



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA  
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL

# INFLUENCIA DEL TIPO DE DEPÓSITO EN LA EVOLUCIÓN DE LOS COMPUESTOS POLIFENÓLICOS Y AROMÁTICOS DE UN VINO TINTO DE LA VARIEDAD TEMPRANILLO

**TRABAJO FIN DE MASTER**

Presentado por:

Abdrakhmanova Saule

Dirigido por:

Dra. Álvarez Cano M<sup>a</sup> Inmaculada

Dra. García Esparza M<sup>a</sup> José

Valencia, julio de 2012

# **INFLUENCIA DEL TIPO DE DEPÓSITO EN LA EVOLUCIÓN DE LOS COMPUESTOS POLIFENÓLICOS Y AROMÁTICOS DE UN VINO TINTO DE LA VARIEDAD TEMPRANILLO**

Abdrakhmanova, S.; Álvarez, I.<sup>1</sup>; García, M.J.<sup>1</sup>

## **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la influencia del tipo de depósito en la conservación y en la evolución de compuestos polifenólicos y aromas de un vino de Tempranillo. Para ello se realizó el seguimiento de los vinos en depósitos de acero inoxidable, hormigón y madera durante ocho meses, determinándose la composición del vino inicial, a los cuatro y a los ocho meses de conservación. Los resultados muestran un mayor contenido en antocianos, taninos, polifenoles totales y grado de polimerización de los taninos en los vinos conservados en barricas, así como una mayor estabilización de la materia colorante y una mayor astringencia con relación a los conservados en acero inoxidable, situándose los de hormigón en una posición intermedia. En cuanto a los compuestos aromáticos, determinados por cromatografía de gases, se ha observado que el tiempo de conservación provoca la pérdida de algunos esteres importantes, responsables de los aromas afrutados de los vinos jóvenes, siendo esta pérdida menos acusada cuando la conservación tiene lugar en depósitos de acero inoxidable. La crianza de los vinos en bodega de roble da lugar a la aparición de los aromas terciarios, incrementando significativamente la intensidad y calidad aromática de los vinos, y este hecho junto con el mejor comportamiento cuantitativo y cualitativo de los polifenoles de los vinos conservados en bodega, es el motivo por el cual estos vinos son mejor valorados organolépticamente.

**PALABRAS CLAVE:** vino, Tempranillo, acero inoxidable, depósito hormigón, barricas, polifenoles, compuestos volátiles, análisis sensorial.

## **RESUM**

L'objectiu d'aquest treball ha sigut estudiar la influència del tipus de depòsit en la conservació i en l'evolució de compostos polifenòlics i aromes d'un vi de Tempranillo. Per a aconseguir l'objectiu es va realitzar el seguiment dels vins en depòsits d'acer inoxidable, formigó i fusta durant huit mesos, determinant la composició del vi inicial, als quatre i als vuit mesos de conservació. Els resultats mostren un major contingut en antocians, tanins, polifenols totals i grau de polimerització dels tanins als vins conservats en bótes, així com una major estabilització de la matèria colorant i una major

---

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo. Departamento de Tecnología de los Alimentos, Unidad de Enología, Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, s/n. 46071. Valencia. España.

astringència en relació als conservats en acer inoxidable, situant-se els de formigó en una posició intermèdia. Pel que fa als compostos aromàtics, determinats per cromatografia de gasos, s'ha observat que el temps de conservació provoca la pèrdua d'alguns èsters importants, responsables dels aromes afruitats dels vins joves. Aquesta pèrdua és menys acusada quan la conservació té lloc en dipòsits d'acer inoxidable. La criança dels vins en bóta de roure dóna lloc a l'aparició dels aromes terciàries, incrementant significativament la intensitat i qualitat aromàtica dels vins. Aquest fet juntament amb el millor comportament quantitatiu i qualitatiu dels polifenols dels vins conservats en bóta, és el motiu pel qual aquests vins són millor valorats organolèpticament.

PARAULES CLAU: vi, Tempranillo, acer inoxidable, dipòsit formigó, bótes, polifenols, compostos volàtils, anàlisi sensorial.

## **ABSTRACT**

The aim of this study is to investigate the influence of different types of deposits in the conservation and evolution of polyphenolic compounds and aromas of a wine from Tempranillo. This was followed up of wines in stainless steel tanks, concrete and wood for eight months, determining the composition of the initial wine, four and eight months of storage. The results show a higher content of anthocyanins, tannins, total phenolics and degree of polymerization of tannins in wines stored in barrels. Also further stabilization of the pigments and greater astringency compared with the wine kept in stainless steel, standing the wines stored in concrete tanks in an intermediate position. As for the aromatic compounds, determined by gas chromatography, it was observed that the storage time directly influence the loss of some important esters responsible for fruity flavors of young wine. When the storage takes place in stainless steel tanks, the loss of esters decreases. The aging of wines in oak barrels results in the appearance of tertiary aromas, which increase significantly the aromatic intensity and quality of wines. This fact along with the best quantitative and qualitative behavior of the polyphenols in the wine stored in barrels, is the reason why these wines are best valued organoleptically.

KEY WORDS: wine, Tempranillo, stainless steel, concrete tank, barrels, polyphenols, volatile compounds, sensory analysis.

## INTRODUCCIÓN

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). Además de ello, los compuestos fenólicos de los vinos tienen propiedades terapéuticas, contribuyendo a frenar los procesos de trombosis, inhibiendo la agregación plaquetaria, la peroxidación de lípidos o la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad, por su naturaleza antioxidante (Canals et al., 2008).

Durante la conservación y el envejecimiento de los vinos, los antocianos desaparecen gradualmente y dan lugar a pigmentos nuevos y más estables, que son responsables del color final del vino. Estos pigmentos se forman por el menor o mayor grado de pardeamiento de los flavanoles (Nagel y Glories, 1991), la condensación directa antociano-tanino y la copigmentación, en función de la composición fenólica del vino, de su pH, temperatura, disponibilidad de acetaldehído y anhídrido carbónico, y de su contenido en anhídrido sulfuroso (Brouillard y Dangel, 1994, Glories, 1991).

En la composición final de los vinos es determinante la composición polifenólica de las uvas (Aleixandre Benavent, 1999). Para elaborar un vino de intenso color rojo, con elevada concentración tánica sin excesiva astringencia, es necesario que la materia prima presente una elevada concentración de las moléculas responsables del color y del cuerpo del vino, antocianos y taninos, pero es imprescindible una adecuada técnica de vinificación que permita su correcta extracción (Zamora, 1998) y una crianza o envejecimiento (conservación) que los estabilice y permita mantener estos compuestos fenólicos en los vinos (Paronetto, 1977).

