

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



**ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN DE VINOS DE TEMPRANILLO  
Y CABERNET SAUVIGNON FERMENTADOS Y CONSERVADOS  
EN HORMIGÓN, ACERO INOXIDABLE Y BARRICAS**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:  
María José Peidro Montaner

Dirigida por:  
Dra. Inmaculada Álvarez Cano  
Dra. María José García Esparza

Valencia, Septiembre 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi agradecimiento en primer lugar a mis directoras de tesis, la Dra. Inmaculada Álvarez Cano y la Dra. María José García Esparza, Profesoras Titulares del Departamento de Tecnología de los Alimentos de la Universidad Politécnica de Valencia, por toda su ayuda, dedicación y orientación en la realización de mi Tesis Doctoral.

A la Dra. Victoria Lizama, que me ha ofrecido su ayuda en todo momento y al Dr. José Luís Aleixandre, Catedrático del Departamento de Tecnología de Alimentos de la Universidad Politécnica de Valencia, por todo su apoyo.

Pero sobre todo quiero agradecerles la amistad que me han brindado en todos estos años, por los excelentes momentos que hemos pasado juntos llenos de discusiones enriquecedoras y de risas.

A Xesco Girón, por dedicarme gustosamente su tiempo y su esfuerzo cuando lo necesité.

A Aitor, mi yerno, por su apoyo y su paciencia.

A mis padres, María y Pepe por ofrecerme la posibilidad de formarme y por todo vuestro amor.

A mis hermanos, por nuestra complicidad y cariño.

Pero especialmente a Julián, mi marido y a mis hijos María José y Julián, por lo que les quiero y por sentirme querida.

A mis padres, María y Pepe

A mis hijos, María José y Julián que son la luz de mi vida

A Julián siempre

## RESUMEN

---

Con el comienzo de una nueva campaña vitivinícola, el vino español sigue siendo un importante pilar en el balance económico de nuestro país. Según el Observatorio del Vino, con un crecimiento del 22,3%, España exportó el pasado año 2.256 millones de litros, una cifra superior en 200 millones a Italia o Francia. Si bien somos uno de los principales exportadores a nivel mundial, el reto de los vinos españoles es mejorar su valor en el exterior, y para lograr este objetivo es preciso mejorar la calidad y producir vinos con personalidad propia.

La calidad de un vino depende de muchos factores, suelo, clima, variedad de uva, técnicas de elaboración y crianza. El oxígeno juega un papel crucial tanto en la composición polifenólica, como aromática de los vinos.

Este trabajo tiene dos objetivos, por una parte estudiar y evaluar la influencia que tiene el tipo de depósito empleado durante la fermentación-maceración, tanto en los parámetros convencionales, como en la composición polifenólica y aromática de los vinos. Y por otra parte, estudiar y evaluar la influencia del tipo de recipiente empleado, en la evolución de los parámetros polifenólicos y en los compuestos aromáticos, durante su conservación y crianza.

Para conseguir la finalidad buscada, el estudio se ha realizado durante tres años (2010, 2012 y 2013), con uvas de la variedad Tempranillo y Cabernet Sauvignon, de la D.O. Pago Chozas-Carrascal.

Se utilizaron depósitos de acero inoxidable y hormigón, del mismo volumen, para la fermentación - maceración de los mostos. Diariamente, se efectuaron controles de temperatura y densidad, para asegurarse de la buena marcha del proceso. A la vez, se realizaron análisis para el seguimiento de la extracción y del comportamiento de los compuestos polifenólicos. Se evaluó si existían diferencias significativas en función del depósito empleado durante la vinificación.

Una vez terminada la fermentación maloláctica, los vinos se sulfitaron y se mezclaron todos ellos en un depósito de almacenamiento en el que permanecieron hasta marzo. Para conocer la composición inicial del vino y poder así estudiar su posterior evolución, se realizaron análisis de los parámetros convencionales, polifenólicos y aromáticos. Posteriormente, se introdujo el vino en depósitos de acero inoxidable y de hormigón sin revestir de 10.000 litros, y en cuatro tipos de barricas de 225 litros de distinta edad (barricas nuevas, barricas de un año de uso, barricas de dos años de uso y barricas de tres años de uso), analizando mes a mes durante cinco meses la composición aromática y polifenólica de los vinos.

Bajo las condiciones de trabajo en que se realizó este estudio, podemos establecer que para los vinos de Tempranillo y Cabernet Sauvignon la fermentación en hormigón es más favorable para la calidad polifenólica, ya que da lugar a vinos con

mayor concentración polifenólica que los vinos fermentados en acero inoxidable. Los parámetros relacionados con el color, concentración de antocianos, polifenoles, taninos, y los índices de calidad de los taninos, presentan valores significativamente inferiores cuando el vino se fermenta en acero inoxidable. En cambio, son los vinos conservados en acero inoxidable los que presentan una mayor intensidad aromática después de la fermentación. La elección de un tipo u otro de depósito fermentativo vendrá condicionada al tipo de vino que se quiera elaborar.

En la conservación de los vinos no se aprecia de forma evidente un mejor comportamiento del hormigón con respecto al acero inoxidable. Es la crianza en barrica, y especialmente en barricas más nuevas, la que da lugar a las menores pérdidas de compuestos polifenólicos y de color durante el periodo de conservación estudiado. A ello contribuye también el aporte de elagitaninos de la barrica, que no solo refuerza la estructura polifenólica del vino, sino que también contribuye a la estabilidad de los polifenoles protegiéndolos de la oxidación.

La conservación del vino en barrica también favorece el incremento del grado de polimerización de taninos entre si y la condensación de los taninos con polisacáridos y péptidos, lo que proporciona al vino mayor cuerpo y suavidad. Como consecuencia negativa de la crianza en barrica podemos citar el ligero incremento observado en la astringencia, por el mayor aporte de taninos elágicos por parte de las barricas nuevas.

Durante la conservación de los vinos se han producido cambios significativos en su composición aromática, aumentando la concentración de algunos alcoholes debido a la hidrólisis de sus acetatos, especialmente en los vinos conservados en acero inoxidable. No se observa, en cambio, un efecto significativo del tipo de recipiente de conservación sobre el contenido de esteroides, a excepción del decanoato de etilo, que mantiene mayor concentración en los vinos conservados en barricas.

Los compuestos aromáticos que aporta la barrica ( $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona, vainillina, 4-vinilguayacol y 5-metil-furfural) se encuentran en mayor concentración en los vinos conservados en madera, especialmente cuando la barrica es nueva.

En conclusión, podemos decir que fermentar los vinos en hormigón fue más favorable para la calidad polifenólica que hacerlo en acero inoxidable, pero trajo como consecuencia una reducción de la concentración aromática de estos vinos. En cuanto a la conservación del vino, realizar ésta en barrica de roble es la técnica más favorable para conseguir una mayor calidad polifenólica y aromática, especialmente cuando se utilizan barricas nuevas. La conservación de los vinos en hormigón presenta un comportamiento intermedio entre las barricas y el acero inoxidable, pero para la mayor parte de los parámetros esas diferencias son de difícil cuantificación.

## RESUM

---

Amb el començament d'una nova campanya vitivinícola, el vi espanyol segueix sent un important pilar en el balanç econòmic del nostre país. Segons l'Observatori del Vi, amb un creixement del 22,3%, Espanya va exportar l'any passat 2.256 milions de litres, una xifra superior a 200 milions a Itàlia o França. Si bé som un dels principals exportadors a nivell mundial, el repte dels vins espanyols és millorar el seu valor a l'exterior, i per aconseguir aquest objectiu cal millorar la qualitat i produir vins amb personalitat pròpia.

La qualitat d'un vi depèn de molts factors, sòl, clima, varietat de raïm, tècniques d'elaboració i cria. L'oxigen juga un paper crucial tant en la composició polifenòlica, com aromàtica dels vins.

Aquest treball té dos objectius, d'una banda estudiar i avaluar la influència que té el tipus de dipòsit emprat durant la fermentació-maceració, tant en els paràmetres convencionals, com en la composició polifenòlica i aromàtica dels vins. I d'altra banda, estudiar i avaluar la influència del tipus de recipient emprat, en l'evolució dels paràmetres polifenòlics i en els compostos aromàtics, durant la seva conservació i cria.

Per aconseguir la finalitat desitjada, l'estudi s'ha realitzat durant tres anys (2010, 2012 i 2013), amb raïms de la varietat Tempranillo i Cabernet Sauvignon, de la DO Pago Chozas-Carrascal.

Es van utilitzar dipòsits d'acer inoxidable i formigó, del mateix volum, per a la fermentació-maceració dels mosts. Diàriament, es van efectuar controls de temperatura i densitat, per assegurar-se la bona marxa del procés. Alhora, es van realitzar anàlisis per al seguiment de l'extracció i del comportament dels compostos polifenòlics. Es va avaluar si hi havia diferències significatives en funció del dipòsit emprat durant la vinificació.

Un cop acabada la fermentació malolàctica, els vins es sulfitaren i es van barrejar tots ells en un dipòsit d'emmagatzematge en el qual van romandre fins al març. Per conèixer la composició inicial del vi i poder així estudiar la seva posterior evolució, es van realitzar anàlisis dels paràmetres convencionals, polifenòlics i aromàtics. Posteriorment, es va introduir el vi en dipòsits d'acer inoxidable i de formigó sense revestir de 10.000 litres, i en quatre tipus de bótes de 225 litres de diferent edat (bótes noves, bótes d'un any d'ús, bótes de dos anys d'ús i bótes de tres anys d'ús), analitzant mes a mes durant cinc mesos la composició aromàtica i polifenòlica dels vins.

Sota les condicions de treball en què es va realitzar aquest estudi, podem establir que per als vins de Tempranillo i Cabernet Sauvignon la fermentació en formigó és més favorable per a la qualitat polifenòlica, ja que dona lloc a vins amb major concentració polifenòlica que els vins fermentats en acer inoxidable. Els paràmetres relacionats amb el color, concentració d'antocians, polifenols, tanins, i els índexs de qualitat dels tanins,

presenten valors significativament inferiors quan el vi es fermenta en acer inoxidable. En canvi, són els vins conservats en acer inoxidable els que presenten una major intensitat aromàtica després de la fermentació. L'elecció d'un tipus o un altre de dipòsit fermentatiu vindrà condicionada al tipus de vi que es vulgui elaborar.

En la conservació dels vins no s'aprecia de forma evident un millor comportament del formigó pel que fa a l'acer inoxidable. És la criança en bóta, i especialment en bótes més noves, la qual dóna lloc a les menors pèrdues de compostos polifenòlics i de color durant el període de conservació estudiat. A això contribueix també l'aportació de elagitaninos de la bóta, que no només reforça l'estructura polifenòlica del vi, sinó que també contribueix a l'estabilitat dels polifenols protegint-los de l'oxidació.

La conservació del vi en bóta també afavoreix l'increment del grau de polimerització de tanins entre si i la condensació dels tanins amb polisacàrids i péptids, el que proporciona al vi més cos i suavitat. Com a conseqüència negativa de la criança en bóta podem citar el lleuger increment observat en l'astringència, per la major aportació de tanins elàgics per part de les bótes noves.

Durant la conservació dels vins s'han produït canvis significatius en la seva composició aromàtica, augmentant la concentració d'alguns alcohols causa de la hidròlisi dels seus acetats, especialment en els vins conservats en acer inoxidable. No s'observa, en canvi, un efecte significatiu del tipus de recipient de conservació sobre el contingut de èsters, a excepció del decanoat d'etil, que manté major concentració en els vins conservats en bótes.

Els compostos aromàtics que aporta la bóta ( $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona, vainillina, 4-vinilguayacol i 5-metil furfural) es troben en major concentració en els vins conservats en fusta, especialment quan la bóta és nova.

En conclusió, podem dir que fermentar els vins a formigó va ser més favorable per a la qualitat polifenòlica que fer-ho en acer inoxidable, però va portar com a conseqüència una reducció de la concentració aromàtica d'aquests vins. Pel que fa a la conservació del vi, realitzar aquesta en bóta de roure és la tècnica més favorable per aconseguir una major qualitat polifenòlica i aromàtica, especialment quan s'utilitzen bótes noves. La conservació dels vins en formigó presenta un comportament intermedi entre les bótes i l'acer inoxidable, però per a la major part dels paràmetres aquestes diferències són de difícil quantificació.

## SUMMARY

---

With the starting of the new wine Seaton, the Spanish wine is an important factor in the economical balance in our country. The wine observatory say that our growth was 22,3%, 2.256 millions of litres, this number is bigger that Italy and France in 200 millions more. Therefore we are one of the main exporters in the world; any way we want to improve the value of our wines in the world for this our objective is to improve the quality of our wines being different of other regions.

The quality of one wine depends of many factors, soil, clime, kind of grape, the elaboration and breeding. The oxygen plays an important role in the polyphenolic and aromatic composition of the wines.

This work has two objectives, first study and evaluation of the kind of deposit that we use during fermentation-maceration, with the conventional parameters even with polyphenolic and aromatic composition of the wines. In the other hand, we want to study and evaluate the influence of the material during this process, polyphenolic and aromatic parameters during storage and breeding.

To get the final research this work was working during three years (2010, 2012 and 2013) with Tempranillo and Cabernet Sauvignon grapes of Origen Designation Pago Chozas Carrascal.

This work is comparing stainless steel and concrete deposits, with the same volume for the fermentation-maceration of the juice. Daily we control the temperature and density, to be sure about the success of the process. At the same time we followed the behaviour of the polyphenolic compounds. Differences were evaluated in function of the kind of deposit used during the vinification process.

When the malolactic fermentation was finished we add sulphites to the wine and mixed with the rest of the wines in one storage deposit until March. In this way to know the initial composition and be able to study the evolution, the analysis was about conventional polyphenolic and aromatics parameters. Then we put the wine in the stainless steel deposit and concrete deposit of 10.000 litters, and in four different kind of barrel with different age (new barrel, one year old barrel, two year old barrel and three year old barrel), analysing the aromatic and polyphenolic composition of the wines month by month during five month.

Under the work conditions that the work was do, we can say for the Tempranillo and Cabernet Sauvignon wines the fermentation in concrete deposit is much better for the polyphenolic quality, because in this case the concentration of this polyphenols is high that in stainless steel. The parameters in relation with the colour, anthocyanins concentration, polyphenols, tannins and the index of quality are much better with concrete deposits. However the wines in stainless steel have better aromatic intensity after fermentation. The election of one kind of fermentation deposit or another depends of the kind of wine that we want to make.

During the conservation of the wines is not possible to appreciate an improvement between stainless steel and concrete, it is just during fermentation-maceration. The best conservation of wines is in new barrels when the wine doesn't lose polyphenolic compounds and colour in this period. The barrel also adds elagitannins to the wine; it helps to keep stable wine about polyphenols.

The wine conservation also improve the degree of polymerization of the tannins, that it means the wine will be with better body and softer. In the other hand with the barrel we take more astringency for the wine because of the tannins from the new barrels.

During the conservation, the wines have some changes about aromatic composition because of the improvement of concentration of some alcohols because of the hydrolysis of the acetate, especially in some wines that were in stainless steel deposit. We cannot see any change between kinds of conservation container about percentage of esters, except of ethyl decanoate, it keeps in a high concentration in a barrel wines.

The aromatics groups that the barrel adds ( $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona, vainillina, 4 vinylguayacol y 5-metil furfural) are in a higher concentration when the barrel is totally new.

Like conclusion we can say that the fermentation of the wines in concrete deposits was much better for the polyphenolic quality than in stainless steel, but we lost aromatic concentration of these wines. About the conservation of the wines the best way is to do it in barrels of oak because we will reach to a better polyphenolic and aromatic quality, especially when the barrels are totally new. The concrete conservation has behaviour between barrels and stainless steel, any way for mostly of the parameters this differences has difficult quantification.

# ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.1. LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN (D.O.) UTIEL-REQUENA	1
1.1.1.1. HISTORIA	2
1.1.1.2. CLIMA	3
1.1.1.3. SUELO	4
1.1.1.4. VARIEDADES DE UVA CULTIVADAS EN UTIEL-REQUENA	5
1.1.2. LAS VARIEDADES TEMPRANILLO Y CABERNET SAUVIGNON	5
1.1.2.1. LA VARIEDAD TEMPRANILLO	5
1.1.2.1.1. ORIGEN Y SINONIMIAS	5
1.1.2.1.2. DESCRIPCIÓN AMPELOGRÁFICA	7
1.1.2.1.3. APTITUDES PARA EL CULTIVO	8
1.1.2.1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE MOSTOS Y VINOS PROCEDENTES DE LA VARIEDAD TEMPRANILLO	8
1.1.2.2. LA VARIEDAD CABERNET SAUVIGNON	9
1.1.2.2.1. ORIGEN Y SINONIMIAS	9
1.1.2.2.2. DESCRIPCIÓN AMPELOGRÁFICA	9
1.1.2.2.3. APTITUDES PARA EL CULTIVO	10
1.1.2.2.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE MOSTOS Y VINOS PROCEDENTES DE LA VARIEDAD CABERNET SAUVIGNON	10
1.1.3. PAGO CHOZAS CARRASCAL	10
1.1.3.1. CLIMA	12
1.1.3.2. SUELO	12
1.1.3.3. CULTIVO	15
1.1.3.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE MOSTOS Y VINOS PROCEDENTES DEL PAGO CHOZAS CARRASCAL	15
1.2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS	16
1.2.1. LOS COMPUESTOS FENÓLICOS	16
1.2.1.1. POTENCIAL FENÓLICO DE LA UVA	16
1.2.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS SEGÚN SU ESTRUCTURA QUÍMICA	18
1.2.1.2.1. COMPUESTOS FLAVONOIDES	19
1.2.1.2.1.1. LOS ANTOCIANOS	19
1.2.1.2.1.2. LOS FLAVANOLES	21
1.2.1.2.1.3. FLAVONOLES, FLAVONAS Y FLAVANONOLES	23
1.2.1.2.1.4. COMPUESTOS NO FLAVONOIDES	24
1.2.1.2.1.5. LOS ÁCIDOS FENÓLICOS	24
1.2.1.2.1.6. LOS ESTILBENOS	26
1.2.1.3. REACTIVIDAD QUÍMICA Y EVOLUCION DE LOS COMPUESTOS POLIFENÓLICOS	26

1.2.1.3.1.	EFECTO DEL PH EN EL COLOR DE LOS ANTOCIANOS	27
1.2.1.3.2.	EFECTO DE LA CONCENTRACION DE SULFUROSO SOBRE LOS ANTOCIANOS	28
1.2.1.4.	REACCIONES ENTRE COMPUESTOS FENÓLICOS	28
1.2.1.4.1.	REACCIONES ENZIMATICAS DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS	29
1.2.1.4.2.	REACCIONES QUÍMICAS DE LOS POLIFENOLES	30
1.2.1.4.2.1.	CONDENSACIÓN DE ANTOCIANOS Y TANINOS	31
1.2.1.4.2.1.1.	CONDENSACIÓN TANINO-ANTOCIANO (T-A)	31
1.2.1.4.2.1.2.	CONDENSACIÓN ANTOCIANO-TANINO (A-T)	32
1.2.1.4.2.1.3.	POLIMERIZACIÓN POR MEDIACIÓN DEL ACETALDEHIDO	33
1.2.1.4.2.2.	FORMACIÓN DE NUEVOS PIGMENTOS DERIVADOS DE LOS ANTOCIANOS	34
1.2.1.4.2.3.	POLIMERIZACIÓN DE TANINOS	35
1.2.1.4.2.3.1.	POLIMERIZACIÓN LINEAL	35
1.2.1.4.2.3.2.	POLIMERIZACIÓN CRUZADA	36
1.2.1.4.2.3.3.	REACCIONES DE COMPLEJACIÓN DE LAS PORCIANIDINAS	37
1.2.1.5.	ESTABILIDAD DEL COLOR MEDIANTE REACCIONES DE COPIGMENTACIÓN	38
1.2.1.6.	IMPORTANCIA DE LOS PROCESOS DE OXIDACIÓN DE LOS POLIFENOLES EN LOS MOSTOS Y LOS VINOS	40
1.2.2.	COMPOSICIÓN AROMÁTICA DEL VINO	41
1.2.2.1.	COMPOSICIÓN AROMÁTICA DE LA UVA	42
1.2.2.1.1.	AROMAS VARIETALES LIBRES	42
1.2.2.1.1.1.	COMPUESTOS TERPÉNICOS	42
1.2.2.1.1.2.	PIRAZINAS	43
1.2.2.1.1.3.	C13 NORISOPRENOIDES	44
1.2.2.1.2.	PRECURSORES DEL AROMA	45
1.2.2.1.2.1.	MONOTERPENOLES, POLIOLES TERPENICOS O DIOLES	45
1.2.2.1.2.2.	CAROTENOIDES	46
1.2.2.1.2.3.	OTROS PRECURSORES (ALCOHOLES, COMPUESTOS FENOLICOS, TIOLES VOLATILES)	48
1.2.2.2.	CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS AROMÁTICOS	48
1.2.2.2.1.	AROMAS PRIMARIOS	48
1.2.2.2.2.	AROMAS SECUNDARIOS	48
1.2.2.2.3.	AROMAS TERCIARIOS	49
1.2.2.3.	COMPUESTOS RESPONSABLES DEL AROMA DEL VINO	50
1.2.3.	INFLUENCIA DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES RECIPIENTES DURANTE LA VINIFICACIÓN	52
1.2.3.1.	INFLUENCIA DE LOS DISTINTOS RECIPIENTES EN LA EVOLUCIÓN DE LOS POLIFENOLES	53
1.2.3.2.	INFLUENCIA DE LOS DISTINTOS RECIPIENTES EN LA EVOLUCIÓN DE LOS AROMAS	54

<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>57</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>58</b>
3.1. MATERIA PRIMA	58
3.2. MATERIALES	58
3.3. PLAN EXPERIMENTAL	58
3.4. ANALÍTICOS	60
3.4.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS CONVENCIONALES	60
3.4.1.1. ACIDEZ TOTAL	60
3.4.1.2. DENSIDAD	60
3.4.1.3. GRADOS BRIX	60
3.4.1.4. DETERMINACIÓN DEL pH	61
3.4.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS	61
3.4.2.1. INTENSIDAD COLORANTE (Glories, 1978)	61
3.4.2.2. ÍNDICE DE POLIFENOLES TOTALES (Ribéreau-Gayon, 1979)	61
3.4.2.3. ANTOCIANOS Y POLIFENOLES TOTALES (Ribéreau-Gayon, 1979)	61
3.4.2.4. ANTOCIANOS TOTALES DECOLORABLES (Ribéreau-Gayon, 1979)	61
3.4.2.5. ANTOCIANOS PORMENORIZADOS	62
3.4.2.6. ÍNDICE DE IONIZACIÓN (Glories, 1978)	62
3.4.2.7. TANINOS CONDENSADOS TOTALES (Ribéreau-Gayón, 1979)	62
3.4.2.8. ÍNDICE DE GELATINA (Glories, 1978)	63
3.4.2.9. ÍNDICE DE ETANOL (Glories, 1978)	63
3.4.2.10. ÍNDICE DE PVPP (Blouin, 1977)	63
3.4.2.11. CATEQUINAS (Pompei y Peri, 1971)	64
3.4.2.12. ÍNDICE DE DMACH (Vivas, 1994)	64
3.4.2.13. GRADO DE POLIMERIZACIÓN DE TANINOS	64
3.4.3. DETERMINACIÓN DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES	66
3.5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	67
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>68</b>
4.1. EVOLUCIÓN DE LOS VINOS FERMENTADOS EN ACERO INOXIDABLE Y HORMIGÓN	68
4.1.1. EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA Y DENSIDAD DURANTE LA FERMENTACIÓN	68
4.1.2. EVOLUCIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS DURANTE LA FERMENTACIÓN	70
4.2. INFLUENCIA DEL TIPO DE DEPÓSITO EN LA COMPOSICIÓN DE LOS VINOS DE TEMPRANILLO Y CABERNET SAUVIGNON FERMENTADOS EN DEPÓSITOS DE ACERO INOXIDABLE Y HORMIGÓN	75
4.2.1. INFLUENCIA DEL TIPO DE DEPÓSITOS EN LOS PARÁMETROS CONVENCIONALES	75
4.2.2. INFLUENCIA DEL TIPO DE DEPÓSITOS EN LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS	78
4.2.3. INFLUENCIA DEL TIPO DE DEPÓSITOS EN LOS COMPUESTOS AROMÁTICOS	82

4.3. EVOLUCIÓN DE LOS VINOS CONSERVADOS EN DEPÓSITOS DE ACERO INOXIDABLE, HORMIGÓN Y BARRICAS	87
4.3.1. COMPOSICIÓN INICIAL DEL VINO	87
4.3.2. EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS DURANTE LA CONSERVACIÓN	91
4.3.2.1. EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS RELACIONADOS CON EL COLOR	91
4.3.2.1.1. INTENSIDAD COLORANTE	95
4.3.2.2. EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA CONCENTRACIÓN Y ESTADO DE LOS ANTOCIANOS	95
4.3.2.2.1. ANTOCIANOS TOTALES	95
4.3.2.2.2. ANTOCIANOS DECOLORABLES	99
4.3.2.2.3. ANTOCIANOS PORMENUDIZADOS	100
4.3.2.2.4. ÍNDICE DE IONIZACIÓN	103
4.3.2.2.5. ÍNDICE DE POLIVINILPIRROLIDONA (PVPP)	106
4.3.2.3. EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA EVOLUCIÓN DE LOS POLIFENOLES TOTALES	110
4.3.2.3.1. ÍNDICE DE POLIFENOLES TOTALES (IPT)	110
4.3.2.3.2. CONCENTRACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES	113
4.3.2.4. EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA CONCENTRACIÓN Y ESTADO DE LOS TANINOS	117
4.3.2.4.1. CONCENTRACIÓN DE CATEQUINAS	117
4.3.2.4.2. TANINOS CONDENSADOS TOTALES	120
4.3.2.4.3. ÍNDICE DE ETANOL	124
4.3.2.4.4. ÍNDICE DE GELATINA	127
4.3.2.4.5. ÍNDICE DE DMACH	131
4.3.2.4.6. ESTIMACIÓN DEL GRADO MEDIO DE POLIMERIZACIÓN DE LOS TANINOS (mDP)	134
4.3.3. EVOLUCIÓN DE LOS COMPUESTOS AROMÁTICOS DURANTE LA CONSERVACIÓN	137
4.3.3.1. EVOLUCIÓN DE LOS ALCOHOLES	138
4.3.3.1.1. FENILETANOL	138
4.3.3.1.2. BUTANOL	141
4.3.3.1.3. 1-PROPANOL	144
4.3.3.1.4. ALCOHOL ISOAMÍLICO	147
4.3.3.1.5. 1-2 PROPILENGLICOL	150
4.3.3.2. EVOLUCIÓN DE LOS ÁCIDOS Y DE LOS ESTERES	153
4.3.3.2.1. ÁCIDO DECANOICO	153
4.3.3.2.2. ACETATO DE ISOAMILO	156
4.3.3.2.3. ACETATO DE HEXILO	159
4.3.3.2.4. DECANOATO DE ETILO	162
4.3.3.2.5. DIETILSUCCINATO	165
4.3.3.2.6. LACTATO DE ETILO	168
4.3.3.2.7. ETIL ISOVALERIATO	171
4.3.3.3. EVOLUCIÓN DE LOS ACETALES: DIACETAL	174
4.3.3.4. EVOLUCIÓN DE LAS LACTONAS: $\beta$ -METIL- $\gamma$ -OCTOLACTONA	177
4.3.3.5. EVOLUCIÓN DE LOS FENOLES VOLÁTILES	180
4.3.3.5.1. 4-VINILGUAYACOL	180

4.3.3.5.2.	EUGENOL	183
4.3.3.6.	EVOLUCIÓN DE LOS ALDEHIDOS FENÓLICOS: VAINILLINA	186
4.3.3.7.	EVOLUCIÓN DE LOS FURANOS: 5 METIL FURFURAL	189
4.3.3.8.	EVOLUCIÓN DE LOS HIDROCARBUROS	192
4.3.3.8.1.	$\alpha$ PINEN	192
4.3.3.8.2.	$\beta$ PINEN	195
4.3.3.9.	EVOLUCIÓN DEL THEASPIRANE	198

**5. CONCLUSIONES** **204**

**6. BIBLIOGRAFÍA** **206**

## ÍNDICE DE TABLAS

---

<b>Tabla 1.2.1.</b> Ácidos fenólicos de la uva y el vino	<b>25</b>
<b>Tabla 3.1.</b> Condiciones de elución	<b>65</b>
<b>Tabla 3.2.</b> Rectas de calibrado y tiempos de retención (min) de los compuestos	<b>66</b>
<b>Tabla 4.1.</b> Media y desviación estándar de los parámetros convencionales en los vinos de Tempranillo de la cosecha 2010	<b>75</b>
<b>Tabla 4.2.</b> Media y desviación estándar de los parámetros convencionales en los vinos de Tempranillo de la cosecha 2012	<b>75</b>
<b>Tabla 4.3.</b> Media y desviación estándar de los parámetros convencionales en los vinos de Tempranillo de la cosecha 2013	<b>76</b>
<b>Tabla 4.4.</b> Media y desviación estándar de los parámetros convencionales en los vinos de Cabernet Sauvignon de la cosecha 2010	<b>77</b>
<b>Tabla 4.5.</b> Media y desviación estándar de los parámetros convencionales en los vinos de Cabernet Sauvignon de la cosecha 2012	<b>77</b>
<b>Tabla 4.6.</b> Media y desviación estándar de los parámetros convencionales en los vinos de Cabernet Sauvignon de la cosecha 2013	<b>77</b>
<b>Tabla 4.7.</b> Medias y desviación estándar de los parámetros polifenólicos en los vinos de Tempranillo de la cosecha 2010	<b>78</b>
<b>Tabla 4.8.</b> Medias y desviación estándar de los parámetros polifenólicos en los vinos de Tempranillo de la cosecha 2012	<b>78</b>
<b>Tabla 4.9.</b> Medias y desviación estándar de los parámetros polifenólicos en los vinos de Tempranillo elaborados en la cosecha 2013	<b>79</b>
<b>Tabla 4.10.</b> Medias y desviación estándar de los parámetros polifenólicos en los vinos de Cabernet Sauvignon de la cosecha 2010	<b>80</b>
<b>Tabla 4.11.</b> Medias y desviación estándar de los parámetros en los vinos de Cabernet Sauvignon de la cosecha 2012	<b>80</b>
<b>Tabla 4.12.</b> Medias y desviación estándar de los parámetros polifenólicos en los vinos de Cabernet Sauvignon de la cosecha 2013	<b>81</b>
<b>Tabla 4.13.</b> Medias y desviación estándar de los compuestos aromáticos en los vinos de Tempranillo (mg/L) de la cosecha 2012	<b>83</b>
<b>Tabla 4.14.</b> Medias y desviación estándar de los compuestos aromáticos en los vinos de Tempranillo (mg/L) de la cosecha 2013	<b>84</b>
<b>Tabla 4.15.</b> Medias y desviación estándar de los compuestos aromáticos en los vinos de Cabernet Sauvignon (mg/L) de la cosecha 2012	<b>85</b>
<b>Tabla 4.16.</b> Medias y desviación estándar de los compuestos aromáticos en los vinos de Cabernet Sauvignon (mg/L) de la cosecha 2013	<b>86</b>
<b>Tabla 4.17.</b> Parámetros convencionales del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2010	<b>87</b>

<b>Tabla 4.18.</b> Parámetros convencionales del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2012	<b>87</b>
<b>Tabla 4.19.</b> Parámetros convencionales del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2013	<b>88</b>
<b>Tabla 4.20.</b> Composición polifenólica del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2010	<b>88</b>
<b>Tabla 4.21.</b> Composición polifenólica del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2012	<b>89</b>
<b>Tabla 4.22.</b> Composición polifenólica del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2013	<b>89</b>
<b>Tabla 4.23.</b> Composición aromática del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2012	<b>90</b>
<b>Tabla 4.24.</b> Composición aromática del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2013	<b>90</b>
<b>Tabla 4.25.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, en la cosecha 2010	<b>92</b>
<b>Tabla 4.26.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años, en la cosecha 2010	<b>92</b>
<b>Tabla 4.27.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, en la cosecha 2012	<b>93</b>
<b>Tabla 4.28.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años, en la cosecha 2012	<b>93</b>
<b>Tabla 4.29.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas	<b>94</b>
<b>Tabla 4.30.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>94</b>
<b>Tabla 4.31.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los antocianos totales (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, de la cosecha 2010	<b>95</b>
<b>Tabla 4.32.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de antocianos totales (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2010	<b>96</b>
<b>Tabla 4.33.</b> -Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los antocianos totales (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, de la cosecha 2012	<b>97</b>
<b>Tabla 4.34.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de antocianos totales (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>97</b>
<b>Tabla 4.35.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los antocianos totales (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, de la cosecha 2013	<b>98</b>
<b>Tabla 4.36.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de antocianos totales (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en 2013	<b>98</b>
<b>Tabla 4.37.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los antocianos decolorables (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, de la cosecha 2013	<b>100</b>
<b>Tabla 4.38.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los antocianos decolorables (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, de la cosecha 2013	<b>100</b>

<b>Tabla 4.39.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de delphinidina en los vinos de la cosecha de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas	<b>101</b>
<b>Tabla 4.40.-</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de cianidina en los vinos de la cosecha de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas	<b>101</b>
<b>Tabla 4.41.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de petunidina en los vinos de la cosecha de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas	<b>102</b>
<b>Tabla 4.42.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de peonidina en los vinos de la cosecha de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas	<b>102</b>
<b>Tabla 4.43.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de malvidina en los vinos de la cosecha de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas	<b>102</b>
<b>Tabla 4.44.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Ionización en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, de la cosecha 2010	<b>103</b>
<b>Tabla 4.45.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Ionización en los vinos conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2010	<b>104</b>
<b>Tabla 4.46.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Ionización en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, de la cosecha 2012	<b>104</b>
<b>Tabla 4.47.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Ionización en los vinos conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>105</b>
<b>Tabla 4.48.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de ionización (%) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas	<b>105</b>
<b>Tabla 4.49.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Íonización (%) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>106</b>
<b>Tabla 4.50.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice PVPP (%) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>107</b>
<b>Tabla 4.51.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice PVPP (%) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>107</b>
<b>Tabla 4.52.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice PVPP (%) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>108</b>
<b>Tabla 4.53.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice PVPP (%) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>108</b>
<b>Tabla 4.54.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice PVPP (%) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>109</b>
<b>Tabla 4.55.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice PVPP (%) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>109</b>
<b>Tabla 4.56.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas	<b>110</b>
<b>Tabla 4.57.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años	<b>111</b>
<b>Tabla 4.58.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y la media de barricas	<b>111</b>
<b>Tabla 4.59.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años	<b>112</b>

<b>Tabla 4.60.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y la media de barricas	<b>112</b>
<b>Tabla 4.61.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años	<b>113</b>
<b>Tabla 4.62.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles totales (mg/L) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y la media de las barricas	<b>114</b>
<b>Tabla 4.63.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles totales (mg/L) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años	<b>114</b>
<b>Tabla 4.64.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles totales (mg/L) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y la media de las barricas	<b>115</b>
<b>Tabla 4.65.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles totales (mg/L) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años	<b>115</b>
<b>Tabla 4.66.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles totales (mg/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y la media de las barricas	<b>116</b>
<b>Tabla 4.67.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles totales (mg/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años	<b>116</b>
<b>Tabla 4.68.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas (mg/L) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y la media de las barricas	<b>117</b>
<b>Tabla 4.69.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas (mg/L) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>118</b>
<b>Tabla 4.70.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas (mg/L) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y la media de las barricas	<b>118</b>
<b>Tabla 4.71.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas (mg/L) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>119</b>
<b>Tabla 4.72.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas (mg/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y la media de las barricas	<b>119</b>
<b>Tabla 4.73.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas (mg/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>120</b>
<b>Tabla 4.74.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de taninos condensados totales (g/L) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>121</b>
<b>Tabla 4.75.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de taninos condensados totales (g/L) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>121</b>
<b>Tabla 4.76.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de taninos condensados totales (g/L) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>122</b>
<b>Tabla 4.77.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de taninos condensados totales (g/L) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>122</b>
<b>Tabla 4.78.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de taninos condensados totales (g/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>123</b>
<b>Tabla 4.79.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de taninos condensados totales (g/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>123</b>

<b>Tabla 4.80.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Etanol (%) en los vinos de la cosecha 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>124</b>
<b>Tabla 4.81.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>125</b>
<b>Tabla 4.82.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Etanol (%) en los vinos de la cosecha 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>125</b>
<b>Tabla 4.83.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>125</b>
<b>Tabla 4.84.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>126</b>
<b>Tabla 4.85.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>126</b>
<b>Tabla 4.86.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA Índice de Gelatina en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>127</b>
<b>Tabla 4.87.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA Índice de Gelatina en los vinos de la cosecha 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>128</b>
<b>Tabla 4.88.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA Índice de Gelatina en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>128</b>
<b>Tabla 4.89.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA Índice de Gelatina en los vinos de la cosecha 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>129</b>
<b>Tabla 4.90.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA Índice de gelatina en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, de la cosecha 2013	<b>129</b>
<b>Tabla 4.91.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA Índice de Gelatina en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>130</b>
<b>Tabla 4.92.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de DMACH en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>131</b>
<b>Tabla 4.93.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de DMACH en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>131</b>
<b>Tabla 4.94.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de DMACH en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>132</b>
<b>Tabla 4.95.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de DMACH en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>132</b>
<b>Tabla 4.96.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de DMACH en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas	<b>133</b>
<b>Tabla 4.97.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de DMACH en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso	<b>133</b>
<b>Tabla 4.98.</b> Valores medios, desviación estándar del Índice de Polimerización de Taninos (mDP), Índice de galoilación (%) y peso molecular (g/moles) en el vino inicial	<b>134</b>
<b>Tabla 4.99.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polimerización de Taninos (mDP), Índice de galoilación (%) y peso molecular (g/moles) de los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas, al final de la conservación de los vinos de 2013	<b>135</b>

<b>Tabla 4.100.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polimerización de Taninos (mDP), Índice de galoilación (%) y peso molecular (g/moles) de los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, al final de la conservación de los vinos de 2013	<b>135</b>
<b>Tabla 4.101.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 2 feniletanol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>139</b>
<b>Tabla 4.102.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 2 feniletanol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>139</b>
<b>Tabla 4.103.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 2 feniletanol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>140</b>
<b>Tabla 4.104.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 2 feniletanol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013.	<b>140</b>
<b>Tabla 4.105.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 2 butanol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>141</b>
<b>Tabla 4.106.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 2 butanol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso en la cosecha 201	<b>142</b>
<b>Tabla 4.107.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 2 butanol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>142</b>
<b>Tabla 4.108.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 2 butanol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>143</b>
<b>Tabla 4.109.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 1 propanol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>144</b>
<b>Tabla 4.110.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 1 propanol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>144</b>
<b>Tabla 4.111.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 1 propanol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>145</b>
<b>Tabla 4.112.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 1 propanol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>146</b>
<b>Tabla 4.113.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de alcohol isoamílico (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>147</b>
<b>Tabla 4.114.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de alcohol isoamílico (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>147</b>
<b>Tabla 4.115.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de alcohol isoamílico (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>148</b>
<b>Tabla 4.116.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de alcohol isoamílico (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>149</b>
<b>Tabla 4.117.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 1-2 propilenglicol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>150</b>

<b>Tabla 4.118.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 1-2 propilenglicol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>150</b>
<b>Tabla 4.119.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 1-2 propilenglicol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>151</b>
<b>Tabla 4.120.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 1-2 propilenglicol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>152</b>
<b>Tabla 4.121.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de ácido decanoico (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>153</b>
<b>Tabla 4.122.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de ácido decanoico (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>154</b>
<b>Tabla 4.123.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de ácido decanoico (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>155</b>
<b>Tabla 4.124.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de ácido decanoico (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>155</b>
<b>Tabla 4.125.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de acetato de isoamilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas. En la cosecha 2012	<b>156</b>
<b>Tabla 4.126.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de acetato de isoamilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>157</b>
<b>Tabla 4.127.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de acetato de isoamilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>158</b>
<b>Tabla 4.128.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de acetato de isoamilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>158</b>
<b>Tabla 129.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de acetato de hexilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>159</b>
<b>Tabla 4.130.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de acetato de hexilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>160</b>
<b>Tabla 4.131.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de acetato de hexilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>161</b>
<b>Tabla 4.132.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de acetato de hexilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>161</b>
<b>Tabla 4.133.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de decanoato de etilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>162</b>
<b>Tabla 4.134.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de decanoato de etilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>162</b>

<b>Tabla 4.135.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de decanoato de etilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>163</b>
<b>Tabla 4.136.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de decanoato de etilo (mg/L ) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>164</b>
<b>Tabla 4.137.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de dietilsuccionato (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>165</b>
<b>Tabla 4.138.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de dietilsuccionato (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>165</b>
<b>Tabla 4.139.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de dietilsuccionato (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>166</b>
<b>Tabla 4.140.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de dietilsuccionato (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>167</b>
<b>Tabla 4.141.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de lactato de etilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>168</b>
<b>Tabla 4.142.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de lactato de etilo (mg/L ) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>168</b>
<b>Tabla 4.143.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de lactato de etilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>169</b>
<b>Tabla 4.144.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de lactato de etilo (mg/L ) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>170</b>
<b>Tabla 4.145.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de etil isovalerato (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>171</b>
<b>Tabla 4.146.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de etil isovalerato (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>171</b>
<b>Tabla 4.147.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de etil isovalerato (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>172</b>
<b>Tabla 4.148.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de etil isovalerato (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>173</b>
<b>Tabla 4.149.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de diacetal (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>174</b>
<b>Tabla 4.150.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de diacetal (mg/L ) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>174</b>
<b>Tabla 4.151.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de diacetal (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>175</b>
<b>Tabla 4.152.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de diacetal (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>176</b>

<b>Tabla 4.153.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVAD de $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>177</b>
<b>Tabla 4.154.-</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (mg/L ) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>178</b>
<b>Tabla 4.155.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVAD de $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>179</b>
<b>Tabla 4.156.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>179</b>
<b>Tabla 4.157.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 4 vinilguayacol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>180</b>
<b>Tabla 4.158.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 4 vinilguayacol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>181</b>
<b>Tabla 4.159.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 4 vinilguayacol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>182</b>
<b>Tabla 4.160.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 4 vinilguayacol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>182</b>
<b>Tabla 4.161.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de eugenol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>183</b>
<b>Tabla 4.162.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de eugenol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>183</b>
<b>Tabla 4.163.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de eugenol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>184</b>
<b>Tabla 4.164.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de eugenol (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>185</b>
<b>Tabla 4.165.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de vainillina (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>186</b>
<b>Tabla 4.166.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de vainillina (mg/L ) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 012	<b>187</b>
<b>Tabla 4.167.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de vainillina (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>188</b>
<b>Tabla 4.168.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de <b>vainillina</b> (mg/L ) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>188</b>
<b>Tabla 4.169.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 5 metil furfural (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>189</b>
<b>Tabla 4.170.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 5 metil furfural (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>190</b>

<b>Tabla 4.171.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 5 metil furfural(mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>191</b>
<b>Tabla 4.172.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de 5 metil furfural (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>191</b>
<b>Tabla 4.173.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de $\alpha$ pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>192</b>
<b>Tabla 4.174.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de $\alpha$ pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>193</b>
<b>Tabla 4.175.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de $\alpha$ pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>194</b>
<b>Tabla 4.176.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de $\alpha$ pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>194</b>
<b>Tabla 177.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de $\beta$ pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>195</b>
<b>Tabla 4.178.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de $\beta$ pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>196</b>
<b>Tabla 4.179.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de $\beta$ pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>197</b>
<b>Tabla 4.180.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de $\beta$ pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>197</b>
<b>Tabla 4.181.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de theaspirane (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012	<b>198</b>
<b>Tabla 4.182.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de theaspirane (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012	<b>199</b>
<b>Tabla 4.183.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de theaspirane (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013	<b>200</b>
<b>Tabla 4.184.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de theaspirane (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013	<b>200</b>
<b>Tabla 4.185.-</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de las de las concentraciones (mg/L) de los compuestos volátiles estudiados en los vinos al final de la conservación en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la añada 2012	<b>202</b>
<b>Tabla 4.186.-</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de las de las concentraciones (mg/L) de los compuestos volátiles estudiados en los vinos al final de la conservación en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la añada 2013	<b>203</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>Figura 1.1.1.</b> Mapa de situación de los municipios de la D.O.Utiel-Requena	<b>1</b>
<b>Figura 1.1.2.</b> Solana de las Pilillas, Requena	<b>2</b>
<b>Figura 1.1.3.</b> Racimo de la variedad Tempranillo	<b>7</b>
<b>Figura 1.1.4.</b> Racimo de la variedad Cabernet Sauvignon	<b>9</b>
<b>Figura 1.1.5.</b> Pago Chozas-Carrascal	<b>10</b>
<b>Figura 1.1.6.</b> Red bayesiana de un viñedo	<b>11</b>
<b>Figura 1.1.7.</b> Parcela de Tempranillo del Pago Chozas-Carrascal	<b>12</b>
<b>Figura 1.1.8.</b> Perfil del suelo del Pago Chozas-Carrascal	<b>13</b>
<b>Figura 1.2.1.</b> Acido Siquímico	<b>16</b>
<b>Figura 1.2.2.</b> Evolución de antocianos y taninos durante la maduración de la uva	<b>17</b>
<b>Figura 1.2.3.</b> Clasificación de los compuestos fenólicos	<b>18</b>
<b>Figura 1.2.4.</b> Estructura básica de los compuestos fenólicos	<b>19</b>
<b>Figura 1.2.5.</b> Estructura química de las diferentes antocianidinas	<b>20</b>
<b>Figura 1.2.6.</b> Estructura química de los flavanoles monómeros de la uva	<b>21</b>
<b>Figura 1.2.7.</b> Estructuras químicas de las proantocianidinas de tipo B	<b>22</b>
<b>Figura 1.2.8.</b> Estructura química de los flavonoides	<b>23</b>
<b>Figura 1.2.9.</b> Estructura química de los flavonoles	<b>24</b>
<b>Figura 1.2.10.</b> Equilibrio de los antocianos en función del pH	<b>27</b>
<b>Figura 1.2.11.</b> Compuesto de adición bisulfito-antociano incoloro	<b>28</b>
<b>Figura 1.2.12.</b> Mecanismo de acción de las oxidorreductasas presentes en la uva	<b>29</b>
<b>Figura 1.2.13.</b> Esquema de la oxidación de proantocianidinas según Moutounet (2000)	<b>30</b>
<b>Figura 1.2.14.</b> Condensación directa de taninos y antocianos de tipo T-A	<b>32</b>
<b>Figura 1.2.15.</b> Estructura de los piranoantocianos	<b>34</b>
<b>Figura 1.2.16.</b> Modelo de la polimerización de los taninos	<b>35</b>
<b>Figura 1.2.17.</b> Modelo del comportamiento coloidal de los taninos	<b>37</b>
<b>Figura 1.2.18.</b> Representación grafica del fenómeno de copigmentación	<b>39</b>
<b>Figura 1.2.19.</b> a) Alcoholes terpénicos b) Otros compuestos terpénicos	<b>42</b>

<b>Figura 1.2.20.</b> Principales pirazinas encontradas en uvas y vinos	<b>43</b>
<b>Figura 1.2.21.</b> Degradación oxidativa de los carotenoides	<b>44</b>
<b>Figura 1.2.22.</b> Glucósidos terpénicos (noprisoprenoides) identificados en uvas	<b>46</b>
<b>Figura 1.2.23.</b> Formación de beta-damascenona en uvas y vino	<b>47</b>
<b>Figura 1.2.24.</b> Aromas formados durante la fermentación alcohólica	<b>49</b>
<b>Figura 3.1.</b> Diagrama de flujo de la vinificación	<b>59</b>
<b>Figura 3.2.</b> Cromatograma de la muestra en depósito de acero inoxidable después de la reacción de floroglucinólisis	<b>65</b>
<b>Figura 4.1.</b> Evolución de la $T^{aa}$ y densidad durante la fermentación de los vinos de Tempranillo elaborados en 2010, en depósitos de acero inoxidable y hormigón	<b>69</b>
<b>Figura 4.2.</b> Evolución de la $T^{aa}$ y densidad durante la fermentación de los vinos de Tempranillo elaborados en 2012, en depósitos de acero inoxidable y hormigón	<b>69</b>
<b>Figura 4.3.</b> Evolución de la $T^{aa}$ y densidad durante la fermentación de los vinos de Tempranillo elaborados en 2013, en depósitos de acero inoxidable y hormigón	<b>69</b>
<b>Figura 4.4.</b> Evolución de la $T^{aa}$ y densidad durante la fermentación de los vinos de Cabernet Sauvignon elaborados en 2010, en depósitos de acero inoxidable y hormigón	<b>69</b>
<b>Figura 4.5.</b> Evolución de la $T^{aa}$ y densidad durante la fermentación de los vinos de Cabernet Sauvignon elaborados en 2012, en depósitos de acero inoxidable y hormigón	<b>70</b>
<b>Figura 4.6.</b> Evolución de la $T^a$ y densidad durante la fermentación de los vinos de Cabernet Sauvignon elaborados en 2013 en depósitos de acero inoxidable y hormigón	<b>70</b>
<b>Figura 4.7.</b> Evolución de concentración de antocianos (mg/L), de la Intensidad Colorante y del Índice de Polifenoles Totales durante la fermentación de los vinos de Tempranillo elaborados en 2010, en depósitos de acero inoxidable y hormigón	<b>71</b>
<b>Figura 4.8.</b> Evolución de concentración de antocianos (mg/L), de la Intensidad Colorante y del Índice de Polifenoles Totales durante la fermentación de los vinos de Tempranillo elaborados en 2012, en depósitos de acero inoxidable y hormigón	<b>72</b>
<b>Figura 4.9.</b> Evolución de la concentración de antocianos (mg/L), de la Intensidad Colorante y del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de Tempranillo elaborados en 2013 durante la fermentación en depósitos de acero inoxidable y hormigón	<b>72</b>
<b>Figura 4.10.</b> Evolución de concentración de antocianos (mg/L), de la Intensidad Colorante y del Índice de Polifenoles Totales durante la fermentación de los vinos de Cabernet Sauvignon elaborados en 2010, en depósitos de acero inoxidable y hormigón	<b>73</b>

