	0,933	0,154	3,137	53,465
Vainillina	1,135	1,388	0,255	5,830	122,290
$\beta$ -ionona	0,233	0,176	0	0,614	75,446
$\beta$ -damascenona	0,381	0,144	0	0,598	37,883
1-propanol	0,025	0,054	0	0,188	217,146
Cis-3-hexenol	1,545	0,359	0,744	2,060	23,249
Alcohol isoamilico	83,498	43,684	0,235	154,788	52,318
2-feniletanol	0,912	0,396	0,166	1,564	43,432
Etil-3-hidroxitirato	0,249	0,103	0,136	0,549	41,244
Isobutirato de etilo	1,374	0,515	0,123	2,473	37,464
Isovalerato de etilo	0,003	0,008	0	0,025	258,400
Acetato isoamilo	0,524	0,269	0,099	1,028	51,392
Hexanoato de etilo	8,268	2,498	4,377	14,536	30,207
Acetato de hexilo	0,210	0,129	0,089	0,532	61,450
Lactato de etilo	0,968	0,613	0,212	2,477	63,327
Decanoato de etilo	1,517	0,315	1,089	2,013	20,737
Succinato de dietilo	3,147	0,953	2,101	5,236	30,269
Glutarato de etilo	0,296	0,277	0	0,870	93,566
2-fenilacetato	0,224	0,179	0	0,624	80,122
Laurato de etilo	0,186	0,078	0,111	0,452	42,175
Linalol	0,159	0,147	0,049	0,494	92,846
Citronerol	0,161	0,310	0	1,420	192,928
2-metoxifenol	8,739	6,122	1,172	19,830	70,048
$\alpha$ -octolactona	0,157	0,359	0,000	1,159	229,173
4-etilguayacol	1,619	0,503	0,467	2,384	31,097
Theaspirane	0,169	0,078	0,000	0,291	46,104
Naftaleno	3,340	2,836	0	9,137	84,904
4-vinilfenol	1,525	0,262	1,057	2,026	17,188
Eugenol	1,229	1,105	0,138	3,597	89,869
Ácido decanoico	0,687	0,242	0,283	1,093	35,185

Para establecer si estas diferencias permiten agrupar a los vinos en función de los parámetros relacionados con la concentración de aromas, se realiza un Análisis Discriminante (Figura 4), encontrando que las dos primeras funciones discriminantes explican el 95,01% de la variabilidad, representando la primera el 72,62% y la segunda el 22,39%. Se puede ver que no hay una tendencia muy

clara para agruparlos, pero sí se observa que hay un vino distinto, debido a que los terpenos son bajos, y el 2-feniletanol y la Vainillina son altos, siendo principalmente estos compuestos los responsables de esta diferenciación.

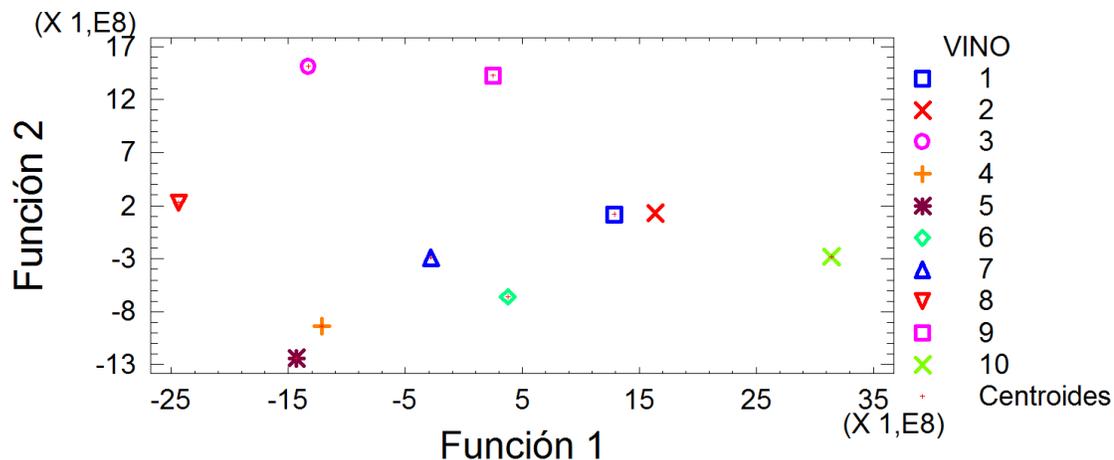


Figura 4. Análisis Discriminante de los compuestos aromáticos de los vinos

### 3.4. Caracterización del vino Fondillón en función del análisis sensorial

En la Figura 5 se recoge los valores medios de los atributos valorados en el análisis sensorial de los vinos de Fondillón.