La concentración polifenólica en el vino varía en función de la tecnología empleada en la vinificación y conservación, aunque la composición polifenólica depende de la uva y de sus factores genéticos, ambientales y culturales (Flanzy, 2003). Los métodos de vinificación influyen, por una parte sobre fenómenos físicos como la difusión de compuestos desde las partes sólidas hacia el mosto, y por otra parte, sobre los fenómenos bioquímicos y químicos en los cuales están implicados los polifenoles (Llaudy et al., 2008). La aplicación de diferentes materiales en el proceso de conservación condiciona también el comportamiento de los compuestos polifenólicos (Peynaud, 1999). El acero inoxidable no muestra influencia en la evolución de los polifenoles debido a sus características de inercia y estanqueidad, mientras que la madera estabiliza los polifenoles durante la fermentación, crianza y conservación debido al efecto polimerizante del oxígeno que entra a través de sus poros (Zamora, 2003). También los depósitos de hormigón sin inertizar permiten una mínima entrada de oxígeno, una cierta microoxigenación, que puede contribuir también a la estabilización del contenido polifenólico de los vinos (García et al., 2005). Distintos estudios han puesto de manifiesto que la aplicación de oxígeno en

mínimas cantidades acelera la estabilización del color y la desaparición de la astringencia, ya que facilita la combinación de los antocianos y taninos mediante uniones mediadas por el acetaldehído que se forma por oxidación del etanol (Canals 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 sus compuestos volátiles, teniendo una incidencia directa en los aromas del vino. Durante la conservación de los vinos se forman aromas terciarios por hidrólisis de los terpenos y por reacciones entre los distintos componentes del vino, volátiles y no volátiles. Además, la bodega de madera modifica la composición aromática de los vinos por aporte de compuestos volátiles procedentes de la madera de roble como las  $\beta$ -metil-octalactonas, que incrementan los aromas especiados de los vinos (Glories, 1991). Durante la conservación en otros materiales, como el acero inoxidable y el hormigón, también puede producirse una cierta microoxigenación que favorece las reacciones de hidrólisis y por tanto la formación de aromas terciarios (Rapp y Mandery, 1986).

Este trabajo pretende determinar si existen diferencias en el comportamiento de un vino tinto de Tempranillo conservado en depósitos de acero inoxidable, depósitos de hormigón y bodegas de madera de roble americano, determinando la evolución de los compuestos polifenólicos y aromáticos, con la finalidad de valorar objetivamente la técnica de conservación que de lugar al vino de mayor calidad.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Materia prima**

Para la realización de este estudio se parte de uvas de la variedad Tempranillo procedentes de una parcela de San Antonio, en la Denominación de Origen Utiel-Requena. Las uvas se fermentaron en un depósito de 10.000 litros siguiendo la metodología tradicional de vinificación en tinto, fermentando y macerando a 28 °C durante 10 días, realizándose la fermentación maloláctica a continuación de la alcohólica. Tras acabar la fermentación maloláctica, se determinó la composición polifenólica y aromática del vino, y se trasegó éste a tres depósitos de acero inoxidable de 1.000 litros, tres depósitos de hormigón de 1.000 litros y tres bodegas de roble americano de 225 litros. En estos recipientes se realizó la conservación de los vinos durante un período de 8 meses, determinándose su composición a los 4 y 8 meses.

### **Métodos analíticos**

Se analizan los siguientes parámetros polifenólicos y aromáticos en el vino una vez concluida la fermentación, a los 4 y a los 8 meses. Todas las determinaciones se han realizado por triplicado

#### INTENSIDAD COLORANTE Y MATIZ (Glories, 1978)

La intensidad colorante 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.

#### ÍNDICE DE POLIFENOLES TOTALES (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, la longitud de onda a que escinde el grupo fenol. El núcleo bencénico característico de los compuestos polifenólicos tiene su máximo de absorbancia a esta longitud de onda.

#### ANTOCIANOS TOTALES (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.

#### TANINOS CONDENSADOS TOTALES (Ribéreau Gayon et al., 1979)

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. Este calentamiento conduce a la ruptura de ciertas uniones y a la formación de carbocationes que se transforman parcialmente en cianidina y catequinas si el medio es suficientemente oxidante (reacción de Bete-Smith). Esta reacción tiene lugar tanto con las formas monómeras (catequinas) como con las formas polimerizadas (proantocianidinas), en este último caso la reacción provoca la ruptura por hidrólisis de ciertas uniones que luego se transforman en antocianidinas, y son éstas las que se determinan por medición colorimétrica.

#### 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.

#### 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 de adición que puede ser valorado por colorimetría. La reacción de las procianidinas con el p-dimetilaminoacetaldehído dará lugar a una coloración menos elevada cuantas menos posiciones C6 y C8 permanezcan libres, y esto sucede cuando más elevado es el grado de polimerización de los taninos.

#### ANÁLISIS DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES (Herranz, 1999)

El análisis de los compuestos volátiles se ha efectuado por Cromatografía de gases (HP 6890) con detección por ionización de llama. Se determina por la separación de mezclas complejas basadas en la volatilidad y polaridad de los compuestos volátiles extraídos y concentrados presentes en el vino.

#### **Análisis sensorial**

Se ha realizado un análisis sensorial de los vinos a los 4 y 8 meses de conservación, con el objetivo de establecer si existen diferencias organolépticas detectables entre los vinos conservados en los distintos tipos de depósitos. Los vinos han sido catados por 6 catadores entrenados en una sala de catas diseñada siguiendo la norma UNE-EN 8589:2010, evaluándose los descriptores color, intensidad aromática, calidad aromática, amargor, astringencia, estructura, calidad gustativa y evaluación global, con una puntuación de 1 a 7, de deficiente a excelente, respectivamente. La evaluación sensorial. Los jueces fueron seleccionados, entrenados y controlados según las normas UNE 87013:1996, UNE 87024-1:1995 (ISO 8586-1:1993) y UNE 87024-2:1996 (ISO 8586-2:1994).

#### **Tratamiento estadístico**

El tratamiento estadístico de los resultados se ha realizado mediante el paquete informático STATGRAPHICS Plus 5.1 DEMO for Windows. Se han realizado análisis multifactor ANOVA para determinar la influencia del tipo de depósito en la composición final de los vinos, estableciéndose la existencia o no de diferencias significativas entre los parámetros polifenólicos y aromáticos de los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y en barricas de madera, y en su caso se han establecido la naturaleza de estas diferencias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Evolución de la composición fenólica durante la conservación del vino en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de madera.

Las tablas 1 y 2 recogen respectivamente la concentración de antocianos totales y taninos, en el vino de Tempranillo después de la fermentación, y a los 4 y 8 meses de conservación en los distintos tipos de recipientes.

**TABLA 1.** Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de antocianos totales en los vinos de Tempranillo

Antocianos Totales	Inicial		4 meses		8 meses	
Depósito	575,87 ± 0,00	Aa	449,20 ± 3,01	Ba	408,60 ± 8,76	Ca
Hormigón	575,87 ± 0,00	Aa	471,70 ± 9,50	Bb	469,90 ± 8,35	Bb
Barricas	575,87 ± 0,00	Aa	466,60 ± 13,4	Bb	444,40 ± 10,18	Cb

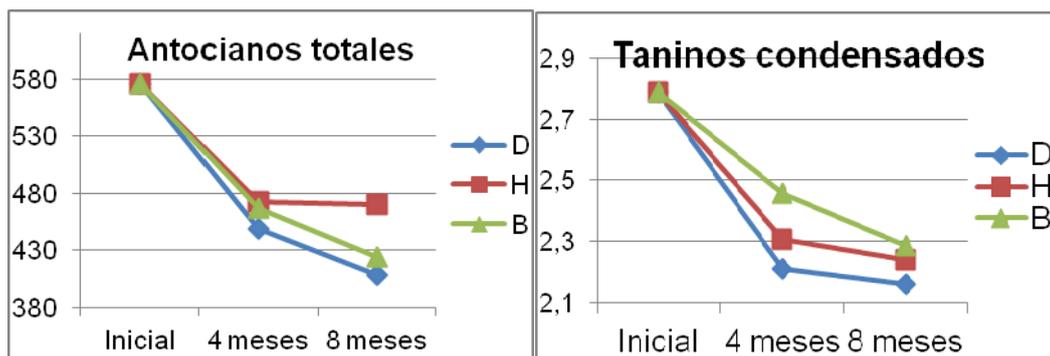
Distinta letra mayúscula en la misma fila indica diferencias significativas en la evolución de los vinos  
Distinta letra minúscula en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos

**TABLA 2.** Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de taninos condensados en los vinos de Tempranillo

Taninos Condensados	Inicial		4 meses		8 meses	
Depósito	2,78 ± 0,00	Aa	2,21 ± 0,09	Ba	2,16 ± 0,01	Ca
Hormigón	2,78 ± 0,00	Aa	2,31 ± 0,26	Bab	2,24 ± 0,11	Bab
Barricas	2,78 ± 0,00	Aa	2,45 ± 0,17	Bb	2,28 ± 0,10	Bb

Distinta letra mayúscula en la misma fila indica diferencias significativas en la evolución de los vinos  
Distinta letra minúscula en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos

Los resultados muestran una mayor concentración de antocianos y taninos en los vinos iniciales ya que durante la conservación se produjeron modificaciones y precipitaciones de polifenoles que ocasionaron el descenso de su concentración a lo largo de la conservación (Figura 1). El ANOVA pone de manifiesto que a los 4 y 8 meses de conservación del vino no existe diferencias significativas en la concentración de antocianos del vino conservado en depósitos de hormigón y barrica de madera, pero si entre estos dos y los depósitos de acero inoxidable. La concentración de taninos condensados es superior en los vinos conservados en barricas de madera, e inferior en los depósitos de acero inoxidable. La mayor concentración de antocianos y taninos en los depósitos de hormigón y barricas de madera, puede ser debida a la microoxigenación producida en estos recipientes, que ocasiona la oxidación del etanol a etanal, actuando este de puente de unión entre antocianos y taninos, dando lugar a polímeros más estables a la pérdida por precipitación (Canals et al., 2008).



**FIGURA 1.** Evolución de antocianos totales y taninos condensados en los vinos de Tempranillo a lo largo de la conservación

Las tablas 3 y 4 muestran la Intensidad Colorante y el Matiz en los vinos de Tempranillo en el vino inicial, y a los 4 y 8 meses de conservación.

**TABLA 3.** Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante en los vinos de Tempranillo

IC	Inicial		4 meses		8 meses	
Depósito	16,42 ± 0,00	Aa	15,55 ± 0,08	Ba	14,05 ± 0,01	Ca
Hormigón	16,42 ± 0,00	Aa	14,84 ± 0,07	Bb	13,49 ± 0,65	Cb
Barricas	16,42 ± 0,00	Aa	15,12 ± 0,86	Bc	14,78 ± 0,06	Cc

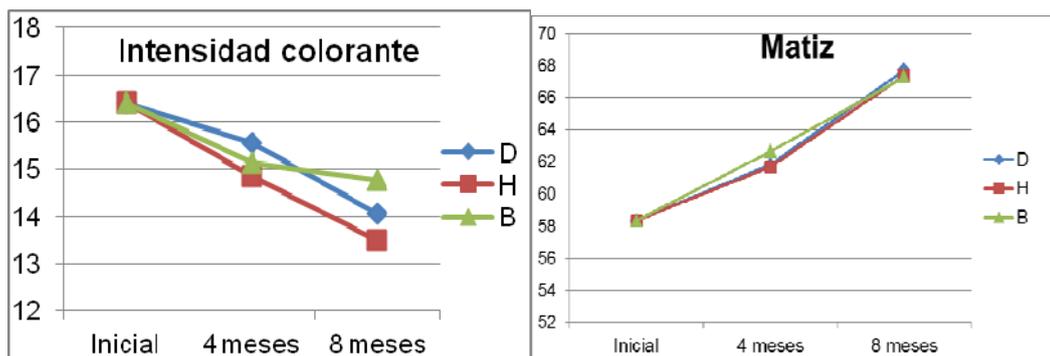
Distinta letra mayúscula en la misma fila indica diferencias significativas en la evolución de los vinos  
Distinta letra minúscula en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos

**TABLA 4.** Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Matiz en los vinos de Tempranillo

Matiz	Inicial		4 meses		8 meses	
Depósito	58,34 ± 0,00	Aa	61,84 ± 0,00	Aa	67,73 ± 0,11	Ba
Hormigón	58,34 ± 0,00	Aa	61,69 ± 0,11	Aa	67,39 ± 0,67	Ba
Barricas	58,34 ± 0,00	Aa	62,65 ± 0,06	Bb	67,30 ± 0,26	Ca

Distinta letra mayúscula en la misma fila indica diferencias significativas en la evolución de los vinos  
Distinta letra minúscula en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos

Podemos observar una mayor Intensidad Colorante (Figura 2) en el vino inicial, ya que este parámetro disminuye paralelamente a la concentración de antocianos durante la conservación. A los 4 y 8 meses el color es superior en los vinos conservados en barricas de madera, e intermedio en los de hormigón, a diferencia de lo observado para los antocianos. La mayor microoxigenación de las barricas, además de minimizar las pérdidas de polifenoles, dio lugar a un color más estable, con una menor pérdida durante la conservación a la observada en depósitos de acero inoxidable y hormigón. Prácticamente no se observan diferencias en el matiz de estos vinos.



**FIGURA 2.** Evolución de Intensidad Colorante y Matiz en los vinos de Tempranillo a lo largo de la conservación

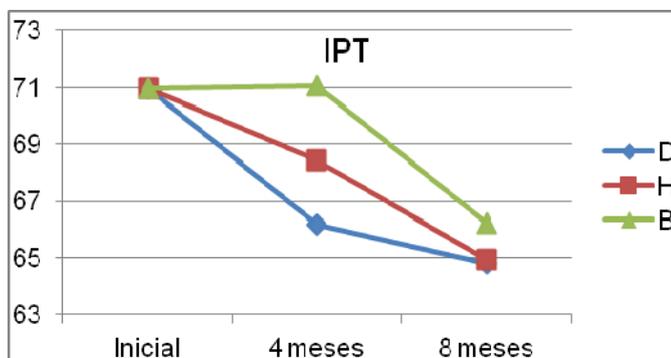
La tabla 5 muestra el Índice de Polifenoles Totales (IPT) en los vinos de Tempranillo después de la fermentación, a los 4 y 8 meses de conservación en los distintos tipos de depósitos.

**TABLA 5.** Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales (IPT) en los vinos de Tempranillo

IPT	Inicial	4 meses	8 meses
Depósito	70,98 ± 0,00 Aa	66,17 ± 1,18 Ba	64,77 ± 1,59 Ca
Hormigón	70,98 ± 0,00 Aa	68,43 ± 1,64 Bb	64,91 ± 1,22 Ca
Barricas	70,98 ± 0,00 Aa	71,06 ± 1,49 Ac	66,20 ± 1,02 Bb

Distinta letra mayúscula en la misma fila indica diferencias significativas en la evolución de los vinos  
Distinta letra minúscula en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos

Podemos observar que el Índice polifenoles totales (Figura 3) desciende durante la conservación, tal como observamos para antocianos y taninos, que son los polifenoles mayoritarios. A los 4 meses es superior en los vinos conservados en barricas e intermedio en los de hormigón; en cambio, a los 8 meses la concentración total de polifenoles es ligeramente superior en los vinos conservado en barrica, siendo esta pérdida menor que la observada en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable y hormigón.



**FIGURA 3.** Evolución del Índice Polifenoles Totales en los vinos de Tempranillo a lo largo de la conservación

Las tablas 6 y 7 muestran el grado de polimerización de los taninos determinado por el Índice de DMACH, y la astringencia de los taninos valorada mediante el Índice de Gelatina, en los vinos de Tempranillo.