<b>Figura 4.11.</b> Evolución de concentración de antocianos (mg/L), de la Intensidad Colorante y del Índice de Polifenoles Totales durante la fermentación de los vinos de Cabernet Sauvignon elaborados en 2012, en depósitos de acero inoxidable y hormigón	<b>73</b>
<b>Figura 4.12.</b> Evolución de la concentración de antocianos (mg/L), de la Intensidad Colorante y del Índice de Polifenoles Totales durante la fermentación en los vinos de Cabernet Sauvignon elaborados en 2013, en depósitos de acero inoxidable y hormigón	<b>74</b>
<b>Figura 4.13.</b> Evolución de la intensidad colorante durante la conservación, en la cosecha 2010	<b>92</b>
<b>Figura 4.14.</b> Evolución de la intensidad colorante durante la conservación, en la cosecha 2012	<b>93</b>
<b>Figura 4.15.</b> Evolución de la intensidad colorante durante la conservación de los vinos de la cosecha 2013	<b>94</b>
<b>Figura 4.16.</b> Evolución de los antocianos totales (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2010	<b>96</b>
<b>Figura 4.17.</b> Evolución de los antocianos totales (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2012	<b>97</b>
<b>Figura 4.18.</b> Evolución de los antocianos totales (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2013	<b>98</b>
<b>Figura 4.19.</b> Evolución de los antocianos decolorables (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2013	<b>100</b>
<b>Figura 4.20.</b> Evolución de la malvidina durante la conservación de los vinos de la cosecha 2013	<b>103</b>
<b>Figura 4.21.</b> Evolución del Índice de Ionización durante la conservación de los vinos de la cosecha 2010	<b>104</b>
<b>Figura 4.22.</b> Evolución del Índice de Ionización durante la conservación de los vinos de la cosecha 2012	<b>105</b>
<b>Figura 4.23.</b> Evolución del Índice de Ionización (%) durante la conservación de los vinos de 2013	<b>106</b>
<b>Figura 4.24.</b> Evolución del Índice de PVPP (%) durante la evolución de los vinos de 2010	<b>107</b>
<b>Figura 4.25.</b> Evolución del Índice de PVPP (%) durante la evolución de los vinos de 2012	<b>108</b>
<b>Figura 4.26.</b> Evolución del Índice de PVPP (%) durante la evolución de los vinos de 2013	<b>109</b>
<b>Figura 4.27.</b> Evolución del Índice de Polifenoles totales durante la conservación de los vinos de 2010	<b>111</b>
<b>Figura 4.28.</b> Evolución del Índice de Polifenoles totales durante la conservación de los vinos de 2012	<b>112</b>
<b>Figura 4.29.</b> Evolución del Índice de Polifenoles totales durante la conservación de los vinos de 2013	<b>113</b>
<b>Figura 4.30.</b> Evolución de la concentración de Polifenoles totales (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2010	<b>114</b>
<b>Figura 4.31.</b> Evolución de la concentración de Polifenoles totales (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2012	<b>116</b>

<b>Figura 4.32.</b> Evolución de la concentración de polifenoles totales (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2013	<b>117</b>
<b>Figura 4.33.</b> Evolución de la concentración de catequinas (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2010	<b>118</b>
<b>Figura 4.34.</b> Evolución de la concentración de catequinas (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2012	<b>119</b>
<b>Figura 4.35.</b> Evolución de la concentración de catequinas (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2013	<b>120</b>
<b>Figura 4.36.</b> Evolución de taninos condensados totales (g/L) durante la conservación de los vinos de 2010	<b>121</b>
<b>Figura 4.37.</b> Evolución de taninos condensados totales (g/L) durante la conservación de los vinos de 2012	<b>122</b>
<b>Figura 4.38.</b> Evolución de taninos condensados totales (g/L) durante la conservación de los vinos de 2013	<b>123</b>
<b>Figura 4.39.</b> Evolución del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2010 conservados en los diferentes recipientes	<b>125</b>
<b>Figura 4.40.</b> Evolución del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2012 conservados en los diferentes recipientes	<b>126</b>
<b>Figura 4.41.</b> Evolución del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2013 conservados en los diferentes recipientes	<b>127</b>
<b>Figura 4.42.</b> Evolución del Índice de Gelatina (%) en los vinos de 2010 conservados en los diferentes recipientes	<b>128</b>
<b>Figura 4.43.</b> Evolución del Índice de Gelatina (%) en los vinos de 2012 conservados en los diferentes recipientes	<b>129</b>
<b>Figura 4.44.</b> Evolución del Índice de Gelatina (%) en el vino de 2013 conservado en los diferentes recipientes	<b>130</b>
<b>Figura 4.45.</b> Evolución del Índice de DMACH (%) durante la conservación de los vinos de 2010	<b>132</b>
<b>Figura 4.46.</b> Evolución del Índice de DMACH (%) durante la conservación de los vinos de 201	<b>133</b>
<b>Figura 4.47.</b> Evolución del Índice de DMACH (%) durante la conservación de los vinos de 2013	<b>134</b>
<b>Figura 4.48.</b> Evolución de la concentración de 2 feniletanol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>139</b>
<b>Figura 4.49.</b> Evolución de la concentración de 2 feniletanol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>141</b>

<b>Figura 4.50.</b> Evolución de la concentración de 2 butanol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>142</b>
<b>Figura 4.51.</b> Evolución de la concentración de 2 butanol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>143</b>
<b>Figura 4.52.</b> Evolución de la concentración de 1 propanol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>145</b>
<b>Figura 4.53.</b> Evolución de la concentración de 1 propanol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>146</b>
<b>Figura 4.54.</b> Evolución de la concentración de alcohol isoamilico(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>148</b>
<b>Figura 4.55.</b> Evolución de la concentración de alcohol isoamilico (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>149</b>
<b>Figura 4.56.</b> Evolución de la concentración de 1-2 propilenglicol(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>151</b>
<b>Figura 4.57.</b> Evolución de la concentración de 1-2 propilenglicol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>152</b>
<b>Figura 4.58.</b> Evolución de la concentración del ácido decanoico(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>154</b>
<b>Figura 4.59.</b> Evolución de la concentración del ácido decanoico(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>156</b>
<b>Figura 4.60.</b> Evolución de la concentración de acetato de isoamilo(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>157</b>
<b>Figura 4.61.</b> Evolución de la concentración de acetato de isoamilo (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>159</b>
<b>Figura 4.62.</b> Evolución de la concentración de acetato de hexilo (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>160</b>
<b>Figura 4.63.</b> Evolución de la concentración de acetato de hexilo (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>161</b>
<b>Figura 4.64.</b> Evolución de la concentración de decanoato de etilo(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>163</b>
<b>Figura 4.65.</b> Evolución de la concentración de decanoato de etilo (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>164</b>
<b>Figura 4.66.</b> Evolución de la concentración de dietilsuccinato (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>166</b>
<b>Figura 4.67.</b> Evolución de la concentración de dietilsuccinato (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013.	<b>167</b>
<b>Figura 4.68.</b> Evolución de la concentración de lactato de etilo (mg/L) durante la conservación de los vinos en la añada 2012	<b>169</b>
<b>Figura 4.69.</b> Evolución de la concentración de lactato de etilo (mg/L) durante la conservación de los vinos en la añada 2013	<b>170</b>

<b>Figura 4.70.</b> Evolución de la concentración de etil isovaleriato(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>172</b>
<b>Figura 4.71.</b> Evolución de la concentración de etil isovaleriato(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>173</b>
<b>Figura 4.72.</b> Evolución de la concentración de diacetal (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>175</b>
<b>Figura 4.73.</b> Evolución de la concentración de diacetal (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>176</b>
<b>Figura 4.74.</b> Evolución de la concentración de $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>178</b>
<b>Figura 4.75.</b> Evolución de la concentración de $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>179</b>
<b>Figura 4.76.</b> Evolución de la concentración de 4-vinilguayacol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>181</b>
<b>Figura 4.77.</b> Evolución de la concentración de 4-vinilguayacol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>182</b>
<b>Figura 4.78.</b> Evolución de la concentración de eugenol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>184</b>
<b>Figura 4.79.</b> Evolución de la concentración de eugenol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>185</b>
<b>Figura 4.80.</b> Evolución de la concentración de vainillina (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>187</b>
<b>Figura 4.81.</b> Evolución de la concentración de vainillina (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>188</b>
<b>Figura 4.82.</b> Evolución de la concentración de 5-metil furfural (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>190</b>
<b>Figura 4.83.</b> Evolución de la concentración de 5-metil furfural (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>192</b>
<b>Figura 4.84.</b> Evolución de la concentración de $\alpha$ -pinen (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>193</b>
<b>Figura 4.85.</b> Evolución de la concentración de $\alpha$ -pinen(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>194</b>
<b>Figura 4.86.</b> Evolución de la concentración de $\beta$ -pinen(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>196</b>
<b>Figura 4.87.</b> Evolución de la concentración de $\beta$ -pinen(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>198</b>
<b>Figura 4.88.</b> Evolución de la concentración de theaspirane(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012	<b>199</b>
<b>Figura 4.89.</b> Evolución de la concentración de theaspirane(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013	<b>200</b>

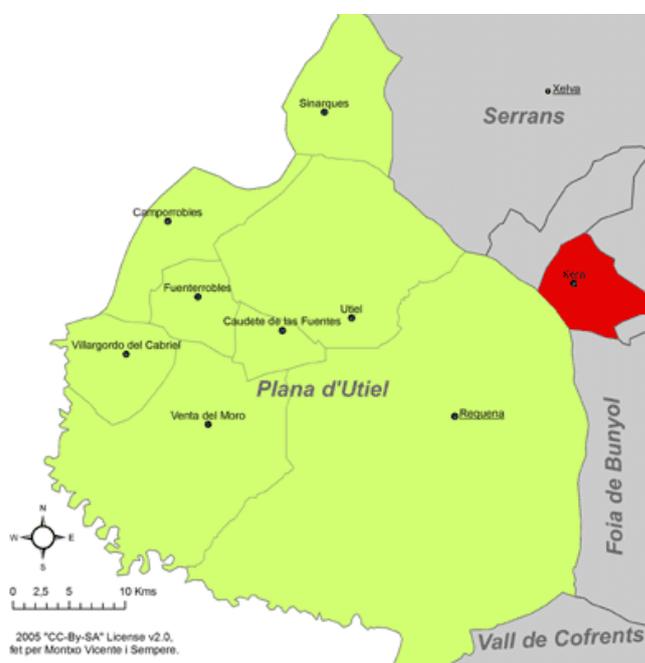
**INTRODUCCIÓN  
Y ANTECEDENTES  
BIBLIOGRÁFICOS**

# 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

## 1.1. INTRODUCCIÓN

### 1.1.1. LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN (D.O.) UTIEL-REQUENA

La comarca de Requena-Utiel se encuentra a 70 Kilómetros al interior de la provincia de Valencia. Allí se encuentra el viñedo más extenso y más homogéneo de la Comunidad Valenciana con sus más de 40.000 hectáreas que abarcan los términos municipales de Caudete de las Fuentes, Camporrobles, Fuenterrobles, Requena, Siete Aguas, Sinarcas, Utiel, Venta del Moro y Villagordo de Cabriel (CRDO Utiel-Requena, 2014).



**Figura 1.1.1.** Mapa de situación de los municipios de la D.O. Utiel-Requena

Según el Consejo Regulador de Utiel-Requena (2014), su orografía se caracteriza por una meseta circular de unos 1800 Kilómetros cuadrados de superficie, es una pequeña parte de la gran unidad geomorfológica que constituye la submeseta Castellana meridional. Se sitúa a una altitud entre 600-900 metros. Esta zona posee dos grandes fuentes de aprovisionamiento de agua, al Norte, el río Magro y al Sur, la Rambla Caballero, afluente del Cabriel.

La denominación de origen Utiel-Requena tiene autorizados 18 cultivares, 8 blancos y 10 tintos. Aunque el 94,27% de la superficie esté ocupada por los cultivares tintos, la superficie de los cultivares blancos poco a poco va tomando importancia, debido especialmente a la expansión en los últimos años de la producción de cava.

### 1.1.1.1. HISTORIA.

Los trabajos arqueológicos desarrollados en la zona desde 1956, han puesto de manifiesto que el vino se consumía desde el s.VII a.C. y que se cultivaba la vid con seguridad, desde los ss. V-IV a C. Según atestiguan los fragmentos de ánforas vinarias fenicias hallados en el poblado ibérico de los Villares de Caudete de las Fuentes, también conocido como Kelin, en virtud de la moneda que se acuñó en el poblado.

En la Comarca se han localizado en dos asentamientos ibéricos, una serie de estructuras excavadas en la roca destinadas a la elaboración de vino, son los yacimientos de Rambla de la Alcántarilla y Solana de las Pilillas, ambos de Requena.

Los iberos aprovecharon bloques grandes de piedra que se desprendieron de las crestas de las montañas para construir las cubas. Están formados por una cubeta elevada, de tres a seis m<sup>2</sup> de superficie, con una profundidad de unos veinte o treinta centímetros, en la que se realizaría el pisado de la uva. En dos de los lagares, se pueden ver, en una de las paredes de la pileta superior, uno o dos orificios excavados que se utilizaban para incrustar una viga con la que se prensaba el hollejo. Esta superficie se comunica, mediante uno o varios orificios excavados en su base, con otra cubeta, generalmente de mayor profundidad, donde se recogía el mosto, resultado del pisado de la uva.



**Figura 1.1.2.** Solana de las Pilillas, Requena

Con la cristianización el vino adquiere un carácter sacro, simbolizando la sangre de Cristo. Los musulmanes hispanos aunque su religión les prohibiese el consumo de alcohol, cultivaban la vid y producían y consumían vino de forma moderada.

Las primeras referencias documentales escritas sobre la vid y el vino son de la Edad Media. En el Fuero de Requena, concedido por Alfonso X el Sabio en 1265, quedaba ya establecido el nombramiento de “Vinaderos” o guardianes de las viñas. Las ordenanzas municipales de Requena de 1479 vuelven a insistir en la guardia de las viñas y “prohíben la introducción de vino forastero”.

De época medieval son las primeras referencias documentales escritas sobre la vid y el vino. Por ejemplo, en el Fuero de Requena, concedido por Alfonso X el Sabio en 1265, quedaba ya establecido el nombramiento de “Vinaderos” o guardianes de las viñas.

A partir de 1750 se produce un aumento progresivo del viñedo, debido al rápido crecimiento de la población, coincidiendo con la apertura de nuevas rutas comerciales a través del mar. Desde el momento que se inicia la industrialización de este producto, también se empieza a elaborar orujo con el hollejo que sobra de la elaboración del vino en las alcoholeras de Venta del Moro y Caudete de las Fuentes (Ballesteros, 2000).

A partir de la segunda mitad del siglo XIX con la apertura de la carretera de las Cabrillas, en 1847, punto de unión con la ciudad de Valencia y su puerto del Grao; se produjo una gran expansión vitícola, que conllevó el origen de las primeras asociaciones de cosecheros. La inauguración del ferrocarril Valencia-Utiel, 1887, solucionó los problemas derivados del transporte, consolidándose el flujo vinícola desde las bodegas comarcales hasta el lugar de embarque.

Sin embargo, la principal causa de crecimiento y de demanda exterior de los vinos de esta región fue la escasez de producción en los viñedos franceses que se vieron afectados por la enfermedad del oidium, durante la década de 1852 a 1862. Tras esta crisis en los viñedos franceses, llegó una nueva plaga, la filoxera, que arrasó la práctica totalidad de los viñedos europeos entre 1868 y 1900. En España causó estragos, pero los viñedos de la DO Utiel-Requena se mantuvieron sanos ya que las plantas de Bobal poseen una fuerte resistencia a este parásito y permitió a los viticultores ir sustituyendo los pies europeos por los americanos.

Desde 1932 está recogido el tipismo de los vinos, si bien hasta 1957 no se constituyó la Denominación de Origen Utiel-Requena. En 1976 se eligió un Consejo Regulador independiente para esta Denominación. Actualmente, y desde 1986 la sede del Consejo Regulador se encuentra en la Bodega Redonda de Utiel, construida en 1891.

En torno a 1980 nacían las primeras bodegas comerciales de tipo familiar, pero la gran eclosión de bodegas se produjo en la década de los 90, con la incorporación a la Unión Europea y la espectacular expansión de las exportaciones de vinos tintos a países miembros de la Unión, en la actualidad hay registradas 108 bodegas.

#### **1.1.1.2. CLIMA**

El clima puede ser clasificado dentro de los de tipo mediterráneo, aunque presenta rasgos de continental que le vienen dados por su altitud y alejamiento del mar. Con los datos obtenidos en el Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR) de la estación meteorológica de Campo Arcís durante los meses de febrero hasta octubre de 2013, la temperatura media fue de

15,98 °C, con una amplitud térmica de 20,43 °C, siendo el mes de febrero el mes más frío (4,01 °C) y el mes de julio el más caluroso (24,4 °C). Esto es muy característico de los climas continentales.

Los inviernos son fríos y muy largos. Los meses de abril y mayo son particularmente sensibles a las heladas ya que es el momento donde la planta realiza el “lloro”, ha desbordado e incluso empieza a florecer y también en noviembre, en el momento en el cual agosta la planta y está almacenando la reservas para el año siguiente (Salazar y Melgarejo, 2005). El verano es relativamente corto, ya que no suele sobrepasar los meses de julio y agosto, pero de fuerte calor en las horas centrales del día. Cuando el viento predominante es el Poniente, la temperatura puede alcanzar los 39 o 40 °C. Por las noches suele apreciarse un brusco bajón en las temperaturas, otro rasgo continental, debido a la entrada de viento llamado Solano que comienza a soplar a mitad de la tarde hasta bien entrada la noche.

Por lo que respecta a las precipitaciones, su característica más notable es la parquedad e irregularidad en las mismas. Las precipitaciones medias anuales oscilan en torno a los 430 mm. Dentro del año, las lluvias se reparten en dos periodos de máximos y de mínimos. La primavera y el otoño, son las dos estaciones más lluviosas. En la comarca de Requena el 2013 fue un año atípico. El mes de abril fue el más lluvioso, con una precipitación de 76,5 mm, esto entra dentro de lo normal ya que la media anual oscila alrededor de los 50 mm; pero en el mes de julio, que se caracteriza por ser uno de los meses más secos del año, se recogieron 72 mm, retrasando así la maduración de la uva.

El clima seco de la zona, con dos estaciones lluviosas en primavera y otoño con frecuentes granizadas en verano. El corto verano y el largo invierno con riesgo de heladas en primavera, hacen junto con las fuertes oscilaciones térmicas, tanto estación cálida-estación fría, cómo entre el día y la noche, que la práctica de la agricultura esté muy limitada y, por tanto, la gama de cultivos se reduzca prácticamente al viñedo, y ello con notables riesgos.

### **1.1.1.3. SUELO**

Según Hidalgo (2003), el *suelo vitícola* resulta de la modificación del suelo natural por las técnicas de cultivo tendentes a obtener el crecimiento óptimo y una calidad superior del producto, elegida en función de criterios ecológicos, geográficos y económicos, considerado capaz de permitir el crecimiento y desarrollo de la vid.

Los suelos de Utiel-Requena se caracterizan por ser mayoritariamente arcillo-arenosos sobre fondo calizo. Los viñedos, situados entre la costa y la meseta central, descansan sobre una altiplanicie ligeramente inclinada de noroeste a sudeste. Geográficamente, se encuentran entre los dos ríos que recorren la zona sudeste de la provincia de Valencia, el Turia y el Cabriel. La orografía es bastante suave, con la mayor parte del viñedo situado en laderas poco pronunciadas. Los suelos son de color pardo, con elevado contenido en caliza, sanos y permeables, aunque pobres en materia orgánica. En el norte, los terrenos fluviales del río Magro y en el sur una mezcla de arena y roca con arcilla, pueden dar lugar a afloramientos de piedra caliza, muy interesantes para el cultivo de la vid (CRDO Utiel-Requena, 2014).

Los suelos son en su mayoría de textura franca, poseen un buen equilibrio entre los tres componentes físicos fundamentales (arena, limo y arcilla). Son ligeros, proporcionando condiciones idóneas para el cultivo de la vid.

Son suelos alcalinos, con un pH medio de 8,2, debido a las cantidades de carbonato cálcico, con lo que favorecen la absorción de fosfatos, potasio, calcio y magnesio por la planta. Los niveles de materia orgánica oscilan en torno al 0,9%, por lo que serían convenientes aportes de materia orgánica, para impedir la mineralización del suelo. Posee unos valores de caliza total y activa muy altos, 36 y 12,4 % respectivamente. Esto se traduce en la necesidad de porta-injertos resistentes a la cal.

#### **1.1.1.4. VARIEDADES DE UVA CULTIVADAS EN UTIEL-REQUENA**

La Denominación de Origen Utiel-Requena es una región de vinos tintos, ya que un 94,27% de la superficie del viñedo está cultivada de variedades tintas. La variedad Bobal es la estrella de la Denominación de Origen Protegida Utiel-Requena, ya que supone un 80% de la producción, y es el segundo cultivo más extendido de vid a nivel nacional, tras la Tempranillo. La variedad Tempranillo es la segunda en implantación en Utiel-Requena, supone un 12% del cultivo. Además, las variedades protegidas por esta Denominación de Origen para elaborar tintos y rosados incluyen también la Garnacha, Cabernet Sauvignon, Merlot, Syrah, Pinot Noir, Petit Verdot, Garnacha Tintorera, y Cabernet Franc.

Las variedades blancas representan un 5,73 % del viñedo de Utiel-Requena, aunque como he dicho antes está aumentando de día en día. La Tardana, también llamada Planta Nova o Coma, es autóctona de Utiel-Requena. Otras variedades presentes en la Denominación de Origen para elaborar vinos blancos son Macabeo, Merseguera, Chardonnay, Sauvignon Blanc, Parellada, Xarel-lo, Verdejo, Viognier, Alvarinho y Moscatel de Grano Menudo.

### **1.1.2. LAS VARIEDADES TEMPRANILLO Y CABERNET SAUVIGNON**

#### **1.1.2.1. LA VARIEDAD TEMPRANILLO**

##### **1.1.2.1.1. ORIGEN Y SINONIMIAS**

La variedad Tempranillo podría haber nacido por una hibridación espontánea en el último milenio probablemente en el entorno del valle del Ebro, según una investigación reciente del Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (ICVV) y del el Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA).

Ya desde la antigüedad existen algunas referencias dispersas al nombre "Tempranillo", una de ellas se encuentra en el Libro de Alexandre, (siglo XIII) refiriéndose a la región de Ribera del Duero, en la que menciona las uvas castellanas por su nombre: "Ally fallaría ommes las bonas cardeniellas e las otras mejores que son las tempraniellas".

Hasta el siglo XVII, las vides de Tempranillo permanecieron limitadas a la España continental, donde eran más apropiadas al clima ligeramente más fresco de las provincias septentrionales.

Históricamente, las regiones de La Rioja y Valdepeñas hicieron de la Tempranillo su variedad más importante, y aún hoy es la uva principal de sus vinos más destacados. La uva fue llevada a América, posiblemente en semillas, con los colonizadores españoles del siglo XVII, donde ha mantenido ampliamente su identidad genética y aún se parece mucho a sus antepasados españoles. Debido a su gran sensibilidad a las enfermedades y las plagas, particularmente la filoxera, que devastó las vides en el siglo XIX y aún amenaza actualmente los viñedos, la Tempranillo española ha sido a menudo injertada en portainjertos más resistentes, de lo que resulta un estilo de uva ligeramente diferente, tal como sucede en las uvas cultivadas en Chile y Argentina. A pesar de su aparente fragilidad, la variedad Tempranillo se extendió ampliamente durante el último siglo, estableciéndose como variedad destacada en un gran número de países del mundo.

La variedad Tempranillo está actualmente disfrutando de un importante reconocimiento en la producción vinícola mundial. Esta situación es debida a los esfuerzos de los productores españoles, que mostraron que era posible producir vinos de Tempranillo con gran carácter y calidad en distintas partes de España, tales como la Ribera del Duero, La Mancha, Navarra y el Penedés, entre otras. Durante las últimas décadas, se han plantado Tempranillo en lugares tan lejanos como Australia, los Estados Unidos y Sudáfrica.

Una uva tan extendida por las diversas regiones españolas, además de Portugal y países del Nuevo Mundo, recibe numerosos nombres, que además aun siendo el mismo se escriben distinto según la transcripción del idioma en que se hable. Además de simplemente "tempranillo", se la conoce con variaciones sobre el mismo término: tempranilla, tempranillo rioja o tempranillo de La Rioja o tempranillo de Rioja, incluso tempranillo de Rioza; y tempranillo de Peralta.

Además, pueden mencionarse los siguientes sinónimos: aragón, aragonês o aragones (en Portugal, con sus variaciones aragonez Da Ferra y aragonez de Elvas), arauxa (Orense), arganda, arinto tinto; cencibel (en la Mancha -Cuenca, Guadalajara y Ciudad Real-, así como Madrid y sus variaciones: cencibel chinchillana, cencibera, sensibel, chinchillaza (Badajoz), chinchillana (Extremadura), chinchillano y chinchilyano; cupani, escobera (en Badajoz), garnacho foño (en Sudamérica), Grenache de Logrono (esto es, "garnacha de Logroño"); jacobera y sus variaciones: jaciuera y jacobera; juan garcía, morisca (Cáceres), negra de mesa, negrall, olho de lebre, palomino negro (Cádiz), piñuela (Toledo), ull de llebre ("ojo de liebre", en Cataluña), valdepeñas (también en California) o aldepenas, verdiell (Cataluña) y vid de Aranda (Burgos).

Gran número de sinónimos giran en torno al nombre "tinta" o "tinto" más una denominación de procedencia. Así la tempranillo se conoce también como: tinta aragones o tinto aragonés (Burgos) o tinto Aragón, incluso tinto aragonez; tinta corriente (Guadalajara), tinto fino (en Albacete y Madrid), tinta do Inacio, tinto de Madrid o tinta Madrid (León, Zamora, Ribera del Duero) o tinto Madrid (Madrid, Toledo, Salamanca, Soria); tinta monteriro (Sudamérica), tinta monteira o tinta monteriro, tinto país o tinto del país (Valladolid y Soria), tinto de la Ribera, tinto ribiera, tinto riojano o tinto de Rioja, tinta roriz o tinta roriz da Penajola (Portugal), tinta Santiago (Sudamérica) o tinta de Santiago y tinta serrana (Zamora).

Mención aparte merece la uva "tinta de Toro" (o "Tinto de Toro"), variedad zamorana cuya procedencia es muy controvertida, pero que recientes estudios de ADN realizado en el Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria (IMIA) («Caracterización del Banco de Germoplasma de Vid de "El Encín"») en el año 2000, establecieron de forma fehaciente que tinta de Toro era genéticamente Tempranillo.

Finalmente, hay que advertir, en materia de sinonimia, que muchas veces si refiere al vino, y otras a la uva. Entonces puede ser Tinto Fino (vino) o Tinta Fina (uva); por lo mismo, Tinto de Toro o Tinta de Toro.

#### **1.1.2.1.2. DESCRIPCIÓN AMPELOGRÁFICA**

El pámpano joven, tiene una brotación algodonosa, con pigmentación rojiza en el extremo. La hoja, es de tamaño grande y forma pentagonal con senos laterales muy profundos. Son hojas de siete lóbulos, con un haz verde oscuro casi negro y el envés afelpado. La baya tiene un tamaño mediano, forma esférica y color azul-negro. El racimo es de tamaño mediano, muy compacto y forma cilíndrica con alas.

El Tempranillo es una variedad de porte semierguido de brotación entre temprana y media y maduración media-temprana. Es una variedad con un peso medio de madera de poda de 1078 g/cepa y un peso medio de racimos de 3,5 kg/ cepa.



**Figura 1.1.3.** Racimo de la variedad Tempranillo

### **1.1.2.1.3. APTITUDES PARA EL CULTIVO**

La uva Tempranillo madura mejor en altitudes relativamente altas, pero puede también tolerar climas mucho más templados. Con relación a la producción de Tempranillo en varios climas, el experto en vino Oz Clarke señala que para obtener elegancia y acidez de la uva Tempranillo, necesita un clima fresco. Pero para conseguir altos niveles de azúcar y las gruesas pieles que dan color intenso, necesitan calor.

En España estas dos condiciones se dan de la mejor manera en el clima continental con altitud de Ribera del Duero. En la Ribera del Duero la temperatura media en julio está alrededor de los 21,4 °C, aunque las temperaturas a mediodía en el valle inferior pueden llegar a los 40 °C. Por la noche la región experimenta una dramática variación de temperatura, bajando éstas hasta 16 °C respecto a la máxima del día. La uva Tempranillo es una de las mejor adaptadas a climas mediterráneos continentales como éste.

La baja acidez asociada con el crecimiento a baja altitud se remedia mayormente mezclándola con uvas más ácidas, como la Graciano en La Rioja. Es muy segura en el cuajado, muy sensible a plagas y enfermedades, y poco resistente a la sequía y a temperaturas altas. Los racimos tienen forma cilíndrica y son compactos. Las bayas son esféricas, de color negro púrpura con una pulpa incolora. La baya es de color muy oscuro y forma una esfera como un abalorio, y de ahí su nombre en catalán: Ull de Llebre ("ojo de liebre").

La raíz de Tempranillo absorbe potasio con facilidad, lo que contribuye a incrementar los niveles de pH a 3,6 en la pulpa y 4,3 en la piel cuando alcanza la madurez. Cuando absorbe demasiado potasio, el mosto es más salino, lo que hace más lenta la desaparición del ácido málico lo que da como resultado un pH superior. La piel no presenta ningún carácter herbáceo. La uva es muy susceptible a las inclemencias del tiempo, contrayéndose cuando hay sequía e hinchándose cuando hay demasiada humedad. Los efectos del tiempo se atenúan en lugares con piedra caliza debido al efecto de la arcilla y la humedad en las raíces; los efectos son peores en zonas arenosas, así como para viñas que tienen menos de doce años, pues las raíces son generalmente demasiado superficiales.

### **1.1.2.1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE MOSTOS Y VINOS PROCEDENTES DE LA VARIEDAD TEMPRANILLO**

Está considerada como una de las más finas variedades españolas. Produce vinos tintos de colores intensos, acedeces medias y graduaciones alcohólicas medias altas. Da lugar a vinos jóvenes muy aromáticos y elegantes, tanto en elaboración tradicional como en maceración carbónica. La mejor y más frecuente expresión es la elaboración de vinos de crianza y reserva con el empleo de barricas de roble, por su gran equilibrio y por la estabilidad de la materia colorante.

El vino elaborado con la variedad Tempranillo tiene un grado alcohólico medio de 14,5 % vol y una acidez media de 5,5 g/L.

## **1.1.2.2. LA VARIEDAD CABERNET SAUVIGNON**

### **1.1.2.2.1. ORIGEN Y SINONIMIAS**

La variedad de Cabernet Sauvignon es originaria del sudoeste francés. Estudios genéticos publicados, determinaron que proviene de un cruzamiento entre el Sauvignon Blanc y del Cabernet Franc N. (Audeguin *et al.*, 2007)

En algunos lugares se la conoce con otro nombre, como Bouchet en Australia o Sauvignon Rouge o Vidure en Francia. Esta variedad está muy difundida y forma parte de numerosos vinos de calidad en todo el mundo.

### **1.1.2.2.2. DESCRIPCIÓN AMPELOGRÁFICA**

El sarmiento es marrón amarillento con un relieve estriado. Las yemas son muy algodonosas, blancas o ligeramente rojizas. Las hojas jóvenes son algodonosas, abolladas y los bordes del limbo conservan un tinte rojizo, dando un aspecto vinoso. Las hojas adultas son de tamaño medio, abolladas, brillantes, de color verde oscuro, entre cinco y siete lóbulos y senos muy pronunciados. La cara inferior de las hojas es algodonosa, apelonada y ligeramente pubescente; el peciolo es violáceo.

Los brotes jóvenes son estriados, de color verde claro, y un poco marrones en la base. Los zarcillos son pequeños y finos. Los racimos son pequeños, de unos 10 cm de longitud, cilindrocónicos alados, de un peso medio de 100 a 125 g. La baya es esférica, pequeña, de 7 a 10 mm de diámetro. El color de la epidermis es negro-azulado y la piel es gruesa. La pulpa es ligeramente dura, compacta y crujiente y muy jugosa.



**Figura 1.1.4.** Racimo de la variedad Cabernet Sauvignon

### **1.1.2.2.3. APTITUDES PARA EL CULTIVO**

Variedad vigorosa con numerosas ramificaciones. La poda puede ser corta o larga, pero evitando heridas en la madera. Da mejores resultados en terrenos de grava, sin exceso de agua, algo ácidos y bien expuestos. Muy sensibles al oidio, eutipiosis y yesca. Sensibilidad media a la botrytis.

### **1.1.2.2.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE MOSTOS Y VINOS PROCEDENTES DE LA VARIEDAD CABERNET SAUVIGNON**

Los vinos tintos poseen unas características organolépticas muy definidas, relacionadas con los compuestos polifenólicos, obteniéndose colores muy intensos con reflejos azulados, manifestando dureza por su comportamiento tánico y su bajo contenido en oxidasas; al mismo tiempo, destaca su componente ácido, configurando una estructura muy típica y varietal

Estos vinos admiten largas crianzas en roble, conjugándose muy bien los aromas provenientes de la madera con los aromas varietales, obteniéndose grandes vinos varietales, pero de una acidez total relativamente alta. Esta variedad proporciona vinos jóvenes de bellos tonos frambuesa-rubí, que poseen aromas florales con gran riqueza de matices. Su paso de boca es elegante, aunque astringente para paladares no acostumbrados.

Los vinos sometidos a crianza de la variedad Cabernet Sauvignon son de tonos teja-rubí, con aromas complejos que recuerdan al pimienta verde, aunque su aroma más característico es el de bayas (endrinas). Con una buena crianza muestran un bouquet totalmente equilibrado y ofrecen un perfecto maridaje en coupage con otras variedades tintas.

El vino de Cabernet es siempre muy coloreado, muy tánico (García-Escudero *et al.*, 1997). Al envejecer “se abre”, desarrollando un aroma particular, una mezcla de olor a violeta, de pimienta verde y de otros compuestos químicos que sólo la cromatografía ha evidenciado .

### **1.1.3. PAGO CHOZAS CARRASCAL**



**Figura 1.1.5.** Pago Chozas-Carrascal

La calidad potencial de un viñedo depende de muchos factores, en la Figura 1.1.6 podemos ver en la Red bayesiana, todos los factores que afectan a su calidad, factores que se han tenido en cuenta en el Pago Chozas Carrascal (Figura 1.1.5).

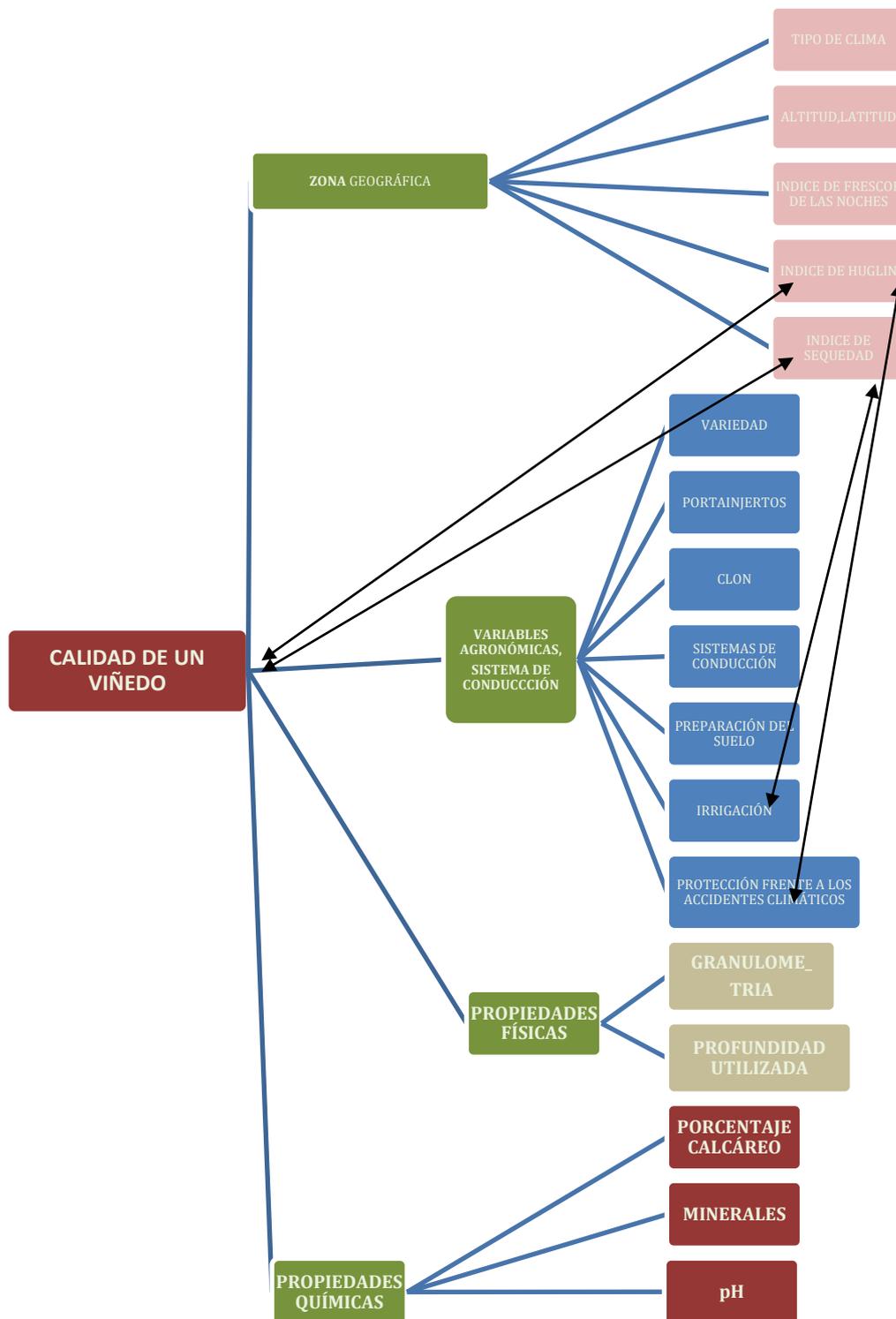


Figura 1.1.6. Red bayesiana de un viñedo (Abbal, 2014)

### 1.1.3.1. CLIMA

Las condiciones climáticas como la amplitud térmica, la velocidad del viento, la humedad relativa son llave de procesos fisiológicos: la fotosíntesis de la hoja, la respiración, la acumulación de azúcares, la formación de ácidos orgánicos, la acumulación de potasio, el desarrollo de color y aromas de la uva, etc. (Asselin *et al.*, 2001). La amplitud térmica influye de manera especial en la síntesis de antocianos, incrementándose esta al aumentar la amplitud térmica (Downey *et al.*, 2006).

El paraje El Carrascal es uno de los más fríos de la comarca, tanto por su altura a 720 metros sobre el nivel del mar, como por su cercanía a la sierra Juan Navarro, de donde provienen los vientos dominantes del Norte. Al ser una finca en planicie ligeramente inclinada, no hay grandes barreras que impidan la entrada directa de estos vientos fríos. Esta característica, se ve reflejada en la maduración de las uvas, siendo en esta zona más tardía. Debido a la amplitud térmica del paraje El Carrascal, la síntesis de antocianos es muy buena, obteniéndose vinos con gran color. La orientación Sureste del viñedo en ligera pendiente, permite que los viñedos reciban los rayos de sol desde el amanecer. Esta peculiaridad se traduce en una mayor maduración polifenólica de la uva, produciendo taninos más maduros, estables y de mayor calidad, sin verse incrementado el grado alcohólico, y sobre todo manteniendo una buena acidez tanto en vinos blancos como en tintos.



**Figura 1.1.7.** Parcela de Tempranillo del Pago Chozas-Carrascal

### 1.1.3.2. SUELO

El suelo tiene una importancia vital en la calidad sensorial del vino, ya que es el origen del mismo, aportando los nutrientes y haciendo crecer la cepa. Diferentes estudios han puesto de manifiesto las diferencias tanto en componentes volátiles como de contenido polifenólico de vinos procedentes de diferentes tipos de suelo (Andrés-de Pardo *et al.*, 2007). Se han encontrado diferencias entre vinos procedentes de suelos arcillosos y vinos procedentes de suelos arenosos (Gómez-Minguez *et al.*, 2007).



**Figura 1.1.8.** Perfil del suelo del Pago Chozas-Carrascal

El suelo del Pago Chozas-Carrascales es calizo y franco, con más tendencia a arenoso o arcilloso según nos encontremos en una zona u otra de la finca.

Como todo el Este de la península ibérica el terreno es calizo, pero especialmente en toda la zona de El Carrascal hay una capa caliza a unos 30-40 cm de la superficie del suelo. Esta capa no permite a las raíces profundizar más de los 30-40 cm, lo que crea un suelo agrícola con una profundidad bastante pequeña. De hecho, antes de la plantación en 1992 se hizo un volteo del terreno de únicamente 30 cm para evitar levantar esta capa de caliza a la superficie del suelo y así tener un suelo agrícola con alta concentración de caliza, que impediría el buen desarrollo de las raíces y la correcta absorción de agua y minerales. Aún así, la concentración de caliza activa en el suelo es bastante alta, entre el 14 y 20%, debiendo utilizar patrones con alta resistencia a la caliza.

La textura del suelo es en su mayoría franca, con buen equilibrio entre arena, limo y arcilla. El pH de alrededor de 8,2, favorece la absorción de fosfatos, potasio, calcio y magnesio. La cantidad de materia orgánica es baja, entre el 1 y 1,2 % muy por debajo de lo que se considera normal, 2%. Los niveles de fósforo y magnesio son bajos, siendo medios los de potasio.

En la zona más alta de la finca, la “la loma”, el suelo es pedregoso y muy poco fértil, con poca profundidad y escasa retención de agua; pero está muy bien aireado y con una alta insolación. En esta zona el viñedo dará producciones muy escasas, pero de alta calidad, vinos muy concentrados y alcohólicos, con aromas minerales y con una maduración anterior al resto de la finca.

La zona media en ligera pendiente, es de textura franca, con buena insolación y suelo algo más fértil que en “la loma”, la retención de agua es mayor y por lo tanto el suelo no se calentará tanto, retrasando así la maduración de la uva. En esta zona la producción tampoco es muy alta, aunque mayor que en la zona más alta de la finca, dando vinos menos alcohólicos y con mayor cantidad de aromas, especialmente aromas frutales.

La zona más baja, donde mejor se retiene el agua y los elementos nutritivos, podemos considerarla como franco-arcillosa. En esta zona la producción puede ser mayor que en las otras zonas de la finca, aunque tampoco se llega a altas producciones ni cepas muy vigorosas.

Cuando se decidió hacer la plantación en 1992 la finca llevaba varios años sin cultivo de viña. Por el contrario, el cultivo que precedía a la plantación de viña fue de huerta, especialmente cebollas, y también cereal (girasoles, cebada). Por lo tanto el suelo ya estaba más que fértil, con una materia orgánica alrededor del 2%, por lo que no fue necesario realizar el abonado de fondo del suelo, previo a la plantación, que se suele hacer en suelos poco fértiles. Para evitar el exceso de vigor que tendrían las viñas nuevas, y favorecer el enraizamiento de las cepas, se dejó durante los tres primeros años una cubierta vegetal para competir por los nutrientes del suelo y forzar a las cepas a enraizar más profundo, en busca de lugares donde no hubieran raíces de otras plantas.

A partir del tercer año, cuando ya se debía comenzar a formar la viña en la espaldera y las cepas comenzaban a ser productivas, la cubierta vegetal se empezó a controlar con herbicidas que no lixivian (no llegan a la capa freática contaminando el agua) ni se acumulan en el terreno, ya que con laboreo era prácticamente imposible controlar las malas hierbas debido a lo fértil que todavía era el terreno. De esta manera se estuvo controlando las malas hierbas, esperando que año tras año, la fertilidad del suelo fuera menor, y poder obtener un mayor equilibrio en la viña, es decir, reducir su vigor. Hasta el año 12 de plantación (2004) no se realizó el primer abonado del suelo con abono orgánico (estiércol de oveja). El 2002 fue el último que utilizaron herbicidas, controlando las malas hierbas únicamente con el arado (golondrinas y arado intercepas), y la fertilidad del suelo en materia orgánica ya era cercana al 1%. Se había conseguido, después de 10 años de viticultura, tener un suelo óptimo para la producción de uva de mayor calidad, es decir, suelo poco fértil, que produciría un buen equilibrio de las cepas entre vigor y producción.

En gran parte por esta razón, se decidió en 2003 construir ya la bodega para elaborar los vinos propios de la finca El Carrascal, construyendo la bodega y remodelando la casa de la finca.

El primer abonado de la finca se realizó con abono orgánico (estiércol de oveja) a razón de 10.000 Kg/Ha, aunque esta tarea se hizo en 4 años. El primer año se abonó la mitad de la finca, pero la mitad de las calles (calle sí, calle no); el segundo, la otra mitad de la finca, haciendo la mitad de las calles; el tercer año, la primera mitad, las calles que no se hicieron el primer año; y el 4º año, las calles de la finca que ya quedaban sin abonar. De esta manera se controla un factor tan importante como es el suelo, no favoreciendo suelo muy fértiles que producirían mucho vigor en las cepas y producciones muy altas pero de baja calidad, ni tampoco dejar el suelo tan poco fértil que debilite el buen desarrollo de las viñas, con una incorrecta maduración de las uvas.

### **1.1.3.3. CULTIVO**

Pioneros en plantar variedades foráneas, como: Chardonnay y Sauvignon Blanc, en uva blanca, y Merlot, Syrah, Cabernet Franc y Cabernet Sauvignon en tintas, poseen el viñedo más antiguo y mejor aclimatado de estas variedades de la comarca. Sin descuidar el cultivo de la variedad autóctona de la zona, la Bobal. Cuidando el abonado, poda, aclareo, siempre pensando en tener uva de mayor calidad.

La densidad de plantación es alta, siendo pioneros (año 1992) en plantar 3333 plantas por hectárea, en lugar de la densidad habitual de la comarca, que era de 1600 por hectárea. De esta manera se consigue una mayor competencia entre las plantas y un menor desarrollo radicular, controlando el exceso de vigor y la producción de uva por cepa, aumentando su calidad. El Cabernet Sauvignon está plantado en dos parcelas diferentes: en la parte baja de la finca y en la parte alta (La Loma), con el mismo patrón en ambos casos.

El Cabernet Sauvignon de la parcela más baja, está en el inicio de La Cañada, la vendimia se realiza en octubre, ya que es de maduración tardía. Esta parcela produce unos vinos sobre los 13,5° alcohólicos, con buena capa, buen color, taninos maduros, y con aromas y sabores a frutas rojas. Este Cabernet no aporta el típico aroma a pimienta verde característico de esta variedad, ya que madura bien, sin prisas de ser vendimiado.

En cambio, la parcela de Cabernet Sauvignon de La Loma, produce vinos más alcohólicos, con mayor estructura y color, marcando ligeramente el aroma a pimienta verde característico de esta variedad, mostrando también notas más minerales.

Todo el Tempranillo de la finca está plantado en 1992. Una parcela cerca de la casa, entre Garnacha y Macabeo, en un suelo en ligera pendiente. Y la otra parcela está en “La Cañada” entre Syrah y Monastrell. Las dos con el mismo patrón, 110-R.

En Chozas-Carrascal trabajan en agricultura ecológica desde el año 2006. Pero es en el 2010 cuando sus vinos alcanzan la certificación de ecológicos.

### **1.1.3.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE MOSTOS Y VINOS PROCEDENTES DEL PAGO CHOZAS CARRASCAL**

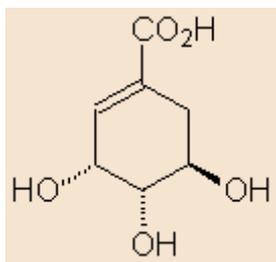
Los vinos de Chozas Carrascal son vinos estructurados, provenientes de uvas maduras y sanas, que aportan taninos suaves, con gran color y un Índice de Polifenoles Totales alto. La graduación de los vinos es media-alta, pero con buena acidez. Debido en parte al subsuelo calizo sus vinos son aromáticos, con toques de mineralidad provenientes del terruño y balsámicos de la crianza en barricas de roble francés. Unos vinos elegantes y equilibrados, de color vivo, aromas y gusto directos y marcados. Vinos con personalidad y distinción.

## 1.2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

### 1.2.1. LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos tienen una gran importancia en enología, se localizan en las partes sólidas de la uva (hollejo, raspón y pepitas) y son responsables del color, astringencia y estructura de los vinos.

Los compuestos fenólicos provienen de la fenilalanina, la cual es sintetizada por la planta a partir de la ruta del ácido siquímico. La fenilalanina es transformada en ácido cinámico gracias a la acción de la fenilalanina amonio liasa (PAL). Posteriormente el ácido cinámico será utilizado para la síntesis de los compuestos fenólicos.



**Figura 1.2.1.** Ácido Siquímico

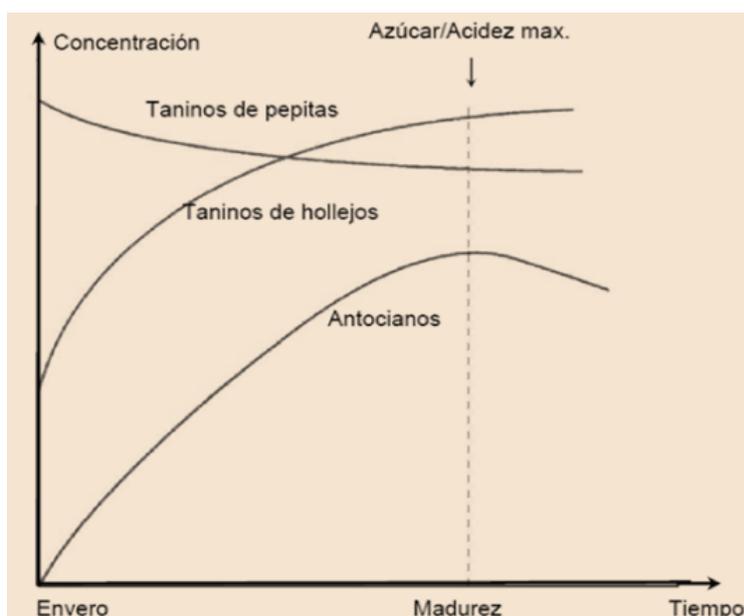
Se suelen clasificar en dos grandes grupos. Los no flavonoides que incluyen dos grandes familias (los ácidos fenólicos y los estilbenos) y los flavonoides (antocianos, flavanoles, flavonoles y flavononoles o flavonas). Las diferencias de estructura entre ambos consisten principalmente en que los ácidos fenólicos tienen un único anillo, mientras que los flavonoides están formados por dos anillos fenólicos unidos por una cadena de tres átomos de carbono. Durante la crianza en diferentes tipos de contenedores los compuestos fenólicos experimentan importantes transformaciones que conducen a cambios notables en la composición de los vinos. Además tienen interés nutricional y farmacológico.