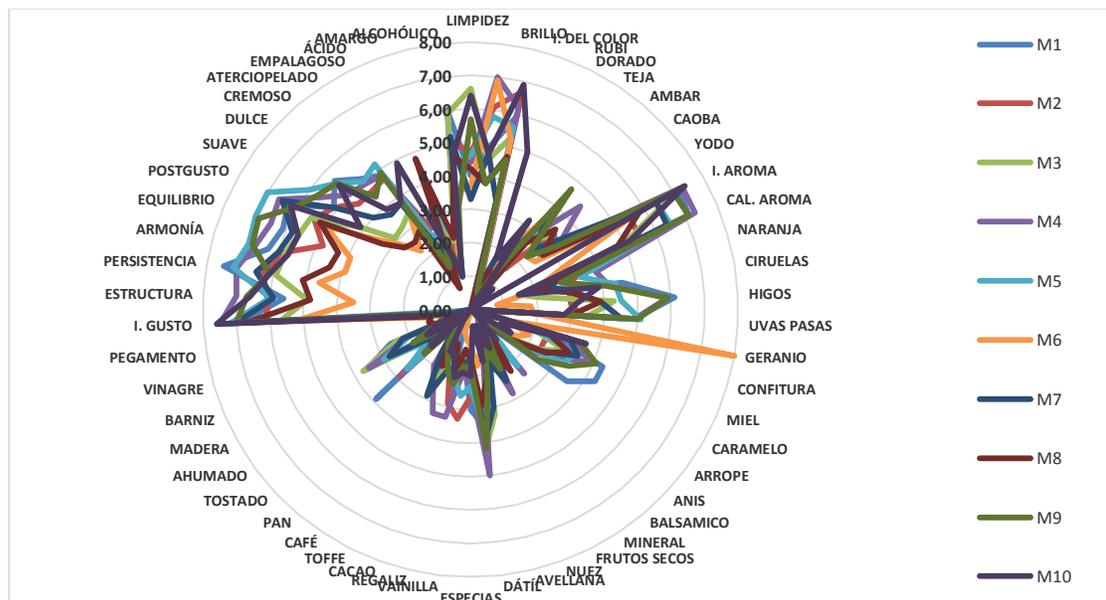
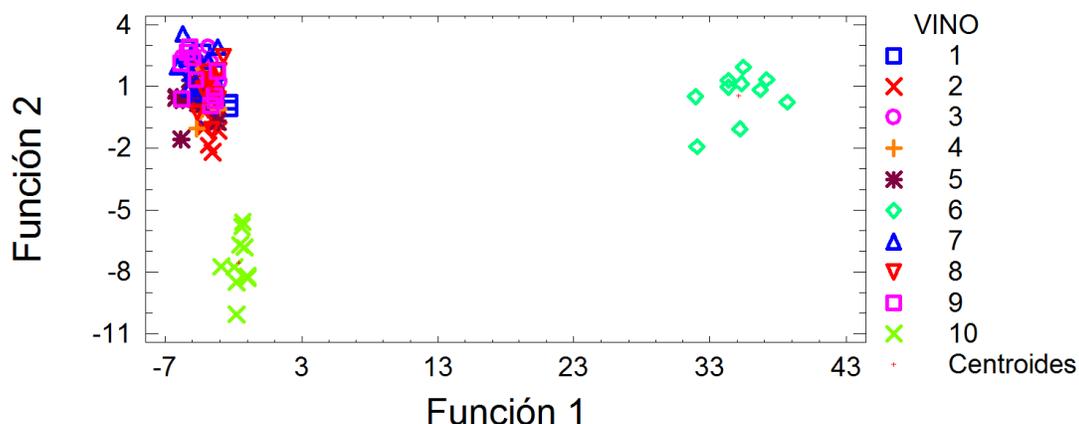


Figura 5. Valores medios de los atributos sensoriales de los vinos.