**TABLA 6.** Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de DMACH en los vinos de Tempranillo

DMACH	Inicial		4 meses		8 meses	
Depósito	55,02 ± 0,00	Aa	49,84 ± 3,50	Ba	19,24 ± 1,19	Ca
Hormigón	55,02 ± 0,00	Aa	43,62 ± 2,89	Bb	18,81 ± 1,52	Ca
Barricas	55,02 ± 0,00	Aa	38,47 ± 2,38	Bc	18,26 ± 1,57	Ca

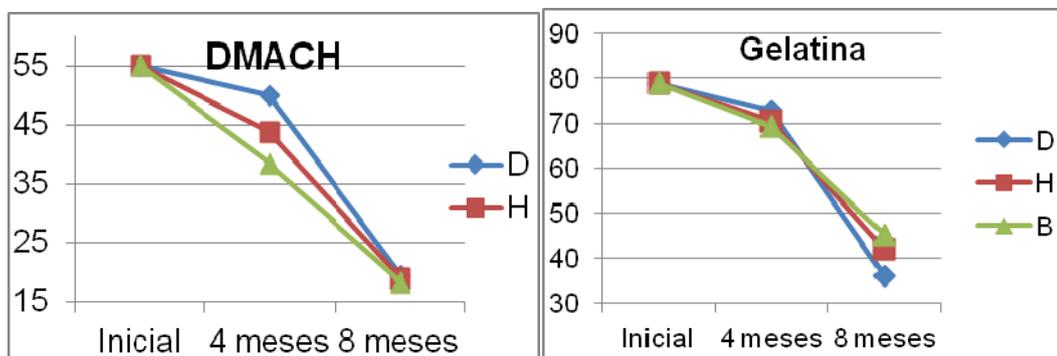
Distinta letra mayúscula en la misma fila indica diferencias significativas en la evolución de los vinos  
Distinta letra minúscula en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos

**TABLA 7.** Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Gelatina en los vinos de Tempranillo

Gelatina	Inicial		4 meses		8 meses	
Depósito	78,79 ± 0,00	Aa	72,89 ± 3,93	Ba	36,99 ± 1,31	Ca
Hormigón	78,79 ± 0,00	Aa	69,63 ± 6,21	Bab	41,29 ± 6,81	Ca
Barricas	78,79 ± 0,00	Aa	68,13 ± 12,61	Ab	44,92 ± 4,05	Ba

Distinta letra mayúscula en la misma fila indica diferencias significativas en la evolución de los vinos  
Distinta letra minúscula en la misma columna indica diferencias significativas entre tratamientos

Los resultados muestran un incremento de la polimerización de los taninos a lo largo de la conservación, que va acompañado de la disminución de la astringencia (Figura 4). A los 4 meses de conservación son los vinos conservados en barrica los que presentan los taninos más polimerizados, pero en cambio a los 8 meses no se observan diferencias entre los distintos tratamientos. En cuanto a la astringencia, a los 4 meses es significativamente inferior en los vinos conservados en acero inoxidable, pero a los 8 meses estas diferencias dejan de ser significativas.



**FIGURA 4.** Evolución del Índice de DMACH y de Gelatina en los vinos de Tempranillo a lo largo de la conservación

**TABLA 8.** Valores medios, desviación estándar y diferencias entre compuestos volátiles según el tratamiento de la conservación

compuestos	Inicial	Depósito de Acero Inoxidable		Depósito de Hormigón		Barrica de Madera	
		4 meses	8 meses	4 meses	8 meses	4 meses	8 meses
propionato etilo	355,53±92,34 A	352,53±76,78 Aa	452,53±76,78 Bα	147,87 ± 42,51 Bb	208,53 ± 64,65 Bβ	222,64±39,58 Ab	265,47 ± 50,47 Aβ
α pinen	0,05±0,00 A	0,05±0,01 Aa	0,04±0,00 Bα	0,05 ± 0,02 Aa	0,02 ± 0,00 Bα	0,05 ± 0,00 Aa	0,06 ± 0,09 Aα
β pinen	0,03±0,01 A	0,02±0,00 Aa	14,04±2,68 Bα	0,02 ± 0,00 Aa	8,58 ± 2,52 Bβ	0,02 ± 0,00 Aa	8,78 ± 4,58 Bβ
acetato isoamilo	0,65±0,01 A	0,63±0,01 Aa	0,41 ± 0,06 Bα	0,43 ± 0,06 Bb	0,31 ± 0,07 Cα	0,39 ± 0,02 Bb	0,37 ± 0,07 Bα
Hexanoato de etilo	0,41±0,02 A	0,39±0,02 Aa	0,31 ± 0,04 Bα	0,26 ± 0,05 Bb	0,16 ± 0,04 Cβ	0,36 ± 0,01 Ba	0,21 ± 0,03 Cβ
lactato de etilo	14,36±3,99 A	15,36±3,99 Aa	18,86 ± 3,28 Bα	7,02 ± 1,79 Bb	8,51 ± 2,14 Bβ	12,21 ± 3,05 Aa	14,04 ± 3,53 Aγ
4 vinilfenol	0,00±0,00 A	0,00±0,00 Aa	0,00 ± 0,00 Aα	0,15 ± 0,22 Aab	0,42 ± 0,32 Aβ	0,70 ± 0,15 Ab	0,79 ± 0,16 Aγ
decanoato de etilo	0,52 ± 0,10 A	0,42 ± 0,10 Ba	0,52 ± 0,10 Aα	0,15 ± 0,03 Bb	0,18 ± 0,03 Bβ	0,26 ± 0,11 Bb	0,25 ± 0,17 Bβ
Succinato de dietilo	9,06 ± 1,48 A	9,32 ± 1,12 Aa	10,82 ± 1,83 Bα	4,72 ± 1,49 Bb	5,72 ± 1,49 Bβ	9,29 ± 1,30 Ab	11,12 ± 2,22 Bα
2metoxifenol	0,20±0,02 A	0,25±0,06 Ba	0,27 ± 0,05 Bα	0,32 ± 0,09 Ba	0,35 ± 0,18 Bα	0,58 ± 0,17 Bb	0,66 ± 0,17 Bβ
γ - octolactona	0,00±0,00 A	0,00±0,00 Aa	0,02 ± 0,00 Bα	0,02 ± 0,02 Aa	0,05 ± 0,03 Bα	0,08 ± 0,01 Bb	0,15 ± 0,04 Cβ
2 fenil etanol	44,74±7,24 A	45,74±7,24 Aa	48,74 ± 8,66 Aα	26,51 ± 4,33 Bb	29,52 ± 4,08 Bβ	41,34 ± 8,62 Aa	44,18 ± 9,47 Aα
eugenol	0,16±0,06 A	0,18±0,03 Aa	0,20 ± 0,04 Aα	0,13 ± 0,07 Aa	0,14 ± 0,08 Aα	0,17 ± 0,04 Aa	0,19 ± 0,04 Aα
acido decanoico	1,21±0,01 A	1,23±0,00 Aa	1,56 ± 0,09 Bα	1,65 ± 0,73 Aa	2,11 ± 1,02 Aα	2,02 ± 1,20 Aa	2,25 ± 1,32 Aα
vainilina	0,00±0,00 A	0,00±0,00 Ba	0,00 ± 0,00 Bα	0,00 ± 0,00 Aa	0,05 ± 0,03 Bα	0,25 ± 0,13 Bb	0,36 ± 0,23 Bβ

Distinta letra mayúscula latina en la misma fila indica diferencias significativas entre el vino inicial, 4 y 8 meses, considerando independientemente cada tratamiento

Distinta letra minúscula latina en la misma fila indica diferencias significativas entre tratamientos a los 4 meses

Distinta letra minúscula griega en la misma fila indica diferencias significativas entre tratamientos a los 8 meses

## **Evolución aromática del vino durante la conservación en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barrica de madera.**

Con la finalidad de evaluar el contenido de compuestos aromáticos del vino, se ha comparado la evolución de éstos en función del tipo de depósito de conservación, es decir acero inoxidable, hormigón y barrica.