#### 1.2.1.1. POTENCIAL FENÓLICO DE LA UVA

Las condiciones climáticas, la composición del suelo y su capacidad de drenaje tienen una gran importancia sobre la concentración de compuestos fenólicos en el grano de uva y por tanto en el vino. Este es el concepto de terroir o pago que condiciona que en determinados lugares una misma variedad vinífera de lugar a vinos con diferente concentración polifenólica (Gil *et al.*, 2004). Además cada variedad vinífera presenta una capacidad potencial para sintetizar compuestos polifenólicos

diferentes. El grado de maduración de la uva tiene una importancia capital, no sólo va a influir en la concentración de azúcares y ácidos de las bayas sino en la concentración de polifenoles. Estos tienden a aumentar durante toda la maduración, aunque no linealmente. Los antocianos aparecen durante el envero y se acumulan durante la maduración (Glories, 1999) produciéndose al final un descenso en su concentración que suele coincidir con la sobremaduración de la uva. En cambio, la concentración de taninos de las semillas desciende desde el envero, al mismo tiempo que aumenta su grado de polimerización (Fernández-López *et al.*, 1998; Sella *et al.*, 1998; Mazza *et al.*, 1999), tal como se observa en la Figura 1.2.2

Así mismo, se ha constatado que la extracción de los compuestos fenólicos no depende únicamente de la cantidad en la que éstos se encuentren en la uva. Las paredes celulares van a formar una barrera a la difusión de antocianos, taninos y otros polifenoles de la uva al vino (Lecas y Brillouet, 1994; Kennedy *et al.*, 2001). El proceso de maduración implica una solubilización de los polisacáridos de la pared celular del hollejo. La degradación de la pared celular durante la maduración facilitará, de esta manera, la extracción de la materia colorante durante la vinificación (Amrani Joutei y Glories, 1994).



**Figura 1.2.2.** Evolución de antocianos y taninos durante la maduración de la uva.

Por todo lo expuesto es importante definir el término de madurez fenólica, en contraposición a la definición clásica de madurez de la pulpa, esta puede ser perfectamente válida para la determinación de la fecha de vendimia para la elaboración de vinos blancos, pero no sirve de referencia correcta para la elaboración de los tintos, ya que no tenemos información sobre la madurez de la piel ni de la pepita y estas no se corresponde exactamente con la de la pulpa (Fernández *et al.*, 2003). Para cubrir este vacío surge el concepto de madurez fenólica (Glories y Augustin, 1993; Amrani Joutei y Glories, 1994; Izcarra y González-San José, 2001), que va a tener en cuenta el contenido total de

compuestos polifenólicos (Lamadon, 1995) y su facilidad de extracción de los hollejos y de las pepitas de la uva (Saint-Cricq *et al.*, 1998).

Teniendo en cuenta tanto el contenido como la capacidad de difusión de los compuestos fenólicos, se podría adaptar la estrategia de vinificación, en función de los vinos que se pretendan elaborar (Glories, 1999 y 2001). Además, el estudio del potencial fenólico podría permitir anticipar problemas potenciales en la estabilidad y pardeamiento del vino.

### 1.2.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS SEGÚN SU ESTRUCTURA QUÍMICA

Debido a su estructura química, los compuestos fenólicos se pueden subdividir en flavonoides (antocianos, flavanoles, flavonoles y flavononoles o flavonas) y no flavonoides (ácidos fenólicos, y estilbenos), según sean o no derivados de la estructura básica caracterizada por un esqueleto de 2 anillos bencénicos unidos por una cadena de 3 átomos de carbono. (Figura 1.2.3)

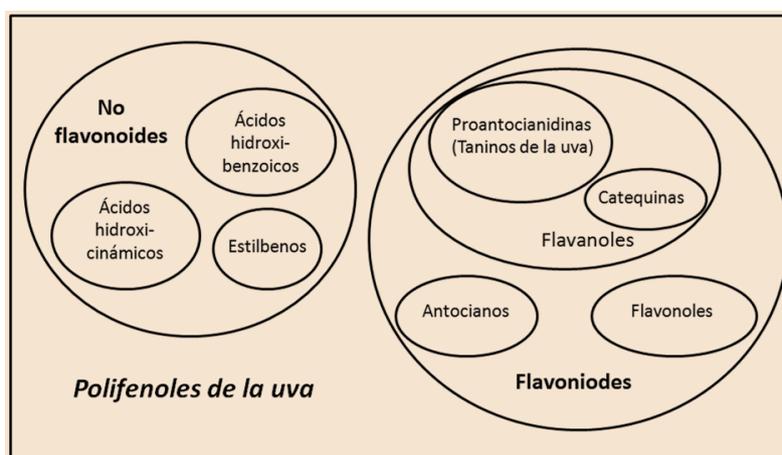
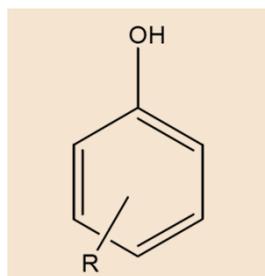


Figura 1.2.3. Clasificación de los compuestos fenólicos

Los más representativos son, los antocianos y los flavonoles que son los que mayor influencia tendrán sobre el color, su evolución y otras características organolépticas definitorias de la calidad del vino tinto.

Desde el punto de vista químico, los compuestos fenólicos, se caracterizan por presentar un núcleo bencénico sustituido con uno o varios grupos hidroxilos (-OH) y una cadena lateral funcional (-R) (Figura 1.2.4). Como pueden tener varias funciones fenol se les denomina frecuentemente “polifenoles”, de manera que existe una gran diversidad de estructuras químicas.



**Figura 1.2.4.** Estructura básica de los compuestos fenólicos

Los polifenoles del vino incluyen tanto a los compuestos originales de la uva como a compuestos nuevos, que aparecen como resultado de numerosos mecanismos durante las etapas de vinificación y envejecimiento del vino en diferentes barricas y/o botella. Existen muchas clasificaciones, pero es habitual hacerlo en función de su estructura, definiéndose dos grandes grupos de compuestos fenólicos, los flavonoides y los no flavonoides.

#### **1.2.1.2. 1. COMPUESTOS FLAVONOIDES**

Los flavonoides están caracterizados, por un esqueleto de base de 15 átomos de carbono ( $C_6-C_3-C_6$ ), constituido por 2 anillos bencénicos unidos por una cadena de 3 átomos de carbono ciclada en un heterociclo oxigenado (Valls *et al.*, 2000).

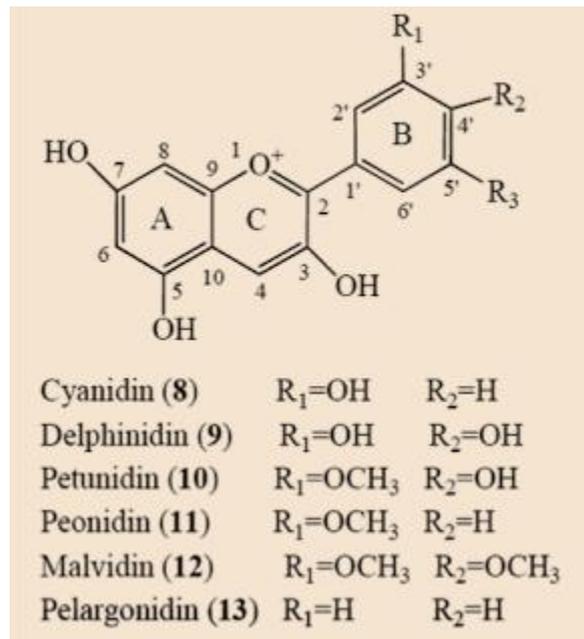
##### **1.2.1.2.1.1. LOS ANTOCIANOS**

Las antocianidinas o antocianos (del griego anthos, flor y kianos, azul), son los responsables del color rojo azulado de la piel de las uvas tintas y del color del vino tinto (Valls *et al.*, 2000), pero que están ausentes en los vinos blancos.

Desde un punto de vista general, la estructura de los antocianos se caracteriza por dos anillos bencénicos unidos por un anillo heterocíclico, que va a ser del tipo pirano o pirilio, por la asociación  $C_6-C_3-C_6$ .

Los antocianos se diferencian por sus niveles de hidroxilación y de metilación, por la naturaleza, el número, y la posición de las osas unidas a la molécula (glucósidos de núcleo flavílium polihidroxilado y/o metoxilado), y también por la naturaleza y el número de los ácidos que esterifican los azúcares, pudiendo esterificarse con el ácido cumárico, el caféico y el acético (Mazza y Miniati, 1993). Además, se han identificado otros pigmentos derivados de las reacciones de condensación, polimerización y cicloadición de los antocianos con otros compuestos (Bakker y Timberlake, 1997; Atanasova *et al.*, 2002).

La variabilidad creada por esta diversidad de estructuras y la coexistencia de estas distintas moléculas en el seno de una misma planta, permite discriminar género y especie. Los antocianos, por hidrólisis, dan lugar a un azúcar (glucosa, galactosa, ramnosa) y una aglicona denominada antocianidina o antocianidol. Estas antocianidinas varían a su vez en función de los grupos que ocupan las funciones R1 y R2, como puede observarse en la figura 1.2.5.



**Figura 1.2.5.** Estructura química de las diferentes antocianidinas

En *Vitis vinifera* encontramos monoglucósidos de Malvidina, Petunidina, Delfinidina, Peonidina, Cianidina. Una de las características de la especie es la glucosilación en posición 3 y la presencia mayoritaria de 3-glucósido de malvidina y de sus derivados, siendo éstos los responsables principales del color del vino tinto (Cacho, 2003). En otras especies del mismo género como *Vitis riparia* o *Vitis rupestris*, los antocianos aparecen como diglucósidos con dos moléculas de glucosa en las posiciones 3 y 5. En estudios realizados sobre composición antociánica de diferentes cepas de *V. vinifera*, el contenido global (de 500 mg/kg hasta 3000 mg/Kg) y los niveles de cada antociano, varían individualmente para cada variedad.

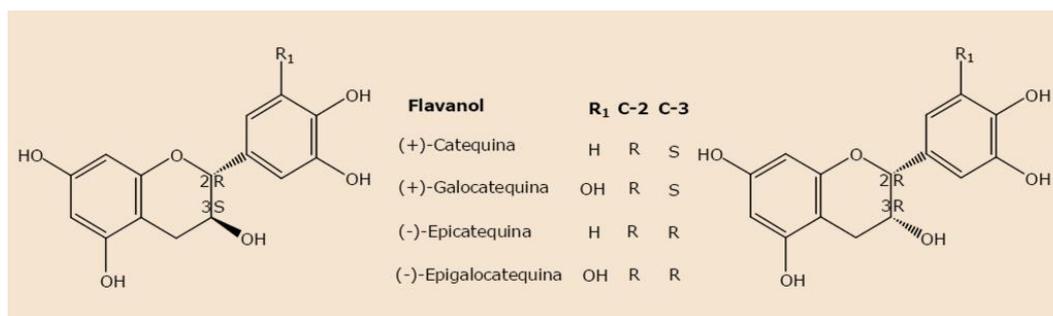
Los antocianos son, en gran medida, responsables del color de los vinos tintos jóvenes, sobre todo los monómeros, jugando un papel fundamental a pesar del hecho de que su gran reactividad causa su desaparición progresiva durante el envejecimiento del vino. Para explicar dicha desaparición se han propuesto reacciones de oxidación de sus formas calconas con pérdida irreversible del color (Brouillard, 1994; Furtado *et al.*, 1993). Por otra parte los antocianos poliméricos, contribuyen más en el color de los vinos con edad, están considerados más estables que los antocianos monómeros (Ivanova *et al.*, 2011).

El color de estos compuestos antociánicos depende principalmente de parámetros exógenos como el pH, el nivel de sulfuroso, la temperatura, la presencia de iones metálicos, los niveles de oxígeno o de ácido ascórbico, así como de otros intrínsecos como el azúcar unido a la aglicona, las sustancias del anillo B (hidroxilación y metilación), la acilación, etc.. Además es influenciado por la presencia de otros compuestos que pueden actuar como copigmentos, o con los que interactúan dando lugar a compuestos más estables.

### 1.2.1.2.1. 2. LOS FLAVANOLES

Los flavanoles representan una familia compleja compuesta por las diferentes formas isoméricas de la catequina y sus polímeros (Cheyner *et al.*, 2000)

Los principales 3-flavanoles monómeros de la uva son (+) catequina y su isómero la (-) epicatequina. Ésta última se puede encontrar bajo forma de éster gálico (3-galato de epicatequina, galocatequina, 3-galato de catequina y 3-galato de galocatequina). (Figura 1.2.6)



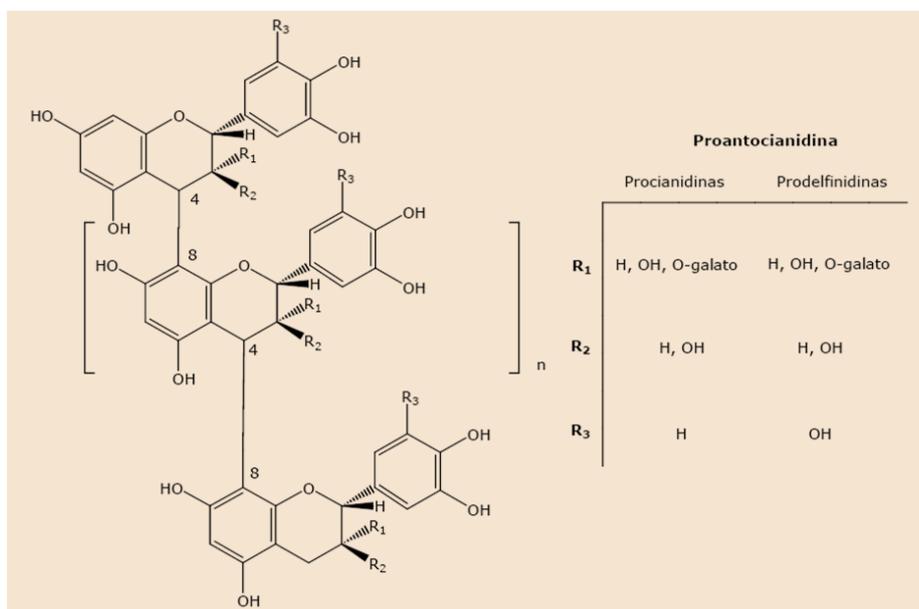
**Figura 1.2.6.** Estructura química de los flavanoles monómeros de la uva

Una primera subdivisión clasifica los taninos en dos grandes grupos, los taninos hidrolizables (taninos gálicos o galotaninos, y taninos elágicos) y los taninos condensados (proantocianidinas y prodelfinidinas).

Los taninos que contiene de forma natural la uva, y por lo tanto los vinos, son los condensados. Los hidrolizables, o bien se utilizan como coadyudantes tecnológicos (auxiliares de la vinificación) o bien están presentes en el corcho de los tapones. El ácido gálico, que puede a veces estar presente en forma de triglicósido, existe en raspones y en pepitas, y en dosis limitadas en los hollejos.

Los taninos del vino son polímeros condensados de 3-flavanoles, con un grupo OH en el carbono 3 (catequinas), y de 3,4-flavandioles, con un grupo OH en el carbono 3 y otro en el carbono 4.

Además poseen la propiedad de liberar antocianidinas por calentamiento en medio ácido, distinguiéndose dos grupos de proantocianidinas dependiendo de la naturaleza de la antocianidina liberada: procianidinas (polímeros de (+) -catequina y de (-) -epicatequina) y prodelfinidinas (polímeros de (+) -galocatequina y (-) -epigallocatequina); las primeras se caracterizan por liberar cianidina y las segundas por liberar delfinidinas. Esta liberación de antocianos es debida a la ruptura de los enlaces interflavánicos (Porter *et al.*, 1986), lo que permite además diferenciar estos compuestos en función del tipo de enlace interflavánico, en procianidinas de tipo B, monómeros unidos por el carbono 4 de la unidad superior y el carbono 6 o 8 de la unidad inferior (Figura 1.2.7); y procinidinas de tipo A que presentan un enlace de tipo éter entre el carbono 2 de la unidad superior y los grupos hidroxilos de los carbonos 5 o 7 de la unidad inferior. Sin embargo aún no se ha comprobado la presencia de proantocinidinas de tipo A en el género *Vitis* (Cheyner *et al.*, 2003).



**Figura 1.2.7.** Estructuras químicas de las proantocianidinas de tipo B

Los 3-flavanoles tanto monómeros como en formas más o menos polimerizadas, se localizan en las semillas, aunque se han localizado también trazas de dímeros y trímeros en la pulpa (Bourzteix *et al.*, 1986). Otra fuente importante de taninos es el hollejo de las uvas, donde se han identificado tres tipos de taninos: taninos presentes bajo forma libre en el jugo vacuolar (localizados en formas condensada en las células próximas a la epidermis y como granulaciones difusas en las células internas del mesocarpio), taninos unidos fuertemente a la membrana proteofosfolípida (tonoplasto), y taninos ligados a los polisacáridos de la pared celular (Amrani Joutei *et al.*, 1994).

Thorngate y Singleton (1994) sugieren que durante la vinificación se extraen principalmente los taninos de las semillas localizados en las capas superficiales de la misma. Estos compuestos ocupan una posición de defensa del embrión en las envolturas externas e internas y su difusión al medio exterior depende de la solubilización de la cutícula. Los taninos de los hollejos difieren de los de las semillas por la presencia de prodelphinidinas, por su mayor grado de polimerización (Di Stefano, 1995) y por el menor porcentaje de subunidades galoiladas.

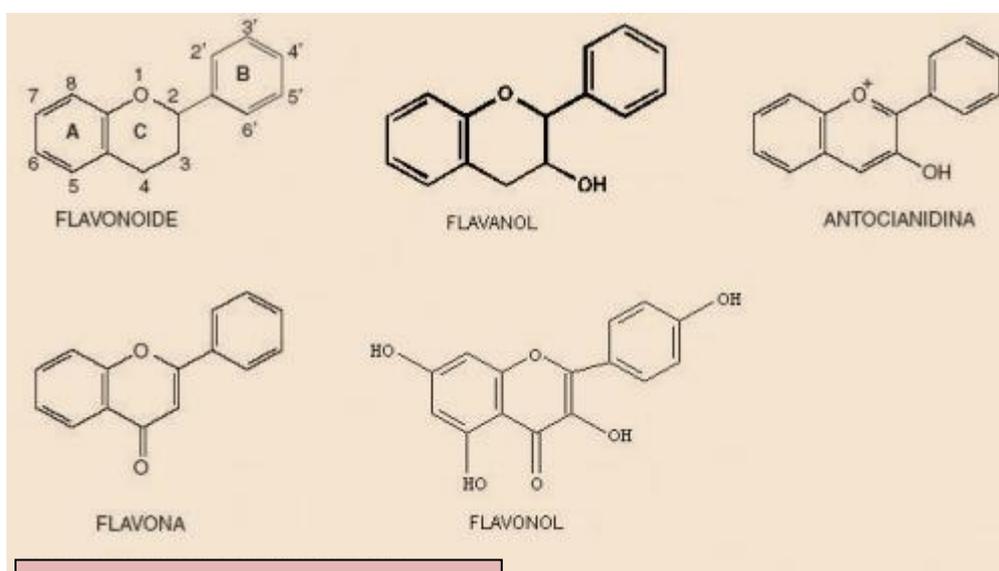
En vinos jóvenes se encuentra con mayor frecuencia, dímeros y trímeros. En los vinos viejos los polímeros sobrepasan las 10 unidades monoméricas. Estos polímeros pueden estar constituidos mayoritariamente por catequinas o por galocatequinas, dependiendo de su procedencia, bien de hollejos o de semillas. De cualquier manera, los monómeros más activos para la polimerización son las galocatequinas, dada la actividad de su grupo OH en el carbono 3.

Los taninos condensados o procianidinas presentan la capacidad de unirse a las proteínas. Las interacciones entre los taninos y las proteínas pueden ser de tipo puentes de hidrógeno, interacciones de tipo hidrofóbico o por atracción electrostática, si bien esta última parece jugar un papel menor. Las interacciones tanino-proteína dependen de la naturaleza de la proteína, así como del tamaño y estructura del tanino. Las proteínas ricas en prolina, como las proteínas salivares y las gelatinas, son

las que parecen reaccionar mejor con los taninos (Sarni-Manchado y Cheynier, 1999). El grado de astringencia de los taninos depende del número de OH capaces de reaccionar con las proteínas (Cheyner *et al.*, 2003), que se incrementa con el grado de polimerización (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998a) y con el número de unidades galoidadas (Sarni-Manchado y Cheyner, 1999). Esto explicaría la mayor astringencia de los taninos de las pepitas que los de los hollejos.

### 1.2.1.2.1.3. FLAVONOLES, FLAVONAS Y FLAVANONOLES

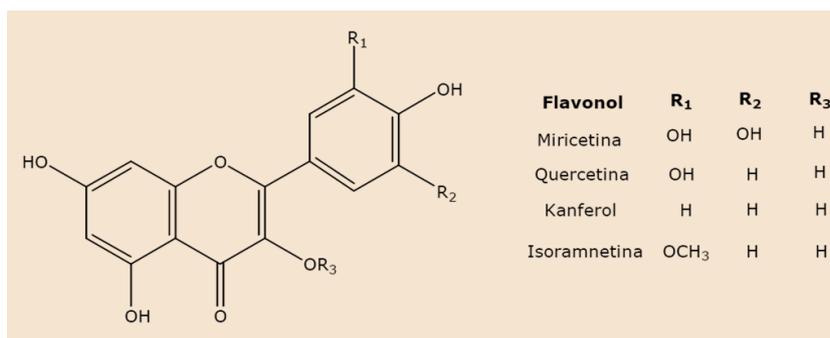
La estructura química de los flavonoles, flavonas y flavanoles es muy similar. La diferencia entre las flavonas y los flavonoles está en la presencia de un grupo hidroxilo en el carbono 3 en los flavonoles, mientras que los flavanoles no poseen el doble enlace del heterociclo central de los flavonoles (Figura 1.2.8).



**Figura 1.2.8.** Estructura química de los Flavonoides

Las flavonas solamente se han identificado en las hojas de *Vitis Vinífera* y no en vinos. Los flavanoles se han encontrado en la madera en forma de agliconas libres, en uvas *Vitis Vinífera*, en vinos blancos y tintos e incluso en orujos y raspones. Entre los flavanoles más característicos están la astilbina y la engeletina.

Dentro de este grupo, los flavonoles son los más importantes. En las uvas de *Vitis vinífera* se presentan como glicósidos de cuatro agliconas importantes: miricetina, quercetina, kaemferol e isoramnetina, (Figura 1.2.9). En el vino los flavonoles se pueden encontrar como agliconas en estado libre como consecuencia de la hidrólisis de las formas glicosiladas durante la vinificación, la maduración y/o el envejecimiento del vino (Vanhoenacker *et al.*, 2001; Ibem-Gómez *et al.*, 2002; Zou *et al.*, 2002; Zafrilla *et al.*, 2003).



**Figura 1.2.9.** Estructura química de los flavonoles

Los flavonoles son los responsables del color amarillo de la piel de las uvas blancas y por lo tanto de una parte del color amarillo del vino blanco (Ribéreau-Gayon, 1964) participan directamente, aunque no de forma importante en el color del vino tinto, ya que solamente contribuyen a una pequeña parte de la componente amarilla (Wulf y Nagel, 1980). Aunque influyen de modo indirecto en él ya que son capaces de actuar como copigmentos de los antocianos modificando su color (Gómez-Cordovés *et al.*, 1996).

#### 1.2.1.2.2. COMPUESTOS NO FLAVONOIDES

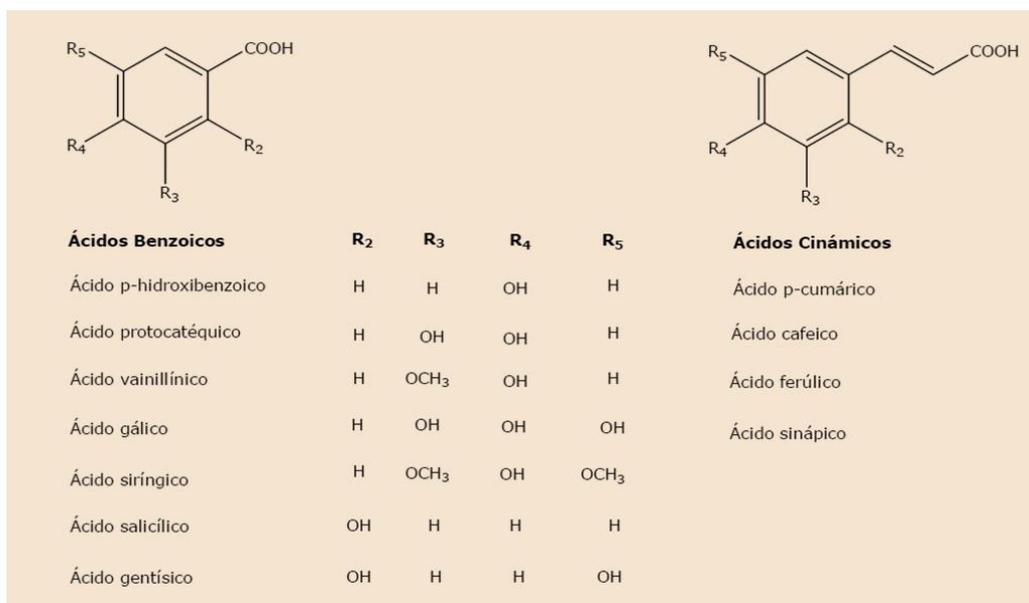
Dentro de este grupo se incluyen dos grandes familias: los ácidos fenólicos, que podemos dividir en ácidos benzoicos (C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub>), los cuales poseen el anillo fenólico con un carbono en su cadena lateral, y ácidos cinámicos, portadores de una cadena lateral insaturada (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>); pero también se va a poder incluir a otros derivados fenólicos como los estilbenos.

##### 1.2.1.2.2.1. LOS ÁCIDOS FENÓLICOS

Los ácidos fenólicos se caracterizan por la presencia de un solo anillo bencénico, por lo que no se van a poder incluir en la gran familia de los polifenoles. Se pueden subdividir en dos grupos, un primer grupo de ácidos benzoicos derivados del ácido *p*-hidroxibenzoico, y un segundo grupo constituido por los ácidos cinámicos, que se consideran derivados del ácido *p*-cumárico o ácido *p*-hidroxicinámico. Si comparamos vinos tintos (Wirth *et al.*, 2010) y rosados salidos de un mismo lote de Garnacha tintorera, nos muestra que los taninos son los principales compuestos fenólicos de los vinos tintos, mientras que los ácidos hidroxicinámicos son los componentes mayoritarios de los vinos rosados (Cheynier *et al.*, 2003).

Tanto los ácidos benzoicos como los ácidos cinámicos se pueden encontrar en forma libre o esterificados con el ácido tartárico u otros componentes del vino. Los ácidos fenoles se encuentran en los hollejos, pulpa, semillas y en el raspón. En la figura 1.2.1, se pueden contemplar las estructuras de los distintos tipos de ácidos fenólicos de la uva y del vino.

**Figura 1.2.1.-** Ácidos fenólicos de la uva y el vino.



En cuanto a sus características organolépticas, los ácidos fenólicos no presentan ni sabor ni olor particulares, pero son los precursores de los fenoles volátiles, después de la acción de ciertos microorganismos.

Los ácidos benzoicos son poco abundantes en uva blanca y algo más en tinta. En vinos su concentración va a ser mayor en los tintos, encontrándose en cantidades de 0,1 mg/L. Su mayor presencia va a ser en forma de ácido siríngico y de ácido vanílico. En bodega de varios años hay acumulación de vanílico y también de gálico y elágico por hidrólisis del tanino del roble, liberando además azúcares. También presentan una cierta inestabilidad, sobre todo en presencia de oxígeno y aminoácidos, tendiendo hacia formas de color amarillo-rojizo.

En la uva y en el vino están presentes muchos ácidos cinámicos. Estos se encuentran identificados en pequeña cantidad en su forma libre. Se encuentran en las vacuolas de las células del hollejo y de la pulpa, sobre todo esterificados, con el ácido tartárico esencialmente, pudiendo estar igualmente esterificados con glucosa. En las concentraciones encontradas en los vinos no tienen impacto sobre las características sensoriales.

Los ácidos cinámicos son poco abundantes en uva blanca, siendo en variedades tintas bastante más abundantes, encontrándose las cantidades más altas en mostos, ya que son los principales fenoles de la pulpa. En vinos existen de 0,1 a 30 mg/L en combinación con ácido tartárico y antocianos. El *p*-cumárico, al igual que el caféico, se encuentra en concentraciones de hasta 10 mg/L, que suelen aumentar con la crianza en bodega hasta los 100 mg/L en tintos y hasta 5 mg/L en blancos. En bodega, por degradación de la lignina existente, debido al efecto hidrolítico, se forma alcohol coniferílico, cumarina y, a partir del tanino del roble, escopoletina. Los ácidos cinámicos pueden presen-

tar inestabilidad debido a la acción polifenoloxídica sobre el caféico derivando en colores pardos. Sus quinonas poseen una elevada reactividad participando en la oxidación y el pardeamiento de los antocianos y de los taninos. Estos ácidos se encuentran muchas veces acilando los sustitutos glucósidos de los antocianos (excepto para la variedad Pinot Noir) y además están involucrados en los procesos de copigmentación con antocianos (Brouillard y Dangles, 1994).

#### **1.2.1.2.2. LOS ESTILBENOS**

Los estilbenos, poseen dos ciclos bencénicos unidos generalmente por una cadena de etano o eventualmente de etileno. A este tipo pertenece el isómero *trans* del resveratrol, o 3,5,4'-trihidroxiestilbeno, que es producido por el viñedo en respuesta a un ataque fúngico del hongo *Botrytis cinerea*, siendo los compuestos que presentan esta propiedad los conocidos como fitoalexinas.

El resveratrol existe en dos formas isómeras, *cis* y *trans*, que pueden aparecer glucosiladas (piceidos) y así se han detectado en uvas y vinos. En una disolución hidroalcohólica, la estabilidad del resveratrol depende de la luz, la temperatura y el pH. De esta forma, se ha podido comprobar que el *trans*-resveratrol es estable durante meses cuando está protegido de la luz, excepto a pH mayor o igual a 10. La radiación ultravioleta desplaza el equilibrio isomérico hacia la formación de la forma *cis*. El isómero *cis* sólo es estable a pH cercanos a la neutralidad, un pH bajo favorece que la forma *cis* se isomerice a la *trans*, que es la forma estéricamente más estable.

El resveratrol es capaz de inhibir la peroxidación de los lípidos de las membranas celulares. Además es efectivo como antiagregante plaquetario, vasodilatador e hipolipemiante. Más recientemente se han puesto de manifiesto otros efectos del resveratrol como antiinflamatorio y anticancerígeno. Así mismo, otros compuestos relacionados con el resveratrol, como pueden ser sus glucósidos, han demostrado capacidad antioxidante, ya que inhiben la peroxidación lipídica y la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad o LDL, pudiendo prevenir accidentes cardiovasculares.

#### **1.2.1.3. REACTIVIDAD QUÍMICA Y EVOLUCIÓN DE LOS COMPUESTOS FENOLICOS.**

El color de los antocianos en disolución es dependiente del medio en el que se encuentren, estando estos equilibrios regulados por el pH de la solución. Por otra parte el sulfuroso agregado al vino como antiséptico y antioxidante se liga a los antocianos rápidamente dando un compuesto incoloro, que, a pesar de ser reversible, puede ocasionar una pérdida de color en el vino.

Durante la evolución del vino en el tiempo se producen una serie de reacciones entre compuestos fenólicos que van a determinar el cambio de color que se produce durante el envejecimiento del vino. Además estas reacciones también actúan sobre las características organolépticas de los vinos.

### 1.2.1.3.1. EFECTO DEL PH EN EL COLOR DE LOS ANTOCIANOS

En una disolución hidroalcohólica como es el vino, los antocianos se encuentran en diferentes formas y su equilibrio depende del pH (Figura 1.2.10). A pH muy ácido los antocianos existen principalmente en la forma roja de catión flavilio ( $A^+$ ). A medida que el pH aumenta este catión se puede transformar en la base quinónica (AO) de color azul mediante una reacción de transferencia de protones, o bien puede evolucionar hacia la forma carbinol incolora (AOH) mediante la hidratación de catión flavilio en posiciones C2 o C4. Esta a su vez puede transformarse en las calconas cis y trans, que presentan un ligero color amarillo. (Brouillard, 1982). Esta transformación esta favorecida por temperaturas elevadas (Furtado *et al.*, 1993), de manera que la calcona trans puede ser oxidada, dando lugar a ácidos fenólicos (Brouillard, 1982). Todas estas reacciones son reversibles con la única excepción de la reacción de oxidación que comportaría la pérdida irreversiblemente el color del vino (King *et al.*, 1980). Por lo tanto la estabilidad del color del vino estará muy comprometida siempre que la temperatura de conservación sea elevada ya que se favorece la formación de las calconas y su posterior oxidación.

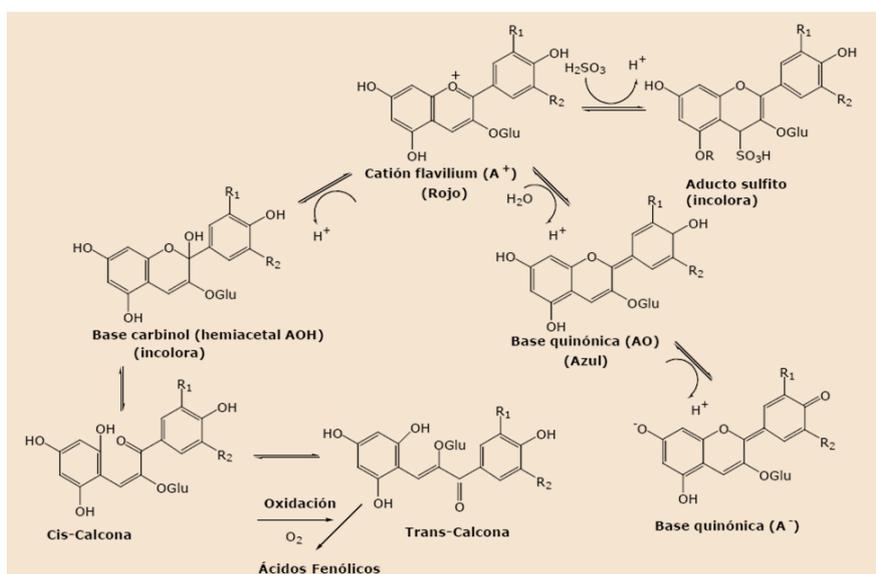


Figura 1.2.10. Equilibrio de los antocianos en función del pH

Estudios realizados por Glories (1984) revelaron que en vinos tintos ( $pH \approx 3.5$ ) solo un 12,2 % de los antocianos libres se encuentran en la forma roja del catión flavilio, estando el equilibrio desplazado mayoritariamente hacia la forma carbinol (45,2 %) y la forma calcona (27,6 %), ambas incoloras, y minoritariamente hacia la base quinónica de color azul (15 %). De modo que solo entre el 20-30 % de los antocianos se encontrarán coloreados, ya que el resto son incoloros al pH del vino.

### 1.2.1.3. 2. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SULFUROSO SOBRE LOS ANTOCIANOS.

La habilidad del  $\text{SO}_2$  para extraer antocianos, debido a que ayuda a la degradación de las estructuras de la piel, es conocida desde hace tiempo, y muchos métodos de obtención de antocianos de los orujos utilizan grandes cantidades de éste (Mazza, 1995). Este efecto es más importante en vinos procedentes de vendimias con podredumbre, puesto que además de permitir una mayor solubilización de los compuestos fenólicos, el anhídrido sulfuroso evitará su oxidación debida a la enzima la-casa presente en este tipo de vendimia (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998b).

El color de los antocianos en los vinos también se ve afectado por la presencia de anhídrido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ), reduciendo su velocidad de degradación, pero a su vez también evita la formación de pigmentos condensados mediados por acetaldehído, además de reducir las pérdidas de color por precipitaciones durante la vinificación. De manera que el déficit de bisulfito en el vino hace aumentar la tasa de polimerización de antocianos y conduce a un envejecimiento prematuro del color (Hebrero, 1988). La mayor parte del anhídrido sulfuroso libre se encuentra bajo la forma de anión bisulfito ( $\text{HSO}_3^-$ ) que se puede unir a las posiciones 2 ó 4 del catión flavilio, originando un aducto incoloro, estable al pH del vino (Figura 1.2.11).

La reacción ocasiona la decoloración del antociano, lo que supone una pérdida temporal de la intensidad colorante, pero también le aporta estabilidad, ya que el complejo es menos sensible a los procesos de hidratación y polimerización, al tener ocupadas las posiciones reactivas (Somers, 1971; Glories, 1984). Esta reacción es reversible dependiendo de la naturaleza del antociano, del pH del vino y de la aireación.

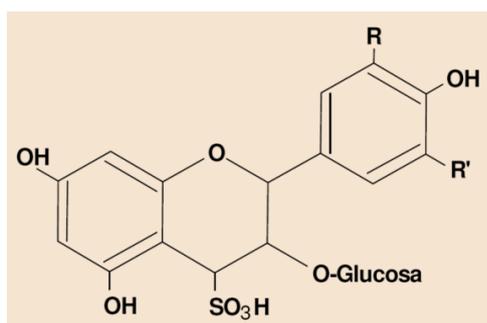


Figura 1.2.11. Compuesto de adición bisulfito-antociano incoloro

### 1.2.1.4. REACCIONES ENTRE COMPUESTOS FENÓLICOS

Durante la elaboración de los vinos ocurren simultáneamente dos tipos de reacciones, las reacciones enzimáticas y las reacciones químicas, ambas afectan al color del vino, pero las primeras

predominan en las etapas de la elaboración mientras que las segundas comienzan a predominar en las últimas etapas cuando la actividad enzimática decrece.

#### 1.2.1.4.1. REACCIONES ENZIMATICAS DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS.

Las oxidorreductasas presentes en la uva pertenecen a las oxígeno-transferasas que catalizan la fijación del oxígeno sobre el sustrato se distinguen una tirosinasa o polifenoloxidasas (PPO), propia de la uva misma, y una lacasa producida por *Botrytis cinérea* o podredumbre que puede atacar más o menos intensamente a los racimos. En la Figura 1.2.12 podemos observar el mecanismo de acción de las oxidorreductasas en la uva.

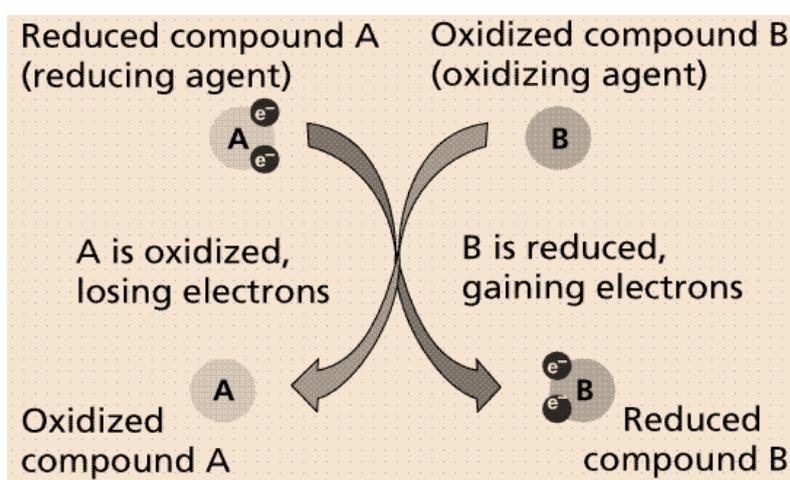


Figura 1.2.12. Mecanismo de acción de las oxidorreductasas presentes en la uva

La tirosinasa o polifenoloxidasas está, en parte solubilizada en el mosto y, en parte, ligada a las partículas en suspensión y cataliza dos tipos de reacciones: La oxidación de los ortodifenoles a quinonas y la oxidación de los monofenoles a ortodifenoles. La tirosinasa es la p-oxi-b-fenilalanina de ahí el nombre de tirosinasa dado al enzima.

La lacasa no tiene acción sobre la tirosinasa, pero presenta una acción marcada sobre los ortodifenoles y sobre los monofenoles. La especificidad de la lacasa es muy baja ya que oxida a un gran número de compuestos fenólicos lo que la hacen muy peligrosa. La oxidación directa de los antocianos por acción de la lacasa es la causa principal de la quiebra oxidativa de los vinos tintos, que lleva rápidamente a la destrucción de la materia colorante. También pueden ser degradados por glicosidasas. Estas enzimas no se encuentran en la uva en cantidades significativas, generalmente se añaden durante la elaboración para liberar compuestos volátiles de sus precursores glucosídicos o pueden estar presentes como actividades secundarias en preparados enzimáticos del tipo pectinasas, e incluso pueden ser liberados por algunas cepas de levaduras durante la fermentación. Como resultado se obtienen las agliconas de los antocianos, que son más inestables en el medio, dando lugar a una pérdida de color. Esto puede ser acrecentado por la presencia de acil esterasas (Cheynier, 2003). Estas enzimas actúan sobre los ésteres de los ácidos hidroxicinámicos incrementando sus respectivos ácidos

libres y aumentado la actividad de la enzima polifenoloxidasas (Gunata *et al.*, 1987), la cual va a producir la pérdida de antocianos por oxidación.

Las proantocinidinas tienen también propensión a oxidarse debido a la facilidad con que sus anillos ortodifenólicos, presentes en el anillo B, se transforman en quinonas o semi-quinonas (Figura 1.2.13). Estas reacciones son promovidas también por la enzima PPO. Además, esta oxidación se ve favorecida por la presencia de ácidos hidroxicinámicos, metales catalizadores como Fe o Cu, oxígeno disuelto, altas temperaturas y pH elevado (>3.6). Los productos de esta oxidación son de color pardo y muy propensos a precipitar (Moutounet, 2000).

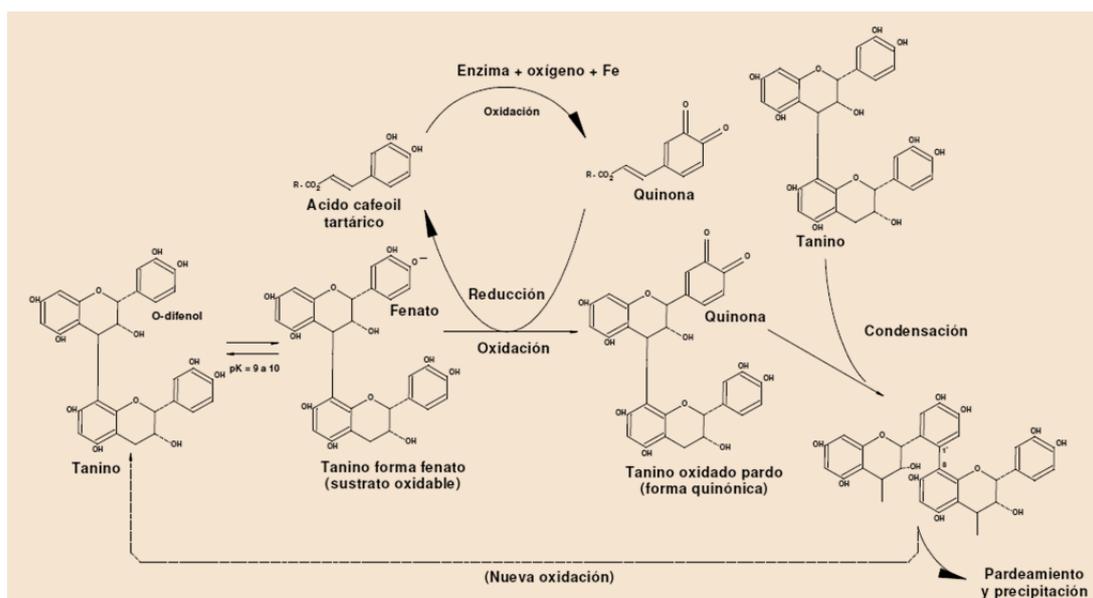


Figura 1.2.13. Esquema de la oxidación de proantocianidinas según Moutounet (2000)

#### 1.2.1.4.2. REACCIONES QUÍMICAS DE LOS POLIFENOLES

Durante la fermentación alcohólica y durante el envejecimiento del vino, los taninos reaccionan con los antocianos para dar compuestos coloreados. En los vinos de un año se estima que un 50% del color puede deberse a estos agregados. En vinos más viejos esta proporción aumenta (Ribéreau-Gayon, 1982). Por lo tanto el color rojo teja de los vinos muy viejos se debe en parte a la existencia de estos compuestos y en parte al color que toman los taninos al oxidarse.

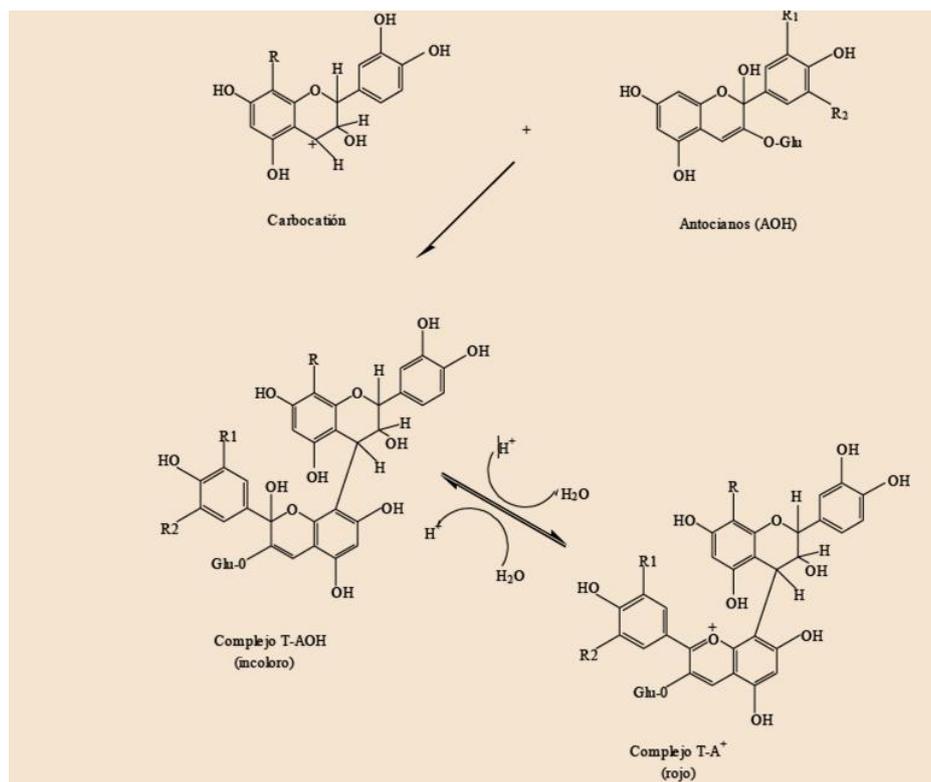
Los taninos también pueden condensarse con otros 3-flavanoles presentes en el vino, como catequinas monómeras y otras proantocinidinas. Este tipo de condensación es de tipo no oxidativo y conduce a un aumento en el tamaño de las moléculas, lo cual puede dar lugar a posibles precipitaciones. La inestabilidad de los antocianos libres se ve disminuida al producirse reacciones de combinación con taninos u otros componentes del vino para formar pigmentos estables, que realmente son los responsables del color de los vinos en el tiempo. Teniendo en cuenta los equilibrios dependientes del pH del vino, son varios los mecanismos que involucran tanto al catión flavilio como a la base carbinol y que han sido propuestos para explicar la conversión de los antocianos en nuevos pigmentos poliméricos más estables.

#### **1.2.1.4.2.1. CONDENSACIÓN DE ANTOCIANOS Y TANINOS**

Estas reacciones están basadas en procesos de adición nucleofílica en donde los antocianos y los taninos pueden actuar tanto como agentes electrófilos (presentan una deficiencia de electrones y tienden a extraer moléculas con exceso de electrones) como nucleófilos. Los antocianos pueden comportarse como electrófilos, a través de la carga positiva de la forma flavilium ( $A^+$ ). Los flavonoides neutros, como los taninos, muestran un exceso de electrones en las posiciones C8 y C6 y de esta manera pueden comportarse como nucleofílicos. Por otro lado las formas hidratadas de los antocianos pueden tener cierta densidad de carga negativa y actuar como nucleófilos y las rupturas de los enlaces C- C de las unidades constitutivas de los taninos, fenómeno que ocurre espontáneamente en el vino, genera carbocationes ( $T^+$ ) intermediarios que son electrófilos. El trabajo de Remy *et al.*, 2000, fue uno de los primeros en confirmar la presencia en el vino de ambos tipos de compuestos, siendo estas estructuras más complejas que las de los antocianos monómeros y de color similar a la de los antocianos libres.

##### **1.2.1.4.2.1.1. CONDENSACIÓN TANINO-ANTOCIANO (T-A)**

Las procianidinas en un medio ácido como es el vino se pueden hidrolizar formando un carbocatión o catequina activada, reaccionando así con los antocianos bajo la forma hemiacetálica (Figura 1.2.14), produciendo un complejo incoloro que se colorea seguidamente de rojo anaranjado después de su deshidratación (Haslam, 1980). Esta condensación se ve favorecida en ausencia de oxígeno y por la temperatura, siendo esta la explicación de la evolución de los vinos almacenados en ambientes reductores como depósitos o botella. Además el carbocatión formado en este tipo de reacciones puede generar nuevas proantocinidinas, conduciendo a un aumento de su grado de polimerización, con la consiguiente disminución de la astringencia del vino. Por la tanto este tipo de reacciones dependen de la concentración de antocianos en el medio y el color varía con la naturaleza del carbocatión y el grado de polimerización.



**Figura 1.2.14.** Condensación directa de taninos y antocianos de tipo T-A

#### 1.2.1.4.2.1.2. CONDENSACIÓN ANTOCIANO-TANINO (A-T)

Los antocianos bajo su forma catiónica ( $A^+$ ) reaccionan con las posiciones negativas C6 ó C8 de los taninos, formando un flaveno incoloro (A-T), el cual posteriormente se puede colorear de rojo ( $A^+-T$ ) en presencia de oxígeno, estableciéndose un estado de equilibrio entre ambas formas. Este tipo de mecanismo involucra a la forma catiónica del antociano, cuya proporción es pequeña al pH del vino, lo que justifica que este proceso sea lento y de extensión limitada. La conservación al abrigo del aire de soluciones de antocianos en presencia de flavanoles y a temperaturas superiores a 20 °C, produce una disminución del color que puede recuperarse después por aireación. Este tipo de compuestos pueden evolucionar a tonalidades amarillas por la aparición de estructuras xantílium.

Los compuestos de condensación entre antocianos y taninos ( $T-A^+$  y  $A^+-T$ ) son de color similar a los antocianos. Pero los compuestos  $A^+-T$  son resistentes a la decoloración por el  $SO_2$  debido a la sustitución de la posición 4 del anillo C del antocianos, mientras que los aductos  $T-A^+$  teóricamente serían susceptibles a la decoloración por  $SO_2$  y a la hidratación.