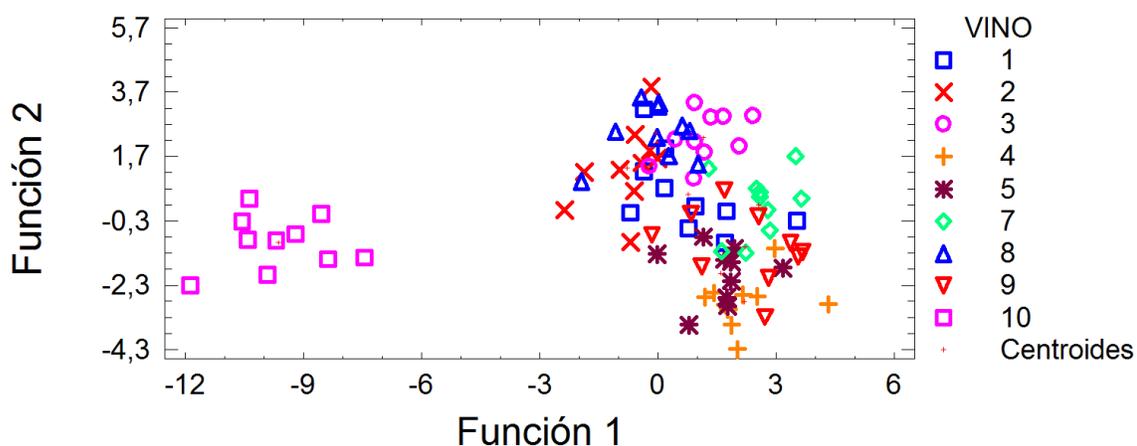
Se puede observar que vinos de Fondillón tienen perfiles sensoriales muy parecidos, aunque hay variación en la intensidad de las apreciaciones. Todos estos vinos se caracterizan por una elevada intensidad del gusto, del color y del aroma, con alta persistencia, armonía y equilibrio en boca. Podemos destacar que uno de los vinos presenta un defecto organoléptico, relacionado con el olor a geranio, consecuencia de una alteración bacteriana ocasionada por la utilización de ácido sórbico como conservante. Este vino como era de esperar es el menos puntuado en calidad del aroma, pero curiosamente también en cuanto a calidad del gusto, armonía, persistencia, equilibrio, etc., lo que hace pensar que esta situación es debida a que el defecto altera la composición del vino.

En la Figura 6 podemos apreciar como en el Análisis Discriminante realizado con los atributos sensoriales, conseguimos una perfecta diferenciación con las dos primeras funciones discriminantes, que explican el 94,76 % de la variabilidad, representando la primera el 90,23 % y la segunda el 4,53 %. El vino que presenta el defecto de olor a geranio se separa completamente del resto, ya que tiene valores positivos de la primera función discriminante, que está asociada a los parámetros comentados anteriormente, aroma de geranio, a la intensidad del aroma y al equilibrio del vino. La función 2, en cambio, diferencia el último de los vinos del resto, siendo los aromas a miel, dátil y regaliz los parámetros que mayor peso tienen en esta diferenciación.



**Figura 6.** Análisis Discriminante con los atributos sensoriales de los vinos.

Realizando un nuevo Análisis Discriminante en el que se ha eliminado el vino defectuoso (Figura 7), encontramos una situación similar, pudiendo establecer que los vinos se agrupan perfectamente, a excepción del vino 10 que presenta valores negativos para la primera función discriminante, que está asociada principalmente a la intensidad gustativa, aromática, el color rubí, y la estructura, y de forma negativa al gusto a miel y a dátil.



**Figura 7.** Análisis Discriminante del análisis sensorial de los vinos.

#### 4. CONCLUSIONES

Los vinos de Fondillón estudiados presentan un perfil heterogéneo, encontrándose principalmente diferencias entre ellos en los parámetros relacionados con la acidez, con la tonalidad roja, el grado de polimerización de sus taninos, la concentración de terpenoles, Vainillina y 2-feniletanol, y los atributos organolépticos intensidad del aroma, color, y estructura.

Uno de los vinos presentó un defecto relacionado con el olor a geranio, consecuencia de una alteración bacteriana ocasionada por la utilización de ácido sórbico como conservante. Este vino presenta un perfil organoléptico totalmente diferente a los otros, pero no se diferencia de los otros en su composición aromática ya que el 3-etoxi-3-5-hexadiolico no se ha determinado.

Con relación a la composición polifenólica, podemos clasificar la mayoría en un grupo en el que se incluyen vinos con menos color, una tonalidad más amarilla y un alto grado de polimerización de sus taninos, que corresponde a vinos poco macerados y con largos períodos de envejecimiento, y un segundo grupo formado por dos vinos con más color y más carga polifenólica debido a un proceso más largo de maceración y menor tiempo de envejecimiento.