El análisis de los compuestos volátiles se ha realizado en el vino inicial, estudiando posteriormente su evolución a los 4 y 8 meses con el objetivo de establecer el tiempo y el tipo de depósito óptimo para conseguir la mejor calidad aromática en los vinos.

En la tabla 8 se muestran los valores medios de la concentración de los compuestos volátiles determinados en el vino de Tempranillo después de la fermentación maloláctica, a los 4 y a los 8 meses de conservación.

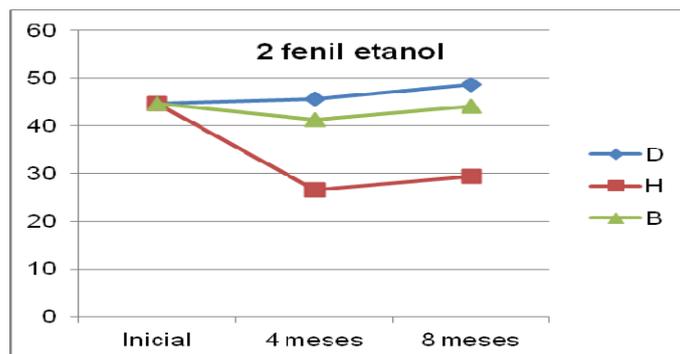
Los resultados muestran que el tiempo de conservación y el material del depósito afectan significativamente en la concentración de los compuestos volátiles estudiados, sobre todo cuando el vino se conserva en barrica. Esto se debe a que durante la crianza en barrica se producen modificaciones en la composición de los vinos debidas al aporte de sustancias propias del roble, principalmente compuestos aromáticos y taninos, y a los fenómenos oxidativos que tienen lugar. El vino va perdiendo progresivamente parte de sus aromas fermentativos, disminuye su carácter afrutado y adquiere el denominado bouquet. A lo largo del envejecimiento tienen lugar reacciones de esterificación, de oxidación y acetalización. Las condiciones de temperatura y oxidación juegan un papel importante en este proceso (Du Plessis, 1983; Marais y Pool, 1980; Somers, 1983).

Cuando la conservación se realiza en barrica de roble, además de favorecerse las oxidaciones, la madera aporta al vino un gran número de compuestos aromáticos, entre los que destacan aldehídos furánicos, aromáticos y lactonas volátiles. La extracción de los compuestos de la madera depende principalmente de la cantidad de esos compuestos que son potencialmente extraíbles y del tiempo de contacto entre el vino y la madera (Ortega-Heras et al., 2007; Pérez-Prieto et al., 2002; Garde-Cerdán et al., 2004).

## **EVOLUCIÓN DE LOS ALCOHOLES SUPERIORES**

Los alcoholes son los compuestos más abundantes y están relacionados con las notas herbáceas. Se considera que contribuyen favorablemente si no sobrepasan los 350-400 mg/L, según Rapp y Mandery (1986). Cantidades superiores pasan a considerarse un factor negativo en la calidad de los vinos.

El 2-feniletanol es el único alcohol varietal que puede contribuir positivamente al aroma, ya que posee un característico olor a rosas. Como se puede observar en la figura 5, se produce un ligero aumento de este compuesto en los vinos conservados en acero inoxidable y en barricas, incremento que puede ser debido a la hidrólisis de sus acetatos durante la conservación (Dubois, 1994). En cambio, los vinos conservados en hormigón presentan concentraciones significativamente inferiores.

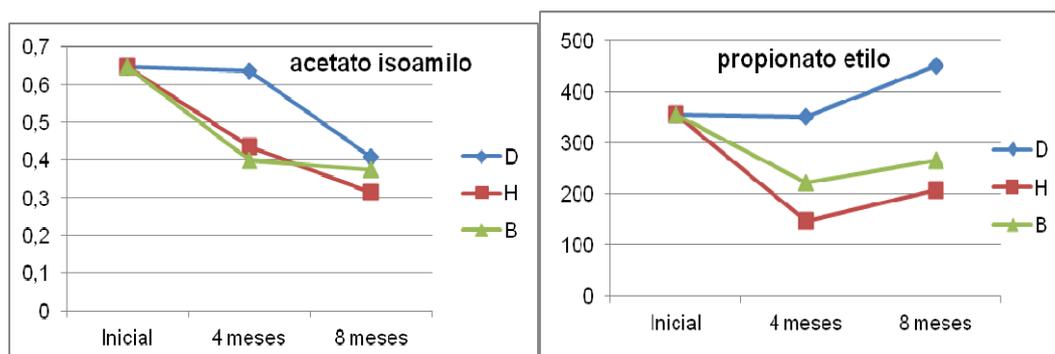


**Figura 5.** Evolución de la concentración del 2 feniletanol (mg/L) en los vinos conservados en diferentes tipos de depósitos

### EVOLUCIÓN DE LOS ÁCIDOS Y ÉSTERES

Los ácidos grasos y sus ésteres son, junto a los alcoholes, los principales marcadores del aroma fermentativo. La mayor parte de los ésteres son producidos en el vino durante la fermentación, y durante la crianza. Los ésteres en general tienden a disminuir con el tiempo, pero su evolución varía con el tipo de vino y con las condiciones de la crianza.

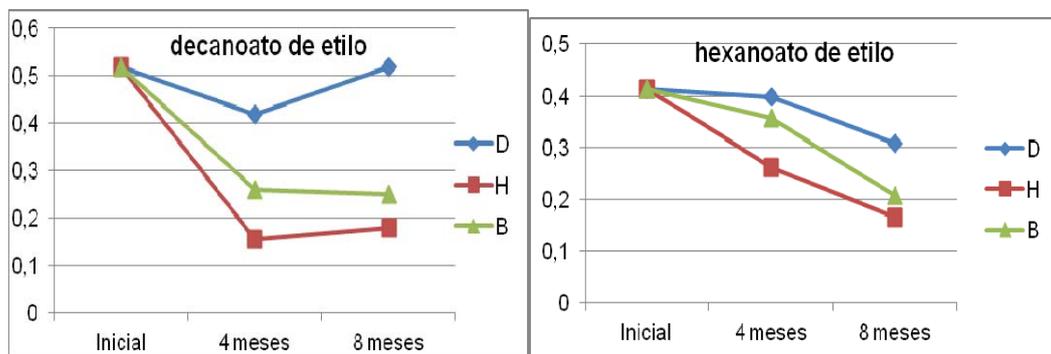
El conjunto de ésteres de acetatos de alcoholes superiores representan los aromas afrutados característicos de los vinos jóvenes. El acetato de isoamilo, responsable del olor a banana y pera, es uno de los ésteres más importantes desde el punto de vista sensorial. Los resultados de este estudio muestran que su concentración disminuye a lo largo del tiempo en todos los vinos, independientemente del tipo de depósito utilizado (Figura 6), aunque en menor medida en los vinos conservados en acero inoxidable; al final de la conservación no se aprecian diferencias significativas en los distintos depósitos.