### 1.2.1.4.2.1.3. POLIMERIZACIÓN POR MEDIACIÓN DEL ACETALDEHIDO

Tanto los antocianos como los taninos pueden unirse también por medio de una reacción en la que interviene el acetaldehído. Estos dan lugar a productos enlazados por puente de etilo, incluyendo (T-etil-T), aductos de taninos y antocianos (T-etil-A) y antocianos entre sí (A-etil-A) (Cheynier, 2003). La formación de estos compuestos implica la adición nucleofílica de antocianinas hidratadas o de unidades de taninos con el carbocatión resultante de la protonación del acetaldehído. El tamaño molecular de estos productos es variable ya que depende del número de pasos sucesivos en la reacción inducida por el acetaldehído y del tamaño y reactividad de los polifenoles, los cuales también varían desde monómeros hasta taninos con más de 25 unidades. El acetaldehído puede proceder de la oxidación del etanol, aunque también puede tener su origen en las levaduras, las bacterias acéticas y la autooxidación de compuestos fenólicos (Liu y Pilone, 2000). Los antocianos también pueden unirse de una manera similar al acetaldehído, mediante un puente donde el etanal es reemplazado por otro aldehído, o bien con el ácido glioxálico procedente de la oxidación del ácido tartárico, catalizada por hierro. De las uniones de antocianos con el ácido glioxálico se forman compuestos incoloros, que rápidamente evolucionan hacia colores amarillos (Fulcrand *et al.*, 1997a; Es-Safi *et al.*, 1999; Es-Safi *et al.*, 2000). Los antocianos acilados poseen mayor estabilidad y solubilidad que los no acilados, pero su contenido se ve afectado por la variedad de la uva (García-Beneytez *et al.*, 2003).

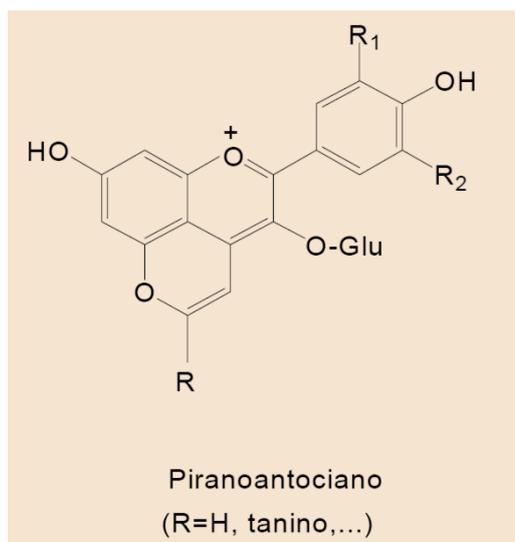
Los pigmentos del tipo T-etil-A y A-etil-A son de color púrpura y mucho más resistentes a la decoloración por hidratación y SO<sub>2</sub> que los antocianos libres. Como el anillo C de los antocianos no está sustituido en los derivados etilados, esta resistencia es debida probablemente a su involucramiento durante la asociación molecular. Ha sido demostrado que la única forma significativa de polimerización entre antocianos en el vino es la A<sup>+</sup>-etil-AOH, en donde una unidad de antociano es incolora y la otra roja (Atanasova *et al.*, 2002). Esto significa que la conversión de los pigmentos de la uva (70-80% AOH, 20-25% A+ al pH del vino) no solo produce un leve cambio de rojo a púrpura, sino también incrementa la intensidad de color.

Estudios realizados por Rivas-Gonzalo *et al.* (1995), Es-Safi *et al.* (1999) y Atanasova *et al.* (2002) han evidenciado que la velocidad de la reacción de condensación vía acetaldehído es mayor en presencia de oxígeno y a pH ácido, debido a que se favorece la formación de acetaldehído y del carbo-catión. También se ha comprobado que la temperatura afecta a la evolución y acumulación de estos nuevos pigmentos, es decir, a temperaturas bajas (15 °C) los polímeros se acumulan lentamente y son más estables en relación a su degradación y precipitación (Baranowski y Nagel, 1983; Rivas-Gonzalo *et al.*, 1995)

#### 1.2.1.4.2.2. FORMACIÓN DE NUEVOS PIGMENTOS DERIVADOS DE LOS ANTOCIANOS.

En el vino se han identificado nuevos pigmentos derivados de los antocianos y conocidos con el nombre de piranoantocianos (Fulcrand *et al.*, 1996 y 1997). Estos pigmentos se originan por reacción de los antocianos con compuestos de bajo peso molecular, principalmente metabolitos producidos por las levaduras, con un doble enlace polarizado, como el acetaldehído o el ácido pirúvico, produciéndose una reacción de cicloadición, formándose estructuras que poseen un anillo más en su composición y generando los derivados pirúvicos de los antocianos, siendo el mayoritario la malvidina-3-glucósido piruvato o vitisina A, y la vitisina B, respectivamente (Figura 1.2.15). También pueden incluir especies de más peso molecular, en las cuales la unidad de piranoantociano está unida a moléculas de tanino (Francia-Aricha *et al.*, 1997).

Los pigmentos formados absorben a longitudes de onda más bajas que los antocianos, por lo que podrían influir en el cambio de color de rojo-violeta a rojo-anaranjado que sufren los vinos durante el envejecimiento (Alcalde-Eon *et al.*, 2006). Además, estos compuestos poseen una gran estabilidad frente a las variaciones de pH y a la decoloración provocada por el sulfuroso, propiedades que les confieren una gran estabilidad en el tiempo.

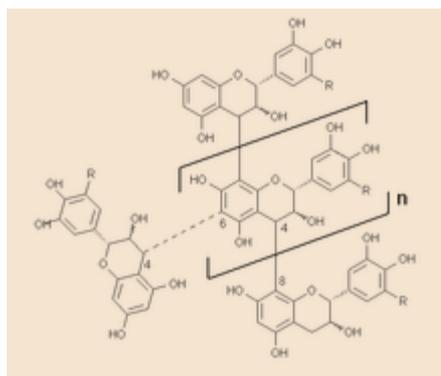


**Figura 1.2.15.** Estructura de los piranoantocianos.

Además, los antocianos pueden reaccionar con los vinilfenoles dando aductos antociano-vinilfenoles, así como pueden darse otras reacciones de condensación-cicloadición entre antocianos y vinilflavanoles, o entre derivados pirúvicos de antocianos y vinilflavanoles. Estos últimos derivados antocianícos han sido recientemente aislados y se les ha denominado “portisinas” por haber sido aislados por primera vez en vinos de Oporto (Mateus *et al.*, 2003). Sin embargo, también han sido detectados en vinos tintos (Mateus *et al.*, 2005 y 2006). Las portisinas, a diferencia del resto de pigmentos de cicloadición que presentan desplazamientos hacia el naranja, muestran una intensa coloración azul-violácea (Mateus *et al.*, 2003).

### 1.2.1.4.2.3. POLIMERIZACIÓN DE TANINOS

Los flavanoles monómeros y sus polímeros, los taninos condensados o procianidinas, presentan una clara tendencia a polimerizar. Esta polimerización dará lugar a moléculas cada vez más grandes, lo que se traducirá inicialmente en un incremento de la astringencia (Cheynier *et al.*, 2000), un disminución del sabor amargo (Arnold *et al.*, 1980) y a un incremento del color amarillo del vino (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1999). No obstante hay que tener en cuenta que si se alcanza cierto grado de polimerización, la astringencia va disminuyendo y las moléculas se vuelven insolubles y pueden precipitar (Rivas-Gonzalo *et al.*, 1995). Los taninos condensados son bio-polímeros que poseen una gran variedad estructural por la composición de los monómeros que los constituyen; el número de monómeros por cadena de polímero (de dos a más de un centenar de unidades monómeras) como se muestra en la Figura 1.2.16; la posición y el número de uniones entre los monómeros (estructuras lineales o cruzadas). Es por lo que no se puede hablar “del” tanino sino de taninos, que representan una familia de moléculas distintas dentro del seno de los polifenoles del vino (Mouls *et al.*, 2015).



**Figura 1.2.16.** Modelo de la polimerización de los taninos.

Los taninos condensados tienen al principio una conformación de polímeros semi-flexibles vermiculares, pudiendo presentar un cierto grado de ramificación en las estructuras más polimerizadas ( $DP_n > 40$ ) (Poncet-Légrand *et al.*, 2007; Vernhet *et al.*, 2015).

#### 1.2.1.4.2.3.1. POLIMERIZACIÓN LINEAL

Esta reacción se basa en la propiedad de las proantocianidinas de poder formar un carbocatión en medio ácido. En ausencia de oxígeno y a temperaturas elevadas, las procianidinas se hidrolizan formando un carbocatión, que reacciona con la carga negativa de otra procianidina, formando un polímero de mayor peso molecular mediante uniones C4-C8 o C4-C6. Este tipo de polimerización es conocida como polimerización homogénea u ordenada, también llamada polimerización lineal.

Sus efectos sobre las características organolépticas del vino se centran en una disminución del sabor amargo, un incremento de la astringencia y un aumento de la componente amarilla del color, destacando que todo ello será válido hasta que los polímeros alcancen tamaños tan grandes que precipitaran al volverse insolubles. En este caso habría una disminución de la astringencia y del sabor amargo, pero también del cuerpo y de la capacidad del vino para envejecer.

Esta reacción es reversible y por tanto el carbocatión que se forma volverá a reaccionar siguiendo el mismo mecanismo pero en sentido contrario. Sin embargo, la unión no tiene por qué ser necesariamente con la misma molécula de flavanol, sino que puede tener lugar con otra molécula presente en el medio. Todo ello origina un conjunto de reacciones de ruptura y recombinación de procianidinas, pudiéndose producir en el tiempo un incremento del grado de polimerización de las mismas. Por otra parte al no requerirse la presencia de oxígeno en estas reacciones, tendrán lugar tanto en el depósito, como en la bodega y la botella, es decir, a lo largo de todo el proceso de elaboración.

#### **1.2.1.4.2.3.2. POLIMERIZACIÓN CRUZADA**

En la actualidad se han demostrado dos tipos de reacciones que dan lugar a este mecanismo de polimerización cruzada. La primera de ellas corresponde a la polimerización mediante formación de semiquinonas con la participación del oxígeno como sustrato y la presencia de hierro y/o cobre como catalizadores, y también a la formación de semiquinonas, que poseen la capacidad de formar un enlace estable mediante un mecanismo de tipo radicalario, dando lugar a la unión colateral de las dos moléculas de procianidinas.

De forma paralela también pueden ocurrir polimerizaciones con la participación del acetaldehído. El etanol en presencia de cationes hierro y/o cobre, puede ser oxidado a etanal, el cual en medio ácido puede dar lugar a un carbocatión denominado etanal activado. A su vez este carbocatión puede actuar sobre dos moléculas de flavanol provocando su unión mediante un puente de etilo. Al igual que ocurriría con los polímeros generados mediante la formación de un carbocatión en medio ácido, estos polímeros están sujetos a rupturas y recombinaciones que podrían traducirse con el tiempo en un incremento del grado de polimerización (Es-Safi *et al.*, 2000; Quintana, 2001). Además se ha sugerido que la ruptura de estos polímeros también podrían generar restos vinilflavanol que serían aun más reactivos que los restos etil-flavanol (Santos-Buelga, 2001) y podrían ser responsables de la formación de nuevos pigmentos (Francia-Aricha *et al.*, 1997).

Ambos tipos de mecanismos de polimerización cruzada dan lugar a la formación de compuestos amarillos pero con menor reactividad, viéndose además su astringencia disminuida por lo que participan en las sensaciones de volumen en boca de los vinos. Este tipo de reacción tiene una cinética superior a la polimerización lineal lo que conduce a la formación rápida de compuestos polímeros susceptibles de precipitar en función del grado de polimerización y de la concentración. Por último, como se requiere de la presencia de oxígeno, estos fenómenos tendrán lugar cuando se realicen trasiegos y en las bodegas gracias a la microdifusión de oxígeno que tiene lugar a través de la porosidad de la madera.

### 1.2.1.4.2.3.3. REACCIONES DE COMPLEJACIÓN DE LAS PROCIANIDINAS

Las procianidinas también pueden dar lugar a reacciones de unión con proteínas, péptidos y polisacáridos. El modelo explicativo establecido para el comportamiento de los taninos (Figura 1.2.17) indica que posteriormente a los procesos de polimerización y condensación a los que son sometidas, se reúnen en agregados cada vez más grandes mediante uniones hidrófobas hasta formar partículas con propiedades coloidales que continuaran con su crecimiento hasta llegar a precipitar. Estas partículas coloidales reaccionan con las proteínas de la saliva formando agregados más grandes que también precipitarán. Estas uniones se explican por la facilidad que tienen para formar puentes de hidrógeno, interacciones hidrófobas y uniones iónicas (Saucier, 1997). Todo lo descrito anteriormente comportaría una disminución de la concentración de procianidinas en el vino y una disminución de la astringencia y del sabor amargo.

Por otro lado los péptidos y polisacáridos tienen la capacidad de formar uniones con taninos más pequeños e impiden que crezcan los agregados de taninos, a la vez que bloquean los puntos activos que precipitan las proteínas y causan la sensación astringente (Saucier, 1997; Saucier *et al.*, 2000). Los polisacáridos del vino son macromoléculas que provienen de las disgregaciones de la pared de la levadura (manoproteínas) y de la pectina de la pared celular de la baya. La presencia de los complejos polisacáridos taninos pueden disminuir la astringencia y aumentar la redondez, estructura y aroma de los vinos (Riou *et al.*, 2002; Vidal *et al.*, 2004). En la Figura 1.2.17, podemos observar el modelo del comportamiento coloidal de los taninos.

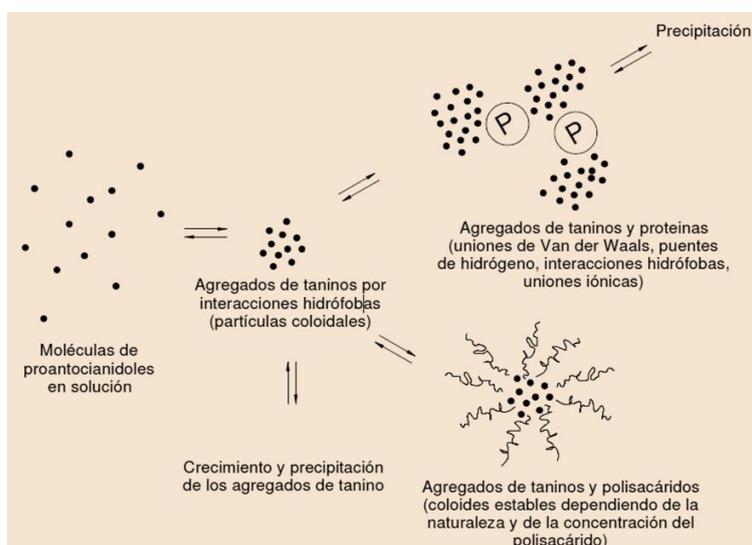


Figura 1.2.17. Modelo del comportamiento coloidal de los taninos.

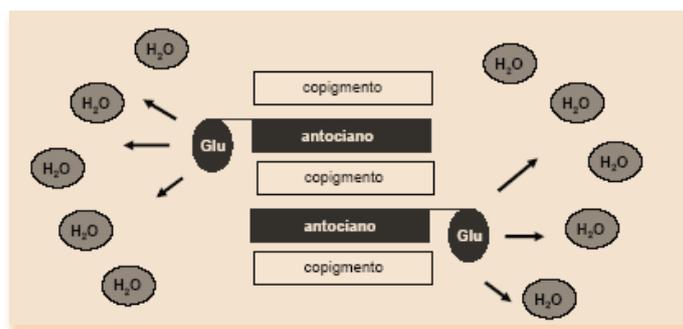
### 1.2.1.5. ESTABILIDAD DEL COLOR MEDIANTE REACCIONES DE COPIGMENTACIÓN.

El concepto de copigmentación es el aumento de color de los pigmentos debido a la presencia de componentes incoloros. La reacción de copigmentación de los antocianos fue reportada por primera vez por Robinson y Robinson en 1931. La copigmentación es un equilibrio que implica la asociación preferencial y no covalente de los antocianos libres con un grupo de componentes, fenólicos o no, que se denominan copigmentos (sustancias poco coloreadas o incoloras), para formar complejos de apilamiento vertical tipo “sándwich” (Boulton, 2001). Su unión se mantiene por enlaces de baja energía, de tipo Van der Waals, y su estabilidad se debe a la disposición de las moléculas de azúcar del antociano en la parte externa, entre las cuales se establecen uniones mediante puentes de hidrógeno, impidiendo el acceso de las moléculas de agua al interior de estos complejos, protegiendo de este modo a los antocianos de la hidratación, y haciendo que los equilibrios se desplacen hacia las formas coloreadas.

Debido al alto porcentaje de agua en el vino, las reacciones de hidratación predominan y los antocianos se encuentran prácticamente hidratados y por tanto en su forma carbinol incolora. Sin embargo, la presencia de la glucosa en las agrupaciones tipo sándwich genera un entorno hidrofóbico, que impide el acceso de las moléculas de agua formando una barrera que impide la hidratación y la decoloración del antociano, desplazando el equilibrio de la forma carbinol incolora a la forma catión flavílio coloreada. De esta forma el proceso de copigmentación aumentara el porcentaje de antocianos que contribuyen al color del vino, explicándose así el incremento en la intensidad y estabilidad del color (Liao *et al.*, 1992; Mirabel *et al.*, 1999).

Por lo tanto los copigmentos poseen sistemas capaces de asociarse con el ión flavilium (Bakowska *et al.*, 2002) impidiendo la decoloración del antociano. Dado que el ataque por el agua convierte al ión flavilium en la pseudobase no coloreada, se cree que la copigmentación es uno de los principales factores de estabilización de la estructura del flavilium *in vivo* (Osawa, 1982; Brouillard, 1983).

Además, los copigmentos pueden formar complejos coloreados con las formas incoloras de los antocianos (Baranac *et al.*, 1996, 1997; Brouillard *et al.*, 1989). Los cambios de color que se producen en frutos, vegetales y flores pueden ser atribuidos a estas reacciones (Asen *et al.*, 1972; Mistry *et al.*, 1991). A medida que van copigmentándose se va produciendo un aumento de la intensidad del color. En la figura 1.2.18 se representan gráficamente todos estos fenómenos.



**Figura 1.2.18.** Representación grafica del fenómeno de copigmentación.

Las reacciones de copigmentación han sido estudiadas en soluciones modelo, encontrándose que intervienen en ellas algunos compuestos del grupo de los ácidos hidroxicinámicos y de los flavonoides, que actúan sobre la coloración de los antocianos, en distintas condiciones de pH, temperatura y concentraciones de copigmento y de antociano, dando lugar a un aumento en la intensidad del color (efecto hiperocrómico) y un desplazamiento de la longitud de onda a la cual se produce el máximo de absorbancia (efecto batocrómico) (Baranowski y Nagel, 1983; Brouillard *et al.*, 1989). En algunos de estos estudios se ha investigado y precisado el mecanismo de reacción y la constante de estabilidad del complejo formado entre el antociano y el copigmento. Un incremento en la concentración de copigmentos conduce a una intensificación del color, dado que, hay un desplazamiento de las formas menos coloreadas de los antocianos libres hacia las formas coloreadas, y por otro lado, los propios antocianos copigmentados que se forman aportan mayor intensidad colorante que el catión flavilio. Estos estudios que surgieron como investigación del color en plantas y frutos, han permitido derivar estos conocimientos hacia el mundo del vino.

En los mostos y vinos, los cambios de color producidos son originados por reacciones de complejación de los antocianos con metales o de copigmentación con compuestos naturales presentes en las uvas. Las moléculas que actúan como copigmentos incluyen una gran variedad de compuestos tales como polisacáridos, ácidos orgánicos, aminoácidos, ácidos fenólicos, flavanoides e incluso los propios antocianos. Su único requisito es que deben poseer o adoptar una configuración plana para poder asociarse con los antocianos. Este fenómeno de interacción molecular es bastante frecuente entre polifenoles, y tiene lugar de forma natural en uvas y mostos, ya que éstos poseen bastante sensibilidad, no sólo por la naturaleza y concentración de pigmento y copigmento, sino también por la temperatura, pH, y composición del medio en el que tiene lugar. Los copigmentos que están en la pulpa de la uva, tienen poco efecto en la formación de los complejos, mientras los que se encuentran en los hollejos de las uvas determinan el impacto de la copigmentación (Boulton 2001).

Según Goto y Kondo (1991), existen tres mecanismos diferentes de copigmentación de los antocianos, las copigmentaciones intramoleculares, en las cuales la parte cromófora de los antocianos se une de forma covalente con diferentes ácidos orgánicos, anillos aromáticos, flavonoides o una combinación de ellos, las copigmentaciones intermoleculares, en las que formas no coloreadas de

flavonoides u otros compuestos fenólicos reaccionan mediante fuerzas hidrofóbicas débiles con los antocianos, y por último fenómenos de auto-asociaciones.

La copigmentación se ve más intensamente influenciada por la estructura del copigmento y por el pH que por la estructura del antociano (Donner *et al.*, 1998). Cuando un copigmento se añade a una solución levemente ácida de antocianos, se produce un incremento en la intensidad de color debido a la formación de complejos coloreados (Baranac *et al.*, 1996, 1997). En general, el efecto es mucho más notorio a 520 nm que a 420 nm, y depende mucho del cofactor que se utilice (Liao *et al.*, 1992). Pero el fenómeno de la copigmentación está también fuertemente influenciado por la temperatura, el contenido en alcohol y la relación molar copigmento/antociano. Un aumento de la temperatura o del contenido en alcohol, disminuye el efecto de la copigmentación y un aumento de la relación copigmento/antociano, lo aumenta. Obviamente, un incremento en la concentración de copigmentos lleva a un mayor color en la solución debido a que desplaza las forma incoloras a coloreadas (Darías-Martín *et al.*, 2001). Por tanto, es de esperar que durante la maceración del mosto, la mayor o menor presencia de estos copigmentos en la uva, van a influir notablemente en el futuro color del vino tinto y en su estabilidad.

Los copigmentos pueden ser estructuralmente muy distintos, tales como fenoles, metales, aminoácidos, y ácidos orgánicos (Brouillard *et al.*, 1989). En el caso de los vinos, las principales moléculas implicadas son fenólicas, pertenecientes a los dos grandes grupos en que se clasifican actualmente los compuestos polifenólicos de la uva y el vino (Zamora, 2003), destacando entre ellos los 3-flavanoles, los ácidos fenoles, y otros polifenoles (como los propios antocianos en sus fenómenos de autoasociación).

Los copigmentos no flavonoides de las uvas carecen de color en el espectro visible, no obstante, pueden oxidarse y dar lugar al pardeamiento del mosto y del vino. No parecen ser de gran importancia en la evolución del color del vino tinto, pero sí pueden ejercer un cierto papel como copigmentos y participar por tanto en el color de vinos tintos jóvenes gracias al fenómeno de la copigmentación (Rivas-Gonzalo *et al.*, 2003).

#### **1.2.1.6. IMPORTANCIA DE LOS PROCESOS DE OXIDACIÓN DE LOS POLIFENOLES EN LOS MOSTOS Y LOS VINOS.**

La oxidación de los compuestos fenólicos puede realizarse bien por un proceso biológico por la acción de enzimas específicas, como las polifenoloxidasas y peroxidasas o por un proceso químico. El proceso bioquímico se conoce como pardeamiento enzimático y da lugar a modificaciones en el color de los vinos, este fenómeno tiene más importancia en la elaboración de vinos blancos. El proceso químico se basa en la acción del oxígeno sobre los diferentes componentes de la uva en las fases de elaboración de un vino. Aunque estos dos procesos se pueden dar de forma simultánea, el proceso bioquímico predomina más en los mostos y el químico es más importante durante la conservación y el envejecimiento de los vinos. En la vinificación de los vinos tintos el impacto de la

oxidación enzimática es limitado, mientras que la oxidación química contribuye a la maduración de los vinos.

Los polifenoles no son los únicos compuestos afectados por la oxidación, productos resultantes de la oxidación del etanol y el ácido tartárico juegan un papel importante en los procesos de transformación de los polifenoles durante su envejecimiento. El aporte de oxígeno adecuado, favorece a las reacciones de condensación antociano-tanino que son beneficiosas para la estabilidad del color, y en presencia de etanal favorecen las reacciones de polimerización de los taninos disminuyendo la astringencia, mejorando las características organolépticas de los vinos.

Las reacciones de auto-oxidación entre las unidades constitutivas de los taninos condensados, que conducen a la formación de nuevas uniones covalentes, pueden producirse entre dos unidades situadas sobre una misma molécula (reacción intramolecular), o entre dos unidades de dos moléculas diferentes (reacción intermolecular). En el primer caso, el grado de polimerización de los taninos no será modificado pero sí lo será su conformación y flexibilidad. En el segundo caso el grado de polimerización aumenta. Según las reacciones impliquen unidades terminales o de extensión, los taninos derivados formados tomarán una estructura lineal o ramificada. Los dos tipos de reacciones, intra e intermoleculares, pueden producirse simultáneamente (Vernhet *et al.*, 2015).

Los fenómenos de precipitación de los taninos en los vinos, se atribuyen a un aumento de su grado de polimerización, lo que conduce a una disminución de su solubilidad. Los resultados obtenidos en el contexto de auto-oxidación muestran una realidad más compleja: estructuras derivadas con un alto grado de polimerización formadas por auto-oxidación permanecen solubles, mientras que otras no. Queda por elucidar respectivamente el impacto que tienen las unidades constituyentes y el tipo de estructuras formadas (lineales o ramificadas) (Vernhet *et al.*, 2015).

### **1.2.2. COMPOSICIÓN AROMÁTICA DEL VINO**

El aroma del vino es una de las características más importantes ligadas a la calidad, y es el resultado de una serie de transformaciones químicas, bioquímicas y tecnológicas que comienzan en el grano de uva, los compuestos aromáticos procedentes de la uva juegan un papel importante en el carácter particular del vino, ya que son los responsables de los aromas varietales, a continuación durante la fermentación alcohólica y maloláctica, se forman otros compuestos a partir de precursores no aromáticos presentes en el mosto y finalmente durante la maduración y envejecimiento se producen otros compuestos aromáticos como consecuencia de una serie de reacciones químicas y/o enzimática, importantes para la composición aromática final del vino. Entre todos los componentes del aroma los más importantes para la tipicidad y calidad de un vino son los aromas aportados por la variedad (Riberau-Gayon *et al.*, 1998).

### **1.2.2.1. COMPOSICIÓN AROMÁTICA DE LA UVA**

El aroma de la uva comprende tres grandes grupos, el aroma varietal libre (sustancias olorosas ligadas a la variedad), los precursores no volátiles e inodoros (glucósidos, ácidos fenólicos, ácidos grasos, etc.), y los compuestos volátiles, olorosos o no, inestables que se transforman en otros compuestos olorosos (terpenoles, C13 norisoprenoides, dioles terpénicos etc.).

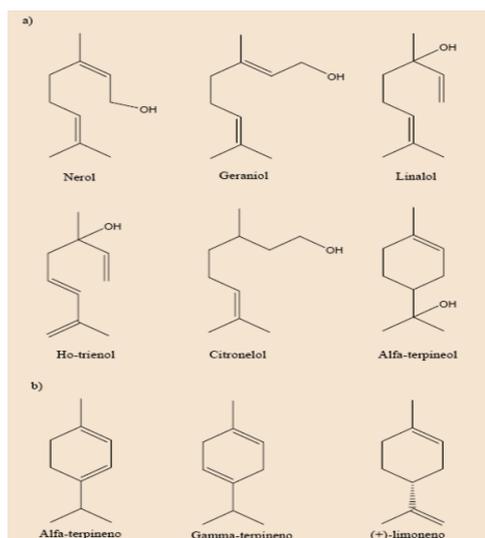
#### **1.2.2.1.1. AROMAS VARIETALES LIBRES**

Se pueden diferenciar tres familias químicas: los compuestos terpénicos, las piracinas y los C13 norisoprenoides.

##### **1.2.2.1.1.1. COMPUESTOS TERPENICOS**

Son los compuestos aromáticos que han sido estudiados en más detalle en *Vitis vinífera*, durante la fermentación, pueden sufrir diferentes transformaciones, produciendo nuevos terpenos, de ahí que el contenido en la uva es inferior a los terpenos encontrados en vino. Se pueden encontrar en forma libre y en forma de precursores inodoros, principalmente en sus formas glucosiladas. Se han identificado alrededor de 70 compuestos terpénicos, en su mayoría se trata de monoterpenos, y algunos sesquiterpenos y sus alcoholes y aldehídos correspondientes.

Los terpenoles o alcoholes monoterpénicos son los más importantes y abundantes. Tienen un poder odorífero muy elevado, relacionado con flores, miel y cera, dando el típico aroma moscatel a numerosas uvas. Los más importantes son el linalol, geraniol, nerol, citronerol, alfa-terpineol, hoptrienol. Los demás monoterpenos identificados derivan de estos cinco monoterpenoles por reacciones de oxidación, reducción, adición o sustitución. (Figura.1.2.19)

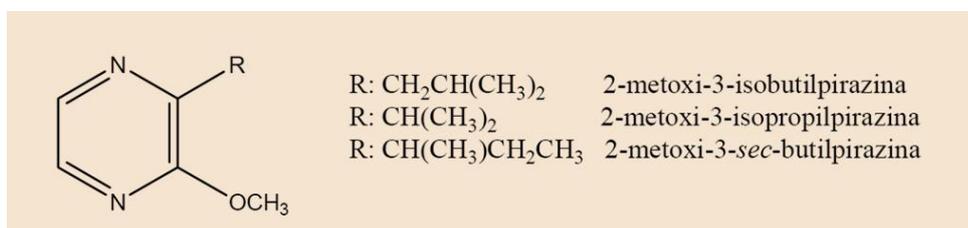


**Figura.1.2.19.** a) Alcoholes terpénicos b) Otros compuestos terpénicos

### 1.2.2.1.1.2. PIRAZINAS

Se trata de compuestos con heterociclo nitrogenado, producidos por el metabolismo de los aminoácidos que no se modifican en el curso de la vinificación. Fueron identificados por primera vez en uvas cabernet sauvignon en 1975 por Bayonove *et al.* Las pirazinas están asociadas con los aromas vegetales típicos de las variedades Sauvignon y Cabernet Sauvignon, relacionadas con el carácter herbáceo, y únicamente aparecen en concentraciones por encima del umbral de reconocimiento en las uvas y vinos de las variedades Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc y en algunas ocasiones en la Merlot. En otras cepas también han sido detectadas pero en cantidades inferiores al nivel de detección olfativa como el caso de la Malbec de argentina.

Las especies mayoritarias son la 2-metoxi-3-isobutil-pirazina, la 2-metoxi-3-sec-butil-pirazina y la 2-metoxi-3-isopropil-pirazina, relacionándose su presencia con notas a pimienta verde, espárragos o notas terrosas (Figura 1.2.20).



**Figura.1.2.20.** Principales pirazinas encontradas en uvas y vinos

La concentración en que aparecen estos compuestos va a estar influenciada por distintos factores, siendo el primordial el grado de maduración de la uva. Así, la concentración es inversamente

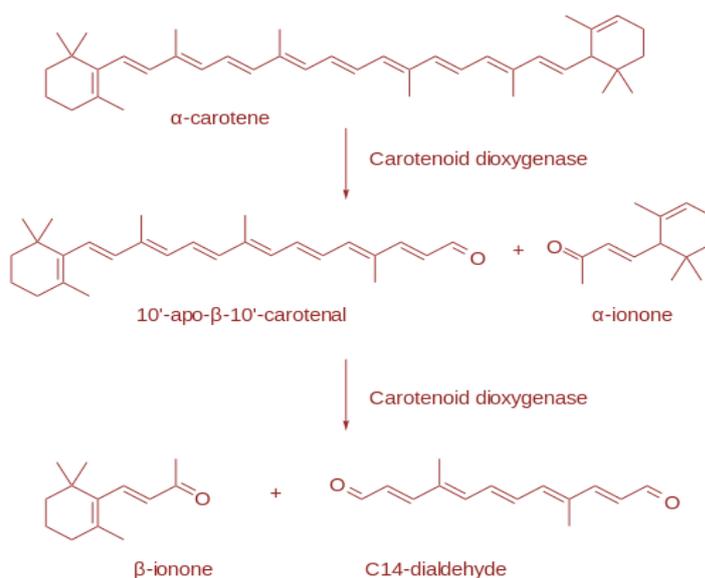
proporcional al grado de madurez, disminuyendo apreciablemente a partir del envero y siendo prácticamente inapreciables en condiciones optimas de maduración. Se ha comprobado que la concentración de estos compuestos es mayor en las zonas de clima más frío, en el caso de las variedades Sauvignon Blanc y Cabernet Sauvignon cultivadas en Australia y que el suelo ejerce un papel decisivo en los niveles de pirazinas, de forma que las viñas cultivadas en suelos calizos y arcillosos presentan mayor contenido de las mismas que los arenosos.

La 2-metoxi-3-isobutilpirazina es una sustancia fuertemente odorante, que tiene un bajo umbral de percepciónolfativa, cercano a los 15ng/L en vinos ( Roujou de Boubée, 2000), percibiéndose mejor en los tintos que en los blancos, y la cantidad presente puede variar mucho desde 0,5 a 60 ng/L ( Roujou de Boubée, 2000).

### 1.2.2.1.1.3. C13 NORISOPRENOIDES

La degradación oxidativa de carotenoides, terpenos con 40 átomos de carbono (tetraterpenos), da lugar a derivados de 9, 10, 11 o 13 átomos de carbono. Entre estos compuestos, los derivados norisoprenoides de 13 átomos de carbono presentan interesantes propiedades odoríferas. Estos compuestos poseen el mismo origen que los terpenoles pero con un grado de polimerización más elevado. Pueden encontrarse en concentraciones entre 15-2000 ng/Kg de uva.

Su concentración depende de la variedad, el clima, “terroir” etc. Estos compuestos se localizan principalmente en las partes sólidas de las uvas ( Razungles y Bayonove, 2000), durante la fermentación pueden degradarse por la acción de la luz y de las oxidasas y escindirse en fragmentos más pequeños ( Figura 1.2.21), que son más solubles y volátiles y algunos de ellos odorantes.



**Figura.1.2.21.** Degradación oxidativa de los carotenoides

Desde el punto de vista químico los derivados norisoprenoides se dividen en dos grupos: megastimanos y no-megastimanos. Los megastimanos son C13-norisoprenoides oxigenados en el carbono 7 (serie de las damascenonas) o en el carbono 9 (serie de las iononas). Entre estos compuestos la  $\beta$ -damascenona, con un aroma complejo de flores y frutas tropicales, presenta un límite de percepción relativamente bajo. Este compuesto fue inicialmente identificado en zumos de uva Riesling y Moscatel, pero está probablemente presente en todas las variedades de uva (Sefton *et al.*, 1993). Al igual que esta, la  $\beta$ -ionona (con aroma característico a violetas) está presente en todas las variedades y su contribución al aroma de vinos blancos es innegable.

Entre los C13-norisoprenoides no-megastimanos el más importante es el 1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftaleno (TDN), que presenta un olor distintivo a queroseno, jugando un papel importante en el aroma a petróleo de los vinos viejos de Riesling. Este compuesto está generalmente ausente en uvas y vinos jóvenes, pero puede aparecer durante el envejecimiento en botella. Otros compuestos pertenecientes a la misma familia son los actinidoles y el vitispirano, que presentan olores a alcanfor.

#### **1.2.2.1.2. PRECURSORES DEL AROMA**

Existe otro grupo de compuestos, los precursores de aromas, no volátiles ni aromáticos, susceptibles de liberar aromas bajo la influencia de diversos factores. A esta fracción se la conoce como fracción ligada de aromas (Bayonove *et al.*, 2000). Son monoterpenoles, dioles o polidioles, ácidos grasos, carotenoides, compuestos fenólicos o azufrados que aparecen mayoritariamente en forma glucosídica.

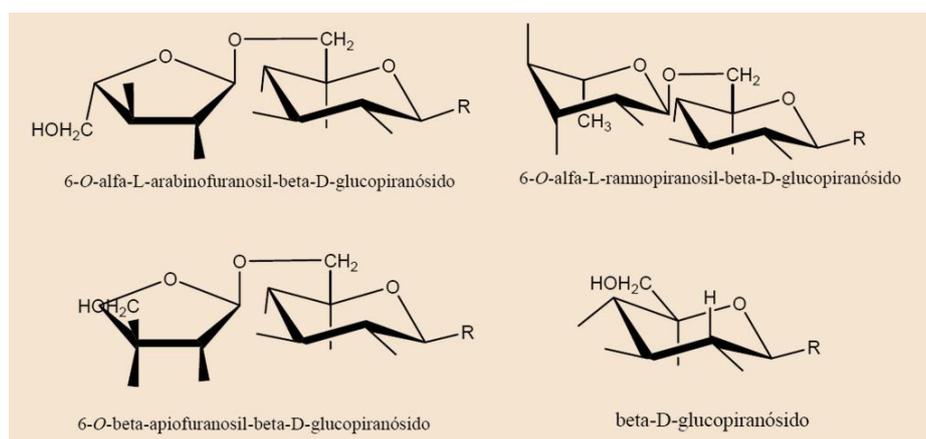
##### **1.2.2.1.2.1 MONOTERPENOLES, POLIOLES TERPÉNICOS O DIOLES**

Los principales monoterpenoles y polioles terpénicos están presentes en las uvas en forma de glucósidos. El importante papel de los terpenoles y C13-norisoprenoides glicosados en el perfil aromático de los vinos de Syrah y Garnacha ya se ha demostrado (Segurel *et al.*, 2009).

En general parece que las formas libres y conjugadas de los terpenoles se acumulan en uvas maduras desde el envero, disminuyendo antes de que se alcance el máximo nivel de azúcar. Mucho más hidrosolubles que los compuestos libres, los glucósidos son considerados como formas de transporte y acumulación de terpenos en las plantas (Riberau Gayon *et al.*, 1998).

Se han identificado cuatro tipos de glucósidos terpénicos: tres diglucósidos (6-O-alfa-L-arabinosil-beta-D-glucopiranosido, 6-O-alfa-rhamnosil-beta-D-glucopiranosido o rutinósido y 6-O-beta-D-apiosil-beta-D-glucopiranosido) y un monoglucósido (beta-D-glucopiranosido) (Figura 1.2.22). Entre la agliconas correspondientes las más frecuentes son terpenoles (linalol, nerol, geraniol), óxidos de los anteriores, dioles y trioles terpénicos.

Todas las variedades de uva contienen glucósidos similares pero las variedades de uva con aroma a Moscatel presentan mayores concentraciones, teniendo en general mayor cantidad de precursores glucosilados que sus formas libres. Entre los glucósidos correspondientes a las agliconas más odoríferas, los más extendidos son los apiosilglucósidos y los arabinosilglucósidos, seguidos de los rutinósidos y los beta-glucósidos. Los monoglucósidos terpénicos en la viña, a diferencia de otras plantas, aparecen en minoría frente a los diglucósidos.



**Figura.1.2.22.** Glucósidos terpénicos (nopriscoprenoides) identificados en uvas

La fracción glucosídica inodora es una importante reserva de aromas del vino. La hidrólisis de estos precursores permite la liberación de compuestos volátiles, incrementando las características aromáticas del producto ( Bayonove *et al.*, 1992). La uva contiene beta-glucosidasas capaces de liberar ciertos terpenoles odoríferos de sus glucósidos inodoros, bajo las condiciones habituales de vinificación estos enzimas tienen un desarrollo limitado del aroma del mosto. Es por ello que se están utilizando glicosidasas exógenas para incrementar el potencial aromático. El empleo de estas enzimas exógenas se centra en la liberación de los aromas de las variedades tipo Moscatel, no ocurriendo lo mismo en el caso de otras variedades consideradas menos aromáticas.

#### 1.2.2.1.2.2 CAROTENOIDES

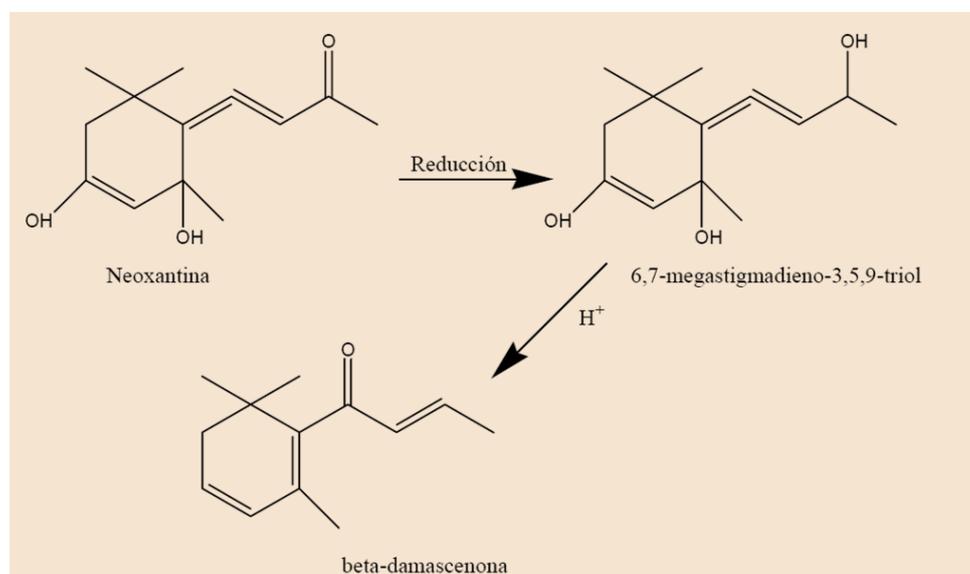
Los carotenoides parecen ser los compuestos responsables de que a partir de variedades de uva no aromáticas, se obtengan vinos de calidad que se distinguen por sus características odorantes, puesto que se les puede considerar como precursores aromáticos propios de la cepa (Winterhalter, 1990). Estos compuestos tienen el mismo origen que los terpenoles, pero con un mayor grado de polimerización. Su contenido en la baya varía entre 15 a 2000 µg/Kg según el compuesto, la cepa, la zona de producción, etc.

Entre los principales carotenoides identificados, los más abundantes son la luteína y el beta-caroteno, seguidos de la neoxantina, la flavoxantina y la violaxantina. Se localizan en los cloroplastos de las células que constituyen las partes sólidas de la baya, pulpa y hollejo, siendo este último el que presenta mayor contenido (entre 1,8 y 2,8 veces el de la pulpa).

Parece que existe un grado de correlación estrecha entre el grado de maduración de la uva y la proporción de derivados carotenoides (damascenona, vitispirano etc., es decir, derivados C13-norisoprenoides), al igual que sucede con los compuestos terpénicos. Se ha comprobado que durante la fase de crecimiento de la baya verde se produce un aumento en el contenido de carotenoides, seguido de un fuerte descenso del mismo a partir del envero hasta la maduración, aumentando al mismo tiempo las moléculas derivadas de los mismos (Razungles *et al.*, 2000), principalmente en formas glucosiladas.

Los C13-norisoprenoides están presentes en uvas, principalmente en forma de precursores no volátiles. Los glucósidos de estos compuestos, identificados hasta ahora son todos monoglucósidos y aunque no son hidrolizados por las glucosidasas propias de la uva o de las levaduras si pueden ser liberados por glucosidasas fúngicas exógenas. Sin embargo parece que todavía no está muy claro cuáles son los mecanismos implicados y actualmente se desconocen cuáles son las reacciones realmente relacionadas con la aparición de C13-norisoprenoides odoríferos.

Se ha comprobado que en medio ácido, varios C13-norisoprenoides oxigenados no muy odoríferos sufren modificaciones químicas que pueden llevar a la formación de compuestos odoríferos como la beta-damascenona (Figura 1.2.23).



**Figura.1.2.23.** Formación de beta-damascenona en uvas y vino

La beta-damascenona tiene un aroma complejo: notas florales, frutas exóticas, té, tabaco y membrillo cocido. Posee un umbral de detección bajo, 3,5 ng/L en agua y 45 ng/L en una solución hidroalcohólica al 12%. Este compuesto se encuentra prácticamente en todas las variedades, pero sólo en algunos casos, con un aporte importante para el aroma global (Riberau Gayon *et al.*, 1998). Su concentración es mayor en vinos tintos que en vinos blancos. Otros C13 norisoprenoides que se

han encontrado en, vinos son: beta-ionona (violeta), 3-oxo-beta-ionol (tabaco), 3-hidroxi-beta-damascona (té, tabaco), beta-damascona (tabaco, frutoso, manzana cocida), vitispirano ( eucaliptos, mentolado), actinidoles (mentolado).

#### **1.2.2.1.2.3 OTROS PRECURSORES (ALCOHOLES, COMPUESTOS FENOLICOS, TIOLES VOLATILES).**

Entre los derivados glucosilados presentes en las uvas y relacionados con el aroma varietal pueden encontrarse además de terpenos y derivados C13-norisoprenoides, los constituidos por agliconas tales como alcoholes lineales o cíclicos (hexanol, feniletanol, alcohol benfílico), y compuestos fenólicos tales como ácidos fenólicos y fenoles volátiles derivados (vainillina).

Además, pueden encontrarse los denominados precursores de los tioles volátiles derivados de la cisteína, que parecen ser los responsables del intenso, específico y dominante olor de los vinos de Sauvignon Blanc, un olor que puede ser comparado con el olor de arbustos verdes o incluso de orina de gato. Entre los compuestos aromáticos presentes en mostos, que aparecerían como precursores inodoros en forma de S-conjugados de la cisteína, encontramos el 3-mercaptohexanol, 4-metil-4-mercaptopentan-2-ona y 4-metil-4-mercaptopentan-2-ol. Los aromas correspondientes se liberarían durante la fermentación alcohólica, probablemente debido a la acción de una beta-liasa específica.

#### **1.2.2.2. CLASIFICACION DE LOS COMPUESTOS AROMATICOS**

Dentro del vino se distinguen varios tipos de aromas: varietales, prefermentativos, fermentativos y postfermentativos, o bien aromas primarios, secundarios o terciarios.

##### **1.2.2.2.1. AROMAS PRIMARIOS**

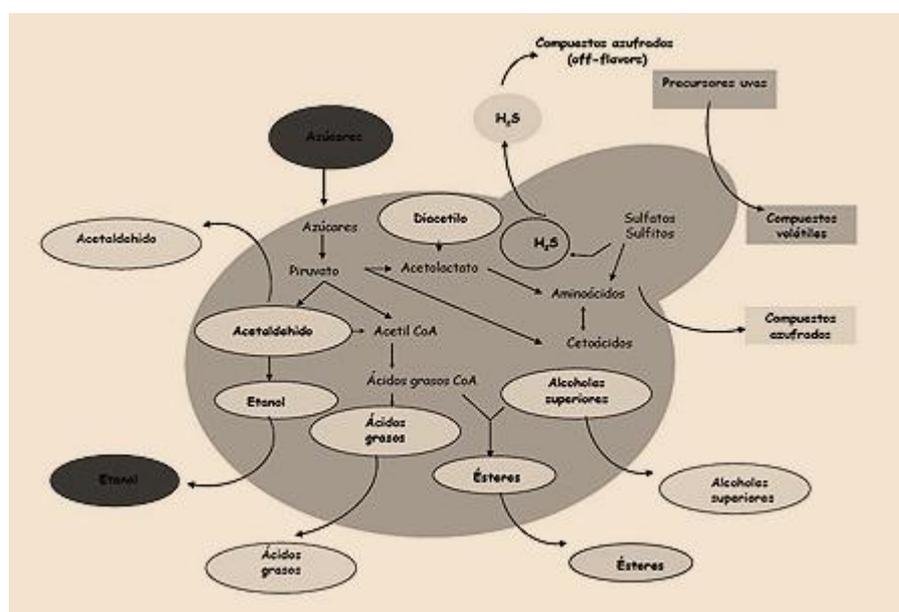
Los aromas primarios proceden de la uva, o son producidos como consecuencia de los procesos a los que se somete la uva desde su cosecha hasta el comienzo de la fermentación alcohólica (aroma prefermentativo). Estos procesos, (prensado, despalillado, etc) provocan la ruptura del grano de uva produciéndose principalmente oxidaciones enzimáticas de ácidos grasos que llevan acabo secuencialmente lipasas, lipoxigenasas, isomerasas y alcohol deshidrogenasas (Bayonove, 2000).

##### **1.2.2.2.2. AROMAS SECUNDARIOS**

El aroma secundario de los vinos está constituido por los compuestos volátiles que se producen como consecuencia de la fermentación alcohólica y maloláctica. Este grupo de compuestos es cuantitativamente el más numeroso, aunque se ha indicado que el impacto en el aroma global de los vinos no es tan acusado (Ferreira y Cacho, 2004).

El aroma formado durante la fermentación esta compuestos por ésteres, formados en el interior de las células microbianas, aldehídos, precursores que han quedado en el medio, como restos ac-

tuando como metabolitos intermedios, cetonas, ácidos, alcoholes superiores etc., asociados a aromas florales y frutales en los vinos jóvenes (Figura.1.2.24).



**Figura.1.2.24.** Aromas formados durante la fermentación alcohólica.

En los vinos en los que tiene lugar la fermentación maloláctica (prácticamente todos los vinos tintos y algunos blancos), modifica el aroma de manera muy sutil, enriqueciéndolo de notas aromáticas nuevas mientras que desaparecen las notas herbáceas excesivas. Se pueden producir algunos compuestos aromáticos como la 2,3-butanodiona (diacetilo) que contribuye al aroma de mantequilla de los vinos.

En algunas ocasiones los aromas secundarios pueden ser negativos o indeseables, pudiendo ser las causas muy diversas, fermentaciones mal llevadas, embotellamientos precoces, levaduras mal seleccionadas o utilizadas inadecuadamente, poca higiene, etc.

### 1.2.2.2.3. AROMAS TERCIARIOS

Durante la conservación, el aroma afrutado de los vinos jóvenes disminuye evolucionando hacia un aroma más complejo, al bouquet, formado por los llamados aromas terciarios (Tomínaga *et al.*, 2000). Estos aromas aportan al vino el equilibrio final, conseguidos una vez completada la maduración de los vinos. La formación del aroma terciario acarrea apariciones de distinto orden, que son originados por mecanismos de oxido-reducción complejos y no del todo conocidos. Los aromas se desarrollan poco a poco tanto en la fase de crianza en bodega como en el envejecimiento en botella.

La naturaleza de las sustancias que dan lugar al aroma terciario es también variada, formado por alcoholes, ésteres, aldehídos, etc. Durante el proceso tienen lugar las reacciones de esterifica-

ción entre ácidos y alcoholes y de oxido-reducción entre compuestos aromáticos y fenólicos, que se transforma en una mejora de las características organolépticas de los vinos y en la transformación del aroma en lo que se denomina bouquet. También se pierde el afrutado debido a la disminución de algunos ésteres como el acetato de etilo, succinato de dietilo, etc., aportándose aromas específicos de la madera, de su procedencia (roble francés, roble americano) y del tipo de tostado de las barricas.

Es difícil determinar la influencia sensorial de compuestos individuales, ya que existen mezclas muy complejas en las que los compuestos interaccionan en lo que a acciones organolépticas se refiere. A la nariz son diferentes el aroma de la uva, el del mosto y el del vino a que da origen, y el aroma de este vino va evolucionando gradualmente con el paso del tiempo. Ciertos constituyentes volátiles desaparecen, otros quedan inalterados y se observa la formación de algunos compuestos merced a las levaduras por mecanismos diversos, bien metabólicos o bien por hidrólisis enzimática. Con todo ello el vino experimenta un enriquecimiento tanto cuantitativa como cualitativamente.