En cuanto a la composición aromática hay un vino de los dos anteriores que se diferencia claramente de los demás, siendo la principal causa de su diferenciación su bajo contenido en terpenoles y elevado en Vainillina y 2-feniletanol.

Los perfiles sensoriales de los vinos son muy parecidos, con variación en la intensidad de las apreciaciones, caracterizándose por una marcada intensidad del gusto, del color y del aroma, con alta persistencia, armonía y equilibrio en boca. El mismo vino citado anteriormente se diferencia claramente del resto por su mayor intensidad aromática, su mayor estructura, color, y tonalidad rubí.

## 5. REFERENCIAS

- Aleixandre, J.L.; Álvarez, I. 2003. Tecnología enológica. Editorial Síntesis, S.A. Madrid.
- Aleixandre, J.L.; Lizama, V.; Álvarez, I. Et García, M.J. 2000. Contribución a la diferenciación de vinos tintos varietales de la Comunidad Valenciana a partir del contenido en alcoholes y polioles, *Food Science and Technology Internacional*, 6, (1), 39-45.
- Álvarez, I.; Aleixandre, J.L.; García, M.J.; Casp, A.; Zúnica, L. 2003. Geographical differentiation of white wines from three subzones of the designation of origin Valencia. *European Food Research and Technology*, 217,173–179.
- Bakker, J.; Bridle, P.; Timberlake, C. 1986. Tristimulus measurements (CIELAB 76) of port wines color. *Vitis*, 25, 67-78.
- Baron, R.; Mayen, M.; Merida, J.; Medina, M. 1997. Changes in phenolic compounds and browning during biological ageing of Sherry Wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 1682–1685.
- Blouin, J. 1977. Manual pratique d'analyse des moûts et des vins. Chamber d'Agriculture de la Gironde.
- Blouin, J. 1992. Techniques d'analyses des moûtes et des vins. Ed.Dujardin Salleron, 199-201.
- Botella, M. A.; Perez-Rodriguez, L.; Domecq, B.; Valpuesta, V. 1990. Amino acids content of fino, and oloroso sherry wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 41, 12-15.
- Câmara, J.S.; Alves, M.A.; Marques, J.C. 2006. Changes in volatile composition of Madeira wines during their oxidative agein. *Analytica Chimica Acta*, 563, 188-197.
- Cocito, C.; Gaetano, F.; Delfin, C. 1995. Rapid extraction of aroma compounds in must and wine by means of ultrasound. *Food Chemistry*, 52, 311-320.
- Cortes, M. B.; Moreno, J.; Zea, L.; Moyano, L.; 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.
- Deloire, A.; Vaudour, E.; Carey, V.; Bonnardot, V.; Van Leeuwen, C. 2005. Grapevine responses to terroir: A global approach. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 39, 149-162.
- Fabios, M.; Lopez-Toledano, A.; Mayen, M.; Merida, J.; Medina, M. 2000. Phenolic compounds and browning in Sherry wines subjected to oxidative and biological ageing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6), 2155–2159.
- Flanzy, C. 2003. Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- Flancy, M. y Aubert S. 1969. Evaluation of phenolic compounds in white wines. A comparative study of some wines from *vitis vinifera* and from interspecific direct-producer hybrids. *Annales deTechnologie Agricole*, 18, 27-44.
- Freitas, V.; Ramalho, P.; Azevedo, Z.; 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.
- Glories, Y., 1978. Recherches sur la matière colorante des vins rouges. Thèse a L'Université de Bordeaux II.
- Glories, Y. 1984a. La couleur des vins rouges. Les equilibres des anthocyanes et des tannins. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 18(3), 195-217.
- Glories, Y. 1984b. La couleur des vins rouges. Mesure, origine et interpretation. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 18(4), 253-271.
- Glories, Y. 1991. Phénomènes oxydatifs liés a la conservation sous bois. *Journal International Sciences de la Vigne et du Vin: le bois et la qualité des vins eaux-devie (special issue)*, 93-104.
- Günata, Y.Z.; Bayonove, C.L; Baumes, R.L.; Cordonnier, R.E. 1985. The aroma of grapes. Extraction and determination of free and glycosidically bound fractions of some grape aroma components. *Journal of chromatography A*, 331, 83-90.