**Figura 6.** Evolución de la concentración del acetato de isoamilo y propionato de etilo (mg/L) en vinos conservados en diferentes tipos de depósito

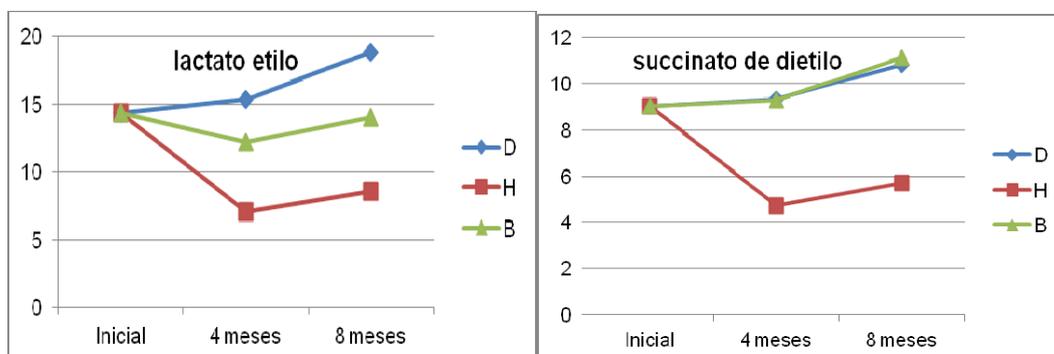
El propionato de etilo tiene un comportamiento diferente, se incrementa en los vinos conservados en depósito de acero inoxidable, pero disminuye significativamente en los vinos en hormigón y en barricas de roble. Este mismo comportamiento se aprecia también para el decanoato de etilo (Figura 7).

Por otro lado, los ésteres etílicos de ácidos grasos de cadena corta, como el hexanoato de etilo, tienen un papel importante en el aroma del vino, y al igual que los acetatos, aportan aromas afrutados y florales. Durante la fermentación alcohólica se forman por esterificación enzimática, y la temperatura es un factor de gran incidencia. Posteriormente, su concentración puede disminuir por reacciones de hidrólisis, tal como observamos en estos vinos en los diferentes depósitos. Al cabo de 8 meses el menor descenso se observa en los vinos conservados en acero inoxidable, no siendo significativas sus diferencias entre los vinos conservados en hormigón y en barrica. La microoxigenación que tiene lugar en estos materiales puede ser la causa del descenso de compuestos aromáticos afrutados y florales, que se conservan mejor en acero inoxidable debido a su inerticidad e impermeabilidad.



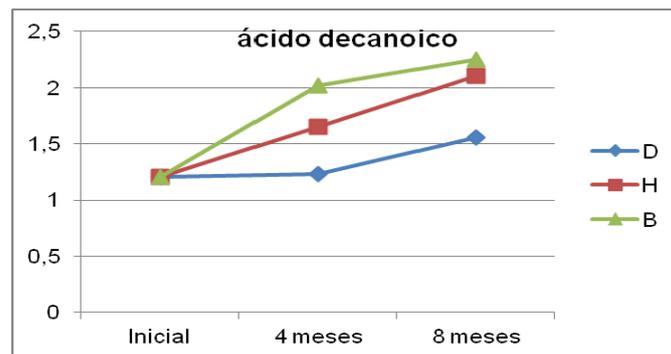
**Figura 7.** Evolución de la concentración del decanoato y hexanoato de etilo (mg/L) en vinos conservados en diferentes tipos de depósito

Durante la conservación del vino, los procesos de esterificación van formando nuevos ésteres con los ácidos orgánicos, como es el caso del lactato de etilo, que se forma a partir del ácido láctico. En la figura 8 podemos observar el incremento del lactato y del succinato de etilo cuando la conservación se produce en depósitos de acero inoxidable, y en cambio el significativo descenso cuando la conservación se realiza en hormigón. Esta actividad de síntesis-hidrólisis de los ésteres dependiendo de las condiciones del medio fue mostrada también por otros autores (Riu-Aumatell et al., 2006; Bautista et al., 2007; Bueno et al., 2006).



**Figura 8.** Evolución de la concentración del lactato de etilo y succinato de dietilo (mg/L) en vinos conservados en diferentes tipos de depósito

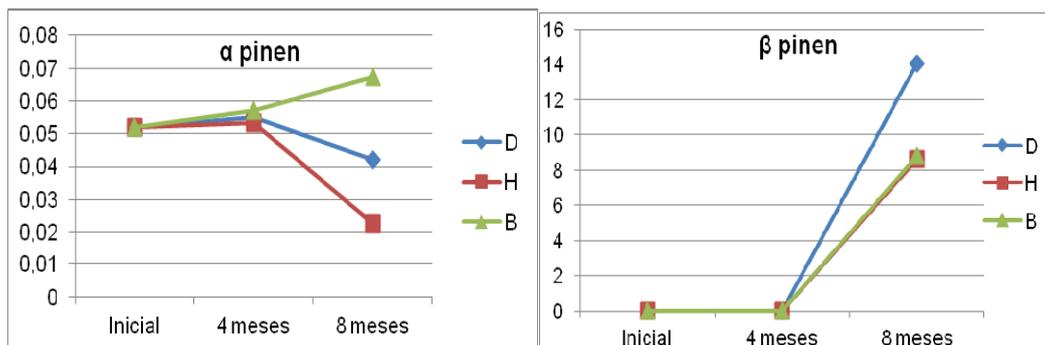
Los ácidos orgánicos de cadena corta son producidos por la levadura durante la fermentación alcohólica y a pesar de que están en bajas concentraciones en los vinos, su presencia tiene una gran contribución en el aroma ya que su umbral de percepción es muy bajo. En los vinos estudiados se observa un aumento del ácido decanoico a lo largo del tiempo en todos los depósitos estudiados (Figura 9), pero en cambio no se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos ni a los 4 ni a los 8 meses, tal como se mostró en la tabla 8.



**Figura 9.** Evolución de la concentración del ácido decanoico (mg/L) en vinos conservados en diferentes tipos de depósito

#### EVOLUCIÓN DE HIDROCARBUROS TERPÉNICOS

El comportamiento del  $\alpha$  pinen es muy diferente según el tipo de depósito de conservación, tal como se aprecia en la Figura 10. Su concentración aumenta en la barrica pero disminuye en hormigón y acero inoxidable, mientras que el  $\beta$  pinen se incrementa en el último período de conservación, en mayor medida en los vinos conservados en acero inoxidable.

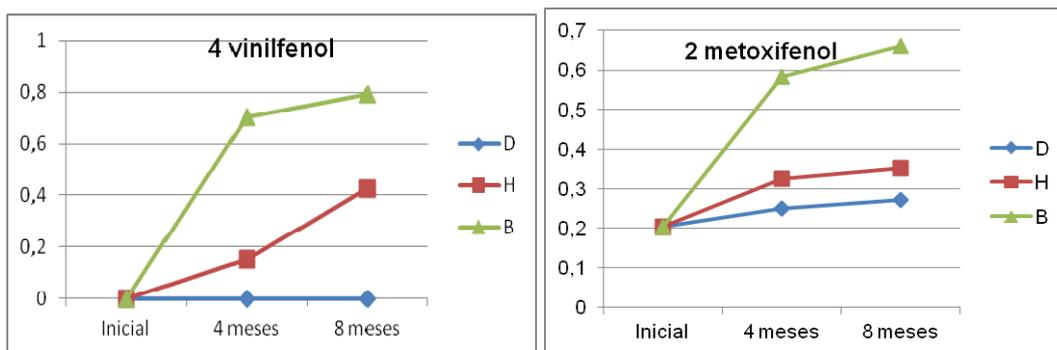


**Figura 10.** Evolución de la concentración del alfa y beta pinen(mg/L) en vinos conservados en diferentes tipos de depósito

#### EVOLUCIÓN DE LOS FENOLES VOLÁTILES

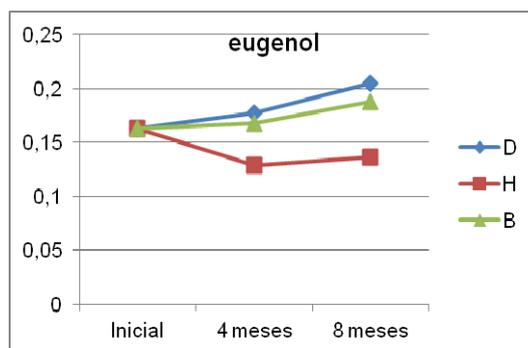
Los fenoles volátiles son una amplia familia de compuestos, procedente del roble, que también participan en el aroma del vino.