### 1.2.2.3. COMPUESTOS RESPONSABLES DEL AROMA DEL VINO

El aroma del vino, presenta una elevada complejidad, debido a la gran heterogeneidad de los compuestos responsables de su aroma final. Existen grandes diferencias tanto en su estructura química como en sus características físico-químicas al igual que el intervalo de concentraciones tan grande en el que pueden aparecer (desde mg/L - ng/L). Únicamente se consideran sustancias aromáticas aquellas cuya concentración en el vino es superior a su umbral olfativo o gustativo.

Se denomina “umbral olfatorio” o umbral de reconocimiento a aquella concentración de un compuesto que resulta suficiente para reconocerlo por su olor. Se mide como el valor de la actividad aromática (OAV) de un compuesto “x” y se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{OAV} = C_x / A_x$$

( $C_x$  es la concentración del compuesto “x” en el vino;  $A_x$  es el umbral olfatorio del compuesto “x” en el vino)

Sólo en algunos casos muy particulares el olor de una molécula única puede ser reconocida de manera clara en el aroma de un vino. La aplicación sistemática de técnicas de Cromatografía de Gases-Olfatometría (GC-O) ha hecho posible saber de entre todos los componentes volátiles del vino cuales son activos desde el punto de vista aromático (Guth 1997; Ferreira, *et al.*, 2002; López, *et al.*, 2003; Culleré, *et al.*, 2004; Campo, *et al.*, 2005). Al igual que la determinación cuantitativa de algunos aromas que se encuentran a nivel de trazas (Ferreira *et al.*, 2004) y ha sido posible reconstituir el aroma de algunos vinos (Ferreira, *et al.*, 2004) y comenzar a estudiar los tipos de relaciones entre odorantes (Segurel, *et al.*, 2004).

Según Vicente Ferreira González (Premio a la investigación de la academia 2007. Sección de Químicas). Los compuestos aromáticos se pueden clasificar atendiendo al papel aromático que pueden jugar en el vino:

A.- Compuestos impacto o altamente activos. Son los compuestos que pueden transmitir sus características específicas, sin la necesidad de más compuestos químicos. Dentro de este grupo encontramos:

El Linalol. Es el primer componente aromático que se demostró que contribuía de manera neta y positiva al aroma de algunos vinos Moscatel (Riberau-Gayon, *et al.*, 1975). Su contribución al aroma característico de varias variedades gallegas ha sido demostrada (Versini *et al.*, 1994; Campo *et al.*, 2005; Vilanova y Sieiro 2006), así como a las notas florales e incluso cítricas de otras variedades blancas (Arrhenius, *et al.*, 1996; Lee y Noble 2003; Campo *et al.*, 2005; Palomo *et al.*, 2006).

El oxido de rosa cis. Característico del aroma de los vinos elaborados con la variedad Gewrztraminer (Guth 1997), y del perfil aromático de la variedad Devin (Petka *et al.*, 2006).

El acetato de 3-mercaptohexilo, se encontró primero en los vinos de Sauvignon Blanc (Tomínaga *et al.*, 1996) y recientemente se ha demostrado que es el aroma impacto (a fruta tropical) de los vinos elaborados con la variedad Verdejo (Campo *et al.*, 2005).

El acetato de isoamilo, es un aroma característico de los vinos tintos elaborados con la variedad de Tempranillo (Ferreira *et al.*, 2000).

El diacetilo. Su efecto es un tanto controvertido depende del tipo de vino y su concentración varía con el tiempo y con el nivel de dióxido de azufre del vino, pero es el responsable de la nota a mantequilla que se puede apreciar en algunos vinos de Chardonnay (Martineau *et al.*, 1995; Bartowsky *et al.*, 2002).

El sotolón, metional y furaneol contribuyen a las notas a chocolate de los vinos tintos (Ferreira *et al.*, 2005).

Rotundona. Se trata de un sesquiterpeno, que tiene olor especiado (a pimienta) y ejerce un efecto quemostésico. Se ha identificado en vinos de Shyraz australianos (Pollnitz *et al.*, 2007).

B.- Familias de aroma homogéneo. Tiene lugar entre compuestos que tienen características químicas, aromáticas y de biosíntesis (Jarauta *et al.*, 2006). En este grupo podemos encontrar.

1.- Esteres etílicos de los ácidos grasos, responsables de las notas frutales de algunos vinos blancos (Ferreira *et al.*, 1995).

2.- Gamma-lactonas alifáticas, responsables del aroma a melocotón observado en algunos vinos tintos (Ferreira *et al.*, 2004; Jarauta 2004).

3.- Fenoles volátiles como el guaiacol, eugenol, 2,6-dimetoxifenol, isoeugenol y alil-2,6 dimetoxifenol.

4.- Vainillas (vainillina, vanillato de metilo, vanillato de etilo y acetovanillona )

5.- Compuestos de aroma a azúcar quemado (furaneol, homofuraneol, maltol )( Jarauta 2004)

6.- Acetatos de alcoholes de fusel.

7.- Aldehidos alifáticos con 8, 9 y 10 átomos de carbono.

8.- Aldehídos ramificados, 2-metilpropanal, 2-metilbutanal y 3-metilbutanal (Culleré 2005; Culleré, *et al.*, 2007).

9.- Esteres etílicos de ácidos grasos ramificados o cíclicos (Campo *et al.*, 2006).

C.- Constituyentes aromáticos defectuosos. “Off flavours”, compuestos que pueden producir problemas aromáticos.

Moléculas como las aminas biógenas, los alcoholes de fusel, el c-3-hexenol o el metionol son citados a menudo como compuestos negativos (Swiegers *et al.*, 2005).

La 2-acetiltetrahidropirona, 2-etilhidropiridina, 2-acetilpirrolina y la 2-metoxi-3,5-dimetilpirazina, según una revisión (Snowdon *et al.*, 2006), son responsables del olor a moho o humedad. Notas a caballo-cuero, debidas al 4-etilfenol y 4-etilguaicol formados por levaduras del género *Brettanomyces/Dekkera* (Chatonnet *et al.*, 1992; Chatonnet *et al.*, 1997; Dias *et al.*, 2003). Notas fenólicas-farmacéuticas producidas por la hidrólisis y descarboxilación de los ácidos cinámicos del vino por las levaduras y bacterias produciendo 3-vinilfenol y 4-vinilguaicol (Chatonnet *et al.*, 1993; Dugelay *et al.*, 1993).

Compuestos formados por oxidación, como el acetaldehído, el metional y el fenilacetaldehído (Escudero *et al.*, 2000; Aznar *et al.*, 2003; Ferreira *et al.*, 2003). El E-2-hexenal, E-2-octenal y E-2-nonenal, relacionados con olores a papel, tiza o polvo (Culleré *et al.*, 2007).

Asociados al corcho, 2,4, 6-tricloroanisol (TCA) (Buser *et al.*, 1982). Relacionados con el envejecimiento el TDN (1,1, 6-trimetil-1,2-dihidronaftaleno) olor a keroseno en vinos de la variedad Riesling (Simpson 1978).

La metodología empleada en la elaboración de los vinos trata de potenciar las características aromáticas positivas y minimizar en lo posible, todos los aromas que pueden introducir en el vino notas negativas, para producir vinos de gran calidad.

### **1.2.3. INFLUENCIA DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES RECIPIENTES DURANTE LA VINIFICACIÓN**

La realización del proceso de vinificación en diversos materiales va a influir significativamente en la composición de vinos elaborados (García *et al.*, 2005). La incorporación de oxígeno a través de los materiales constitutivos de los depósitos contribuye a la estabilización de los polifenoles.

El acero inoxidable, por sus hermeticidad, inalterabilidad y ausencia de aportación al vino de sus componentes, no influye significativamente en el vino.

Los depósitos de hormigón sin revestir, debido a la microporosidad del hormigón permiten una suave micro-oxigenación del vino durante la fermentación (Koralewski, 2010), influyendo en la composición de los vinos. El hormigón de los depósitos utilizados está elaborado con cemento natural (cal y arcilla), sin la adición de ningún producto de síntesis, y por otra parte, el hormigonado es en una sola pieza, por lo que no se añaden pegamentos una vez acabados, por otra parte, su manteni-

miento es simple y requiere un bajo consumo de agua y energía en comparación con el mantenimiento de las barricas de roble, que también permiten el intercambio gaseoso con el exterior.

Las propiedades físico-químicas y la capacidad antioxidante de los vinos están afectadas por el tiempo de envejecimiento y el tipo de contenedor (Baino *et al.*, 2014).

Durante el envejecimiento en depósitos y barricas de roble se produce una micro-oxigenación del vino a través de la micro-difusión del oxígeno por sus poros; produciéndose una liberación de compuestos fenólicos y sustancias aromáticas al vino.

### **1.2.3.1. INFLUENCIA DE LOS DISTINTOS RECIPIENTES EN LA EVOLUCIÓN DE LOS POLIFENOLES**

El oxígeno juega un papel importante durante el proceso de elaboración del vino. La tecnología aplicada en la vinificación condiciona tanto la extracción de los polifenoles, a partir de las diferentes partes del racimo, como las reacciones posteriores de estas moléculas, contribuyendo así de manera esencial a la composición polifenólica de los vinos (Cano-López *et al.*, 2006; Pérez-Magariño *et al.*, 2007). El oxígeno juega un papel importante en las reacciones entre flavonoides mediadas por acetaldehído y/o ácido glioxílico (Remy *et al.*, 2000; Fulcrand *et al.*, 2006), y en las reacciones de cicloadición entre el ácido pirúvico y antocianinas (Mateus *et al.*, 2003). Como resultado de estas reacciones de polimerización y condensación, se forman nuevas estructuras poliméricas que mejoran las características sensoriales de los vinos estabilizan el color y la astringencia. Pero por otra parte el consumo de oxígeno puede reducir las reacciones de condensación y polimerización entre compuestos fenólicos y favorecer la formación de aromas de reducción.

Tras años de estudio, se ha observado que la aplicación de oxígeno no sólo es eficaz durante la crianza, sino que se aconseja desde la fermentación alcohólica, para acelerar la estabilización del color y la desaparición de la astringencia, evitando la pérdida de los polifenoles por precipitación. El material en que se realice la vinificación va a condicionar el comportamiento de los compuestos polifenólicos (Peidró *et al.*, 2006).

El acero inoxidable, por sus características de inercia y estanqueidad, no influye determinante en la evolución de los compuestos polifenólicos. Los depósitos de cemento impermeabilizados con resinas epoxi tienen un comportamiento similar al acero inoxidable, aunque es de destacar en ellos su inercia térmica (Chabas y Vannobel, 1982; Cemagref, 1994).

La vinificación en depósitos de hormigón sin revestir va a permitir la difusión de oxígeno a través de sus poros (Santoni, 2010), con lo que se conseguirá una aceleración en la estabilidad del color y una mejora de su astringencia.

Con la madera también se produce la incorporación de oxígeno a través de sus poros dando lugar a estabilización de los polifenoles, tanto durante el proceso de crianza, como durante la fermentación y conservación, en mayor medida cuanto menor sea la relación superficie/volumen. La crianza en madera, al incorporar oxígeno a través de sus poros, da lugar a una microoxigenación que induce

las reacciones de condensación y polimerización causantes de la estabilización de los compuestos polifenólicos de los vinos (Peyron *et al.*, 1994). Los cambios de color que se producen durante el envejecimiento de los vinos pueden ser debidos a la creación de nuevos pigmentos, como piroantocianos (Rentzsch *et al.*, 2007) y a la condensación entre antocianos y flavonoles, bien directa o mediada por acetaldehído, así como a otros compuestos (Remy *et al.*, 2000). Es importante destacar el papel de los elagitaninos en la evolución del color de los vinos. Estos compuestos fenólicos extraídos de la madera mejoran la estabilidad del color y reducen la astringencia de vino al favorecer las reacciones de condensación antocianotanino, y taninos entre sí, con polisacáridos, etc. (Chassaing *et al.*, 2010), mientras que limita los procesos de degradación de los compuestos fenólicos (Jordão *et al.*, 2008). Las características fisicoquímicas de la vino (pH , alcohol, acidez titulable, acidez volátil y SO<sub>2</sub>) son muy importantes durante el envejecimiento, ya que algunos compuestos fenólicos, tales como elagitaninos, se extraen más o menos de la madera en función de las características del vino ( Jordão *et al.*, 2005). La correcta selección de los barriles es una consideración importante en la elaboración del vino envejecido de alta calidad.

Por tanto, el contenido en polifenoles del vino depende de la madurez fenólica de las uvas, pero también de las condiciones del medio fermentativo, del tiempo y de la temperatura durante la maceración-fermentación, de la frecuencia de homogenización de la pasta, y del material y tipo del depósito utilizado. A su vez, la composición fenólica del vino varía a lo largo de los procesos de vinificación, estabilización y conservación, debido a la condensación, polimerización, oxidación y precipitación de dichas moléculas. Estas variaciones determinan cambios en la composición polifenólica de los vinos, como resultado de la interacción de todos los compuestos presentes, en función de las condiciones del medio (Boulton, 2001).

### **1.2.3.2. INFLUENCIA DE LOS DISTINTOS RECIPIENTES EN LA EVOLUCIÓN DE LOS AROMAS**

La fermentación en depósitos de acero inoxidable no afecta directamente a los compuestos aromáticos de los vinos, pero permite realizar adecuadamente el control térmico de la fermentación, y eso contribuye a la composición aromática de los vinos. Los vinos durante la conservación en los recipientes de acero inoxidable se hallan en ausencia de oxígeno, siempre que estén llenos o inertizados; a la vez estos depósitos permiten el control térmico, si disponen de los sistemas adecuados, con lo se minimiza la evolución aromática de los vinos.

La fermentación en depósitos de hormigón, permite la difusión de oxígeno desde el exterior. En la actualidad se están realizando estudios en Suiza, Borgoña y en la zona del Loira, sobre la vinificación de vinos blancos en depósitos ovoides de hormigón, y se ha observado que la cisteína y el glutatión en particular responsables de ciertos aromas tipo “nuez” ó “café” que se engloban bajo el término de “ bouquet de reducción de los vinos” (Marchand *et al.*, 2011), se encuentran en mayor concentración. Por otra parte, estos compuestos también actúan protegiendo a los vinos contra la oxidación que devalúa la calidad (Marchand y Revel, 2010; Sonni *et al.*, 2011). Se observó que los vinos resultantes después de la vinificación en depósitos de hormigón sin revestir ovoides muestran un aumento

del carácter “afrutado” y de la “redondez” en boca (Koralewski, 2010). Estos tendrán el potencial de desarrollar un agradable bouquet de envejecimiento, sin el sobre aporte que proporciona la madera.

Durante la crianza en madera se produce la extracción de los compuestos volátiles hacia el vino. Algunos de estos compuestos son el origen de muchas de las sustancias de interés organoléptico que se encuentran en los vinos fermentados y/o criados en madera. Estos compuestos aromáticos tienen distintos orígenes. Los isómeros cis y trans de los  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (más comúnmente llamados whiskylactonas o lactonas de roble), ya están presentes en la madera verde (Moutounet *et al.*, 1996), pero sus concentraciones aumentan con la madera tostada (Weeks y Sefton, 1999), ya que su origen parece estar relacionado con la degradación térmica de los lípidos presentes en la madera (Chatonnet, 1995). Además, otro mecanismo conocido de su formación es la deshidratación de los 2-metil-3-(3,4-dihidroxi-5-methoxybenzo)-ácido octanoico presentes en la madera de roble.

Los fenoles volátiles, la vainillina, siringaldehído, guayacol y eugenol se forman por la degradación de la lignina, aunque la vainillina también está presente en la madera verde, y su concentración se incrementa con el tostado (Pollintz, 2000; Weeks y Sefton, 1999).

Los compuestos furánicos se producen por la termodegradación de las hemicelulosas, junto con las reacciones de Maillard, que tendrá lugar durante el proceso de fabricación de las barricas (Cutzach *et al.*, 1999; Sefton *et al.*, 1990, 1993; Weeks *et al.*, 1999). El furfural es el más abundante, pero también se encuentran compuestos derivados como el 5-metilfurfural y el 5-hidroximetilfurfural. Estos compuestos pueden dar al vino aromas a tostado, a almendras tostadas y a caramelo. Sus umbrales de detección son elevados.

Otros compuestos como las lactonas, especialmente los isómeros cis y trans de la  $\alpha$ -metil- $\gamma$ -octolactona, proceden de la degradación de los lípidos por ciclación del ácido 3-metil-4-hidroxi octanoico. Éstas lactonas aportan al vino notas de madera, roble, coco, vainilla, etc, pudiendo llegar a alcanzar concentraciones muy elevadas, de hasta 10-20 veces su umbral de detección. Estos compuestos se encuentran en las maderas verdes, con concentraciones muy variables entre árboles, entre bosques y entre especies. Aunque son sensibles al secado y al tostado, algunos autores defienden que la aparición de estos compuestos en el vino depende de las concentraciones encontradas en la madera verde (Doussot *et al.*, 2002; Spillman *et al.*, 2004).

Los fenoles volátiles se forman por la termodegradación de la lignina durante el tostado, habiéndose encontrado más de 20 compuestos en esta familia, entre los que destacan eugenol, guayacol, siringol, fenol, cresol, etc. La vainillina también está presente en la madera verde, y su concentración se incrementa con el tostado (Pollnitz, 2000; Weeks y Sefton, 1999). Para el eugenol (notas a clavo y especias), se ha detectado una fuerte variabilidad entre árboles, especies y orígenes. Al igual que los isómeros cis y trans de la  $\alpha$ -metil- $\gamma$ -octolactona, se ha descrito que las concentraciones de eugenol en el vino son un reflejo de las de la madera antes del procesado, a pesar de presentar cierta sensibilidad a los procesos de secado y tostado. Los fenoles volátiles, se forman por degradación de la lignina, aunque la vainillina también está presente en la madera verde, y su concentración se incrementa con el tostado (Pollnitz, 2000; Weeks y Sefton, 1999).

Los fenoles volátiles 4-etilguayacol, 4-vinilguayacol, 4-vinilfenol y 4-etilfenol, pueden ser liberados de la madera (Chatonnet *et al.*, 1992, 1993), pero en general su presencia en los vinos se asocia con la presencia de levaduras del género *Brettanomyces/Dekkera* (Chatonnet *et al.*, 1992, 1995; Pollnitz *et al.*, 2000a). Estas levaduras son capaces de contaminar la madera, y la presencia de los compuestos citados han sido comúnmente atribuidos a la maduración de los vinos en barricas usadas (Chatonnet *et al.*, 1993; Towey y Waterhouse, 1996). La presencia de etilfenoles no es deseable para la calidad ya que confiere al vino olores desagradables.

Las cetonas cíclicas presentes en la madera de roble son el 3-hidroxi-2-metil-4h-piran-4-ona (maltol), 3-metil-2-ciclopentenona, 3-metil-5-ciclohexenona y 3-metil-2(5h)-furanona. Proceden de la degradación térmica de los glúcidos y pueden comunicar al vino aromas a caramelo y tostado.

Los heterociclos nitrogenados se detectan en pequeñas cantidades de diferentes isómeros como dimetilpirazina, pirrolcarboxaldehído, piridinas y otros compuestos no identificados (Chatonnet *et al.*, 1999). Aportan aromas a cacao, café, pan tostado.

Los alcoholes y aldehídos de cadena lineal provienen de la degradación de ácidos grasos. Los más frecuentemente detectados son (e)-2-nonanal, (e)-2-octenal, 1-decanal, 2-etil-1-hexanol, 1-hexanal, 1-hexanol, 1-nonanal, 2,4-heptadienal, (e)-2-decenal y (z,z)-2,4-decadienal. Su concentración disminuye al aumentar el tostado. Aportan aromas a serrín, nuez verde, rancio, tierra, hierba, vegetal, etc. (Chatonnet y Dubordieu, 1998).

La composición de los vinos (pH, grado alcohólico, potencial redox, niveles de compuestos fenólicos totales, etc.) influye en la extracción de compuestos de la madera, tal como demuestran diversos estudios (Ancin *et al.*, 2004; Garde-Cerdán *et al.*, 2004, 2008; Ortega-Heras *et al.*, 2007). Maga (1989) investigó la extracción de lactonas cis y trans del roble americano (*Quercus alba*) maceradas en un vino modelo con diferentes concentraciones de etanol (0%, 10%, 20%, 40%, 60%), alcanzando la mayor concentración de sustancias con las muestras de etanol al 40%. Puech (1987). También encontró una mayor extracción de los aldehídos fenólicos del roble búlgaro (*Quercus sessilis*) a medida que se incrementaba el grado alcohólico de los vinos.

Una vez extraídos los compuestos aromáticos de la madera del roble, éstos pueden sufrir transformaciones químicas y bioquímicas en el vino (Boidron y col., 1988) y, en consecuencia, pueden modificar su concentración (Garde Cerdán *et al.*, 2002; Spillman *et al.*, 1998). También los compuestos formados durante la fermentación, tales como los ésteres de etilo, evolucionan durante el envejecimiento del vino en madera. Estos compuestos se encuentran en equilibrio con su ácido correspondiente y con el etanol, y por tanto el nivel de alcohol del vino podría afectar este equilibrio y, en consecuencia, sus concentraciones durante el envejecimiento. También se ha observado que la evolución de los ésteres durante el envejecimiento puede estar influenciada por el pH del vino (Garofalo y Piracci, 1994; Ramey y Ough, 1980).

# **OBJETIVOS**

## 2. OBJETIVOS

Este trabajo pretende, por una parte, establecer si existen diferencias en el comportamiento de la fermentación-maceración en depósitos de hormigón y acero inoxidable para las variedades Tempranillo y Cabernet Sauvignon. Para ello se ha estudiado la evolución de las fermentaciones y la composición final de los vinos elaborados. Y por otra, estudiar la evolución de la composición de un vino durante seis meses, conservado en diferentes materiales: depósitos de hormigón, depósitos de acero inoxidable y barricas de roble francés de cuatro edades distintas.

Para ello se han marcado los siguientes objetivos parciales:

1. Estudiar la evolución de la fermentación de las uvas de Tempranillo en depósitos de hormigón.
2. Estudiar la evolución de la fermentación de las uvas de Tempranillo en depósitos de acero inoxidable.
3. Estudiar y establecer si existen diferencias en la composición de los vinos elaborados con la variedad Tempranillo, tras ser fermentados en los dos tipos de depósitos.
4. Estudiar la evolución de la fermentación de las uvas de Cabernet Sauvignon en depósitos de hormigón.
5. Estudiar la evolución de la fermentación de las uvas de Cabernet Sauvignon en depósitos de acero inoxidable.
6. Estudiar y establecer si existen diferencias en la composición de los vinos elaborados con la variedad Cabernet Sauvignon, tras ser fermentados en los dos tipos de depósitos.
7. Estudiar la evolución del vino resultante del coupage de los vinos de Tempranillo y Cabernet Sauvignon cuando se conservan en depósitos de hormigón.
8. Estudiar la evolución del vino resultante del coupage de los vinos de Tempranillo y Cabernet Sauvignon cuando se conservan en depósitos de acero inoxidable.
9. Estudiar la evolución del vino resultante del coupage de los vinos de Tempranillo y Cabernet Sauvignon cuando se conservan en barricas de cuatro edades diferentes.
10. Estudiar si existen diferencias en la composición final de los vinos en función de la crianza en los diferentes materiales empleados, y establecer qué tipo de recipiente resulta más favorable para incrementar la calidad y la estabilidad de los vinos durante la conservación.

# **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIA PRIMA**

Para la realización de este estudio se partió de uvas de las variedades Cabernet Sauvignon y Tempranillo de la Denominación de Origen Utiel-Requena. Al determinar el momento óptimo de vendimia, se decidió vendimiarse las dos variedades con la misma concentración de azúcares (24° Brix), recogiendo la variedad Tempranillo tres días antes que la Cabernet Sauvignon. La vendimia se realizó con vendimiadora automática, procediéndose a un despalillado-estrujado a la entrada en la bodega.

#### **3.2. MATERIALES**

Los materiales que se usan serán los depósitos de hormigón y de acero inoxidable y las barricas de roble francés nuevas y de diferentes años de uso

#### **3.3. PLAN EXPERIMENTAL**

El plan experimental comprende la elaboración y estudio del comportamiento de dos variedades de uva Tempranillo y Cabernet Sauvignon, fermentadas en hormigón y acero inoxidable; así como el estudio de la evolución de un vino obtenido por coupage de los anteriores, y conservado en depósitos de acero inoxidable y hormigón, y en barricas de roble francés.

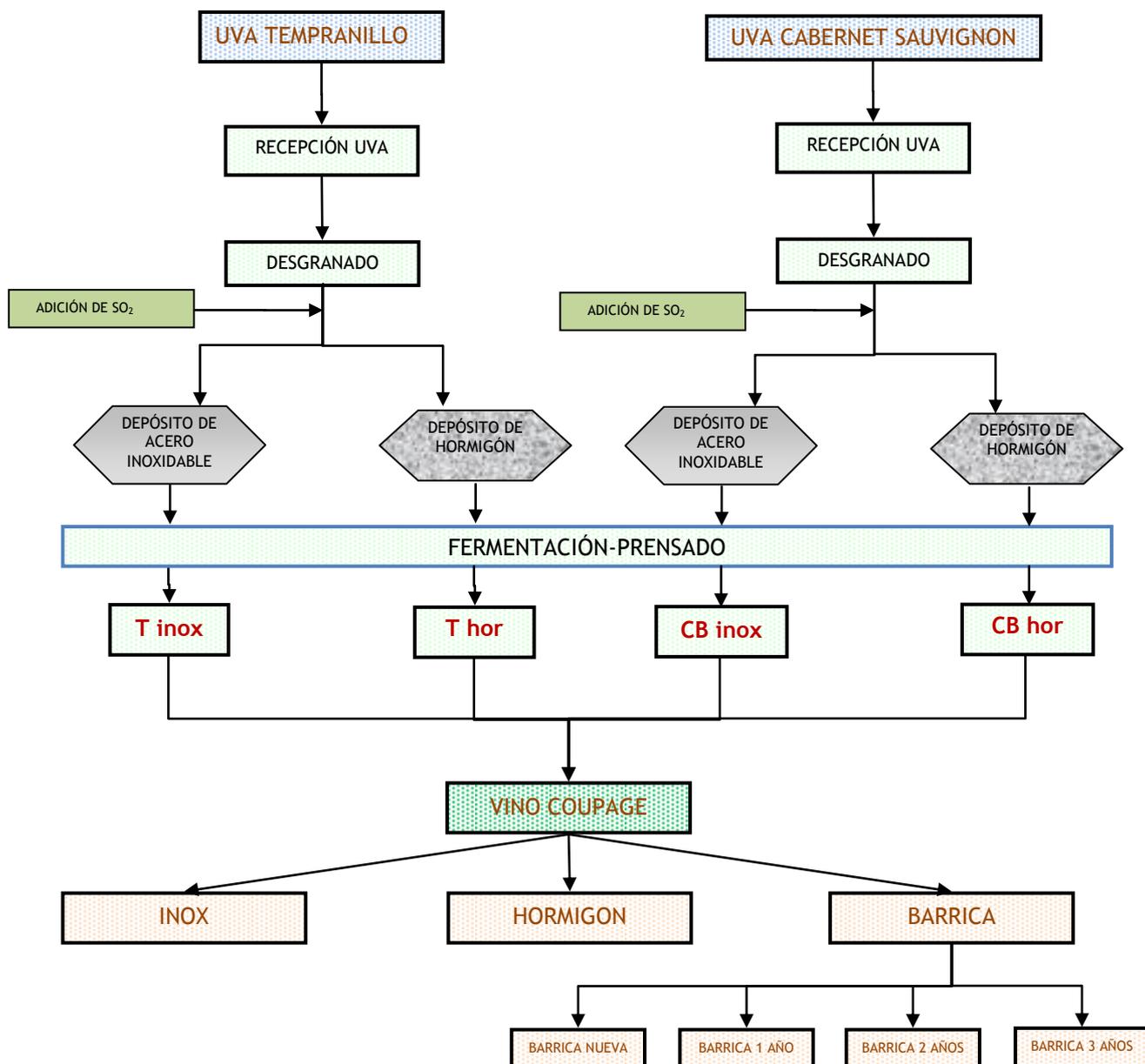
Las uvas de la variedad Tempranillo y Cabernet Sauvignon fueron vendimiadas mecánicamente, desgranadas para separar los granos, raspones, etc., con suavidad, sulfitadas y posteriormente introducidas en depósitos de acero inoxidable y de hormigón. Cada variedad fermenta de forma individual en los dos tipos de depósitos, realizándose las experiencias por triplicado. El diagrama de flujo de la experiencia se recoge en la figura 3.1.

Finalizada la fermentación alcohólica se separó el vino y se procedió al prensado de los orujos mediante una prensa de membrana hidráulica y aplicando una presión suave. Posteriormente se recogió el vino prensa y se mezcló con el vino flor anteriormente escurrido. Una vez separado el vino de los orujos se volvieron a llevar a los depósitos de acero inoxidable y hormigón para la realización de la fermentación maloláctica.

Una vez terminada la fermentación maloláctica el vino se trasegó con el fin de eliminar las heces que pudiesen dar lugar a características indeseables. Una vez terminados los correspondientes trasiegos, los vinos se sulfitaron y se mezclaron todos ellos en un único depósito de almacenamiento de 100.000 litros, en el que permaneció hasta marzo. Para estudiar la evolución durante su conservación, el vino se introdujo en depósitos de 10.000 litros de hormigón sin revestir, de 10.000 litros de acero inoxidable, y en cuatro tipos de barricas de 225 litros cada una: barrica nueva, barricas de un año de uso, barricas de dos años de uso y barricas de tres años de uso. Estas barricas son de roble francés, tostado medio y procedentes de la tonelería Boutes.

Posteriormente se realizó toda la analítica en los diferentes depósitos durante seis meses. Todos los análisis se han realizado por triplicado, siguiendo la misma pauta para que la variabilidad de los análisis fuese debida exclusivamente a las características de las diferentes uvas.

Durante la fermentación alcohólica se han recogido cada tres o cuatro días muestras de cada uno de los depósitos, para determinar los parámetros de IPT, IC, antocianos totales, densidad y temperatura.



T inox: Tempranillo inoxidable. T horm: Tempranillo hormigón. CB inox: Cabernet inoxidable. CB horm: Cabernet hormigón

**Figura 3.1.** Diagrama de flujo de la vinificación

### **3.4. MÉTODOS ANALÍTICOS**

Durante la fermentación se determinaron los parámetros de IPT, IC, antocianos totales, densidad y temperatura, de cada uno de los depósitos estudiados. Una vez concluida la fermentación se analizaron los parámetros convencionales grado alcohólico, acidez total, acidez volátil, pH y azúcares reductores.

Además, después de la fermentación y durante la conservación o crianza se determinaron los parámetros polifenólicos: IC, IPT, concentración de polifenoles, concentración de antocianos, concentración de taninos condensados, concentración de catequinas, Índice de Etanol, Índice de PVPP, Índice de ionización, Índice de Dmach, Índice de Gelatina, grado medio de polimerización de los taninos, y compuestos aromáticos del vino. Se realizó el seguimiento de la evolución de los vinos durante 6 meses. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

#### **3.4.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS CONVENCIONALES**

La determinación analítica de los parámetros más comunes de los vinos tales como densidad, grado alcohólico, azúcares reductores, acidez total, pH, acidez volátil y sulfuroso total y libre se ha realizado según los métodos que aparecen en el Reglamento Oficial de la Unión Europea.

##### **3.4.1.1. ACIDEZ TOTAL**

La acidez total es la suma de los ácidos valorables cuando se lleva el pH a 7 mediante una solución alcalina valorada. El ácido carbónico y el anhídrido sulfuroso libre y combinado, no se incluyen en la acidez total (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1980). La valoración se realiza con un pHmetro.

##### **3.4.1.2. DENSIDAD**

La densidad relativa a 20°C es la relación, expresada en número decimal, entre la masa de un cierto volumen de vino o mosto a 20°C y la masa del mismo volumen de agua a la misma temperatura. Se expresa en gramos por mililitro y nos permite estimar aproximadamente el extracto seco y apreciar el contenido de azúcares.

##### **3.4.1.3. GRADOS BRIX**

Se mide por refractometría. Este es un método indirecto que determina la concentración de azúcar de un mosto mediante la medida del índice de refracción (n). Cuanto mayor sea la concentración de los azúcares del mosto, más denso será este y menor la velocidad con la que la luz lo atraviese, provocando un cambio en n.

#### **3.4.1.4. DETERMINACIÓN DEL pH**

El fundamento del método consiste en medir la diferencia de potencial entre dos electrodos sumergidos y el líquido que se estudia. Uno de los dos electrodos tiene un potencial que es función definida del pH del líquido, el otro tiene un potencial fijo y conocido y constituye el electrodo de referencia.

#### **3.4.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS**

##### **3.4.2.1. INTENSIDAD COLORANTE (Glories, 1978)**

El color del vino es uno de los atributos fundamentales para su caracterización, apreciación y calidad. El color nos ofrece información sobre el aspecto, tonalidad, intensidad y posibles virtudes o defectos que el vino en cuestión pueda tener, así como el modo en el que ha sido elaborado o la evolución que ha experimentado a lo largo del tiempo. El color del vino tinto depende de la concentración en antocianos libres, de las combinaciones tanino-antociano, del estado de los taninos, etc., y varía también en función del pH, de la tasa de SO<sub>2</sub> libre, de la temperatura y de la aireación.

La determinación consiste, en medir las absorbancias de las muestras a las tres longitudes de onda de 420, 520 y 620 nm. El IC es la suma de las 3 absorbancias.

##### **3.4.2.2. ÍNDICE DE POLIFENOLES TOTALES (Ribéreau-Gayon, 1979)**

Valora la totalidad de los compuestos polifenólicos presentes en la muestra. Se determina a 280 nm, densidad óptica en la que absorbe el anillo fenólico.

El IPT no se expresa en unidades, sino que su valor es relativo respecto a otros vinos. Se puede expresar por relación a un polifenol de referencia (como ácido gálico o D catequina).

##### **3.4.2.3. ANTOCIANOS Y POLIFENOLES TOTALES (Ribéreau-Gayon, 1979)**

La derminación de antocianos y polifenoles totales se basa en la medición de la densidad óptica del vino en un medio fuertemente ácido.

Los polifenoles totales se miden a 280 nm y se determina su concentración con una recta patrón de ácido gálico (MDA\_CHEM-842649, Merk). Los antocianos totales se miden a 520 nm y se determina su concentración con una recta patrón de malvidina-3-glucósido (S-0911, Extrasynthèse, Genay, Francia). La medida a 700 nm permite verificar que las soluciones son perfectamente transparentes.

##### **3.4.2.4. ANTOCIANOS TOTALES DECOLORABLES (Ribéreau-Gayon, 1979)**

Los antocianos son los pigmentos rojos de las uvas, responsables en parte del color de los vinos. Estos se encuentran en el vino como libres o combinados con otros compuestos, principalmente taninos. Los antocianos libres son decolorados por el SO<sub>2</sub>, al igual que sucede con una pequeña fracción de los antocianos combinados, mientras que el resto de la fracción combinada es insensible a la decoloración.

El método de determinación consiste en la decoloración con bisulfito sódico en condiciones controladas de pH, puesto que la adición de este decolora los antocianos sin modificar el color de los otros compuestos coloreados del vino.

La diferencia de las densidades ópticas del tubo decolorado y del no decolorado se multiplica por el coeficiente de 875 que es el coeficiente de extinción molar de la malvidina corregido para que dé directamente el resultado en mg/L de antocianos totales.

#### **3.4.2.5. ANTOCIANOS PORMENORIZADOS**

La determinación de los antocianos pormenorizados se realizó mediante la técnica de cromatografía líquida de alta resolución HPLC, cuantificándose la concentración de delfinidina, cianidina, peonidina, petunidina y malvidina. Para ello, se empleó el equipo de HPLC JASCO serie MD-2010 Plus, (JASCO, Tokyo, Japon), equipado con un detector de Diode Array. La separación se efectuó mediante la columna Gemini NX de 250 x 4.6 mm de 5 µm Phenomenex (Torrance, CA). Los solventes utilizados como fase móvil, fueron ácido fórmico 4.5% en agua bidestilada (Fase A) y acetonitrilo 100% (Fase B) a un flujo de 1 ml/min. El volumen de inyección fue 20 µL de muestra filtrada por filtro de celulosa de 0,45 µm de tamaño de poro. El gradiente de utilizado fue (% B): 10% de 0 a 10 min, 15% de 10 a 25 min, 0% de 25 a 30 min, 10 % de 30 a 40 min, y ha sido ligeramente modificado de el realizado por Hebrero et al. (1998). La detección se realizó a 520 nm de longitud de onda y se cuantificaron mediante una recta patrón construida con distintas concentraciones de malvidina-3-glucósido (S-0911, Extrasynthèse, Genay, Francia).

#### **3.4.2.6. ÍNDICE DE IONIZACIÓN (Glories, 1978)**

Este índice indica el porcentaje de antocianos que contribuyen al color del vino. Valora los antocianos libres y combinados decolorados por el sulfuroso, los cuales están coloreados en el vino. Este método se basa en la relación entre la decoloración con adición de bisulfito sódico a pH normal y en medio ácido.

El Índice de Ionización en los vinos jóvenes está entre el 10 y el 30%, aumentando en el transcurso del envejecimiento y pudiendo llegar al 90%. Esto es debido a que a medida que disminuyen los antocianos libres y aumentan los combinados con los taninos, existe un mayor porcentaje de antocianos que no se decoloran (Glories, 1984a, 1984b).

#### **3.4.2.7. TANINOS CONDENSADOS TOTALES (Ribéreau-Gayón, 1979)**

Este método valora los taninos condensados o procianidínicos formados por monómeros y polímeros de catequizas, que proceden exclusiva de la uva.

Las proantocianidinas tienen la propiedad 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). Este método consiste en utilizar ésta propiedad para la detección de taninos en el medio.

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. En los vinos tintos, se puede admitir que la coloración propia de las antocianinas varía poco durante el calentamiento.

#### **3.4.2.8. ÍNDICE DE GELATINA (Glories, 1978)**

Establece el porcentaje de taninos capaces de reaccionar con las proteínas. Es decir, los taninos astringentes. Cuanto más elevado sea este índice, el vino parecerá más astringente. El índice no caracteriza exclusivamente a las moléculas condensadas, sino también a algunos taninos poco polimerizados, ya que representa el porcentaje de taninos capaces de combinarse con la gelatina y susceptibles de intervenir a nivel de astringencia.

El método se basa en precipitar los taninos astringentes con gelatina. La diferencia entre los taninos totales y los que no han precipitado, nos indicará el porcentaje de taninos precipitados con la gelatina, que proporcionan astringencia. Un valor del Índice de Gelatina superior al 50% nos indica una astringencia elevada en el vino (Glories, 1978).

#### **3.4.2.9. ÍNDICE DE ETANOL (Glories, 1978)**

Determina el porcentaje de taninos que están combinados con polisacáridos, sales inorgánicas y péptidos. Los taninos al combinarse con sales, péptidos y con polisacáridos precipitan en fuertes concentraciones de etanol.

El método se basa en precipitar los taninos condensados con polisacáridos mediante el etanol. La diferencia entre los taninos totales y los que no han precipitado, nos indicará el porcentaje de taninos que se encuentran combinados con los polisacáridos. Cuanto mayor sea la polimerización de los polifenoles con polisacáridos, péptidos y sales, mayor será el valor del Índice de Etanol.

#### **3.4.2.10. ÍNDICE DE PVPP (Blouin, 1977)**

El Índice de Polivinilpirrolidona (PVPP) indica el porcentaje de antocianos combinados con los taninos. La mayor concentración de combinaciones antocianos-taninos justifica la mayor contribución de los antocianos al color, así como la estabilidad del color (Blouin, 1977; Vivas *et al.*, 1995).

El método se basa en precipitar los taninos combinados con antocianos mediante polivinilpirrolidona. La diferencia entre los taninos totales y los que no han precipitado, nos indicará el porcentaje de taninos que se encuentran combinados con los antocianos.

#### **3.4.2.11. CATEQUINAS (Pompei y Peri, 1971)**

Las catequinas son compuestos fenólicos del tipo flavonoide (flavan-3-ol). La (+) catequina y su isómero (+) epicatequina son los principales representantes del grupo.

El método de cuantificación de catequinas se fundamenta en la capacidad de la vainillina para reaccionar selectivamente con las posiciones seis y ocho de las moléculas de flavanoles, formando un compuesto de adición que, por eliminación de agua, forma un cromóforo rojo. La reacción de la vainillina con las procianidinas da coloraciones menos intensas cuanto más elevado sea el grado de polimerización de los taninos, ya que son menores los puntos de ataque libres (Pompei y Peri, 1971).

### 3.4.2.12. ÍNDICE DE DMACH (Vivas, 1994)

El proceso se basa en la estimación del grado de polimerización de los taninos o procianidinas, utilizando el aldehído p-dimetilaminoacimaldehído (DMACH).

En las formación de procianidinas el número de posiciones libres en 6 y 8 disminuye con el aumento de las moléculas polimerizadas. Determinados aldehídos presentan una alta reactividad con los radicales fluoroglucinol C6 y C8 de las procianidinas, formando un compuesto de adición que puede ser valorado por colorimetría, siendo la reacción que tiene lugar entre los radicales nucleófilos de las procianidinas y el aldehído p-dimetilaminoacimaldehído una de las más específica.

La reacción de las procianidinas con el p-dimetilaminoacimaldehído da 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, por tanto, el grado de polimerización es indirectamente proporcional al valor de este índice (Vivas *et al.*, 1994).

### 3.4.2.13. GRADO DE POLIMERIZACIÓN DE TANINOS

El grado de polimerización depende del número de moléculas fenólicas que se condensan. Los taninos que se encuentran en mostos y vinos jóvenes corresponden a dímeros o trímeros, mientras que en los vinos viejos los taninos pueden llegar a contener diez moléculas condensadas, ya que tamaños mayores se insolubilizan y precipitan.

Las proantocianidinas fueron purificadas usando la columna Toyopearl TSK HW 40F Kennedy y Jones, 2001) de 270 x 28 mm. Después de un acondicionamiento, se hacen pasar 25 ml de vino, para después aplicar 5 volúmenes de columna Met: OH (1:1) con 0,1 % de TFA, la finalidad de este procedimiento es eliminar carbohidratos y polifenoles de bajo peso molecular. A continuación, y para separa los taninos de alto peso molecular, se adicionan 3 volúmenes de acetona: agua (2:1) con 0,1 % de TFA. La acetona, se eliminará en corriente de N<sub>2</sub>, a 35°C, y para eliminar el agua, la muestra se liofiliza durante 24h.

Para hacer la reacción de la fluoroglucinólisis se pesan 5 mg del polvo obtenido anteriormente, se disuelven en 0,5 ml de MetOH (100 %) y se añade 0,5 ml de solución de hidrólisis (HCl 0,2 N en metanol, 100 g/L floroglucinol y 20 g/L de ácido ascórbico) durante 20 minutos a 50°C. La hidrólisis es detenida con 2 volúmenes de solución acuosa 200 ml de acetato de sodio en agua y las soluciones son filtradas por membrana de acetato de celulosa de 0,45 µm (Kennedy y Jones, 2001).

### PROGRAMACIÓN DE HPLC.

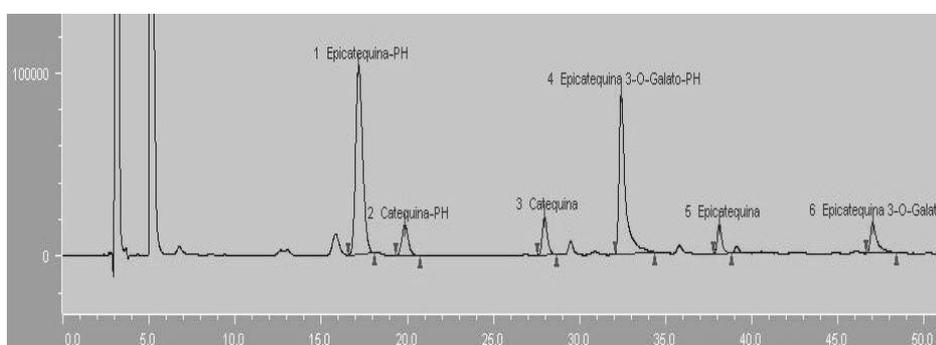
- Se emplea un equipo de cromatografía líquida de alta resolución (JASCO serie MD-2010 Plus, Tokyo, Japon), equipado con un detector Diodo Array (JASCO LC-Net II/ADC, Tokyo, Japon).
- Los aductos son analizados usando una columna en serie de fase reversa, Gemini NX (Phenomenex, Torrance, CA) de 250 mm de longitud x 4,6 mm y 5 µm de diámetro interno.

- El análisis se realiza ocupando un gradiente binario que consta de 2 fases móviles:
  - *Fase móvil A*, solución de ácido acético 1% en agua bidestilada
  - *Fase móvil B*, MetOH (100 %)
- La elución es monitorizada a 280 nm de longitud de onda, el horno para la columna está fijado a una temperatura de 40°C. La Tabla 2.1 muestra las condiciones de elución.

**Tabla 3.1.** Condiciones de elución

Tiempo(min)	%A	%B
10	95	5
30	80	20
55	60	40
60	10	90
70	10	90
75	95	5
80	95	5

Para calcular las rectas patrón, analizaron los siguientes compuestos puros: catequina, epicatequina, epicatequina-3-O-galato, epigalocatequina. Para localizar las uniones de las distintas subunidades de taninos, es decir, las formas unidas a floroglucinol, se realizó la reacción de la floroglucinólisis con los compuestos puros, obteniéndose los tiempos de los siguientes compuestos: catequina - floroglucinol; epicatequina - floroglucinol; epicatequina3 - O - galato - floroglucinol y epigalocatequina- floroglucinol. La Figura 3.2 muestra el cromatograma de la muestra en depósito de acero inoxidable después de la reacción de floroglucinólisis.



**Figura 3.2.** Cromatograma de la muestra en depósito de acero inoxidable después de la reacción de floroglucinólisis

Estas rectas patrones se aplican igual tanto para los compuestos unidos a floroglucinol como para los compuestos puros.

**Tabla 3.2.** Rectas de calibrado y tiempos de retención (min) de los compuestos.

COMPUESTOS	RECTAS DE CALIBRADO	Tr
Epigalocatequina- floroglucinol	$g/L = 6.35 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	8
Catequina- floroglucinol	$g/L = 7.0 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	18
Epicatequina- floroglucinol	$g/L = 3 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	19
Catequina	$g/L = 7.0 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	29
Epicatequina3-O-galato-floroglucinol	$g/L = 2.44 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	32
Epicatequina	$g/L = 3 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	39
Epicatequina3-O-galato	$g/L = 2.44 \times 10^{-8} \times \text{área pico}$	47

Durante la hidrólisis ácida, en presencia de floroglucinol, éste, únicamente se unirá a las unidades de extensión y no a las unidades terminales, por lo que el grado medio de polimerización de taninos (mDP) fué obtenido por la división entre la totalidad de las subunidades identificadas (proantocianidinas terminales y extensión) y las proantocianidinas terminales.

$$mDP = \frac{\sum n_{eq_i}}{[n_{eq_C} + n_{eq_{EC}} + n_{eq_{ECG}}]}$$

### 3.4.3. DETERMINACIÓN DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES

Para la determinación de los compuestos aromáticos de los vinos se ha utilizado la técnica de la cromatografía de gases. El método de extracción utilizado es el que propone Dolores Herranz, (1999).

En el tratamiento de las muestras se realiza los siguientes pasos: se toma 1 ml de solución de patrón interno y se afora a 100 ml con el vino, se adicionan 30ml de disolvente (dietiléter y n-pentano, en proporción 2:1) en baño de ultrasonidos a 20°C durante 10 minutos, se introduce la mezcla en un embudo de decantación para conseguir la separación de las fases, se añaden otros 10 ml de disolvente y se mantiene durante 10 minutos en ultrasonidos a 20°C y se separan fases por decantación.

Por último se adiciona 10 ml de disolvente se mantiene durante 10 minutos en ultrasonidos y se separan fases por decantación. La separación de fases por decantación es la fase etérea, que es la que contiene los componentes volátiles.

A continuación se reúnen las fases etéreas obtenidas en diferentes etapas del tratamiento de muestra y se tratan con 4g de sulfato de magnesio, cuyo efecto es deshidratante. Entonces se filtra el volumen obtenido con un filtro de separación de fases de 0,45  $\mu\text{m}$  de porosidad. Después se concentra la muestra en un rotavapor modelo Büchi R-114 sumergido en un baño de agua caliente modelo P Seleca Tectron 3473100 a 40°C, logrando una eliminación parcial del disolvente, tras lo cual, se concentra la muestra en corriente de nitrógeno hasta un volumen final de 1 ml.

Las condiciones en las que se ha trabajado para este tipo de determinación son las siguientes: temperatura de inyector de 300 °C, temperatura de detector de 300 °C, relación split de 1:75, flujo de hidrógeno de 25 ml/min, flujo de aire de 250 ml/min, presión de nitrógeno en cabeza de inyector de 15 p.s.i. Se procede a establecer el cromatograma de referencia inyectando 1  $\mu\text{L}$  de disolución patrón. La disolución patrón se prepara de acuerdo con el método empleado por los autores mencionados arriba.

Una vez que se ha efectuado la extracción de 2 muestras de cada tratamiento se procede a la determinación cromatográfica. Se realiza la inyección de 1  $\mu\text{L}$  de cada extracto por duplicado en la columna capilar HP-INNOWax (Crosslinked Polyethylene Glycol) de 60 m de longitud, 0,25 mm de diámetro interno, instalada en el cromatógrafo de gases HP-6890 dotado de detector de ionización de llama.

### **3.5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO**

Se han realizado análisis de la varianza (ANOVA) para estudiar la influencia del tipo de depósito durante la fermentación de los mostos y la composición final de los vinos, así como durante su evolución en los distintos depósitos y barricas.

También se establecieron los intervalos LSD (“Least Significant Difference”) para comparar las medias de las distintas variantes del factor estudiado y ver si existen diferencias significativas.

El paquete estadístico utilizado fue Statgraphics Plus 5.1.

# **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados de esta Tesis Doctoral se van a estructurar en dos partes, una primera donde se estudiará el efecto la fermentación-maceración en depósitos de acero inoxidable y hormigón en las variedades Tempranillo y Cabernet Sauvignon, y una segunda parte donde se estudiará la evolución de los vinos en depósitos de hormigón, depósitos de acero inoxidable y barricas de roble francés de cuatro edades distintas.

### **4.1. EVOLUCIÓN DE LOS VINOS FERMENTADOS EN ACERO INOXIDABLE Y HORMIGÓN**

Se ha realizado el seguimiento de la fermentación de los vinos de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en depósitos de acero inoxidable y cemento, y se ha determinado la composición de estos vinos una vez concluida la fermentación alcohólica y maloláctica.