- Herranz, M. D. 1999. Características de calidad de vinos blancos jóvenes varietales de zalema. Tesis doctoral. Facultad de farmacia. Sevilla.
- Kramling, T.E.; Singleton, V.L. 1969. An estimate of nonflavonoid phenols in wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 20, 86-92.
- Loscos, N.; Hernández-Orte, P.; Cacho, J.; Ferreira, V. 2010. Evolution of the aroma composition of wines supplemented with grape flavor precursors from different varietals during accelerated wine ageing. *Food Chemistry*, 120, 205-216.
- Maicas, S.; Mateo, J.J. 2005. Hydrolysis of terpenyl glycosides in grape juice and other fruit juices: A review. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 67, 322-335.
- Martínez de la Ossa, E.; Pérez, L.; Caro, I. 1987. Variations of the major volatiles through agings of Sherry. *American Journal of Enology and Viticulture*, 38(4), 321-325.
- Ortega, A. F.; López-Toledano, A.; Mayen, M.; Merida, J.; 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.; 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.
- Pardo-García, A.I.; Serrano de la Hoz, K.; Zalacain, A.; Alonso, G.L.; Salinas, M.R. 2014. Effect of vine foliar treatments on the varietal aroma of Monastrell wines. *Food Chemistry*, 163, 258-266.
- Pecoraino, G.; Scalicib, L.; Avello, G.; Ceraulob, L. 2008. Distribution of volatile organic compounds in Sicilian groundwaters analysed by head space-solid phase micro extraction coupled with gas chromatography mass spectrometry. *Water Research*, 42, 3563-3577.
- Pereira, A.C.; Reis, M.S.; Saraiva, P.M.; 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.
- Pompei, C.; Peri, C. 1971. Determination of catechins in wines. *Vitis*, 9, 312-316.
- Riberau-Gayón, P.; Stonestreet, E. 1965. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. *Bulletin de la Société Chimique de France*, 9, 119-142.
- Riberau-Gayón, P.; Stonestreet, E. 1966. *Analytica Chimica Acta*, 48, 188-196.
- Riberau-Gayón, J.; Peynaud, E.; Sudraud, J.; Riberau-Gayón, P., 1979. Ciencias y técnica del vino. Tome I: Análisis y control de los vinos. Editorial Interamericana.
- Rodríguez-Bencomo, J.J.; Selli, S.; Muñoz-Gonzalez, C.; Martín-Alvarez, P.J.; Pozo-Bayon, M.A. 2013. Application of glycosidic aroma precursors to enhance the aroma and sensory profile of dealcoholised wine. *Food Research International*, 51, 450-457.
- Santos-Buelga, C.; Rivas-Gonzalo, J.C., 1999. Avances en la química del color de vinos tintos. Jornadas científicas 99. Grupos de investigación enología. 17-19 mayo, Zaragoza.
- Sarneckis, C. J.; Damberg, R. G.; Jones, P.; Mercurio, M.; Herderich, M. J.; Smith, P. A. 2006. Quantification of condensed tannins by precipitation with methyl cellulose: development and validation of an optimized tool for grape and wine analysis. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 12, 39-49.
- Saurina, J. 2010. Characterization of wines using compositional profiles and chemometrics. *Trends in Analytical Chemistry*, 29, 3, 234-245.
- Silva Ferreira, A.C.; Guedes de Pinho, P. 2004. Nor-isoprenoids profile during Port wine ageing: influence of some technological parameters. *Analytica Chimica Acta*, 513, 169-176.
- Silva Ferreira, A.C.; Monteiro, J.; Oliveira, C.; Guedes de Pinho, P. 2008. Study of aromatic compounds in Port wines from carotenoid degradation. *Food Chemistry*, 110, 83-87.
- Soto, E.; Vázquez, S.; Segade, R.; Cortes, D. 2011. Classification of red and white wines by denomination of origin according to phenolic composition and colour characteristics and correlation with standard parameters. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 542-548.
- 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).
- Vivas, N.; Glories, Y. 1995. Racking of red wine matured in barrels. A tentative classification of racking techniques. *Australian and New Zealand Wine Industry Journal*, 10, 241-243.

- Vivas, N.; Glories, Y.; Lagune, L.; Saucier, C., 1994. Estimation du degré de polymérisation des procyanidines du raisin et du vin par la méthode au p-diméthylaminocinnamaldehyde. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 28, 4, 319-336.
- Williams, A.A.; Lewis, M.J.; 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.; Medina, M. 2001. Discrimination of the aroma fraction of Sherry wines obtained by oxidative and biological ageing. *Food Chemistry*, 75, 79-84.