Los vinilfenoles proceden de la descarboxilación de ácidos fenólicos y dan olores medicinales, aunque algunos como el 4-vinilfenol poseen olores agradables. En la figura 11 podemos apreciar que el 4-vinilfenol no aparece en los vinos conservados en depósito de acero inoxidable, mientras que las concentraciones más altas se encuentran en los vinos conservados en barrica durante 8 meses. El 2-metoxifenol se relaciona con el aroma a tostados de la barrica, y tiene un comportamiento similar al anterior, adquiriendo valores significativamente superiores en los vinos conservados en barrica.



**Figura 11.** Evolución de la concentración de 4-vinilfenol y 2-metoxifenol (mg/L) en vinos conservados en diferentes tipos de depósito

El eugenol, de gran importancia organoléptica, confiere aroma de clavo de especia al vino. Puede tener su origen en los precursores de las uvas, y tal como se muestra en la figura 12, aumenta durante la conservación en barrica y depósito de acero inoxidable, no encontrándose diferencias significativas entre ambos.



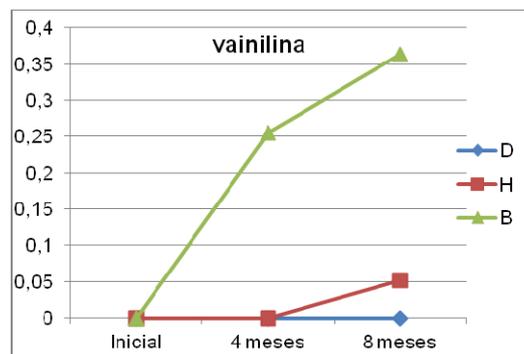
**Figura 12.** Evolución de la concentración de eugenol (mg/L) en vinos conservados en diferentes tipos de depósito

## EVOLUCIÓN DE LOS ALDEHÍDOS FENÓLICOS

Dentro de los aldehídos fenólicos, destaca por su gran importancia sensorial la vainillina, que es la principal sustancia responsable del olor a vainilla que caracteriza a muchos vinos de crianza.

Como muestra la figura 13, la concentración de vainillina aumenta con el tiempo de conservación en barrica debido a que este compuesto se forma por

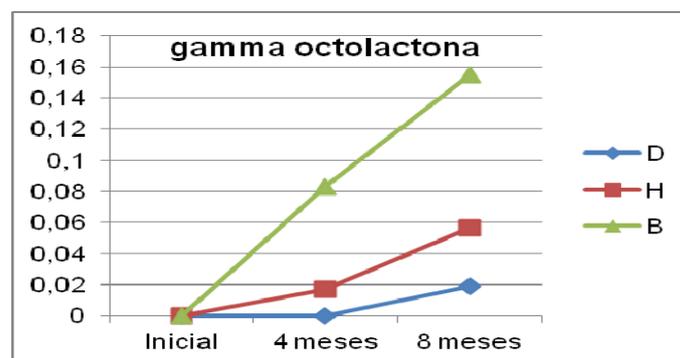
la degradación térmica de la lignina del roble durante el tostado de la barrica, aunque también se encuentra de forma natural en la madera, por lo que esta vainillina será extraída rápidamente por el vino. Seguidamente, y mediante fenómenos de hidrólisis y/o oxidación de la lignina, se originará más cantidad de vainillina, que pasará al vino de forma más lenta que la anterior (Fernández de Simón et al., 2006). En acero inoxidable y hormigón no se aprecia prácticamente la presencia de este compuesto.



**Figura 13.** Evolución de la concentración de vainillina (mg/L) en vinos conservados en diferentes tipos de depósito

#### EVOLUCIÓN DE $\beta$ -METIL- $\gamma$ -OCTOLACTONA

Entre los compuestos aportados por la madera de roble al vino, uno de los más importantes es la  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (aroma a coco). En el vino esta sustancia se forma en pequeña cantidad, pero puede degradarse hasta desaparecer durante la conservación, mientras que en barrica ocurre lo contrario, la cesión de la lactona por parte de la madera no solo compensa la degradación, sino que hace aumentar su contenido notablemente, tal como observaron Masson et al. (2000). La figura 14 muestra el comportamiento de la vainillina durante la conservación, poniendo de manifiesto el considerable incremento de este compuesto que tiene lugar en los vinos de barricas.



**Figura 14.** Evolución de la concentración de  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (mg/L) en vinos conservados en diferentes tipos de depósito

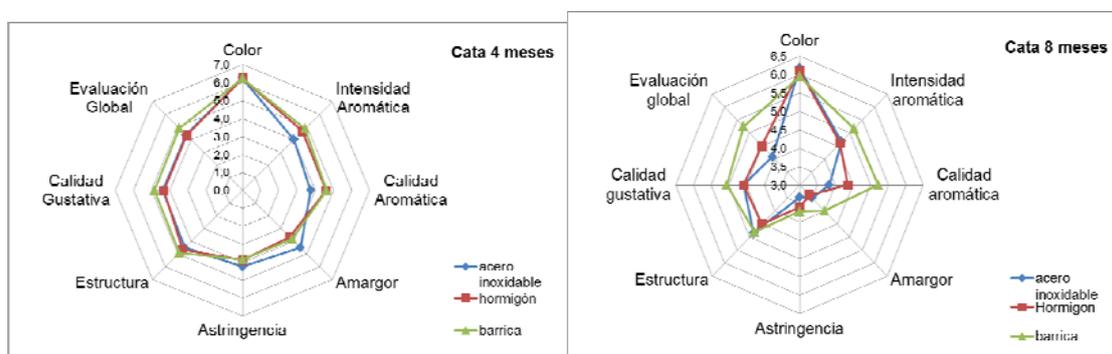
## Evolución de parámetros organolépticos durante la conservación.

Durante la conservación se realizó el análisis sensorial de los vinos a los 4 y 8 meses. El panel, formado por seis catadores previamente entrenados, valoró los parámetros color, intensidad aromática, calidad aromática, amargor, astringencia, estructura, calidad gustativa y evaluación global. La máxima puntuación indica la mejor calidad apreciada y/o percibida por parte del catador y al contrario.

En la figura 15 podemos observar la representación gráfica de los resultados de la cata de los vinos a los 4 y a los 8 meses de conservación.

A los 4 meses de conservación los catadores valoraron con mayor puntuación la evaluación global de los vinos conservados en barrica, así como su intensidad aromática, calidad aromática, estructura y calidad gustativa, atribuyendo a estos vinos una menor astringencia y amargor. El vino conservado en depósito de acero inoxidable, en cambio, presentó mayor amargor, menor calidad e intensidad aromática. Los vinos conservados en depósito de hormigón se sitúan en una posición intermedia, ya que mostraron unas características similares a los conservados en barrica de madera para el color, intensidad y calidad aromática, amargor y astringencia, y similares al acero inoxidable con relación a la estructura, calidad gustativa y evaluación global. Estas diferencias son bastante reducidas y en muchos casos no llegan a ser significativas.

A cabo de 8 meses, los vinos conservados en barricas mantienen las mejores características organolépticas, siendo los vinos conservados en acero inoxidable los peor valorados en cuanto a su calidad aromática y su evaluación global. El tratamiento estadístico realizado pone de manifiesto que no existen diferencias significativas en la evaluación global de los vinos conservados en depósito de acero inoxidable y hormigón a los 8 meses, y en cambio si existen cuando consideramos los vinos conservados en acero inoxidable y en barricas, presentando la mayor evaluación global los vinos conservados en barrica, probablemente debido a su superior intensidad aromática, y a su mayor calidad aromática y gustativa.