#### **4.1.1. EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA Y DENSIDAD DURANTE LA FERMENTACIÓN**

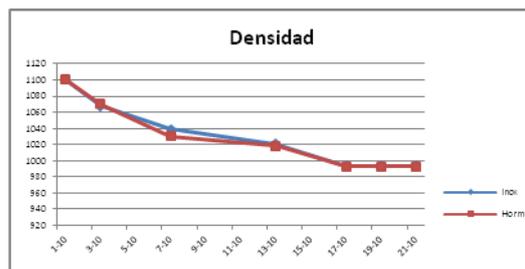
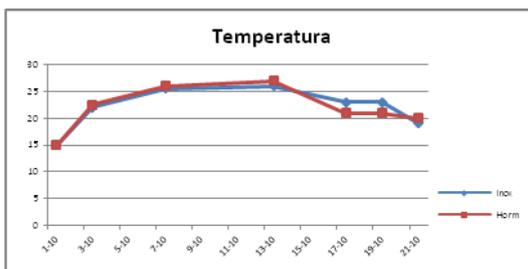
Durante la fermentación de los mostos se realizan sistemáticamente controles de densidad y temperatura. Estos controles se han realizado una vez al día, para asegurarnos de la correcta evolución del proceso.

El control de la densidad es importante para observar que las levaduras están llevando a cabo la fermentación, y permanecen en un medio favorable para su desarrollo. El correcto control de la temperatura de fermentación, y el seguimiento de la evolución de la densidad de los mostos durante el proceso de fermentación, permite proporcionar las condiciones necesarias para asegurar un buen trabajo de las levaduras, que posibiliten la completa transformación del azúcar en alcohol, así como intervenir en el caso de que ocurra una parada de fermentación, corrigiendo las condiciones existentes (Flanzy, 2000).

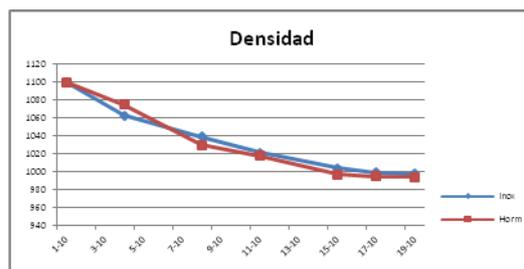
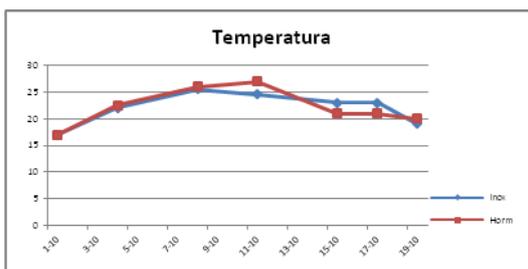
El control de la temperatura es de gran importancia porque de ella depende la formación de compuestos aromáticos fermentativos, la pérdida de estos compuestos por arrastre con el carbónico, y la mayor o menor extracción de compuestos polifenólicos. Además influye sobre el desarrollo de la flora microbiana de los mostos y vinos.

En las figuras 4.1, 4.2 y 4.3 podemos observar la evolución de la temperatura y densidad durante la fermentación en los vinos de Tempranillo elaborados en los años 2010, 2012, y 2013.

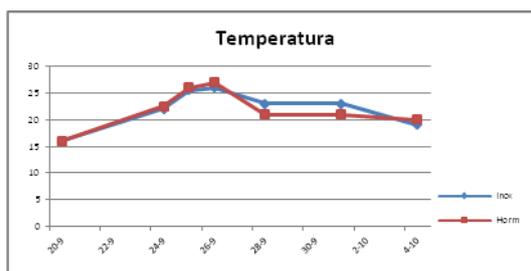
Tanto en la campaña de 2010, como en la de 2012 y 2013, la fermentación de los vinos de Tempranillo sigue un desarrollo paralelo en acero inoxidable y en hormigón, concluyendo al mismo tiempo en los dos tipos de depósitos. El control de la temperatura de fermentación permitió que la densidad evolucionase siguiendo la misma pauta de descenso en ambos depósitos.



**Figura 4.1.** Evolución de la  $T^{aa}$  y densidad durante la fermentación de los vinos de Tempranillo elaborados en 2010, en depósitos de acero inoxidable y hormigón

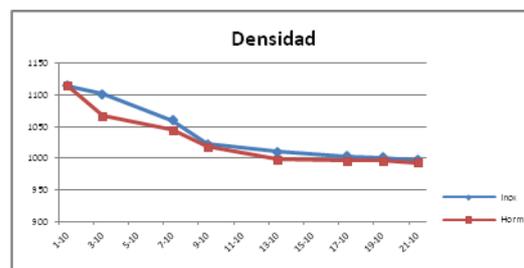
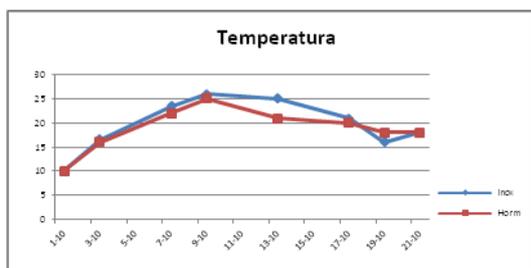


**Figura 4.2.** Evolución de la  $T^{aa}$  y densidad durante la fermentación de los vinos de Tempranillo elaborados en 2012, en depósitos de acero inoxidable y hormigón

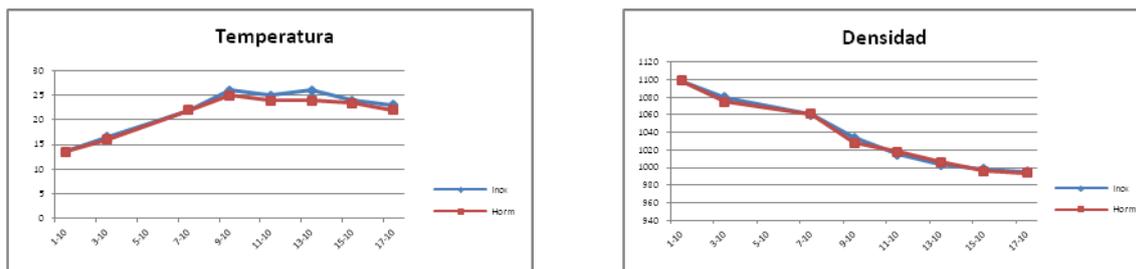


**Figura 4.3.** Evolución de la  $T^{aa}$  y densidad durante la fermentación de los vinos de Tempranillo elaborados en 2013, en depósitos de acero inoxidable y hormigón

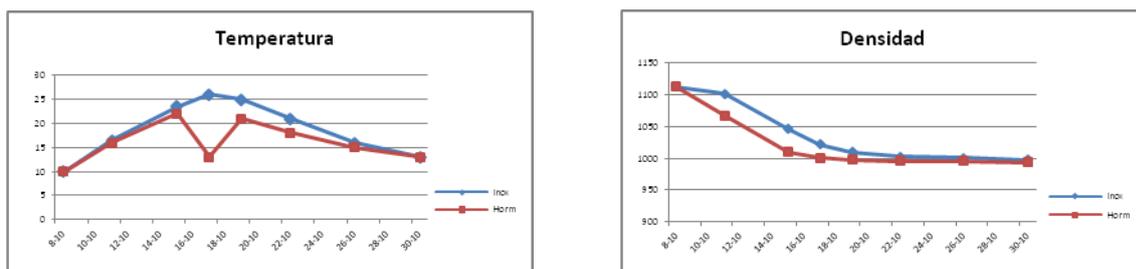
En las figuras 4.4, 4.5 y 4.6 podemos observar la evolución de la temperatura y densidad durante la fermentación en los vinos de Cabernet Sauvignon elaborados en los años 2010, 2012, y 2013.



**Figura 4.4.** Evolución de la  $T^{aa}$  y densidad durante la fermentación de los vinos de Cabernet Sauvignon elaborados en 2010, en depósitos de acero inoxidable y hormigón.



**Figura 4.5.** Evolución de la T<sup>aa</sup> y densidad durante la fermentación de los vinos de Cabernet Sauvignon elaborados en 2012, en depósitos de acero inoxidable y hormigón.



**Figura 4.6.** Evolución de la T<sup>a</sup> y densidad durante la fermentación de los vinos de Cabernet Sauvignon elaborados en 2013 en depósitos de acero inoxidable y hormigón.

Podemos destacar que tanto en el 2010 como en el 2013, el primer día de encubado de la variedad Cabernet Sauvignon la temperatura fue de 10 °C, ya que se trata de una variedad tardía que fue vendimiada con temperaturas muy bajas, y esto ocasionó una ralentización en el comienzo de la fermentación en los depósitos de hormigón. Además, un fallo en los sistemas de refrigeración de los depósitos de hormigón ocasionó un descenso de temperatura a mitad de la fermentación.

En los depósitos de acero inoxidable el incremento de la temperatura fue más rápido, así como el comienzo de la fermentación y su desarrollo durante los primeros días, aunque concluyó prácticamente al mismo tiempo en los dos tipos de depósitos. Esta diferencia puede ser debida a que el hormigón es un material muy inerte, que presenta dificultades tanto para calentarse como para enfriarse, a pesar de llevar sistemas de control de temperatura. En el año 2012 la temperatura en el encubado fue ligeramente superior y la temperatura y la evolución de la densidad durante la fermentación fue paralelo en ambos tipos de depósitos.

#### 4.1.2. EVOLUCIÓN DE LOS COMPUESTOS POLIFENÓLICOS DURANTE LA FERMENTACIÓN

A lo largo del proceso de maceración, es práctica habitual en la elaboración de vinos tintos realizar el seguimiento del comportamiento de los compuestos polifenólicos mediante la determinación de parámetros sencillos de analizar, y que son representativos de la extracción de color (concentración de antocianos e Intensidad Colorante) y de la cantidad global de polifenoles (Índice de Polifenoles Totales). La evolución de estos

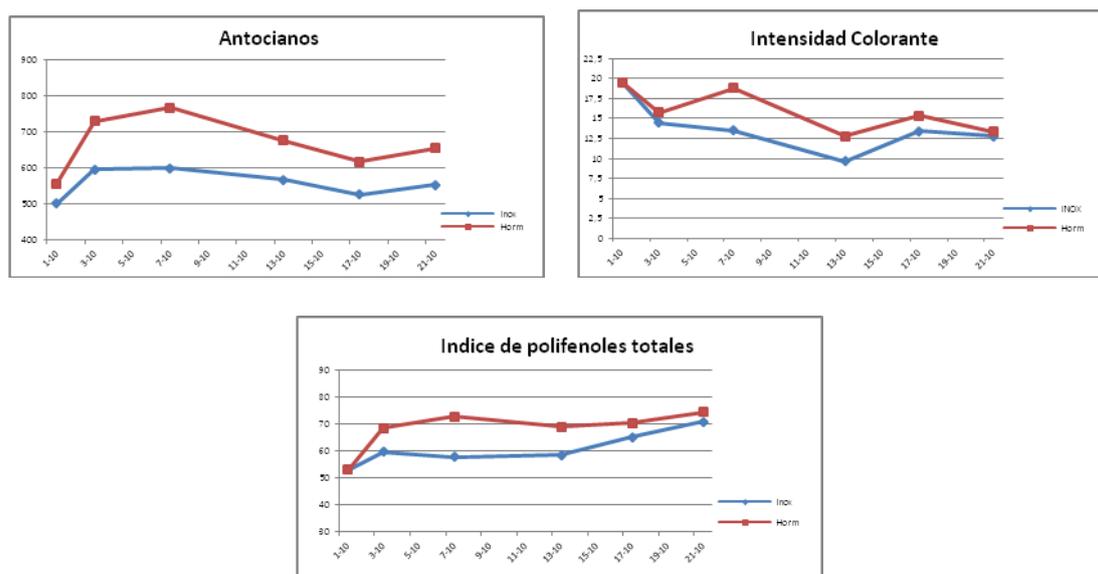
parámetros, junto con el análisis sensorial de los vinos, es determinante para decidir el momento de finalización de la maceración.

En este estudio se han estandarizado las pautas fermentativas para evitar que haya diferencias en la velocidad e intensidad de extracción de polifenoles, fijándose el momento de descube en el momento de terminación de la fermentación alcohólica.

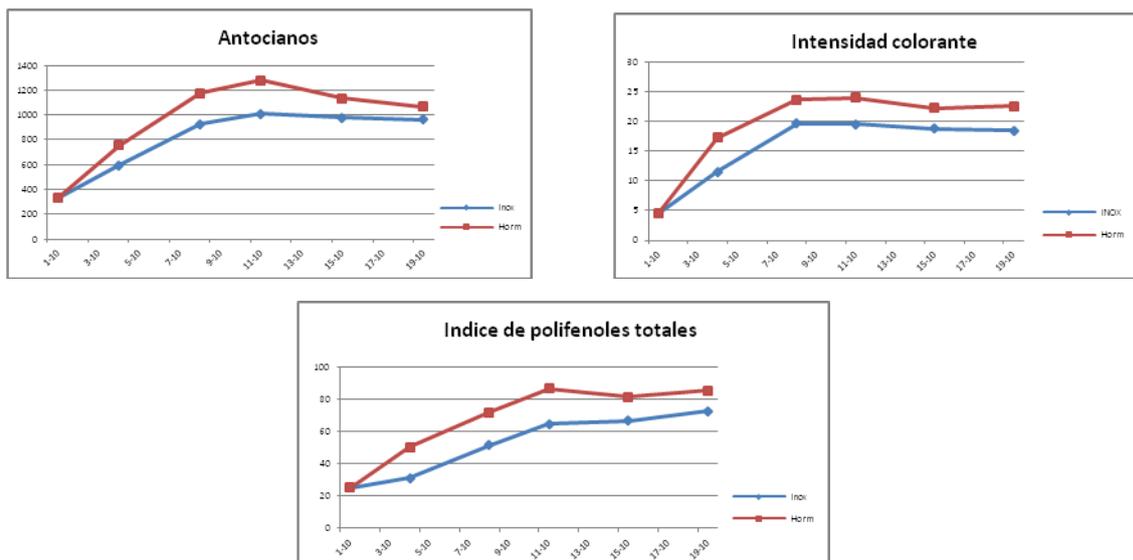
En las figuras 4.7, 4.8 y 4.9 se muestra la evolución de la concentración de antocianos (mg/L), de la Intensidad Colorante y del Índice de Polifenoles totales de los vinos del cultivar Tempranillo a lo largo de su fermentación en depósitos de hormigón y depósitos de acero inoxidable, durante los años 2010, 2012 y 2013.

Tal como podemos observar, la extracción de los polifenoles presenta cinéticas de extracción diferentes. Los antocianos son extraídos rápidamente, alcanzando una concentración máxima en los primeros días, para alcanzar rápidamente el equilibrio entre los antocianos extraídos y los precipitados en el medio. En los vinos de Tempranillo de las añadas 2010 y 2012 podemos observar un mayor incremento de antocianos en los vinos fermentados en los depósitos de hormigón, y puesto que la temperatura de fermentación fue la misma, así como la evolución de la fermentación mostrada por la densidad, esas diferencias podrían deberse al hecho de que los antocianos que se extraen de las partes sólidas se van polimerizando por efecto de la microdifusión de oxígeno que pasa a través de los poros del cemento, contribuyendo a su estabilización (Protestos *et al.*, 2005).

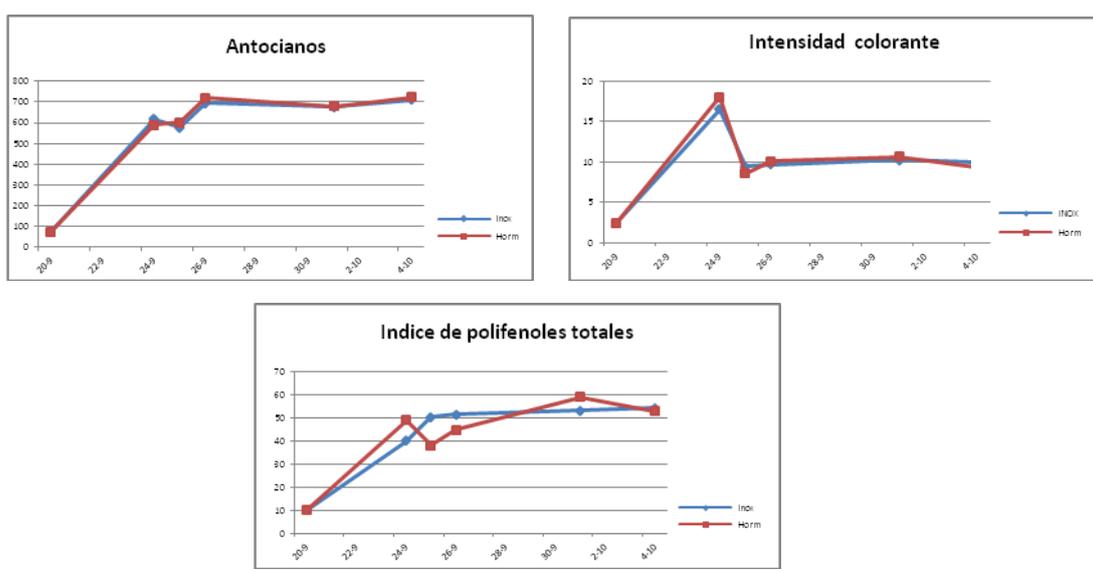
El incremento de la Intensidad Colorante inicialmente discurre en paralelo con los antocianos, pero se observa un rápido descenso debido a la pérdida de antocianos y a su transformación en otras estructuras incoloras, siendo la pérdida de color inferior en los vinos fermentados en hormigón. En los vinos de 2013 no se observan diferencias en el color ni en los antocianos entre los vinos fermentados en inoxidable y hormigón.



**Figura 4.7.** Evolución de concentración de Antocianos (mg/L), de la Intensidad Colorante y del Índice de Polifenoles Totales durante la fermentación de los vinos de Tempranillo elaborados en 2010, en depósitos de acero inoxidable y hormigón.



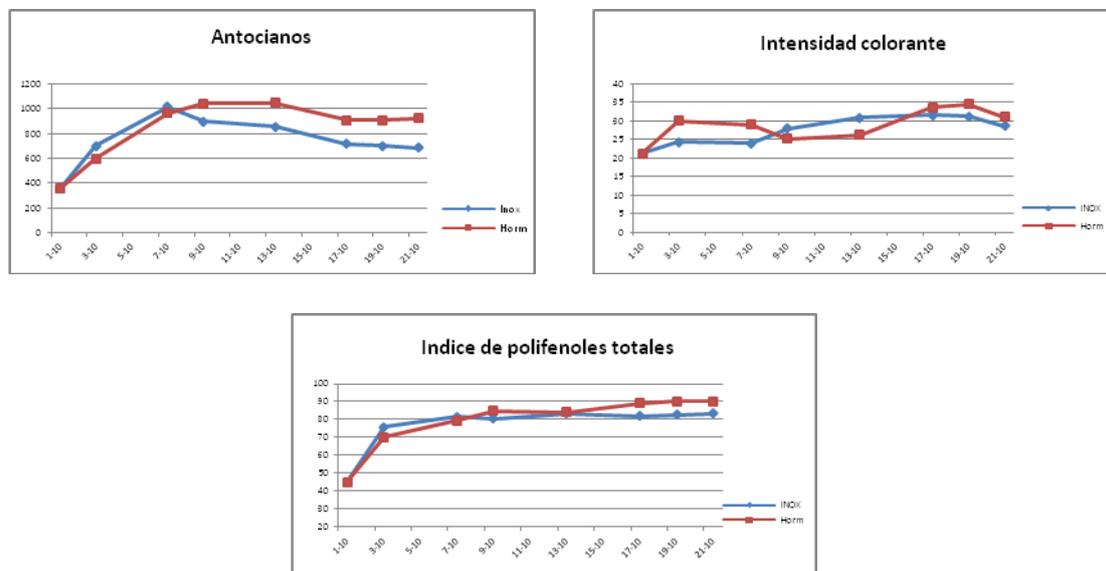
**Figura 4.8.** Evolución de concentración de antocianos (mg/L), de la Intensidad Colorante y del Índice de Polifenoles Totales durante la fermentación de los vinos de Tempranillo elaborados en 2012, en depósitos de acero inoxidable y hormigón.



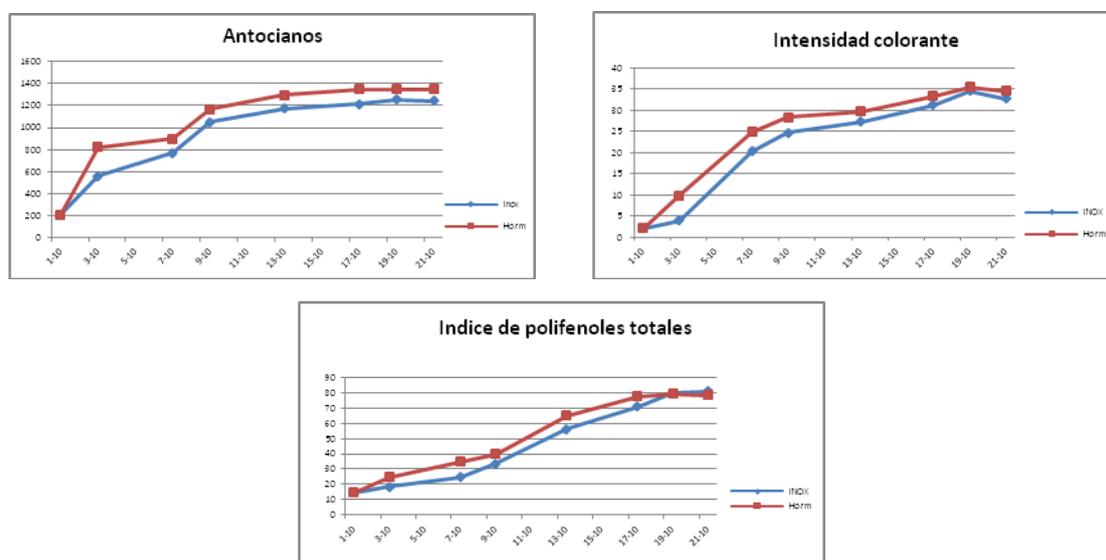
**Figura 4.9.** Evolución de la concentración de antocianos (mg/L), de la IC y del IPT en los vinos de Tempranillo elaborados en 2013 durante la fermentación en depósitos de acero inoxidable y hormigón.

El incremento del Índice de Polifenoles Totales es más lento durante la fermentación debido a que los taninos precisan para ser extraídos un medio con mayor concentración alcohólica etanol (Price *et al.*, 1995; Gil *et al.*, 2004), y tal como podemos observar, es superior en los depósitos de hormigón a lo largo del proceso fermentativo. La microoxigenación debida a la porosidad del cemento puede ser la causa de la mayor estabilidad de los compuestos polifenólicos, ya que contribuye a transformar parte del etanol en etanal, actuando éste de puente entre compuestos polifenólicos, aumentando su estabilidad (Zamora *et al.*, 2001; Llaudy *et al.*, 2006).

En las figuras 4.10, 4.11 y 4.12 se muestra la evolución de la concentración de antocianos (mg/L), de la Intensidad Colorante y del Índice de Polifenoles Totales de los vinos del cultivar Cabernet Sauvignon a lo largo de su fermentación en depósitos de hormigón y depósitos de acero inoxidable, durante los años 2010, 2012 y 2013.



**Figura 4.10.** Evolución de concentración de antocianos (mg/L), de la Intensidad Colorante y del Índice de Polifenoles Totales durante la fermentación de los vinos de Cabernet Sauvignon elaborados en 2010, en depósitos de acero inoxidable y hormigón.

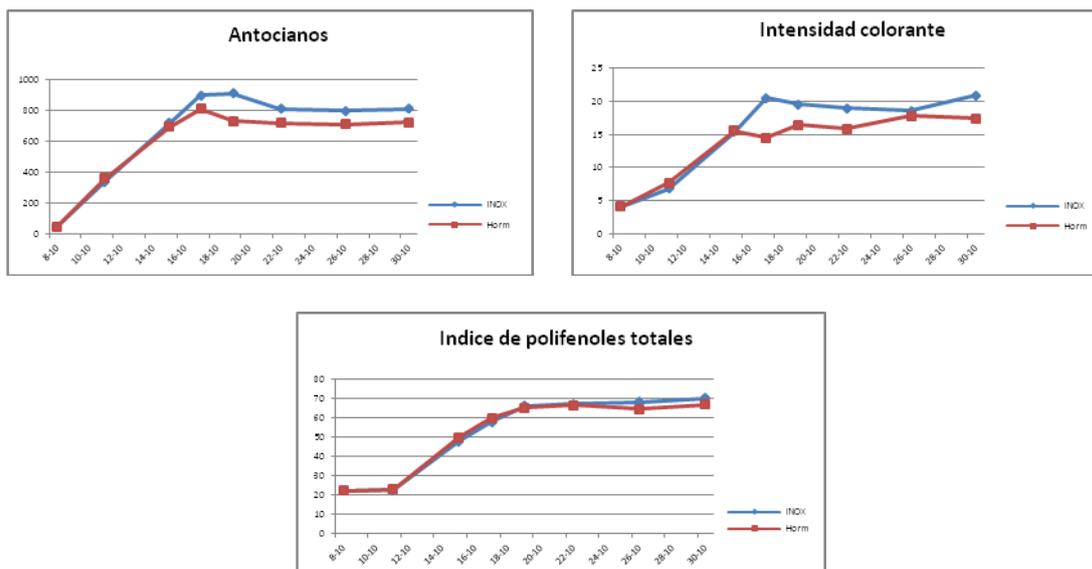


**Figura 4.11.** Evolución de concentración de antocianos (mg/L), de la Intensidad Colorante y del Índice de Polifenoles Totales durante la fermentación de los vinos de Cabernet Sauvignon elaborados en 2012, en depósitos de acero inoxidable y hormigón.

Podemos observar que los vinos de Cabernet Sauvignon precisan más días de maceración para alcanzar los valores máximos de polifenoles, debido a la ralentización en la iniciación de la fermentación ocasionada por las bajas temperatura de encubado. En las añadas 2010 y 2012, al igual que observamos en los vinos de Tempranillo, se consigue

una mayor concentración de antocianos, color y polifenoles totales en los vinos procedentes de los depósitos de hormigón a lo largo de la fermentación.

En la añada 2013, en cambio, el comportamiento es similar en los dos tipos de depósitos, pero a mitad de la fermentación es ligeramente superior en los depósitos de acero inoxidable, debido a que su temperatura de fermentación fue superior y eso da lugar a mayor extracción polifenólica, ya que favorece la disolución de los compuestos fenólicos y acelera las reacciones químicas destinadas a la estabilización del color (Alexandre y Charpentier, 1998; Saucier *et al.*, 2000; Fuster, 2001).



**Figura 4.12.** Evolución de la concentración de antocianos (mg/L), de la IC y del IPT durante la fermentación en los vinos de Cabernet Sauvignon elaborados en 2013, en depósitos de acero inoxidable y hormigón.

En vendimias frías, los depósitos de acero inoxidable permitieron un rápido incremento de la temperatura, que originó un inmediato comienzo de la fermentación y un desarrollo más rápido durante los primeros días, aunque el momento de finalización es prácticamente el mismo en los dos tipos de depósitos.

El distinto comportamiento observado en la fermentación de los vinos de Tempranillo y Cabernet Sauvignon se justifica porque el contenido fenólico de los vinos tintos depende de muchos factores, como la variedad de uva, su concentración en compuestos polifenólicos y su extractibilidad, pero también de las condiciones de cultivo, las condiciones climáticas y el método de vinificación (Carbonneau *et al.*, 2007).

El incremento de la concentración de antocianos y polifenoles durante la fermentación es superior en los depósitos de hormigón que en los de acero inoxidable, para las dos variedades estudiadas. Como consecuencia de ello, el aumento del color de los vinos también es superior cuando se fermenta en hormigón.

## 4.2. INFLUENCIA DEL TIPO DE DEPÓSITO EN LA COMPOSICIÓN DE LOS VINOS DE TEMPRANILLO Y CABERNET SAUVIGNON FERMENTADOS EN DEPÓSITOS DE ACERO INOXIDABLE Y HORMIGÓN

### 4.2.1. INFLUENCIA DEL TIPO DE DEPÓSITOS EN LOS PARÁMETROS CONVENCIONALES

En las tablas 4.1, 4.2 y 4.3 se recogen los valores medios y desviaciones estándar de los parámetros convencionales acidez total, pH, acidez volátil, azúcares reductores, ácido málico, ácido láctico y alcohol etílico determinados en los vinos de Tempranillo una vez concluida su fermentación, durante los años 2010, 2012 y 2013.

**Tabla 4.1.-**Media y desviación estándar de los parámetros convencionales en los vinos de Tempranillo de la cosecha 2010.

	Acero inoxidable	Hormigón	F-ratio	P-value
pH	3,80 ± 0,02	3,81 ± 0,02	1,20	0,2786
Acidez volátil (g/L)	0,33 ± 0,01	0,39 ± 0,01	2,32	0,1367
Acidez Total (g/L)	3,43 ± 0,08	3,45 ± 0,01	0,02	0,8784
Azucares (g/L)	1,25 ± 0,02	1,15 ± 0,01	1,19	0,2812
Ácido Málico (g/L)	0,35 ± 0,04	0,33 ± 0,08	0,82	0,3704
Ácido Láctico (g/L)	1,16 ± 0,00	1,15 ± 0,01	0,04	0,8488
Alcohol etílico (%)	12,85 ± 0,01	12,89 ± 0,01	0,14	0,7098

P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.2.-**Media y desviación estándar de los parámetros convencionales en los vinos de Tempranillo de la cosecha 2012.

	Acero inoxidable	Hormigón	F-ratio	P-value
pH	3,98 ± 0,01	3,99 ± 0,02	0,02	0,8999
Acidez volátil (g/L)	0,38 ± 0,01	0,35 ± 0,01	2,16	0,1487
Acidez Total (g/L)	3,24 ± 0,08	3,39 ± 0,01	1,61	0,2118
Azucares reductores	2,37 ± 0,01 <b>b</b>	0,84 ± 0,01 <b>a</b>	14,95	0,0388
Ácido Málico (g/L)	0,31 ± 0,04	0,11 ± 0,08	3,70	0,0688
Ácido Láctico (g/L)	1,14 ± 0,01	1,30 ± 0,01	2,74	0,0910
Alcohol etílico (%)	13,35 ± 0,01 <b>a</b>	13,94 ± 0,01 <b>b</b>	8,25	0,0250

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%.

**Tabla 4.3.-**Media y desviación estándar de los parámetros convencionales en los vinos de Tempranillo de la cosecha 2013.

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>pH</b>	4,16 ± 0,01	4,21 ± 0,02	1,76	0,0864
<b>Acidez volátil (g/L)</b>	0,39 ± 0,01	0,36 ± 0,01	0,63	0,1258
<b>Acidez Total (g/L)</b>	3,04 ± 0,02	3,12 ± 0,01	0,51	0,1879
<b>Azúcares reductores (g/L)</b>	1,12 ± 0,01	0,85 ± 0,01	4,83	0,0626
<b>Ácido Málico (g/L)</b>	0,19 ± 0,04	0,15 ± 0,08	2,07	0,0754
<b>Ácido Láctico (g/L)</b>	1,14 ± 0,00	1,20 ± 0,01	2,74	0,0742
<b>Alcohol etílico (% v/v)</b>	13,35 ± 0,01	13,44 ± 0,01	5,12	0,0428

P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

Los vinos procedentes de la parcela de Tempranillo fermentados en depósitos de acero inoxidable y hormigón, no muestran diferencias en los parámetros convencionales, por lo que se puede establecer que el tipo del depósito utilizado para la fermentación no afecta ni a su desarrollo ni a su composición ácida ni al grado alcohólico de los vinos de las añadas 2010 y 2013. En cambio, en la añada 2012 los vinos fermentados en acero inoxidable tuvieron mayor dificultad para acabar la fermentación y quedó una pequeña cantidad de azúcar residual y por tanto su grado alcohólico fue menor.

Los valores encontrados se corresponden con los valores esperados para estas variedades en Utiel-Requena. Los altos niveles de pH observados en los vinos de Tempranillo son paralelos al descenso de la acidez total y al incremento de los sólidos solubles durante la maduración de la uva, constituyendo estos valores de pH un problema en la vinificación de los vinos de Tempranillo en Utiel-Requena. El pH de un vino es particularmente importante por su efecto sobre los microorganismos, sobre el color, sobre el sabor y sobre el potencial redox (Wrolstad *et al.*, 2005).

En las tablas 4.4, 4.5 y 4.6 se recogen los valores medios y desviaciones estándar de los parámetros convencionales acidez total, pH, acidez volátil, azúcares reductores, ácido málico, ácido láctico y alcohol etílico determinados en los vinos de Cabernet Sauvignon una vez concluida su fermentación, durante los años 2010, 2012 y 2013.

Los vinos de Cabernet Sauvignon tampoco muestran diferencias en la concentración de ácidos y de etanol, a pesar de que sus procesos fermentativos no discurrieron totalmente paralelos. A pesar de la diferente evolución de la fermentación en acero inoxidable y hormigón, la fermentación concluyó en ambos tipos de depósitos, dando lugar a un grado alcohólico y a una concentración de azúcar residual similar. A pesar de presentar un grado de madurez más elevado, los vinos de Cabernet Sauvignon presentan mayor acidez e inferior pH, siendo este aspecto una característica varietal.

**Tabla 4.4.-**Media y desviación estándar de los parámetros convencionales en los vinos de Cabernet Sauvignon de la cosecha 2010

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>pH</b>	3,64 ± 0,01	3,66 ± 0,03	0,54	0,4665
<b>Acidez volátil (g/L)</b>	0,28 ± 0,02	0,30 ± 0,01	2,06	0,1580
<b>Acidez Total (g/L)</b>	5,00 ± 0,21	5,10 ± 0,08	0,45	0,5068
<b>Azúcares reductores (g/L)</b>	2,02 ± 0,05	1,98 ± 0,04	1,29	0,2613
<b>Ácido Málico (g/L)</b>	0,68 ± 0,04	0,56 ± 0,02	7,66	0,5820
<b>Ácido Láctico (g/L)</b>	0,49 ± 0,01	0,69 ± 0,02	3,27	0,7440
<b>Alcohol etílico (% v/v)</b>	14,05 ± 0,02	14,15 ± 0,05	2,83	0,0999

P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.5.-**Media y desviación estándar de los parámetros convencionales en los vinos de Cabernet Sauvignon de la cosecha 2012

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>pH</b>	3,70 ± 0,01	3,78 ± 0,03	0,02	0,8784
<b>Acidez volátil (g/L)</b>	0,24 ± 0,02 <b>a</b>	0,34 ± 0,01 <b>b</b>	6,52	0,0304
<b>Acidez Total (g/L)</b>	4,74 ± 0,21	4,75 ± 0,08	0,11	0,7381
<b>Azúcares reductores (g/L)</b>	2,55 ± 0,05	2,37 ± 0,04	3,30	0,1167
<b>Ácido Málico (g/L)</b>	0,31 ± 0,04 <b>b</b>	0,11 ± 0,02 <b>a</b>	5,97	0,0387
<b>Ácido Láctico (g/L)</b>	0,77 ± 0,01	0,91 ± 0,02	3,85	0,0796
<b>Alcohol etílico (% v/v)</b>	14,53 ± 0,02	14,59 ± 0,05	1,9	0,2812

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.6.-** Media y desviación estándar de los parámetros convencionales en los vinos de Cabernet Sauvignon de la cosecha 2013

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>pH</b>	3,65 ± 0,01	3,61 ± 0,03	1,76	0,0756
<b>Acidez volátil (g/L)</b>	0,31 ± 0,02	0,35 ± 0,01	0,88	0,1429
<b>Acidez Total (g/L)</b>	4,23 ± 0,21	4,36 ± 0,08	0,95	0,1732
<b>Azúcares reductores (g/L)</b>	1,18 ± 0,05	1,27 ± 0,04	1,19	0,0698
<b>Ácido Málico (g/L)</b>	0,08 ± 0,04	0,11 ± 0,02	2,23	0,0977
<b>Ácido Láctico (g/L)</b>	1,75 ± 0,01	1,94 ± 0,02	0,54	0,2331
<b>Alcohol etílico (% v/v)</b>	14,35 ± 0,02	14,28 ± 0,05	1,42	0,0886

P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

#### 4.2.2. INFLUENCIA DEL TIPO DE DEPÓSITOS EN LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS

En las tablas 4.7, 4.8 y 4.9 se recogen los valores medios y desviaciones estándar de los parámetros polifenólicos determinados en los vinos de Tempranillo una vez concluida la fermentación alcohólica y maloláctica, en las cosechas 2010, 2012 y 2013.

**Tabla 4.7.-** Medias y desviación estándar de los parámetros polifenólicos en los vinos de Tempranillo de la cosecha 2010

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>Intensidad Colorante</b>	12,80 ± 0,18 <b>a</b>	13,30 ± 0,44 <b>b</b>	28,50	0,0097
<b>Índice de Polifenoles Totales</b>	71,00 ± 1,15 <b>a</b>	74,50 ± 0,30 <b>b</b>	15,68	0,0236
<b>Antocianos Totales (mg/L)</b>	553 ± 8,77 <b>a</b>	655 ± 7,03 <b>b</b>	123,72	0,0000
<b>Índice de Ionización (%)</b>	18,10 ± 1,06 <b>a</b>	21,90 ± 1,35 <b>b</b>	9,48	0,0406
<b>Taninos condensados (g/L)</b>	2,14 ± 0,14 <b>a</b>	3,50 ± 0,10 <b>b</b>	13,14	0,0331
<b>Índice de DMACH (%)</b>	24,01 ± 1,14 <b>b</b>	14,70 ± 0,26 <b>a</b>	78,27	0,0005

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.8.-** Medias y desviación estándar de los parámetros polifenólicos en los vinos de Tempranillo de la cosecha 2012

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>Intensidad Colorante</b>	17,99 ± 0,43 <b>a</b>	22,16 ± 0,49 <b>b</b>	4,30	0,0677
<b>Antocianos Totales (mg/L)</b>	961,98 ± 0,43 <b>a</b>	1036,95 ± 0,43 <b>b</b>	7,64	0,0262
<b>Índice de Ionización (%)</b>	36,01 ± 0,42 <b>a</b>	43,02 ± 0,45 <b>b</b>	15,78	0,0055
<b>Índice de PVPP (%)</b>	24,82 ± 0,37 <b>a</b>	29,57 ± 0,55 <b>b</b>	8,25	0,0040
<b>Índice de Polifenoles Totales</b>	70,76 ± 1,60 <b>a</b>	82,99 ± 1,70 <b>b</b>	31,45	0,0015
<b>Catequinas (mg/L)</b>	420,05 ± 1,86 <b>a</b>	510,68 ± 1,88 <b>b</b>	104,83	0,0006
<b>Taninos condensados (g/L)</b>	4,34 ± 0,30 <b>a</b>	5,19 ± 0,33 <b>b</b>	98,42	0,0000
<b>Índice de DMACH (%)</b>	36,01 ± 0,42 <b>a</b>	43,02 ± 0,45 <b>b</b>	45,16	0,0009
<b>Índice de Etanol (%)</b>	90,31 ± 0,84	90,18 ± 0,31	0,08	0,8218
<b>Índice de Gelatina (%)</b>	44,38 ± 0,90	40,38 ± 0,80	2,14	0,2217

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

Podemos observar como los vinos de Tempranillo fermentados en hormigón tienen una mayor concentración polifenólica que los vinos fermentados en acero inoxidable. La Intensidad Colorante y la concentración de antocianos muestran un comportamiento similar.

**Tabla 4.9.-** Medias y desviación estándar de los parámetros polifenólicos en los vinos de Tempranillo elaborados en la cosecha 2013.

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>Intensidad Colorante</b>	11,51 ± 0,04 <b>a</b>	11,72 ± 0,06 <b>b</b>	26,4	0,0068
<b>Tono</b>	72,22 ± 0,25	72,50 ± 0,07	3,49	0,1352
<b>Antocianos decolorables (mg/L)</b>	581,74 ± 1,18 <b>a</b>	614,21 ± 4,07 <b>b</b>	175,98	0,0002
<b>Antocianos Totales (mg/L)</b>	633,60 ± 1,25 <b>a</b>	704,58 ± 10,22 <b>b</b>	142,57	0,0003
<b>Índice de Ionización (%)</b>	46,92 ± 0,06	48,22 ± 1,02	4,81	0,0935
<b>Índice de PVPP (%)</b>	41,78 ± 1,48 <b>a</b>	54,95 ± 1,71 <b>b</b>	102,27	0,0005
<b>Índice de Polifenoles Totales</b>	56,38 ± 0,76 <b>a</b>	60,04 ± 0,26 <b>b</b>	61,95	0,0014
<b>Polifenoles Totales (mg/L)</b>	1623,25 ± 11,50 <b>a</b>	1803,38 ± 54,38 <b>b</b>	31,51	0,0049
<b>Catequinas (mg/L)</b>	264,10 ± 7,58	280,26 ± 12,79	9,29	0,0681
<b>Taninos condensados (g/L)</b>	2,45 ± 0,12	2,55 ± 0,09	1,30	0,3173
<b>Índice de DMACH (%)</b>	47,12 ± 2,33	33,52 ± 0,72	2,08	0,2231
<b>Índice de Etanol (%)</b>	5,57 ± 1,91	7,87 ± 1,99	2,09	0,2219
<b>Índice de Gelatina (%)</b>	54,47 ± 3,06	54,97 ± 2,34	0,02	0,9076

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

La concentración total de polifenoles también es superior en los vinos de Tempranillo fermentados en depósitos de hormigón, así como el porcentaje de taninos combinado con antocianos, valorados mediante el Índice de Polivinilpolipirrolidona (PVPP), lo que conducirá a una mayor estabilización del color, minimizando las pérdidas de polifenoles por precipitación (Glories, 1978). Esto justifica la mayor concentración de antocianos encontrada en estos vinos, ya que estas uniones confieren mayor estabilidad a los antocianos, y menos sensibilidad al efecto del pH (Rivas-Gonzalo *et al.*, 1995).

El hecho de que el contenido de polifenoles haya sido superior en los depósitos de hormigón a lo largo de la maceración, nos indica que o bien la extracción ha sido mayor, o la pérdida por precipitación menor. Como no se han encontrado causas que justifiquen una mayor extracción en los depósitos de hormigón, sino más bien al contrario, ya que la menor temperatura de fermentación encontrada para la variedad Cabernet Sauvignon podría ocasionar una menor extracción, esto parece indicar que la causa de la mayor concentración de estos compuestos no es debida a un incremento de la extracción sino a una menor pérdida debido a su mayor estabilidad en los depósitos de hormigón.

Este comportamiento podría explicarse por la microoxigenación que tiene lugar en los depósitos de hormigón, lo que favorecería la combinación antociano-tanino, dando lugar a estructuras más resistentes a la degradación y a la precipitación, y por tanto a vinos

con mayor color y mayor concentración de polifenoles, siendo previsible que estos compuestos resulten también más estables (Glories, 1995; Moutounet, 2006).

En las tablas 4.10, 4.11 y 4.12 se recogen los valores medios y desviaciones estándar de los parámetros polifenólicos determinados en los vinos de Cabernet Sauvignon una vez concluida su fermentación alcohólica y maloláctica, en las cosechas 2010, 2012 y 2013.

**Tabla 4.10.-** Medias y desviación estándar de los parámetros polifenólicos en los vinos de Cabernet Sauvignon de la cosecha 2010.

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>Intensidad Colorante</b>	28,60 ± 1,44 <b>a</b>	31,07 ± 0,65 <b>b</b>	9,36	0,0222
<b>Índice de Polifenoles Totales</b>	83,50 ± 0,60 <b>a</b>	90,20 ± 0,46 <b>b</b>	29,32	0,0055
<b>Antocianos Totales (mg/L)</b>	687 ± 16,16 <b>a</b>	921 ± 23,93 <b>b</b>	165,14	0,0000
<b>Índice de Ionización (%)</b>	32,90 ± 1,14 <b>a</b>	38 ± 0,60 <b>b</b>	47,62	0,0024
<b>Taninos condensados (g/L)</b>	3,42 ± 0,17 <b>a</b>	4,60 ± 0,09 <b>b</b>	35,15	0,0262
<b>Índice de DMACH (%)</b>	25,65 ± 0,59	24,20 ± 0,70	3,87	0,0889

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.11.-** Medias y desviación estándar de los parámetros en los vinos de Cabernet Sauvignon de la cosecha 2012.

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>Intensidad Colorante</b>	32,79 ± 1,47 <b>a</b>	34,49 ± 0,96 <b>b</b>	6,54	0,0168
<b>Antocianos Totales (mg/L)</b>	1241 ± 14,23 <b>a</b>	1349 ± 2,11 <b>b</b>	18,72	0,0006
<b>Índice de Ionización (%)</b>	53,31 ± 0,56 <b>a</b>	57,30 ± 0,69 <b>b</b>	9,75	0,0003
<b>Índice de PVPP (%)</b>	18,39 ± 0,82 <b>a</b>	24,45 ± 0,69 <b>b</b>	72,19	0,0022
<b>Índice de Polifenoles Totales</b>	80,03 ± 0,75 <b>a</b>	79,54 ± 1,04	2,65	0,2215
<b>Catequinas (mg/L)</b>	466,15 ± 2,19 <b>a</b>	521,77 ± 2,80 <b>b</b>	58,16	0,0000
<b>Taninos condensados (g/L)</b>	3,35 ± 0,08 <b>a</b>	4,56 ± 0,25 <b>b</b>	29,91	0,0056
<b>Índice de DMACH (%)</b>	21,69 ± 1,13	20,75 ± 0,78	0,18	0,4888
<b>Índice de Etanol (%)</b>	90,34 ± 0,51	89,88 ± 0,85	1,34	0,4230
<b>Índice de Gelatina (%)</b>	37,47 ± 0,92 <b>b</b>	33,29 ± 0,95 <b>a</b>	11,18	0,0087

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.12.-** Medias y desviación estándar de los parámetros polifenólicos en los vinos de Cabernet Sauvignon de la cosecha 2013.

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>Intensidad Colorante</b>	21,82 ± 0,03 <b>b</b>	19,83 ± 0,12 <b>a</b>	751,65	0,0003
<b>Tono</b>	58,83 ± 0,41	59,97 ± 0,32	2,92	0,0771
<b>Antocianos decolorables (mg/L)</b>	668,11 ± 12,41 <b>a</b>	711,64 ± 4,03 <b>b</b>	58,52	0,0021
<b>Antocianos Totales (mg/L)</b>	884,24 ± 15,84	876,30 ± 10,09	0,07	0,9906
<b>Índice de Ionización (%)</b>	29,44 ± 0,15 <b>b</b>	27,65 ± 0,19 <b>a</b>	158,59	0,0002
<b>Índice de PVPP (%)</b>	55,95 ± 3,16 <b>b</b>	32,55 ± 0,88 <b>a</b>	152,52	0,0002
<b>Índice de Polifenoles Totales</b>	70,45 ± 2,53	68,84 ± 1,89	25,01	0,0761
<b>Polifenoles Totales (mg/L)</b>	1898 ± 170	2118 ± 195	3,08	0,1540
<b>Catequinas (mg/L)</b>	75,59 ± 0,80	73,80 ± 1,61	2,97	0,1600
<b>Taninos condensados (g/L)</b>	3,09 ± 0,07	2,92 ± 0,10	6,20	0,0665
<b>Índice de DMACH (%)</b>	14,38 ± 1,39	17,71 ± 4,21	1,43	0,0850
<b>Índice de Etanol (%)</b>	24,93 ± 0,91 <b>b</b>	14,81 ± 1,77 <b>a</b>	77,33	0,0009
<b>Índice de Gelatina (%)</b>	62,29 ± 7,78	55,39 ± 7,13	0,92	0,3929

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

La concentración polifenólica de los vinos de Cabernet Sauvignon es significativamente superior a la de los vinos de Tempranillo, así como su color y el estado de ionización de sus antocianos. La composición polifenólica de las uvas es una característica varietal, muy ligada al grado de madurez de las uvas, pero también a la intensidad de la extracción durante el proceso de fermentación (Zafrilla *et al.*, 2003).

Para las añadas 2010 y 2012, al igual que pasaba con los vinos de Tempranillo, se observa una mayor concentración de polifenoles en los vinos fermentados en depósitos de hormigón. Pero en la añada 2013, en cambio, en los vinos de Cabernet Sauvignon no se observa el efecto significativo del hormigón en la composición polifenólica de los vinos. La menor temperatura de fermentación de los vinos en los depósitos de hormigón a mitad del periodo de maceración trajo como consecuencia una menor extracción de compuestos polifenólicos, que se ha traducido en una menor concentración de estos compuestos en los vinos finales.

El hecho de que estas diferencias en la concentración de polifenoles y antocianos en los vinos de Cabernet Sauvignon no sean significativas al final de la fermentación, quizás sea debida a que la disminución de la extracción durante la maceración esté compensada con una menor pérdida postfermentativa de estos compuestos, por lo que podríamos deducir que la microoxigenación que tiene lugar en los depósitos de hormigón ha favorecido la estabilidad polifenólica de estos vinos, y parece indicar que si en los

depósitos de hormigón se hubiese controlado adecuadamente la temperatura, los vinos procedentes de los depósitos de hormigón presentarían mayor concentración polifenólica que los fermentados en acero inoxidable, tal como ha sucedido en el resto de vinificaciones.

Es de destacar en la añada 2013 la mayor Intensidad Colorante de los vinos de Cabernet Sauvignon fermentados en acero inoxidable, a pesar de que estos vinos no presentan mayor concentración de antocianos totales. Esto se justifica por el mayor Índice de Ionización y de PVPP, y la menor concentración de antocianos decolorables que presentan estos vinos, consecuencia de las reacciones que han tenido lugar durante la fermentación, que han podido estar favorecidas por la mayor temperatura y la mayor extracción de componentes de las partes sólidas (Glories, 1978).

La mayor temperatura de fermentación ha propiciado también una mayor extracción de polisacáridos procedentes de la autólisis de las células de levaduras (Fuster, 2001), y la mayor concentración de polisacáridos disponibles ocasionó una mayor formación de compuestos con uniones tanino-polisacárido, valorados con el Índice de Etanol.

#### **4.2.3. INFLUENCIA DEL TIPO DE DEPÓSITOS EN LOS COMPUESTOS AROMÁTICOS**

El aroma del vino se debe a un amplio grupo de compuestos químicos, que pueden ser varietales, tanto libres como en forma de precursores, aromas prefermentativos que se forman desde el momento en que se corta el racimo hasta que se inicia la fermentación alcohólica (ambos, aromas varietales y prefermentativos también se conocen como primarios); aromas fermentativos o secundarios que surgen por la acción de las levaduras y bacterias durante la fermentación alcohólica y maloláctica; y aromas postfermentativos o terciarios originados durante el envejecimiento en madera o/y botella. La influencia de estos compuestos en el aroma global de un vino es diferente según se trate de vinos jóvenes o vinos de crianza, pero siempre predominan los aromas fermentativos, que son los mismos en todos los vinos; sin embargo la diferenciación de vinos según la variedad de uva empleada en su elaboración se debe a los aromas varietales, por ello es importante conocer este tipo de aromas y utilizar tecnologías de vinificación capaces de potenciarlos (Salinas, 1998).

En las tablas 4.13 y 4.14 se recogen los valores medios y desviaciones estándar de los compuestos aromáticos determinados en los vinos de Tempranillo en las cosechas 2012 y 2013, una vez concluida la fermentación alcohólica y maloláctica.

Los resultados muestran que el tipo de depósito utilizado para la fermentación tiene un efecto significativo sobre la concentración del 1 propanol siendo mayor en los depósitos en los vinos del 2012, mientras que en el 2013 el efecto es significativo para el  $\alpha$  y  $\beta$  pinen y acetato de hexilo. Estos compuestos se encuentran en mayor concentración en los vinos fermentados en acero inoxidable.

**Tabla 4.13.-** Medias y desviación estándar de los compuestos aromáticos en los vinos de Tempranillo (mg/L) de la cosecha 2012.

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>Diacetal</b>	1,80 ± 0,22	1,24 ± 0,12	3,80	0,4567
<b>α- Pinen</b>	1,50 ± 0,21	1,10 ± 0,05	10,50	0,3861
<b>2- Butanol</b>	0,56 ± 0,02	0,51 ± 0,06	1,51	0,4561
<b>1- Propanol</b>	0,75 ± 0,01 <b>a</b>	0,07 ± 0,01 <b>b</b>	0,90	0,0031
<b>Etil Isovaleriato</b>	0,53 ± 0,14	0,51 ± 0,19	2,45	0,2145
<b>β -Pinen</b>	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,01	1,15	0,7680
<b>Acetato de Isoamilo</b>	0,41 ± 0,02	0,41 ± 0,06	2,10	0,9150
<b>Alcohol Isoamilico</b>	0,78 ± 0,01	0,56 ± 0,02	0,85	0,6160
<b>Acetato de Hexilo</b>	0,50 ± 0,03	0,48 ± 0,01	1,45	0,2135
<b>Lactato de Etilo</b>	19,10 ± 1,50	15,01 ± 1,30	1,81	0,6541
<b>Cis-3-Hexenol</b>	0,23 ± 0,3	0,20 ± 0,06	2,52	0,4671
<b>Theaspirane</b>	0,51 ± 0,25	0,45 ± 0,00	1,45	0,1278
<b>1-2 Propilenglicol</b>	0,88 ± 0,12	0,81 ± 0,15	1,71	0,8711
<b>Linalol</b>	0,05 ± 0,02	0,03 ± 0,01	1,62	0,0872
<b>5- Metilfurfural</b>	n.d	n.d		
<b>Decanoato de etilo</b>	0,30 ± 0,06	0,20 ± 0,05	1,73	0,812
<b>Dietil succinato</b>	0,45 ± 0,21	0,22 ± 0,10	3,90	0,0871
<b>α- Terpeneol</b>	0,12 ± 0,01	0,12 ± 0,02		
<b>β-Metil-γ-Octolactona</b>	n.d	n.d		
<b>2- Feniletanol</b>	15,02 ± 1,5	14,80 ± 1,1	3,11	0,4321
<b>4- Vinilguayacol</b>	n.d	n.d		
<b>Eugenol</b>	n.d	n.d		
<b>Ácido Decanóico</b>	0,15 ± 0,02	0,12 ± 0,03	1,92	0,732
<b>Vainillina</b>	n.d	n.d		
<b>Σ<sub>volátiles</sub></b>	44,22	37,88		

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.14.-** Medias y desviación estándar de los compuestos aromáticos en los vinos de Tempranillo (mg/L) de la cosecha 2013

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>Diacetal</b>	4,58 ± 0,67	2,79 ± 0,80	5,82	0,1373
<b>α- Pinen</b>	0,51 ± 0,00 <b>b</b>	0,41 ± 0,00 <b>a</b>	1250	0,0008
<b>2- Butanol</b>	0,16 ± 0,05	0,16 ± 0,04	0,00	0,9206
<b>1- Propanol</b>	0,48 ± 0,08	0,30 ± 0,23	1,07	0,4096
<b>Etil Isovaleriato</b>	0,83 ± 0,14	0,77 ± 0,19	0,12	0,7663
<b>β -Pinen</b>	0,24 ± 0,01 <b>b</b>	n.d	640,89	0,0016
<b>Acetato de Isoamilo</b>	0,63 ± 0,12	0,59 ± 0,05	0,15	0,7375
<b>Alcohol Isoamílico</b>	0,86 ± 0,03	0,51 ± 0,34	2,15	0,2798
<b>Acetato de Hexilo</b>	0,60 ± 0,03 <b>b</b>	0,49 ± 0,01 <b>a</b>	26,42	0,0358
<b>Lactato de Etilo</b>	51,43 ± 14,34	29,36 ± 25,42	1,14	0,3968
<b>Cis-3-Hexenol</b>	0,17 ± 0,07	0,12 ± 0,01	0,97	0,4282
<b>Theaspirane</b>	0,61 ± 0,25	0,45 ± 0,00	0,74	0,4792
<b>1-2 Propilenglicol</b>	0,73 ± 0,12	0,99 ± 0,10	5,29	0,1481
<b>Linalol</b>	0,24 ± 0,00	0,28 ± 0,09	0,38	0,6014
<b>5- Metilfurfural</b>	n.d	n.d	-	-
<b>Decanoato de etilo</b>	0,27 ± 0,07	0,24 ± 0,01	0,20	0,7002
<b>Dietil succinato</b>	n.d	n.d		
<b>α- Terpeneol</b>	0,12 ± 0,01	0,12 ± 0,02	0,00	1
<b>β-Metil-γ-Octolactona</b>	n.d	n.d	-	-
<b>2- Feniletanol</b>	14,25 ± 0,62	19,68 ± 13,55	0,32	0,6884
<b>4- Vinilguayacol</b>	n.d	n.d	-	
<b>Eugenol</b>	0,16 ± 0,03	0,14 ± 0,00	1,94	0,2980
<b>Ácido Decanoico</b>	0,63 ± 0,06	0,44 ± 0,14	3,08	0,2213
<b>Vainillina</b>	n.d	n.d	nd	Nd
<b>Σ<sub>volátiles</sub></b>	<b>77,5</b>	<b>57,95</b>		

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

En las tablas 4.15 y 4.16 se recogen los valores medios y desviaciones estándar de los compuestos aromáticos determinados en los vinos de Cabernet Sauvignon en las cosechas 2012 y 2013, una vez concluida la fermentación alcohólica y maloláctica.

**Tabla 4.15.-** Medias y desviación estándar de los compuestos aromáticos en los vinos de Cabernet Sauvignon (mg/L) de la cosecha 2012

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>Diacetal</b>	1,30 ± 0,03	1,01 ± 0,02	2,50	0,5680
<b>α- Pinen</b>	1,28 ± 0,03	1,02 ± 0,05	1,7	0,6761
<b>2- Butanol</b>	0,23 ± 0,01	0,22 ± 0,01	3,11	0,8612
<b>1- Propanol</b>	0,60 ± 0,02	0,58 ± 0,03	1,82	0,6211
<b>Etil Isovaleriato</b>	0,43 ± 0,05	0,58 ± 0,29	2,54	0,2312
<b>β –Pinen</b>	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,91	0,7811
<b>Acetato de Isoamilo</b>	0,33 ± 0,02	0,31 ± 0,05	1,61	0,4321
<b>Alcohol Isoamílico</b>	0,94 ± 0,02	0,81 ± 0,01	2,21	0,0899
<b>Acetato de Hexilo</b>	0,67 ± 0,05 <b>b</b>	0,39 ± 0,06 <b>a</b>	33,67	0,0214
<b>Lactato de Etilo</b>	17,60 ± 1,5	14,2 ± 1,60	5,10	0,1421
<b>Cis-3-Hexenol</b>	0,16 ± 0,01	0,14 ± 0,02	4,82	0,3281
<b>Theaspirane</b>	0,49 ± 0,10	0,30 ± 0,05	4,51	0,1891
<b>1-2 Propilenglicol</b>	1,75 ± 0,23	1,35 ± 0,18	2,91	0,0763
<b>Linalol</b>	0,08 ± 0,15	0,05 ± 0,10	3,11	0,5613
<b>5- Metilfurfural</b>	n.d	n.d		
<b>Decanoato de Etilo</b>	0,45 ± 0,10	0,42 ± 0,10	10,71	0,4515
<b>Dietil Succinato</b>	0,62 ± 0,12	0,41 ± 0,10	3,12	0,7821
<b>α- Terpeneol</b>	0,10 ± 0,01 <b>b</b>	0,03 ± 0,01 <b>a</b>	0,98	0,0041
<b>β-Metil-γ-Octolactona</b>	n.d	n.d		
<b>2- Feniletanol</b>	11,70 ± 1,9	11,10 ± 1,6	1,65	0,9811
<b>4- Vinilguayacol</b>	n.d	n.d		
<b>Eugenol</b>	n.d	n.d		
<b>Ácido Decanóico</b>	0,19 ± 0,03	0,13 ± 0,02	2,78	0,0975
<b>Vainillina</b>	n.d	n.d		
<b>Σ<sub>volátiles</sub></b>	39,83	34,38		

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

En los vinos elaborados con la variedad Cabernet Sauvignon tanto en año 2012 como en el 2013, el tipo de depósito afecta significativamente a la concentración de acetato de hexilo y α- terpeneol, que es mayor en los depósitos de acero inoxidable.

**Tabla 4.16.-** Medias y desviación estándar de los compuestos aromáticos en los vinos de Cabernet Sauvignon (mg/L) de la cosecha 2013

	<b>Acero inoxidable</b>	<b>Hormigón</b>	<b>F-ratio</b>	<b>P-value</b>
<b>Diacetal</b>	7,37 ± 2,28	5,90 ± 0,24	0,83	0,4595
<b>α- Pinen</b>	0,93 ± 0,01	0,86 ± 0,07	1,47	0,3498
<b>2- Butanol</b>	0,35 ± 0,11	0,26 ± 0,03	1,32	0,3688
<b>1- Propanol</b>	0,52 ± 0,13	0,29 ± 0,03	6,77	0,1214
<b>Etil Isovaleriato</b>	0,63 ± 0,25	0,78 ± 0,29	0,29	0,6457
<b>β –Pinen</b>	n.d	n.d		
<b>Acetato de Isoamilo</b>	0,88 ± 0,07	0,75 ± 0,01	6,38	0,1265
<b>Alcohol Isoamilico</b>	1,11 ± 0,32	0,53 ± 0,04	6,47	0,1260
<b>Acetato de Hexilo</b>	0,99 ± 0,05 <b>b</b>	0,67 ± 0,06 <b>a</b>	33,25	0,0288
<b>Lactato de Etilo</b>	46,55 ± 19,75	19,88 ± 0,24	3,65	0,1964
<b>Cis-3-Hexenol</b>	0,20 ± 0,00	0,18 ± 0,01	21,57	0,0534
<b>Theaspirane</b>	0,69 ± 0,10	0,90 ± 0,05	7,80	0,1079
<b>1-2 Propilenglicol</b>	1,87 ± 0,25	1,26 ± 0,36	3,85	0,1887
<b>Linalol</b>	0,18 ± 0,05	0,17 ± 0,01	0,08	0,8039
<b>5- Metilfurfural</b>	n.d	n.d		
<b>Decanoato de Etilo</b>	0,36 ± 0,02	0,34 ± 0,03	0,31	0,6335
<b>Dietil Succinato</b>	n.d	n.d		
<b>α- Terpeneol</b>	0,20 ± 0,01 <b>b</b>	0,10 ± 0,01 <b>a</b>	58,56	0,0167
<b>β-Metil-γ-Octolactona</b>	n.d	n.d		
<b>2- Feniletanol</b>	31,32 ± 8,19	31,39 ± 13,97	0,00	0,9954
<b>4- Vinilguayacol</b>	n.d	n.d		
<b>Eugenol</b>	0,30 ± 0,08	0,21 ± 0,01	2,56	0,2508
<b>Ácido Decanóico</b>	0,80 ± 0,02	0,56 ± 0,12	7,59	0,1104
<b>Vainillina</b>	n.d	n.d		
<b>Σ<sub>volátiles</sub></b>	92,24	65,13		

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

Como puede observarse, en los vinos de Tempranillo y de Cabernet Sauvignon (tablas 4.13 a 4.16), el tipo de depósito ha influido en la concentración de los compuestos volátiles estudiados, siendo los vinos fermentados en depósito de acero inoxidable los más aromáticos. Esto podría ser debido a pérdidas aromáticas causadas por oxidación debido a la incorporación de oxígeno que tiene lugar por los poros de los depósitos de hormigón (Escudero *et al.*, 2002; Lambropoulos y Roussis 2007; Ferreira *et al.* 2002).

### 4.3. EVOLUCIÓN DE LOS VINOS CONSERVADOS EN DEPÓSITOS DE ACERO INOXIDABLE, HORMIGÓN Y BARRICAS

Una vez terminada la fermentación maloláctica los vinos se sulfitaron y se mezclaron en un depósito de almacenamiento, en el que permanecieron hasta marzo. Para estudiar la evolución durante su conservación, el vino se introdujo posteriormente en depósitos de 10.000 litros de acero inoxidable y en depósitos de hormigón sin revestir de la misma capacidad, y en cuatro tipos de barricas de roble americano de 225 litros, de distinta edad (barricas nuevas, barricas de un año de uso, barricas de dos años de uso y barricas de tres años de uso). Todas las experiencias se realizaron por triplicado.

#### 4.3.1. COMPOSICIÓN INICIAL DEL VINO

En las tablas 4.17, 4.18 y 4.19, se recogen los valores de los parámetros convencionales del vino resultante de la mezcla de Tempranillo y Cabernet Sauvignon, en las cosechas 2010, 2012 y 2013.

**Tabla 4.17.-** Parámetros convencionales del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2010.

PARÁMETROS CONVENCIONALES DEL VINO INICIAL	
pH	3,76
Acidez volátil (g/L)	0,51
Acidez Total (g/L)	4,76
Azúcares reductores (g/L)	1,52
Ácido Málico (g/L)	0,10
Ácido Láctico (g/L)	1,45
Alcohol etílico (% v/v)	13,86

**Tabla 4.18.-** Parámetros convencionales del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2012.

PARÁMETROS CONVENCIONALES DEL VINO INICIAL	
pH	3,70
Acidez volátil (g/L)	0,68
Acidez Total (g/L)	5,86
Azúcares reductores (g/L)	2,10
Ácido Málico (g/L)	0,10
Ácido Láctico (g/L)	1,87
Alcohol etílico (% v/v)	13,95

**Tabla 4.19.-** Parámetros convencionales del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2013.

<b>PARÁMETROS CONVENCIONALES DEL VINO INICIAL</b>	
<b>pH</b>	3,90 ± 0,05
<b>Acidez volátil (g/L)</b>	0,35 ± 0,04
<b>Acidez Total (g/L)</b>	3,95 ± 0,10
<b>Azúcares reductores (g/L)</b>	1,13 ± 0,06
<b>Ácido Málico (g/L)</b>	0,14 ± 0,01
<b>Ácido Láctico (g/L)</b>	1,51 ± 0,21
<b>Alcohol etílico (% v/v)</b>	13,85 ± 0,30

**Tabla 4.20.-** Composición polifenólica del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2010.

<b>COMPOSICIÓN POLIFENÓLICA DEL VINO INICIAL</b>	
<b>Intensidad Colorante</b>	14,29 ± 0,64
<b>Antocianos Totales (mg/L)</b>	420,50 ± 30,01
<b>Índice de Ionización (%)</b>	11,15 ± 0,59
<b>Índice de PVPP (%)</b>	28,20 ± 1,14
<b>Índice de Polifenoles Totales</b>	64,10 ± 0,70
<b>Taninos condensados (g/L)</b>	2,29 ± 0,29
<b>Índice de DMACH (%)</b>	25,65 ± 2,26
<b>Índice de Etanol (%)</b>	87,30 ± 5,76
<b>Índice de Gelatina (%)</b>	55,23 ± 3,35
<b>Catequinas (mg/L)</b>	350 ± 5

En las tablas 4.20, 4.21 y 4.22 se recogen los valores de los parámetros polifenólicos del vino resultante de la mezcla de Tempranillo y Cabernet Sauvignon, en las cosechas 2010, 2012 y 2013.

Tal como se puede apreciar, los vinos tienen una composición polifenólica que les va a permitir soportar un periodo de envejecimiento, periodo que va a permitirnos dejar los vinos más complejos y más estables. Aunque por su alto pH y su baja acidez total no es muy aconsejable envejecer estos vinos, su alta concentración alcohólica va a permitir su conservación microbiológica.

**Tabla 4.21.-** Composición polifenólica del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2012.

<b>COMPOSICIÓN POLIFENÓLICA DEL VINO INICIAL</b>	
<b>Intensidad Colorante</b>	18,76 ± 0,30
<b>Antocianos Totales (mg/L)</b>	747,25 ± 30,01
<b>Índice de Ionización (%)</b>	34,60 ± 0,59
<b>Índice de PVPP (%)</b>	25,69 ± 1,14
<b>Índice de Polifenoles Totales</b>	64,10 ± 0,70
<b>Taninos condensados (g/L)</b>	4,20 ± 0,20
<b>Índice de DMACH (%)</b>	21,18 ± 2,41
<b>Índice de Etanol (%)</b>	90,60 ± 4,71
<b>Índice de Gelatina (%)</b>	35,54 ± 5,71
<b>Catequinas (mg/L)</b>	830 ± 9

**Tabla 4.22.-** Composición polifenólica del vino resultante de la mezcla de las variedades de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2013.

<b>COMPOSICIÓN POLIFENÓLICA DEL VINO INICIAL</b>	
<b>Intensidad Colorante</b>	15,01 ± 0,05
<b>Tono</b>	63,57 ± 0,25
<b>Antocianos decolorables (mg/L)</b>	680,79 ± 2,06
<b>Antocianos Totales (mg/L)</b>	845,02 ± 20,13
<b>Delfinidina (mg/L)</b>	8,29 ± 0,04
<b>Cianidina (mg/L)</b>	35,05 ± 0,01
<b>Petunidina (mg/L)</b>	50,63 ± 0,11
<b>Peonidina (mg/L)</b>	29,36 ± 0,09
<b>Malvidina (mg/L)</b>	403,15 ± 10,01
<b>Índice de Ionización (%)</b>	40,04 ± 0,89
<b>Índice de PVPP (%)</b>	30,51 ± 2,09
<b>Índice de Polifenoles Totales</b>	67,34 ± 0,47
<b>Polifenoles Totales (mg/L)</b>	1931,07 ± 78,81
<b>Catequinas (mg/L)</b>	348,98 ± 8,67
<b>Taninos condensados (g/L)</b>	2,99 ± 0,16
<b>Índice de DMACH (%)</b>	24,31 ± 0,95
<b>mDP</b>	5,40 ± 0,05
<b>Galoilación</b>	5,17 ± 0,13
<b>PM</b>	1611,93 ± 14,76
<b>Índice de Etanol (%)</b>	11,88 ± 1,45
<b>Índice de Gelatina (%)</b>	61,55 ± 1,14

Las tablas 4.23 y 4.24 muestran la composición aromática del vino resultante de la mezcla de Tempranillo y Cabernet Sauvignon, en las cosechas 2012 y 2013.

**Tabla 4.23.-** Composición aromática del vino resultante de la mezcla de los vinos de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2012.

COMPOSICIÓN AROMÁTICA DEL VINO INICIAL	
Diacetal	1,50 ± 0,33
α- Pinen	1,37 ± 0,01
2- Butanol	0,38 ± 0,07
1- Propanol	0,64 ± 0,13
Etil Isovaleriato	0,40 ± 0,10
β –Pinen	n.d
Acetato de Isoamilo	0,36 ± 0,04
Alcohol Isoamilico	0,48 ± 0,02
Acetato de Hexilo	0,35 ± 0,00
Lactato de Etilo	18,32 ± 7,75
Cis-3-Hexenol	0,20 ± 0,00
Theaspirane	0,48 ± 0,05
1-2 Propilenglicol	0,88 ± 0,12
Linalol	0,18 ± 0,05
5- Metilfurfural	n.d
Decanoato de Etilo	0,37 ± 0,17
Dietil Succinato	0,57 ± 0,27
β-Metil-γ-	n.d
2- Feniletanol	13,35 ± 1,23
4- Vinilguayacol	n.d
Eugenol	n.d
Ácido Decanóico	0,17 ± 0,02
Vainillina	n.d

**Tabla 4.24.-** Composición aromática del vino resultante de la mezcla de los vinos de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en 2013.

COMPOSICIÓN AROMÁTICA DEL VINO INICIAL	
Diacetal	2,02 ± 0,13
α- Pinen	0,98 ± 0,01
2- Butanol	0,40 ± 0,04
1- Propanol	0,14 ± 0,00
Etil Isovaleriato	0,55 ± 0,01
β –Pinen	n.d
Acetato de Isoamilo	0,34 ± 0,13
Alcohol Isoamilico	0,32 ± 0,08
Acetato de Hexilo	0,32 ± 0,00
Lactato de Etilo	14,23 ± 0,94
Cis-3-Hexenol	0,20 ± 0,00
Theaspirane	0,50 ± 0,05
1-2 Propilenglicol	0,61 ± 0,08
Linalol	0,18 ± 0,05
5- Metilfurfural	n.d
Decanoato de Etilo	0,20 ± 0,01
Dietil Succinato.	n.d
β-Metil-γ-	n.d
2- Feniletanol	11,09 ± 0,92
4- Vinilguayacol	n.d
Eugenol	0,17 ± 0,03
Ácido Decanóico	0,25 ± 0,02
Vainillina	n.d

### **4.3.2. EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS DURANTE LA CONSERVACIÓN**

Se ha determinado la composición polifenólica de los vinos mensualmente a lo largo de los seis meses de conservación, durante las tres añadas estudiadas. La evolución de los parámetros polifenólicos del vino se ha estudiado dividiéndolo en cuatro subapartados, en el primero se estudian los parámetros relacionados con el color, un segundo subapartado estudia los parámetros polifenólicos relacionados con los antocianos, un tercero los relacionados con la concentración de polifenoles y el último los parámetros relacionados con la concentración de taninos y sus índices de calidad.

Para cada analítica se realizó un ANOVA simple con la finalidad de establecer si hay diferencias en función del recipiente en el que se realiza la crianza, representándose la curva de evolución en el tiempo para cada uno de los parámetros polifenólicos, con el objetivo de conocer el comportamiento individualizado de cada uno de ellos. Con la información obtenida en el seguimiento de la evolución, se establece cuales son los recipientes más adecuados para conseguir vinos con características fenólicas óptimas, encaminadas a la obtención de vinos de calidad.

#### **4.3.2.1. EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS RELACIONADOS CON EL COLOR**

La evolución del color es un aspecto muy importante, ya que va estar directamente relacionado con estado de los compuestos polifenólicos, y con posibles alteraciones y defectos (Glories, 1978).

##### **4.3.2.1.1 INTENSIDAD COLORANTE**

La Intensidad Colorante es la medida más representativa del color de los vinos, y depende de la concentración de antocianos, pero también del estado en que estos se encuentran (Liao *et al.*, 1992; Mirabel *et al.*, 1999; Santos-Buelga *et al.*, 2001).

En las tablas 4.25 y 4.26 y en la figura 4.13 se muestra la evolución de la Intensidad Colorante a lo largo de la conservación, en los vinos de la cosecha 2010. Podemos apreciar que la Intensidad Colorante disminuye en todos los vinos a lo largo del proceso de conservación. La disminución de la Intensidad Colorante es una tendencia observada en la conservación de todos los vinos, ya que son más rápidas las reacciones de precipitación que las de estabilización del color. En la añada 2010, los vinos conservados en barrica mantienen mejor el color que los conservados en acero inoxidable y hormigón, pero estas diferencias solo son significativas al principio de la conservación. Otros autores, en cambio, observan que los vinos conservados en madera presentan un color superior, que atribuyen a la estabilidad que proporciona la combinación de los antocianos con los taninos, pero también al aporte de componentes de la madera, que pueden actuar como antioxidantes (Gómez-Plaza y Cano-López, 2011).

**Tabla 4.25.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la I.C. en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, en la cosecha 2010

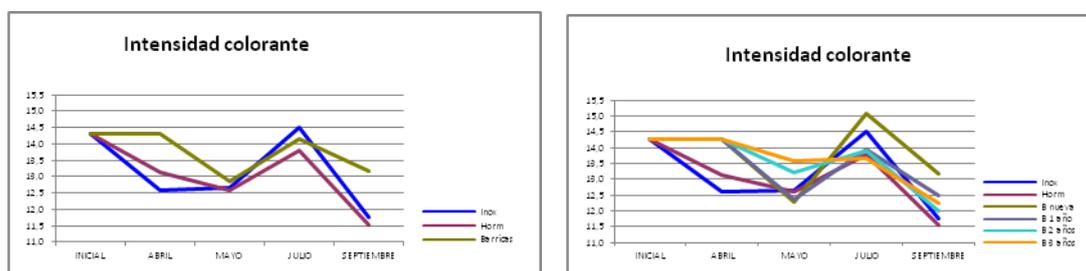
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	14,29 ± 0,64	12,90 ± 0,17	12,66 ± 0,21	12,52 ± 0,39	11,75 ± 0,82
HORMIGÓN	14,29 ± 0,64	13,15 ± 0,15	12,59 ± 1,11	12,29 ± 1,12	11,54 ± 0,48
BARRICAS	14,29 ± 0,64	13,52 ± 0,29	12,99 ± 0,34	12,90 ± 0,36	12,47 ± 0,93
F-ratio		3,38	0,25	0,79	1,80
p-value		0,0665	0,7793	0,4722	0,1986

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.26.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la I. C. en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años, en la cosecha 2010

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	14,29 ± 0,64	12,90 ± 0,17 a	12,66 ± 0,21	12,52 ± 0,39	11,75 ± 0,82
HORMIGÓN	14,29 ± 0,64	13,15 ± 0,15 b	12,59 ± 1,11	12,29 ± 1,12	11,54 ± 0,48
BARRICA NUEVA	14,29 ± 0,64	13,56 ± 0,22 c	12,29 ± 0,41	12,89 ± 0,32	13,18 ± 1,36
BARRICA 1 AÑO	14,29 ± 0,64	13,09 ± 0,46 b	12,88 ± 0,11	12,73 ± 0,59	12,47 ± 0,53
BARRICA 2 AÑOS	14,29 ± 0,64	13,59 ± 0,10 c	13,21 ± 0,34	13,09 ± 0,33	12,01 ± 0,81
BARRICA 3 AÑOS	14,29 ± 0,64	13,87 ± 0,39 c	13,61 ± 0,51	12,87 ± 0,22	12,24 ± 1,03
F-ratio		20,88	2,58	2,63	1,30
p-value		0,0048	0,0828	0,0787	0,3268

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 95%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.13.** Evolución de la Intensidad Colorante durante la conservación, en la cosecha 2010

En las tablas 4.27 y 4.28 y en la figura 4.14 se muestra la evolución de la Intensidad Colorante a lo largo de la conservación, en el vino procedente de la cosecha 2012.

**Tabla 4.27.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, en la cosecha 2012

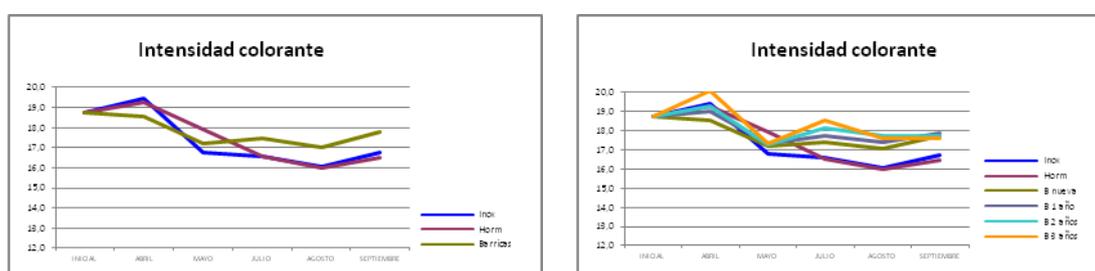
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	18,76 ± 0,30	19,42 ± 0,20	16,77 ± 0,20 <b>a</b>	16,57 ± 0,22 <b>a</b>	16,77 ± 0,57 <b>a</b>
HORMIGÓN	18,76 ± 0,30	19,28 ± 0,13	17,93 ± 0,15 <b>c</b>	16,54 ± 0,25 <b>a</b>	16,48 ± 0,42 <b>a</b>
BARRICAS	18,76 ± 0,30	18,54 ± 0,30	17,19 ± 0,17 <b>b</b>	17,44 ± 0,27 <b>b</b>	17,76 ± 0,59 <b>b</b>
F-ratio		0,13	30,74	23,86	8,14
p-value		0,8757	0,0000	0,0000	0,0040

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.28.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	18,76 ± 0,30	19,42 ± 0,20 <b>b</b>	16,77 ± 0,20 <b>a</b>	16,57 ± 0,22 <b>a</b>	16,77 ± 0,57 <b>a</b>
HORMIGÓN	18,76 ± 0,30	19,28 ± 0,13 <b>b</b>	17,93 ± 0,15 <b>c</b>	16,54 ± 0,25 <b>a</b>	16,48 ± 0,42 <b>a</b>
BARRICA NUEVA	18,76 ± 0,30	18,54 ± 0,30 <b>a</b>	17,19 ± 0,17 <b>b</b>	17,44 ± 0,27 <b>b</b>	17,76 ± 0,59 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	18,76 ± 0,30	19,03 ± 0,08 <b>b</b>	17,35 ± 0,25 <b>b</b>	17,77 ± 0,15 <b>bc</b>	17,86 ± 0,63 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	18,76 ± 0,30	19,31 ± 0,32 <b>b</b>	17,25 ± 0,18 <b>b</b>	18,16 ± 0,09 <b>c</b>	17,72 ± 0,61 <b>b</b>
BARRICA 3 AÑOS	18,76 ± 0,30	20,07 ± 0,34 <b>c</b>	17,31 ± 0,21 <b>b</b>	18,52 ± 0,24 <b>c</b>	17,63 ± 0,83 <b>b</b>
F-ratio		12,30	11,02	43,81	3,69
p-value		0,0002	0,0004	0,0000	0,0444

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito,  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95%; P-value<0,01: diferencias significativas al 99%



. **Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año;  
**B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.14.** Evolución de la Intensidad Colorante durante la conservación, en la cosecha 2012

Podemos observar que en esta añada los vinos conservados en barrica tienen una Intensidad Colorante más elevada que los conservados en acero inoxidable y hormigón, no encontrándose diferencias significativas en función de la edad de la barrica. Resultados similares obtuvieron Oberholster *et al.* (2015) en vinos de Cabernet.

En las tablas 4.29 y 4.30 se muestran los valores medios y desviación estándar de la Intensidad Colorante, en los vinos elaborados en 2013 y conservados en distintos recipiente, considerando conjuntamente y por separado las distintas barricas, y en la figura 4.15 se representa su evolución.

**Tabla 4.29.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la I.C. en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas

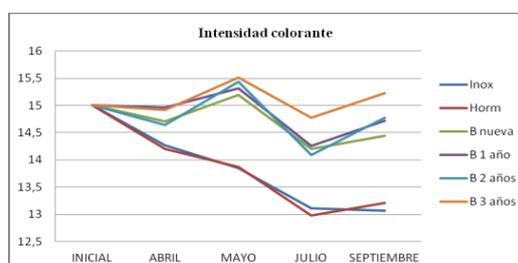
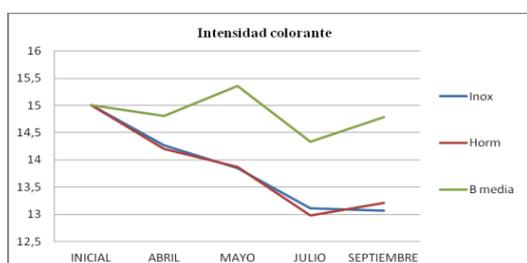
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	15,01 ± 0,25	13,27 ± 0,08 <b>a</b>	13,85 ± 0,24 <b>a</b>	13,11 ± 0,65 <b>a</b>	13,07 ± 0,11 <b>a</b>
HORMIGÓN	15,01 ± 0,25	13,20 ± 0,10 <b>a</b>	13,87 ± 0,11 <b>a</b>	12,98 ± 0,55 <b>a</b>	13,21 ± 0,07 <b>a</b>
BARRICAS	15,01 ± 0,25	14,80 ± 0,13 <b>b</b>	15,36 ± 0,27 <b>b</b>	14,33 ± 0,56 <b>b</b>	14,68 ± 0,19 <b>b</b>
F-ratio		27,63	38,59	24,33	25,67
p-value		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.30.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la I.C. en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	15,01 ± 0,25	13,27± 0,08 <b>a</b>	13,85 ± 0,24 <b>a</b>	13,11 ± 0,65 <b>a</b>	13,07 ± 0,11 <b>a</b>
HORMIGÓN	15,01 ± 0,25	13,20± 0,10 <b>a</b>	13,87 ± 0,11 <b>a</b>	12,98 ± 0,55 <b>a</b>	13,21 ± 0,07 <b>a</b>
BARRICA NUEVA	15,01 ± 0,25	14,71± 0,13 <b>b</b>	15,19 ± 0,67 <b>b</b>	14,20 ± 0,52 <b>b</b>	14,44 ± 0,19 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	15,01 ± 0,25	14,96 ± 0,07 <b>b</b>	15,31 ± 0,15 <b>b</b>	14,26 ± 0,62 <b>b</b>	14,72 ± 0,17 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	15,01 ± 0,25	14,64 ± 0,15 <b>b</b>	15,43 ± 0,14 <b>b</b>	14,09 ± 0,31 <b>b</b>	14,77 ± 0,24 <b>b</b>
BARRICA 3 AÑOS	15,01 ± 0,25	14,92 ± 0,06 <b>b</b>	15,51 ± 0,12 <b>b</b>	14,77 ± 0,80 <b>b</b>	15,22 ± 0,89 <b>b</b>
F-ratio		97,91	68,23	43,08	143,71
p-value		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.15.** Evolución de la I.C. durante la conservación de los vinos de la cosecha 2013

Como se puede observar, también en la añada 2013 se produce una disminución del color de los vinos durante los meses de conservación, ya que se producen reacciones de polimerización y oxidación, que modifican o precipitan la materia colorante. El mayor color se observa en los vinos conservados en barricas, no apreciándose diferencias entre los vinos conservados en barricas nuevas y los conservados en barricas de más edad. La mayor estabilidad observada en los vinos conservados en barrica puede ser debida a que se mantienen los antocianos en forma coloreada debido a las reacciones mediadas por el oxígeno que tienen lugar por incorporación de éste a través de los poros de las barricas, pero también al aporte de taninos elágicos por parte de la madera, que influyen sobre la evolución del color ya que tienen un efecto protector de la oxidación sobre los antocianos que contribuyen al color (Vivas y Glories, 1996; Fernández de Simón y Cadahía, 2006). El aporte de oxígeno que tiene lugar en los depósitos de hormigón no ha sido suficiente para estabilizar el color, ya que no se observan diferencias en el color de los vinos conservados en hormigón y en acero inoxidable.

#### 4.3.2.2. EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS RELACIONADOS CON EL ESTADO Y LA EVOLUCIÓN DE LOS ANTOCIANOS

En este apartado se recoge la evolución de los antocianos decolorables (libres), pormenorizados y totales, así como de los parámetros polifenólicos relacionados con el estado de estos antocianos en los vinos (Zamora, 2003).

##### 4.3.2.2.1. ANTOCIANOS TOTALES

En las tablas 4.31 y 3.32 se muestran los valores medios y la desviación estándar de la concentración de antocianos totales, en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.16 se representa su evolución.

**Tabla 4.31.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los antocianos totales (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, de la cosecha 2010

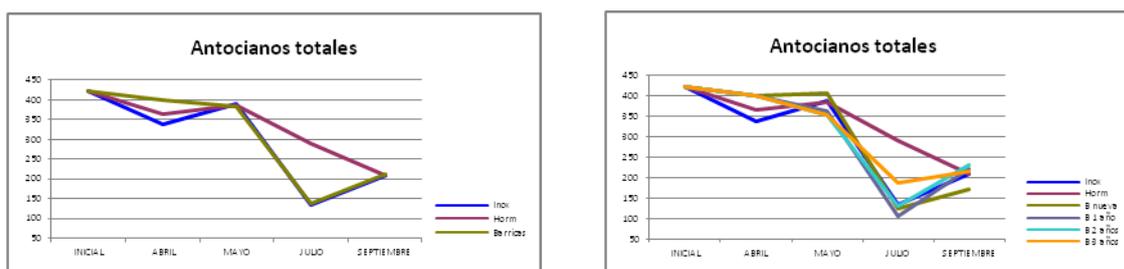
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	420,50 ± 30,01	338,63 ± 24,55 <b>a</b>	393,75 ± 25,09	233,00 ± 12,29 <b>b</b>	206,50 ± 17,20
HORMIGÓN	420,50 ± 30,01	364,00 ± 41,00 <b>ab</b>	379,75 ± 25,63	290,50 ± 25,58 <b>b</b>	200,38 ± 15,11
BARRICAS	420,50 ± 30,01	399,88 ± 23,67 <b>b</b>	381,72 ± 40,99	236,28 ± 15,36 <b>a</b>	212,40 ± 18,03
F-ratio		3,65	0,58	5,68	0,00
p-value		0,0411	0,5711	0,0427	0,9962

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.32.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de antocianos totales (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2010

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	420,50 ± 30,01	338,63 ± 24,55	393,75 ± 25,09	233,00 ± 12,29 <b>b</b>	206,50 ± 17,20 <b>b</b>
HORMIGÓN	420,50 ± 30,01	364,00 ± 41,00	379,75 ± 25,63	290,50 ± 25,58 <b>c</b>	200,38 ± 15,11 <b>b</b>
BARRICA NUEVA	420,50 ± 30,01	399,88 ± 23,67	403,38 ± 10,99	223,38 ± 17,98 <b>ab</b>	220,50 ± 18,03 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	420,50 ± 30,01	399,88 ± 75,92	385,00 ± 52,37	204,13 ± 28,04 <b>ab</b>	222,25 ± 14,81 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	420,50 ± 30,01	399,88 ± 39,81	360,50 ± 55,36	231,25 ± 15,14 <b>ab</b>	227,50 ± 34,47 <b>b</b>
BARRICA 3 AÑOS	420,50 ± 30,01	399,88 ± 22,09	378,00 ± 41,58	186,38 ± 31,83 <b>a</b>	179,38 ± 28,26 <b>a</b>
F-ratio		1,17	1,67	12,07	3,12
p-value		0,3793	0,2165	0,0099	0,0492

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.16.** Evolución de los antocianos totales (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2010

Tal como podemos observar, a medida que transcurre la conservación va disminuyendo la concentración de antocianos totales por precipitación de éstos en el medio. Al principio de la conservación la caída es más lenta en los vinos conservados en barrica, pero al final de la conservación no se observan diferencias significativas entre los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas.

En las tablas 4.33 y 4.34 se muestran los valores medios y la desviación estándar de la concentración de antocianos totales, en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.17 se representa su evolución.

Tampoco en la añada de 2012 se observan diferencias significativas entre los vinos conservados en los distintos recipientes, y esto contrasta con los resultados hallados para la Intensidad Colorante, que es superior en los vinos conservados en barrica. El mayor color de los vinos sin que contengan mayor concentración de antocianos es debido a que una parte importante de ellos están coloreados, en detrimento de los incoloros.

**Tabla 4.33.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los antocianos totales (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, de la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	747,25 ± 0,00	730,51 ± 6,10	700,71 ± 20,90	645,02 ± 9,41	536,16 ± 49,79
HORMIGÓN	747,25 ± 0,00	749,64 ± 3,70	690,87 ± 14,66	629,97 ± 17,95	528,69 ± 30,34
BARRICAS	747,25 ± 0,00	740,94 ± 4,83	678,78 ± 29,07	639,70 ± 22,43	569,29 ± 41,56
F-ratio		70,65	1,35	0,85	3,16
p-value		0,4645	0,1218	0,8025	0,0399

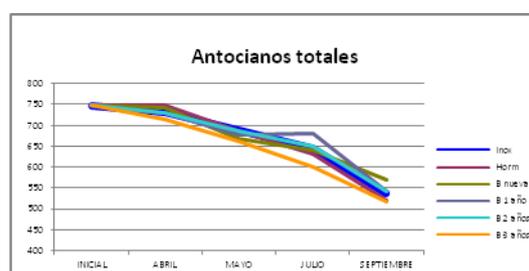
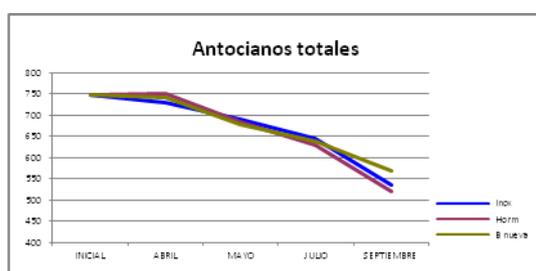
P-value<0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.34.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de antocianos totales (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	747,25 ± 0,00	730,51 ± 6,10	700,71 ± 20,90	645,02 ± 9,41	536,16 ± 49,79
HORMIGÓN	747,25 ± 0,00	749,64 ± 3,70	690,87 ± 14,66	629,97 ± 17,95	528,69 ± 30,34
BARRICA NUEVA	747,25 ± 0,00	740,94 ± 4,83	678,78 ± 29,07	639,70 ± 22,43	569,29 ± 41,56
BARRICA 1 AÑO	747,25 ± 0,00	731,13 ± 5,07	692,90 ± 32,11	681,54 ± 87,10	541,34 ± 22,70
BARRICA 2 AÑOS	747,25 ± 0,00	730,47 ± 5,60	694,96 ± 17,58	649,17 ± 35,89	541,27 ± 29,32
BARRICA 3 AÑOS	747,25 ± 0,00	713,57 ± 20,60	672,70 ± 23,09	598,91 ± 10,72	518,56 ± 20,47
F-ratio		1,18	1,78	3,57	2,08
p-value		0,3443	0,2318	0,0793	0,1880

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito

P-value< 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.17.** Evolución de los antocianos totales (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2012

En las tablas 4.35 y 4.36 se muestran los valores medios y la desviación estándar de la concentración de antocianos totales, en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.18 se representa su evolución.

**Tabla 4.35.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los antocianos totales (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, de la cosecha 2013

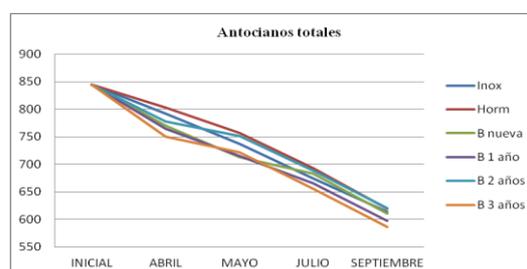
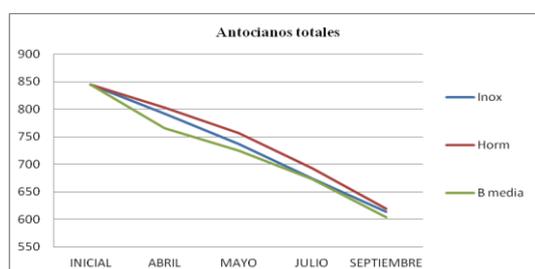
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	845,02 ± 23,13	792,28 ± 12,93 <b>b</b>	736,76 ± 5,25 <b>ab</b>	673,88 ± 19,94	614,45 ± 10,55
HORMIGÓN	845,02 ± 23,13	803,55 ± 2,29 <b>b</b>	756,93 ± 10,59 <b>b</b>	692,74 ± 11,50	619,74 ± 4,83
BARRICAS	845,02 ± 23,13	765,89 ± 5,40 <b>a</b>	725,25 ± 6,08 <b>a</b>	673,29 ± 9,64	618,64 ± 12,05
F-ratio		17,40	5,33	1,77	1,62
p-value		0.0001	0,0179	0,2037	0,2299

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.36.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de antocianos totales (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	845,02 ± 23,13	792,28 ± 12,93 <b>cd</b>	736,76 ± 5,25 <b>b</b>	673,88 ± 19,94	614,45 ± 10,55
HORMIGÓN	845,02 ± 23,13	803,55 ± 2,29 <b>d</b>	756,93 ± 10,59 <b>c</b>	692,74 ± 11,50	619,74 ± 4,83
BARRICA NUEVA	845,02 ± 23,13	770,49 ± 1,91 <b>bc</b>	713,13 ± 1,06 <b>a</b>	683,29 ± 6,50	610,64 ± 11,53
BARRICA 1 AÑO	845,02 ± 23,13	764,18 ± 7,30 <b>b</b>	715,21 ± 3,50 <b>a</b>	665,80 ± 8,55	596,99 ± 7,07
BARRICA 2 AÑOS	845,02 ± 23,13	778,28 ± 5,36 <b>bc</b>	751,32 ± 15,52 <b>c</b>	688,51 ± 13,13	620,16 ± 19,02
BARRICA 3 AÑOS	845,02 ± 23,13	755,91 ± 2,27 <b>a</b>	721,34 ± 4,25 <b>ab</b>	665,57 ± 10,40	586,80 ± 10,61
F-ratio		21,49	19,40	3,94	2,11
p-value		0.0008	0,0240	0,0840	0,0548

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.18.** Evolución de los antocianos totales (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2013

Tal como sucedía en los vinos de las cosechas anteriores, a medida que transcurre la conservación va disminuyendo la concentración de antocianos totales. Inicialmente el descenso es más rápido en los vinos conservados en barrica, pero al final de la

conservación no se observan diferencias significativas entre los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas. Es de destacar también en esta añada el hecho de que los vinos conservados en barricas tengan la mayor Intensidad Colorante, a pesar de que la concentración de antocianos en estos vinos no es significativamente superior que en los conservados en acero inoxidable y hormigón, lo que pone de manifiesto que el color no solo depende de la concentración de antocianos, sino también del estado de éstos en los vinos (Glories, 1978; Vivas *et al.*, 2005).

#### **4.3.2.2. ANTOCIANOS DECOLORABLES**

Los antocianos se encuentra en el vino libres y combinados con otros compuestos, principalmente taninos. Una parte importante de estos antocianos son decolorables por el sulfuroso, entre ellos los antocianos libres y los que se encuentran combinados de forma inestable, no protegidos por otras moléculas, que por tanto son más reactivos y más fáciles de oxidar y decolorar (Vivas *et al.*, 1995). Además, el color de estos antocianos varía en función del pH, mientras que la fracción de antocianos combinados es insensible a la decoloración.

Los antocianos decolorables disminuyen durante la conservación de los vinos, bien por precipitación en el medio, o por transformación en antocianos combinados, mucho más estables, que no son decolorables por el sulfuroso ni están tan expuestos a la oxidación y precipitación (Zamora, 2007).

En las tablas 4.37 y 4.38 y en la figura 4.19 se muestra la evolución de la concentración de antocianos decolorables a lo largo de la conservación, en los vinos de la cosecha 2013, ya que este parámetro solo se determinó en la última añada.

Los resultados muestran una disminución significativa de la concentración de antocianos decolorables a lo largo de la conservación, debido a la formación de moléculas estables antociano-tanino, no decolorables por el sulfuroso, y a los fenómenos de precipitación de materia colorante cuando no se han podido potenciar estas uniones. Este descenso natural de los antocianos durante el periodo de conservación ha sido identificado por numerosos autores (Vivar- Quintana *et al.*, 2002; Tao *et al.*, 2007; Cano-Lopez *et al.*, 2010).

El mayor descenso en la concentración de antocianos decolorables se observa en los vinos conservados en barricas, no encontrándose diferencias significativas entre los vinos conservados en acero inoxidable y hormigón.

Los vinos conservados en barricas presentan los valores más bajos de antocianos decolorables, y en cambio son los que tienen más Intensidad Colorante al final de la conservación, lo que pone de manifiesto la relación inversa entre los antocianos decolorables y el color de los vinos.

**Tabla 4.37.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los antocianos decolorables (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, de la cosecha 2013

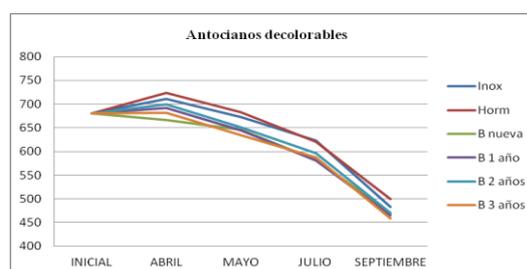
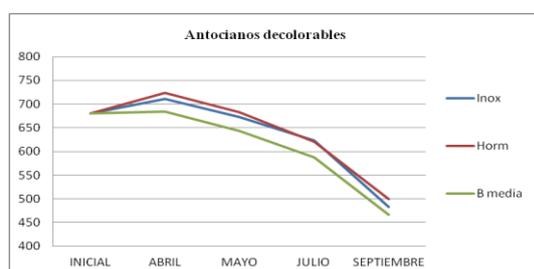
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	680,79 ± 2,06	710,88 ± 8,45 <b>b</b>	672,50 ± 9,35 <b>b</b>	622,71 ± 7,35 <b>b</b>	482,94 ± 3,59 <b>b</b>
HORMIGÓN	680,79 ± 2,06	723,13 ± 12,56 <b>b</b>	682,85 ± 4,17 <b>b</b>	618,46 ± 5,65 <b>b</b>	499,19 ± 6,67 <b>b</b>
BARRICAS	680,79 ± 2,06	684,69 ± 2,05 <b>a</b>	644,05 ± 6,35 <b>a</b>	587,10 ± 5,15 <b>a</b>	466,46 ± 8,15 <b>a</b>
F-ratio		11,82	38,38	29,90	34,57
p-value		0.0008	0,0000	0,0000	0,0000

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.38.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los antocianos decolorables (mg/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	680,79 ± 2,06	710,88 ± 8,45 <b>bc</b>	672,50 ± 9,35 <b>c</b>	622,71 ± 7,35 <b>c</b>	482,94 ± 3,59 <b>c</b>
HORMIGÓN	680,79 ± 2,06	723,13 ± 12,56 <b>c</b>	682,85 ± 4,17 <b>c</b>	620,46 ± 5,65 <b>c</b>	499,19 ± 6,67 <b>c</b>
BARRICA NUEVA	680,79 ± 2,06	666,17 ± 3,02 <b>a</b>	646,65 ± 5,51 <b>ab</b>	582,84 ± 7,68 <b>ab</b>	470,90 ± 5,48 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	680,79 ± 2,06	691,95 ± 13,62 <b>b</b>	644,67 ± 0,96 <b>ab</b>	581,41 ± 2,98 <b>a</b>	465,18 ± 1,01 <b>ab</b>
BARRICA 2 AÑOS	680,79 ± 2,06	699,36 ± 3,68 <b>bc</b>	650,50 ± 5,14 <b>b</b>	596,11 ± 12,34 <b>b</b>	470,43 ± 1,28 <b>b</b>
BARRICA 3 AÑOS	680,79 ± 2,06	681,28 ± 5,08 <b>b</b>	634,38 ± 9,03 <b>a</b>	588,06 ± 9,62 <b>ab</b>	459,35 ± 9,16 <b>a</b>
F-ratio		16,25	25,14	15,54	21,24
p-value		0.0001	0,0000	0,0001	0,0000

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.19.** Evolución de los antocianos decolorables (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2013

#### 4.3.2.2.3. ANTOCIANOS PORMENORIZADOS

Los antocianos pormenorizados se determinaron solamente en los vinos de 2013. Mediante el método propuesto por Hebrero *et al.* (1998), se determina la concentración de delfinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina (tablas 4.39, 4.40, 4.41, 4.42

y 4.43). El antociano más abundante en la uva es la malvidina, siendo la antocianidina más importante del vino tinto y principal responsable de su color. Tal y como ocurre con la práctica totalidad de los antocianos, la evolución de la malvidina tiende a disminuir con el tiempo en todos los depósitos y/o barricas. Los dos primeros meses hay un descenso importante debido a la oxidación de los antocianos (Vivas *et al.*, 1995), y después la disminución se ralentiza. Esto se debe mayoritariamente a la precipitación de la malvidina en general y de los antocianos en particular, y a otros procesos relacionados con la unión a taninos, que permite la estabilización de materia colorante mediante el puente de etilo (Zamora y Canals, 2007).