**FIGURA 15.** Representación gráfica de los parámetros sensoriales a los 4 y 8 meses de la evolución del vino conservado en distintos depósitos

## CONCLUSIONES

Los vinos de Tempranillo conservados en los distintos tipos de recipientes, muestran a lo largo de su conservación una disminución en la concentración de sus polifenoles, disminución que es más acusada cuando los vinos se conservan en depósitos de acero inoxidable.

Los resultados muestran un mayor contenido en polifenoles totales y grado de polimerización de los taninos en los vinos conservados en barricas, así como una mayor estabilización de la materia colorante, situándose los de hormigón en una posición intermedia. La microoxigenación que tiene lugar a través de los poros de la bodega, y en menor grado del hormigón, favorece la estabilización polifenólica, y potencia las uniones entre antocianos y taninos, causando su mejor estabilidad y una mejor conservación del color.

Durante la conservación de los vinos se produce la pérdida de algunos esteres importantes, tales como el acetato de isoamilo, el propionato, decanoato y hexanoato de etilo, responsables de los aromas afrutados de los vinos jóvenes, siendo esta pérdida menos acusada cuando la conservación tiene lugar en depósitos de acero inoxidable. La crianza de los vinos en bodega de roble da lugar a la aparición de los aromas terciarios, incrementando significativamente la presencia de los fenoles volátiles 4 vinilfenol y 2 metoxifenol, así como de la vainillina y  $\gamma$ -octolactona, compuestos que contribuyen a la mayor intensidad y calidad aromática apreciadas en la cata.

El importante incremento de los aromas terciarios, junto con el mejor comportamiento cuantitativo y cualitativo de los polifenoles de los vinos conservados en bodega, es el motivo por el cual estos vinos son mejor valorados organolépticamente.

Como conclusión final podríamos decir que realizar la crianza o conservación en bodega es el método más recomendable para incrementar la calidad del vino de Tempranillo estudiado, tanto desde el punto de vista polifenólico, como aromático y organoléptico.

## REFERENCIAS

Aleixandre Benavent, J.L. y Álvarez Cano, M.I., 2003. Tecnología enológica. Editorial Síntesis, S.A. Madrid.

Aleixandre Benavent, J.L., 1999. Vinos y bebidas alcohólicas. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

Bautista, R.; Fernández, E.; Flaqué, E., 2007. Effect of the contact with fermentation-lees or commercial-lees on the volatile composition of white wines. *European Food Research Technology*, 224, 405-413.

Brouillard, R. y Dangles, O., 1994. Anthocyanins molecular interactions: the first step in the formation of new pigment during wine aging. *Food chemistry*. 51: 365-371.

Bueno, J.E.; Peinado, R.A.; Medina, M.; Moreno, J., 2006. Effect of a short contact time with lees on volatile composition of Airen and Macabeo wines. *Biotechnology Letters*. 28: 1007-1011.

Canals, R.; Llaudy, M.C.; Valls, J.; Canals, J.M.; Zamora, F., 2008. Influence of the elimination and addition of seeds on the colour, phenolic composition and astringency of red wine. *Eur Food Res Technol* 226: 1183-1190.

Du Plessis, C.S., 1983. Influence de la température d'élaboration et de conservation sur les caractéristiques physico-chimiques et organoléptiques des vins. *Bull. OIV*, 624, 105-115.

- Dubois, P. 1994. Les arômes des vins et leurs défauts. *Revue Française d'Oenologie*, 145, 39-50.
- Flanzy, C., 2003. *Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- Fernández de Simón, B.; Cadahía, E.; Hernández, T.; Estrella, I., 2006. Evolution of oak-related volatile compounds in a Spanish red wine during 2 years bottled, after ageing in barrels made of Spanish, French and American oak wood. *Analytica Chimica Acta*. 563, 198-203.
- García, M.J.; Peidró, M.J.; Lizama, V.; Aleixandre, J.L. Y Álvarez, M.I., 2005. Evolución de la composición fenólica durante la fermentación y conservación de vinos tintos en depósitos de hormigón sin revestimiento. *Avances en ciencias y técnicas enológicas*, vol. 1, 118-121.
- Garde-Cerdán, T.; Torrea-Goñi, D.; Ancín-Azpulicueta, C., 2004. Accumulation of volatile compounds during ageing of two red wines with different composition. *Journal of Food Engineering*, 65, 349-356.
- Glories, Y., 1978. *Recherches sur la matière colorante des vins rouges*. Thèse a L'Université de Bordeaux II.
- 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-de-vie* (special issue), 93-104.
- Herranz, M. D. 1999. Características de calidad de vinos blancos jóvenes varietales de zalema. Tesis doctoral. Facultad de farmacia. Sevilla
- Llaudy, M.C.; Canals, R.; Canals, J.M.; Zamora, F., 2008. Influence of ripening stage and maceration length on the contribution of grape skins, seeds and stems to phenolic composition and astringency in wine-simulated macerations. *Eur Food Res Technol*. 226: 337-344.
- Marais, J.; Pool, H.J., 1980. Effect of storage time and temperature on the volatile composition and quality of dry white table wines. *Vitis*, 19, 151-164.
- Masson, G.; Baumes, R.; Le Guerneve, C.; Puech, J.L., 2000. The effect of kiln-drying on the levels of ellagitannins and volatile compounds of European oak (*Quercus petraea* Liebl.) stave wood, *Am. J. Enol. Vitic.* 51, 201-214.
- Nagel, C.W. y Glories, Y., 1991. Use of modified dimethylaminocinnamaldehyde reagent for analysis of flavonols. *Am. J. Enol. Vitic.*, vol. 42, nº 4, 364-366.
- Ortega-Heras, M.; González-Sanjosé, M.L.; González-Huerta, C., 2007. Consideration of the influence of ageing process, type of wine and oenological classic parameters on the levels of wood volatile compounds present in red wines. *Food Chemistry*, 103, 1434-1448.
- Paronetto, L., 1977. *Polifenoli e tecnica enologica*. Editorial Agricole, Bologna.
- Pérez-Prieto, L.J.; Lopez-roca, J.M.; Martínez-Cutilla, A.; Pardo, F., Gomez Plaza, E., 2002. *J.Agric. Food Chem.* 50, 3272
- Peynaud, E., 1999. *Enología práctica. Conocimiento y elaboración del vino*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- Rapp, A. y Mandery, H., 1986. Wine aroma. *Experientia*. 42: 873-884.
- Riberau-Gayón, J.; Peynaud, E.; Sudraud, J.; Riberau-Gayón, P., 1979. *Ciencias y técnica del vino. Tome I: Analisis y control de los vinos*. Editorial Interamericana.
- Riu-Aumatell, M.; Bosch-Fusté, J.; Lopez-Tamames, E.; Buxaderas, S., 2006. Development of volatile compounds of cava (Spanish sparkling wine during long ageing time in contact with lees. *Food Chemistry*. 95, 237-242.
- Santos-Buelga, C. ; Rivas-Gonzalo, J.C., 1999. Avances en la química del color de vinos tintos. *Jornadas científicas 99. Grupos de investigación enológica*. 17-19 mayo, Zaragoza.
- Somers, T.C., 1983. Influence du facteur temps de conservation sur les caractéristiques physico-chimiques des vins. *Bull OIV*, 625, 172-188.
- 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, nº 4, 319-336.
- Zamora, F., 1998. Los compuestos fenólicos del vino tinto y su capacidad para la crianza. *Jornada Técnica. Aspectos científicos y técnicos del color del vino. Facultad de Enología. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona, 2-3 Julio*.
- Zamora, F. 2003. *Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.