A diferencia de lo observado en los antocianos totales de los vinos de 2013, en los cuales las diferencias entre los vinos no son significativas, cuando estudiamos de forma individual los distintos antocianos, la mayor parte de ellos tienen una concentración significativamente inferior en los vinos conservados en acero inoxidable.

**Tabla 4.39.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de delphinidina en los vinos de la cosecha de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas (mg/L)

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	8,29 ± 0,04	8,19 ± 0,07	8,99 ± 0,01 a	6,75 ± 0,02 a	7,32 ± 0,04
HORMIGÓN	8,29 ± 0,04	8,42 ± 0,08	10,01 ± 0,09 b	7,39 ± 0,07 b	7,65 ± 0,03
BARRICA NUEVA	8,29 ± 0,04	8,52 ± 0,03	9,45 ± 0,05 a	7,66 ± 0,01 b	7,79 ± 0,07
BARRICA 1 AÑO	8,29 ± 0,04	8,74 ± 0,04	9,18 ± 0,03 a	7,43 ± 0,10 b	7,71 ± 0,09
BARRICA 2 AÑOS	8,29 ± 0,04	8,53 ± 0,10	9,08 ± 0,11 a	7,28 ± 0,05 b	7,63 ± 0,02
BARRICA 3 AÑOS	8,29 ± 0,04	8,50 ± 0,09	9,39 ± 0,06 a	7,46 ± 0,03 b	7,76 ± 0,01
F-ratio		6,01	29,83	30,53	10,82
p-value		0,0548	0,0004	0,0003	0,0558

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.40.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de cianidina en los vinos de la cosecha de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas (mg/L)

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	35,05 ± 0,01	24,48 ± 0,08 a	25,84 ± 0,07 a	19,60 ± 0,03 a	9,45 ± 0,08 a
HORMIGÓN	35,05 ± 0,01	29,49 ± 0,02 b	21,30 ± 0,03 b	23,14 ± 0,02 b	14,61 ± 0,02 b
BARRICA NUEVA	35,05 ± 0,01	26,64 ± 0,03 a	20,94 ± 0,04 b	19,08 ± 0,08 a	15,29 ± 0,09 b
BARRICA 1 AÑO	35,05 ± 0,01	27,73 ± 0,04 ab	18,82 ± 0,07 b	19,86 ± 0,09 a	16,82 ± 0,05 b
BARRICA 2 AÑOS	35,05 ± 0,01	27,83 ± 0,06 ab	18,62 ± 0,06 b	19,55 ± 0,01 a	14,92 ± 0,03 b
BARRICA 3 AÑOS	35,05 ± 0,01	25,37 ± 0,10 ab	19,46 ± 0,05 bc	19,73 ± 0,03 a	16,72 ± 0,07 b
F-ratio		865,86	2356,58	786,24	1888,79
p-value		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.41.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de petunidina en los vinos de la cosecha de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas (mg/L)

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	50,63 ± 0,11	33,97 ± 0,09 a	30,06 ± 0,12 a	25,46 ± 0,08 a	10,77 ± 0,02 a
HORMIGÓN	50,63 ± 0,11	41,49 ± 0,06 b	29,46 ± 0,09 a	30,90 ± 0,09 b	19,28 ± 0,08 b
BARRICA NUEVA	50,63 ± 0,11	36,68 ± 0,10 ab	28,20 ± 0,12 a	25,45 ± 0,11 b	19,62 ± 0,03 b
BARRICA 1 AÑO	50,63 ± 0,11	38,26 ± 0,11 b	25,06 ± 0,10 b	26,34 ± 0,05 b	22,15 ± 0,09 c
BARRICA 2 AÑOS	50,63 ± 0,11	38,28 ± 0,07 b	24,68 ± 0,08 b	26,42 ± 0,04 b	19,65 ± 0,07 b
BARRICA 3 AÑOS	50,63 ± 0,11	35,28 ± 0,06 ab	25,79 ± 0,07 b	26,84 ± 0,06 b	22,51 ± 0,06 c
F-ratio		992,55	560,93	725,03	4486,95
p-value		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.42.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de peonidina en los vinos de la cosecha de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas (mg/L)

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	29,36 ± 0,09	21,90 ± 0,07 a	17,82 ± 0,04 a	16,52 ± 0,03 a	7,83 ± 0,04 a
HORMIGÓN	29,36 ± 0,09	25,43 ± 0,10 b	16,78 ± 0,08 a	19,76 ± 0,08 b	11,92 ± 0,03 b
BARRICA NUEVA	29,36 ± 0,09	23,50 ± 0,01 b	17,19 ± 0,07 a	16,96 ± 0,07 a	12,54 ± 0,09 b
BARRICA 1 AÑO	29,36 ± 0,09	24,06 ± 0,06 b	15,25 ± 0,03 b	16,99 ± 0,07 a	13,61 ± 0,08 b
BARRICA 2 AÑOS	29,36 ± 0,09	23,87 ± 0,08 b	15,04 ± 0,04 b	16,41 ± 0,01 a	12,26 ± 0,08 b
BARRICA 3 AÑOS	29,36 ± 0,09	22,08 ± 0,02 ab	16,54 ± 0,10 ab	16,63 ± 0,06 a	13,12 ± 0,02 c
F-ratio		413,27	281,98	465,34	1084,77
p-value		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

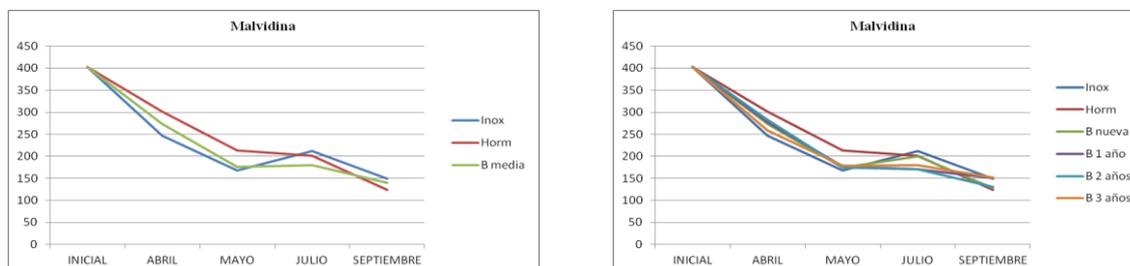
Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.43.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de malvidina en los vinos de la cosecha de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas (mg/L)

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	403,15 ± 10,01	246,07 ± 15,15 a	168,17 ± 16,62 a	212,44 ± 15,61 c	139,65 ± 10,60 a
HORMIGÓN	403,15 ± 10,01	300,75 ± 17,26 b	213,77 ± 10,91 b	200,93 ± 12,8 b	143,17 ± 20,26 b
BARRICA NUEVA	403,15 ± 10,01	273,15 ± 13,96 c	174,04 ± 11,26 a	199,73 ± 9,16 b	148,46 ± 10,18 b
BARRICA 1 AÑO	403,15 ± 10,01	277,65 ± 14,62 c	177,19 ± 13,65 a	171,06 ± 10,78 a	150,53 ± 13,39 b
BARRICA 2 AÑOS	403,15 ± 10,01	283,30 ± 20,90 c	174,18 ± 12,22 a	170,47 ± 11,09 a	130,47 ± 15,19 a
BARRICA 3 AÑOS	403,15 ± 10,01	258,11 ± 11,08 a	179,13 ± 10,92 a	180,03 ± 12,1 ab	141,82 ± 11,5 ab
F-ratio		1,48	1,66	2,12	0,61
p-value		0,0209	0,0464	0,0439	0,0364

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

Cabe destacar que el descenso en la concentración de malvidina (figura 4.20) y en general de todos los antocianos pormenorizados, es menor a lo largo de la evolución cuando los vinos son conservados en depósito de cemento y en barricas nuevas y de un año, debido, probablemente a que la mayor entrada de oxígeno en estos recipientes potencia la mayor polimerización de los antocianos y por tanto su estabilidad.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.20.** Evolución de la malvidina durante la conservación de los vinos de la cosecha 2013

#### 4.3.2.2.4. ÍNDICE DE IONIZACIÓN

El Índice de Ionización hace referencia al porcentaje de antocianos combinados y libres que contribuyen al mantenimiento de los antocianos como catión flavilio, con un mayor aporte del color rojo al color global del vino (Santos-Buelga *et al.*, 2001).

En las tablas 4.44 y 4.45 se muestran los valores medios y la desviación estándar del Índice de Ionización en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.21 se representa su evolución.

Observamos que en los vinos este índice oscila ligeramente durante los seis meses de conservación, no observándose diferencias remarcables en sus valores para los vinos de la cosecha de 2010, aunque en general son los vinos conservados en barricas los que presentan los valores más altos.

**Tabla 4.44.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Ionización en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, de la cosecha 2010

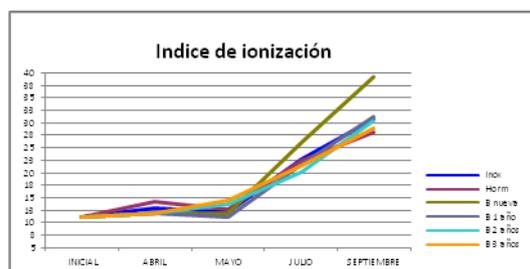
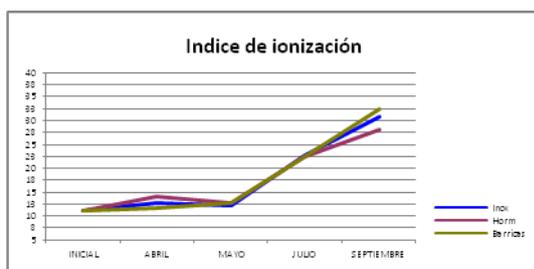
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	28,15 ± 0,59	32,83 ± 0,14 <b>b</b>	31,24 ± 0,75	27,25 ± 2,1	30,76 ± 0,31
HORMIGÓN	28,15 ± 0,59	34,11 ± 1,12 <b>c</b>	31,43 ± 0,82	26,64 ± 3,6	28,76 ± 1,72
BARRICAS	28,15 ± 0,59	31,79 ± 2,32 <b>a</b>	29,96 ± 1,22	24,82 ± 2,1	32,56 ± 1,29
<b>F-ratio</b>		27,42	1,94	1,36	2,72
<b>p-value</b>		0,0008	0,0985	0,2422	0,0685

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.45.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Ionización en los vinos conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2010

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	28,15 ± 0,59	32,83 ± 0,14 <b>b</b>	31,24 ± 0,75	27,25 ± 2,13 <b>b</b>	30,76 ± 0,31
HORMIGÓN	28,15 ± 0,59	34,11 ± 1,12 <b>c</b>	31,43 ± 0,82	26,64 ± 3,61 <b>b</b>	28,76 ± 1,72
BARRICA NUEVA	28,15 ± 0,59	31,79 ± 0,32 <b>a</b>	29,66 ± 0,74	25,13 ± 0,21 <b>b</b>	34,48 ± 1,29
BARRICA 1 AÑO	28,15 ± 0,59	32,19 ± 0,41 <b>a</b>	30,72 ± 1,87	22,21 ± 0,14 <b>a</b>	32,91 ± 2,07
BARRICA 2 AÑOS	28,15 ± 0,59	31,39 ± 0,24 <b>a</b>	29,41 ± 1,45	24,55 ± 0,29 <b>ab</b>	31,91 ± 1,11
BARRICA 3 AÑOS	28,15 ± 0,59	31,57 ± 0,14 <b>a</b>	30,21 ± 1,34	23,42 ± 1,20 <b>a</b>	28,93 ± 1,07
F-ratio		93,26	0,85	81,16	1,18
p-value		0,0000	0,2538	0,0000	0,0875

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.21.** Evolución del Índice de Ionización durante la conservación de los vinos de la cosecha 2010

En las tablas 4.46 y 4.47 se muestran los valores medios y la desviación estándar del Índice de Ionización en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.22 se representa su evolución.

**Tabla 4.46.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Ionización en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas, de la cosecha 2012

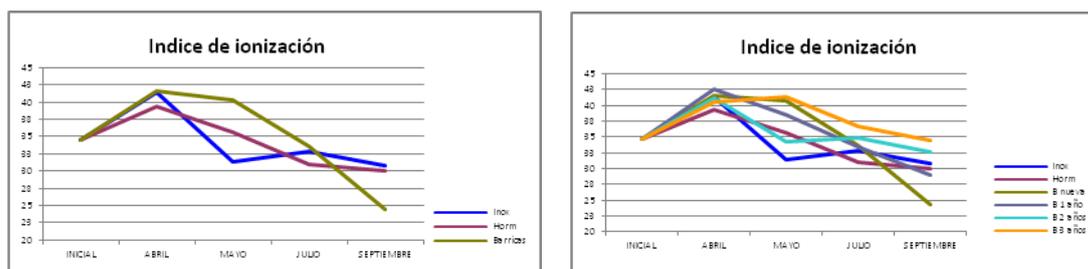
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	34,60 ± 1,03	41,40 ± 1,07	31,78 ± 0,78 <b>a</b>	32,84 ± 1,70	30,76 ± 0,31
HORMIGÓN	34,60 ± 1,03	39,40 ± 0,49	35,89 ± 0,53 <b>b</b>	31,02 ± 1,04	30,01 ± 1,76
BARRICAS	34,60 ± 1,03	41,62 ± 1,00	40,28 ± 1,08 <b>c</b>	33,60 ± 1,14	30,39 ± 1,02
F-ratio		0,49	11,15	2,92	1,64
p-value		0,4550	0,0022	0,1814	0,4068

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.47.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Ionización en los vinos conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	34,60 ± 1,03	41,40 ± 1,07	32,78 ± 0,78 <b>a</b>	32,84 ± 1,70	30,76 ± 0,31 <b>b</b>
HORMIGÓN	34,60 ± 1,03	39,40 ± 0,49	35,89 ± 0,53 <b>b</b>	31,02 ± 1,04	30,01 ± 1,76 <b>b</b>
BARRICA NUEVA	34,60 ± 1,03	41,62 ± 1,00	40,28 ± 1,08 <b>c</b>	33,60 ± 1,14	29,39 ± 1,02 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	34,60 ± 1,03	42,47 ± 0,84	38,37 ± 0,81 <b>bc</b>	33,42 ± 0,87	26,05 ± 0,68 <b>a</b>
BARRICA 2 AÑOS	34,60 ± 1,03	41,12 ± 1,38	34,47 ± 1,64 <b>bc</b>	34,78 ± 1,26	32,55 ± 0,61 <b>c</b>
BARRICA 3 AÑOS	34,60 ± 1,03	40,58 ± 1,04	41,55 ± 1,07 <b>c</b>	36,59 ± 1,12	30,47 ± 2,76 <b>bc</b>
F-ratio		0,72	26,44	3,85	2,86
p-value		0,3244	0,0004	0,0594	0,0288

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.22.** Evolución del Índice de Ionización durante la conservación de los vinos de la cosecha 2012

En las tablas 4.48 y 4.49 se muestran los valores medios y la desviación estándar del Índice de ionización, en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.23 podemos ver su evolución.

**Tabla 4.48.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice de ionización (%) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas

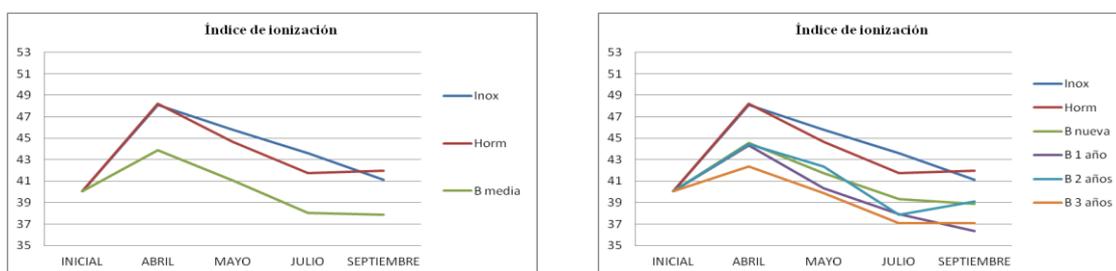
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	40,04 ± 0,89	48,08 ± 2,02 <b>b</b>	45,81 ± 1,46 <b>b</b>	43,60 ± 2,03 <b>b</b>	40,73 ± 2,38
HORMIGÓN	40,04 ± 0,89	48,22 ± 0,37 <b>b</b>	44,69 ± 0,23 <b>b</b>	41,75 ± 0,57 <b>ab</b>	41,96 ± 2,24
BARRICAS	40,04 ± 0,89	43,91 ± 1,25 <b>a</b>	41,09 ± 1,06 <b>a</b>	38,04 ± 0,49 <b>a</b>	37,85 ± 3,30
F-ratio		16,28	20,23	35,01	1,7
p-value		0,0002	0,0001	0,0020	0,0620

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.49.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Ionización (%) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	40,04 ± 0,89	48,08 ± 2,02 <b>b</b>	45,81 ± 1,46 <b>c</b>	43,60 ± 2,03 <b>c</b>	40,73 ± 1,38 <b>b</b>
HORMIGÓN	40,04 ± 0,89	46,22 ± 0,37 <b>b</b>	44,69 ± 0,23 <b>c</b>	41,75 ± 0,57 <b>b</b>	41,96 ± 2,24 <b>b</b>
BARRICA NUEVA	40,04 ± 0,89	44,54 ± 0,97 <b>a</b>	41,77 ± 0,71 <b>ab</b>	39,32 ± 0,21 <b>ab</b>	38,88 ± 0,33 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	40,04 ± 0,89	44,34 ± 0,62 <b>a</b>	40,33 ± 0,69 <b>ab</b>	37,91 ± 0,92 <b>a</b>	36,38 ± 1,79 <b>a</b>
BARRICA 2 AÑOS	40,04 ± 0,89	44,43 ± 2,03 <b>a</b>	42,34 ± 1,49 <b>b</b>	37,86 ± 0,18 <b>a</b>	39,10 ± 2,55 <b>b</b>
BARRICA 3 AÑOS	40,04 ± 0,89	42,34 ± 1,40 <b>a</b>	39,92 ± 1,36 <b>a</b>	37,08 ± 0,67 <b>a</b>	37,06 ± 3,53 <b>b</b>
F-ratio		8,46	13,76	20,34	3,43
p-value		0,0012	0,0001	0,0000	0,0340

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año;  
**B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.23.** Evolución del índice de ionización (%) durante la conservación de los vinos de 2013

Tal como hemos podido observar en los años anteriores, el Índice de Ionización sufre un ligero aumento al principio del período estudiado, para disminuir paulatinamente hasta el final de la conservación, no observándose diferencias significativas entre los vinos en estos primeros seis meses, aunque si se aprecia una tendencia a que sean los vinos conservados en barricas los que presenten los valores inferiores. Según Somers y Evans (1977), el valor del Índice de Ionización para los vinos jóvenes oscila entre el 10 y el 30%, y este valor se incrementa a lo largo del envejecimiento. El corto periodo de tiempo objeto de nuestro estudio no fue suficiente para que el color evolucionase hacia tonalidades más oxidadas, con el consiguiente incremento del Índice de Ionización.

#### 4.3.2.2.5. ÍNDICE DE POLIVINILPIRROLIDONA (PVPP)

El Índice de Polivinilpirrolidona indica el porcentaje de antocianos combinados con los taninos. La mayor concentración de combinaciones antocianos-taninos contribuye al mantenimiento del color rojo del vino, favorece la estabilidad del color evitando oxidaciones, y disminuye la astringencia de los taninos (Blouin, 1977; Vivas *et al.*, 1995).

En las tablas 4.50 y 4.51 se muestran los valores medios y desviación estándar del Índice de PVPP en los vinos de 2010 conservados en los distintos depósitos y barricas, y en la figura 4.24 se representa su evolución.

**Tabla 4.50.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice PVPP (%) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

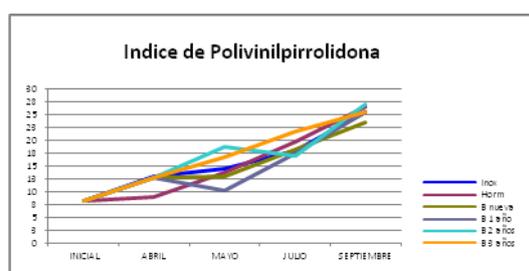
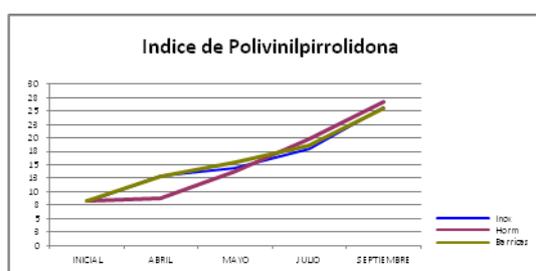
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	8,20 ± 1,14	13,00 ± 6,38 <b>ab</b>	14,15 ± 0,44	17,90 ± 0,31	25,94 ± 0,80
HORMIGÓN	8,20 ± 1,14	8,84 ± 0,71 <b>a</b>	13,74 ± 0,39	19,73 ± 0,46	26,83 ± 0,66
BARRICAS	8,20 ± 1,14	12,85 ± 0,79 <b>b</b>	15,50 ± 1,18	19,68 ± 0,56	27,45 ± 1,38
F-ratio		3,33	0,09	0,085	0,093
p-value		0,0635	0,9158	0,4460	0,4172

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.51.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice PVPP (%) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	8,20 ± 1,14	13,00 ± 6,38	14,15 ± 0,44 <b>a</b>	17,90 ± 0,31 <b>a</b>	25,94 ± 0,80
HORMIGÓN	8,20 ± 1,14	8,84 ± 0,71	13,74 ± 0,39 <b>a</b>	19,73 ± 0,46 <b>b</b>	26,83 ± 0,66
BARRICA NUEVA	8,20 ± 1,14	12,85 ± 0,79	15,33 ± 1,27 <b>b</b>	20,31 ± 0,10 <b>b</b>	28,18 ± 1,88
BARRICA 1 AÑO	8,20 ± 1,14	12,85 ± 1,68	14,91 ± 1,87 <b>b</b>	20,43 ± 0,55 <b>b</b>	27,11 ± 1,32
BARRICA 2 AÑOS	8,20 ± 1,14	12,85 ± 0,35	19,25 ± 1,00 <b>d</b>	17,03 ± 1,14 <b>a</b>	26,22 ± 1,61
BARRICA 3 AÑOS	8,20 ± 1,14	12,85 ± 1,18	16,34 ± 0,67 <b>c</b>	21,75 ± 0,45 <b>c</b>	25,32 ± 0,72
F-ratio		1,07	47,98	26,28	1,21
p-value		0,4255	0,0000	0,0000	0,0954

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año;  
**B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.24.** Evolución del índice de PVPP (%) durante la evolución de los vinos de 2010

En las tablas 4.52 y 4.53 se muestran los valores medios y desviación estándar del Índice de PVPP en los vinos de la cosecha 2012 conservados en los distintos depósitos y barricas, y en la figura 4.25 se representa su evolución.

**Tabla 4.52.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice PVPP (%) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

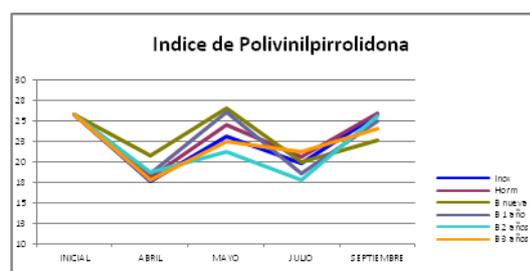
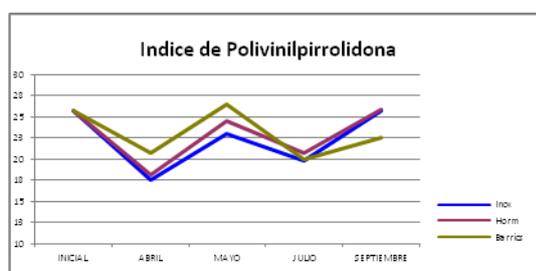
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	25,69 ± 1,61	17,62 ± 0,83 a	22,87 ± 2,66	19,86 ± 3,37	25,94 ± 0,80
HORMIGÓN	25,69 ± 1,61	18,11 ± 0,56 a	24,20 ± 0,77	20,66 ± 1,29	26,41 ± 0,79
BARRICAS	25,69 ± 1,61	20,76 ± 1,61	25,21 ± 3,19	21,03 ± 2,89	24,73 ± 1,83
F-ratio		3,22	1,16	0,62	2,48
p-value		0,0742	0,1816	0,3840	0,2624

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.53.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice PVPP (%) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	25,69 ± 1,61	17,62 ± 0,83	22,87 ± 1,66	19,86 ± 3,37	25,94 ± 0,80
HORMIGÓN	25,69 ± 1,61	18,11 ± 0,56	24,20 ± 0,77	20,66 ± 1,29	26,41 ± 0,79
BARRICA NUEVA	25,69 ± 1,61	20,76 ± 1,61	26,21 ± 3,19	22,03 ± 2,89	25,61 ± 1,83
BARRICA 1 AÑO	25,69 ± 1,61	18,58 ± 0,90	25,57 ± 2,84	19,59 ± 1,99	25,73 ± 1,39
BARRICA 2 AÑOS	25,69 ± 1,61	18,72 ± 0,59	20,96 ± 2,89	17,72 ± 1,33	25,26 ± 2,35
BARRICA 3 AÑOS	25,69 ± 1,61	17,71 ± 1,18	23,08 ± 1,32	21,24 ± 0,46	22,33 ± 1,03
F-ratio		1,95	3,64	2,16	0,66
p-value		0,4426	0,2648	0,1872	0,8888

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año;  
**B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.25.** Evolución del índice de PVPP (%) durante la evolución de los vinos de 2012

En las tablas 4.54 y 4.55 se muestran los valores medios y desviación estándar del Índice de PVPP en los vinos de la cosecha 2013 conservados en los distintos depósitos y barricas, y en la figura 4.26 se representa su evolución.

**Tabla 4.54.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice PVPP (%) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

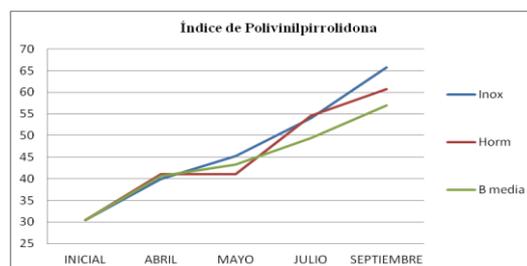
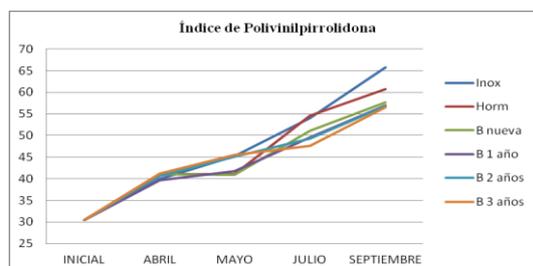
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	30,51 ± 2,09	39,96 ± 3,29	45,22 ± 1,16 <b>b</b>	54,05 ± 2,22	63,78 ± 3,53
HORMIGÓN	30,51 ± 2,09	41,02 ± 2,56	41,04 ± 1,68 <b>a</b>	54,58 ± 3,09	60,77 ± 3,88
BARRICAS	30,51 ± 2,09	40,65 ± 1,61	43,32 ± 2,70 <b>b</b>	49,40 ± 3,78	57,02 ± 4,08
F-ratio		0,21	3,09	2,27	3,36
p-value		0,8097	0,0752	0,0632	0,0854

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.55.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice PVPP (%) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	30,51 ± 2,09	39,96 ± 3,29	45,22 ± 1,16 <b>b</b>	54,05 ± 2,22 <b>b</b>	63,78 ± 3,53 <b>b</b>
HORMIGÓN	30,51 ± 2,09	41,02 ± 2,56	41,04 ± 1,68 <b>a</b>	54,18 ± 3,09 <b>b</b>	61,77 ± 3,88 <b>b</b>
BARRICA NUEVA	30,51 ± 2,09	41,11 ± 1,32	40,89 ± 1,11 <b>a</b>	54,18 ± 2,79 <b>b</b>	61,63 ± 3,41 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	30,51 ± 2,09	39,67 ± 1,49	41,71 ± 2,81 <b>a</b>	49,54 ± 5,62 <b>b</b>	57,90 ± 4,00 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	30,51 ± 2,09	40,64 ± 1,11	45,13 ± 2,11 <b>b</b>	49,35 ± 4,13 <b>b</b>	56,89 ± 4,22 <b>ab</b>
BARRICA 3 AÑOS	30,51 ± 2,09	41,19 ± 2,52	45,57 ± 0,79 <b>b</b>	47,56 ± 1,60 <b>a</b>	54,56 ± 2,10 <b>a</b>
F-ratio		0,26	13,74	7,61	7,77
p-value		0,9285	0,0001	0,0030	0,0018

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.26.** Evolución del índice de PVPP (%) durante la evolución de los vinos de 2013

El porcentaje de antocianos combinados con los taninos, valorados por el Índice de Polivinilpirrolidona, se incrementa durante la conservación de forma paralela a la desaparición de los antocianos libres o decolorables, y estas nuevas estructuras contribuyen a la estabilidad del color de los vinos (Blouin, 1977; Vivas, 1995). Como podemos observar, los vinos en barrica muestran valores ligeramente superiores de este índice, pero estas diferencias no son significativas, en contra de lo que podría esperarse, ya que la microoxigenación que tiene lugar a través de los poros de las barricas, y también del hormigón, tendría que favorecer las combinaciones antociano-tanino, en mayor medida que si los vinos se conservan en acero inoxidable (Glories, 1995; Moutounet, 2000; Vivas *et al.*, 2005).

#### 4.3.2.3. EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA EVOLUCIÓN DE LOS POLIFENOLES TOTALES

##### 4.3.2.3.1. ÍNDICE DE POLIFENOLES TOTALES (IPT)

Este Índice, muy sencillo de valorar y por tanto muy utilizado en las bodegas, permite clasificar los vinos en función de su riqueza fenólica.

En las tablas 4.56 y 4.57 se muestran los valores medios del Índice de Polifenoles Totales (IPT) y su desviación estándar, en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.27 se representa su evolución.

Los vinos conservados en barrica muestran mayor IPT que los vinos conservados en acero inoxidable, situándose los vinos conservados en hormigón en una posición intermedia. Los vinos conservados en barrica presentan valores superiores de IPT, debido por un lado al aporte de polifenoles de las barricas, especialmente taninos elágicos, siendo más evidente esta situación cuando se trata de barricas nuevas o con muy poco uso, y por otro a la mayor estabilidad de los polifenoles al intervenir estos en reacciones mediadas por el oxígeno, lo que justificaría también el comportamiento del hormigón.

**Tabla 4.56.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y media barricas

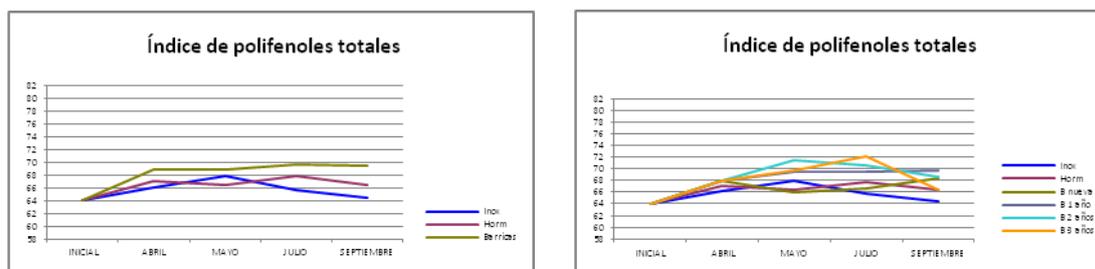
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	64,10 ± 0,70	66,10 ± 2,01	67,90 ± 1,15	65,70 ± 2,34 a	64,40 ± 2,25 a
HORMIGÓN	64,10 ± 0,70	67,00 ± 1,73	66,50 ± 2,87	67,80 ± 2,31 ab	66,50 ± 3,50 ab
BARRICAS	64,10 ± 0,70	68,00 ± 1,73	68,92 ± 2,42	69,77 ± 1,99 b	69,42 ± 2,5 b
F-ratio		1,90	0,98	3,13	5,63
p-value		0,1844	0,3975	0,0463	0,0432

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.57.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	64,10 ± 0,70	66,10 ± 2,01	67,90 ± 1,15 <b>ab</b>	65,70 ± 2,34 <b>a</b>	64,40 ± 2,25 <b>a</b>
HORMIGÓN	64,10 ± 0,70	67,00 ± 1,73	66,50 ± 2,87 <b>ab</b>	67,80 ± 2,31 <b>b</b>	66,50 ± 3,50 <b>ab</b>
BARRICA NUEVA	64,10 ± 0,70	68,00 ± 1,73	66,00 ± 3,61 <b>a</b>	67,70 ± 3,84 <b>b</b>	68,45 ± 2,31 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	64,10 ± 0,70	68,00 ± 1,73	69,50 ± 3,28 <b>b</b>	69,60 ± 1,51 <b>b</b>	69,70 ± 3,46 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	64,10 ± 0,70	68,00 ± 1,73	71,40 ± 1,22 <b>b</b>	70,60 ± 0,69 <b>b</b>	68,60 ± 1,51 <b>b</b>
BARRICA 3 AÑOS	64,10 ± 0,70	68,00 ± 1,73	69,80 ± 1,59 <b>b</b>	72,20 ± 1,93 <b>b</b>	66,40 ± 2,25 <b>ab</b>
F-ratio		0,61	4,25	14,77	64,73
p-value		0,6465	0,0187	0,0001	0,0040

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.27.** Evolución del Índice de Polifenoles Totales durante la conservación de los vinos de 2010

En las tablas 4.58 y 4.59 se muestran los valores medios del IPT y su desviación estándar, en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando conjuntamente y por separado las distintas barricas, y en la figura 4.28 se representa su evolución.

**Tabla 4.58.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y la media de barricas

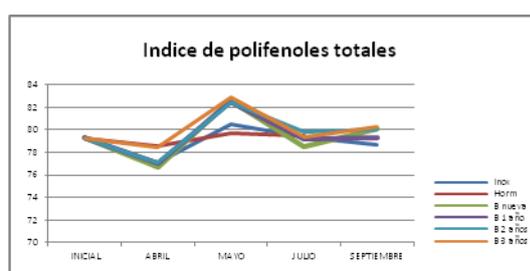
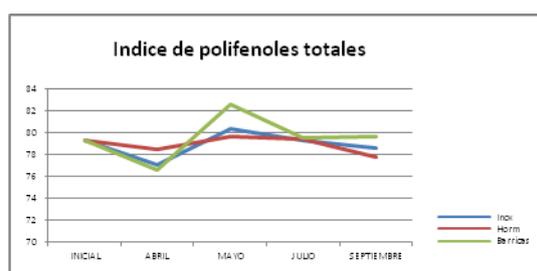
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	79,30 ± 0,69	77,07 ± 0,67	80,45 ± 0,79	79,34 ± 0,42 <b>a</b>	78,63 ± 0,43 <b>a</b>
HORMIGÓN	79,30 ± 0,69	78,55 ± 0,65	79,69 ± 0,67	79,45 ± 0,99 <b>a</b>	77,76 ± 0,49 <b>a</b>
BARRICAS	79,30 ± 0,69	76,67 ± 0,46	82,60 ± 1,08	81,24 ± 0,33 <b>b</b>	80,36 ± 1,53 <b>b</b>
F-ratio		2,44	1,75	0,08	1,36
p-value		0,1622	0,6255	0,7876	0,4750

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.59.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	79,30 ± 0,69	77,07 ± 0,67	80,45 ± 0,79	79,34 ± 0,42	78,63 ± 0,43 <b>a</b>
HORMIGÓN	79,30 ± 0,69	78,55 ± 0,65	79,69 ± 0,67	79,45 ± 0,99	77,76 ± 0,49 <b>a</b>
BARRICA NUEVA	79,30 ± 0,69	76,67 ± 0,46	82,60 ± 1,08	81,54 ± 0,33	80,86 ± 1,53 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	79,30 ± 0,69	77,04 ± 0,28	82,44 ± 0,61	81,18 ± 0,40	79,80 ± 0,82 <b>ab</b>
BARRICA 2 AÑOS	79,30 ± 0,69	77,08 ± 0,28	82,44 ± 1,03	79,81 ± 0,53	79,99 ± 0,73 <b>b</b>
BARRICA 3 AÑOS	79,30 ± 0,69	78,45 ± 0,69	82,86 ± 1,00	80,95 ± 0,68	80,69 ± 1,40 <b>b</b>
F-ratio		0,38	0,85	0,46	1,75
p-value		0,645	0,3436	0,2040	0,5654

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año;  
**B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.28.** Evolución del Índice de Polifenoles Totales durante la conservación de los vinos de 2012

En las tablas 4.60 y 4.61 se muestran los valores medios del Índice de Polifenoles Totales y su desviación estándar, en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.29 se representa su evolución.

**Tabla 4.60.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y la media de barricas

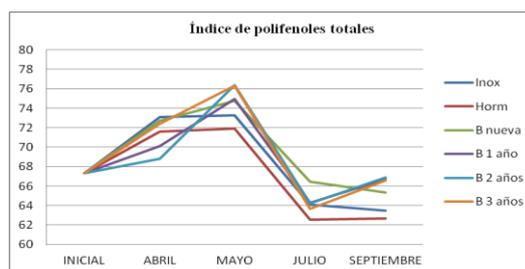
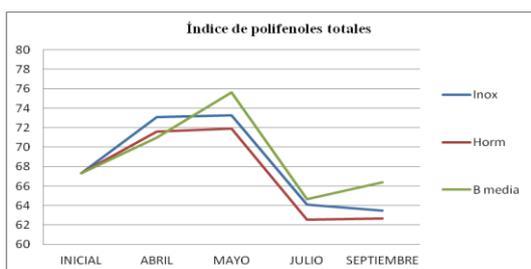
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	67,34 ± 0,47	73,10 ± 2,04	73,29 ± 0,14 <b>a</b>	64,13 ± 2,28 <b>ab</b>	63,47 ± 0,20 <b>a</b>
HORMIGÓN	67,34 ± 0,47	71,60 ± 2,54	71,90 ± 2,06 <b>a</b>	62,58 ± 1,28 <b>a</b>	62,67 ± 0,57 <b>a</b>
BARRICAS	67,34 ± 0,47	71,00 ± 1,22	75,61 ± 0,89 <b>b</b>	64,67 ± 1,40 <b>b</b>	66,39 ± 0,72 <b>b</b>
F-ratio		1,18	12,95	1,79	35,56
p-value		0.3343	0,0005	0,2000	0,0000

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.61.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	67,34 ± 0,47	73,10 ± 2,04 <b>a</b>	73,09 ± 0,14 <b>a</b>	64,13 ± 2,28 <b>ab</b>	63,47 ± 0,20 <b>a</b>
HORMIGÓN	67,34 ± 0,47	71,60 ± 2,54 <b>a</b>	71,90 ± 2,06 <b>a</b>	62,58 ± 1,28 <b>a</b>	62,67 ± 0,57 <b>a</b>
BARRICA NUEVA	67,34 ± 0,47	72,70 ± 1,19 <b>b</b>	74,79 ± 1,55 <b>b</b>	66,47 ± 2,04 <b>b</b>	65,36 ± 0,91 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	67,34 ± 0,47	70,11 ± 0,50 <b>ab</b>	79,95 ± 0,80 <b>b</b>	64,31 ± 1,32 <b>ab</b>	66,71 ± 0,48 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	67,34 ± 0,47	68,79 ± 1,08 <b>ab</b>	76,38 ± 0,73 <b>b</b>	64,25 ± 0,78 <b>ab</b>	66,91 ± 0,75 <b>b</b>
BARRICA 3 AÑOS	67,34 ± 0,47	72,42 ± 2,11 <b>ab</b>	76,32 ± 0,49 <b>b</b>	63,68 ± 1,47 <b>ab</b>	66,60 ± 0,74 <b>b</b>
F-ratio		2,87	6,83	1,86	23,39
p-value		0,0637	0,0031	0,1720	0,0000

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.29.** Evolución del Índice de Polifenoles Totales durante la conservación de los vinos de 2013

En los vinos de la añada 2013 se observa que el IPT se incrementa durante los primeros meses, para disminuir posteriormente por precipitación de los polifenoles hasta valores similares a los del principio. Los vinos conservados en barrica son los que presentan un valor mayor de este índice, ya que su caída puede estar compensada, por el aporte de elagitaninos de la madera (Esteruelas *et al.*, 2006), y quizás también por que se produce una menor precipitación por la polimerización inducida por la microoxigenación que tiene lugar a través de los poros de la madera y del espacio interduela (Cano-Lopez *et al.*, 2006; Perez-Magariño *et al.*, 2007).

#### 4.3.2.3.2. CONCENTRACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES

En las tablas 4.62 y 4.63 se muestran los valores medios de la concentración de polifenoles totales (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.30 se representa su evolución.

**Tabla 4.62.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles totales (mg/L) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y la media de las barricas

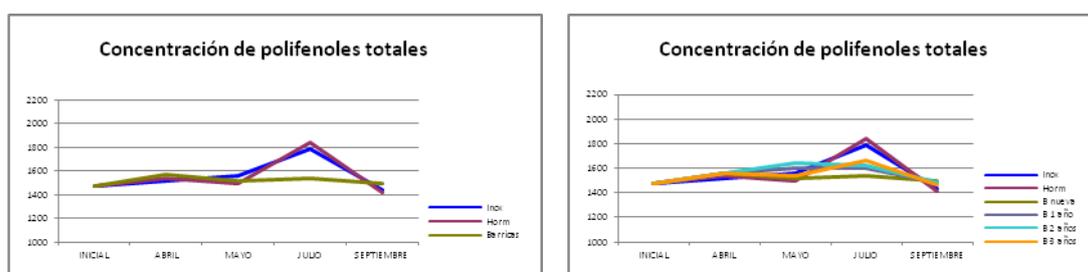
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	1.474,00 ± 70	1.520,00 ± 20,1	1.561,00 ± 19,2	1.787,00 ± 18,0	1.435,20 ± 14 a
HORMIGÓN	1.474,00 ± 70	1.541,00 ± 17,3	1.495,00 ± 16,5	1.844,00 ± 14,7	1.434,50 ± 46,0 a
BARRICAS	1.474,00 ± 70	1.564,00 ± 15,6	1.518,00 ± 18,4	1.534,00 ± 19,5	1.492,70 ± 47,4 b
F-ratio		2,13	1,15	26,18	3,72
p-value		0,2730	0,4218	0,0000	0,0462

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.63.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles totales (mg/L) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	1.474,00 ± 70	1.520,00 ± 20,1	1.561,00 ± 19,2 c	1.787,00 ± 18,0 ab	1.435,20 ± 14
HORMIGÓN	1.474,00 ± 70	1.541,00 ± 17,3	1.495,00 ± 16,5 a	1.844,00 ± 14,7 a	1.434,50 ± 46,0
BARRICA NUEVA	1.474,00 ± 70	1.568,12 ± 18,2	1.526,32 ± 13,3 ab	1.512,00 ± 13,21 b	1.492,70 ± 47,4
BARRICA 1 AÑO	1.474,00 ± 70	1.555,32 ± 16,7	1.520,12 ± 14,6 ab	1.500,00 ± 16,54 b	1.488,10 ± 27,6
BARRICA 2 AÑOS	1.474,00 ± 70	1.563,62 ± 11,3	1.532,00 ± 12,73 b	1.490,024 ± 18,6 b	1.485,80 ± 8,5
BARRICA 3 AÑOS	1.474,00 ± 70	1.569,21 ± 13,28	1.518,63 ± 18,2 ab	1.478,00 ± 18,4 ab	1.460,50 ± 12,54
F-ratio		1,16	3,86	4,72	2,16
p-value		0,4688	0,0386	0,0424	0,1874

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.30.** Evolución de la concentración de polifenoles totales (mg/L) en la conservación de los vinos de 2010

Los resultados encontrados son similares a los comentados para el IPT, puesto que las dos pruebas valoran la totalidad de los compuestos polifenólicos presentes en los vinos. Tal como observamos, la mayor concentración de polifenoles totales corresponde a los vinos conservados en barrica, especialmente cuando la conservación se realiza en barricas nuevas o de un año, situándose los vinos conservados en hormigón en una posición intermedia. Este comportamiento también se observó en las otras añadas.

En las tablas 4.64 y 4.65 se muestran los valores medios de la concentración de polifenoles totales (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, y en la figura 4.31 se representa su evolución.

**Tabla 4.64.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles totales (mg/L) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y la media de las barricas

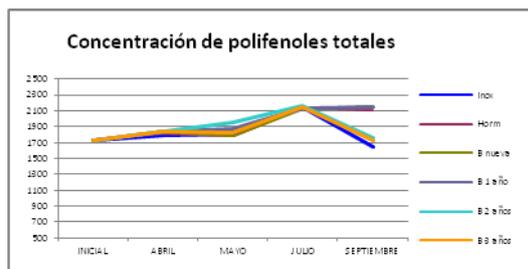
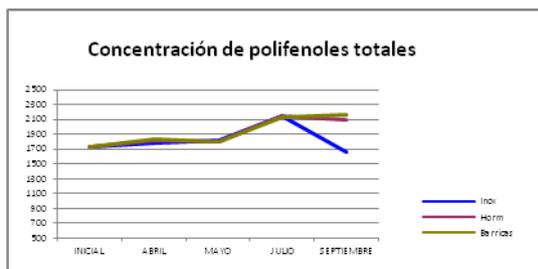
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	1.730,00 ± 70	1.784,70 ± 230,1	1.812,00 ± 13,7	2142,00 ± 21,0	1.649,20 ± 18,44 <b>a</b>
HORMIGÓN	1.730,00 ± 70	1.809,00 ± 18,4	1.788,75 ± 17,5	2145,00 ± 18,8	2099,50 ± 6,32 <b>b</b>
BARRICAS	1.730,00 ± 70	1.836,00 ± 12,73	1.790,00 ± 14,3	2120,58 ± 17,2	2161,70 ± 7,44 <b>c</b>
F-ratio		3,16	2,45	4,76	18,70
p-value		0,0876	0,1825	0,0542	0,0004

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.65.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles totales (mg/L) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	1.730,00 ± 70	1.784,70 ± 230	1.812,00 ± 13,7 <b>ab</b>	2142,00 ± 21,0	1.649,20 ± 18,44 <b>a</b>
HORMIGÓN	1.730,00 ± 70	1.809,00 ± 18,4	1.788,75 ± 17,5 <b>b</b>	2145,00 ± 18,82	2099,50 ± 6,32 <b>b</b>
BARRICA NUEVA	1.730,00 ± 0,70	1.836,00 ± 1,73	1.790,00 ± 13,3 <b>ab</b>	2120,58 ± 11,12	2161,70 ± 4,74 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	1.730,00 ± 0,70	1.836,00 ± 1,73	1.869,75 ± 19,2 <b>b</b>	2137,86 ± 16,85	2141,10 ± 13,41 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	1.730,00 ± 0,70	1.836,00 ± 1,73	1.956,70 ± 16,5 <b>c</b>	2154,87 ± 13,71	1765,80 ± 4,60 <b>a</b>
BARRICA 3 AÑOS	1.730,00 ± 0,70	1.836,00 ± 1,73	1.827,90 ± 13,3 <b>b</b>	2142,45 ± 11,74	1718,55 ± 9,74 <b>a</b>
F-ratio		3,46	6,18	3,18	6,55
p-value		0,0944	0,0344	0,1624	0,0088

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.31.** Evolución de la concentración de polifenoles (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2012

En las tablas 4.66 y 4.67 se muestran los valores medios de la concentración de polifenoles totales (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando las barricas conjuntamente y por separado; y en la figura 4.32 se representa su evolución.

**Tabla 4.66.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles totales (mg/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas

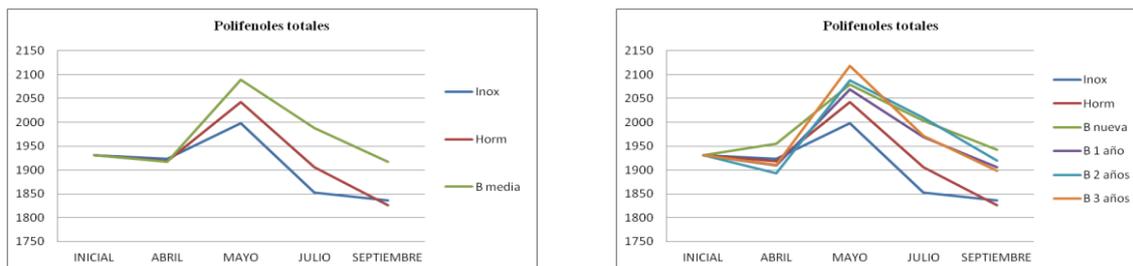
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	1931,02 ± 78,81	1922,99 ± 8,26	1998,59 ± 7,79 a	1852,60 ± 38,24 a	1828,64 ± 18,48 a
HORMIGÓN	1931,02 ± 78,81	1924,72 ± 4,77	2042,97 ± 15,64 b	1905,44 ± 31,66 b	1842,61 ± 18,90 a
BARRICAS	1931,02 ± 78,81	1917,06 ± 12,11	2088,82 ± 5,48 c	1988,29 ± 25,21 c	1916,57 ± 33,69 b
F-ratio		0,07	31,79	26,62	15,44
p-value		0,9332	0,0000	0,0000	0,0002

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.67.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles totales (mg/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	1931,02 ± 78,8	1922,99 ± 8,2 a	1998,59 ± 7,7 a	1852,60 ± 38,2 a	1828,64 ± 18,4 a
HORMIGÓN	1931,02 ± 78,8	1924,72 ± 4,7 a	2042,97 ± 15,6 b	1905,44 ± 31,6 b	1842,61 ± 18,9 a
BARRICA NUEVA	1931,02 ± 78,8	1954,64 ± 36,4 b	2079,57 ± 9,8 c	2003,38 ± 9,9 c	1942,99 ± 27,2 b
BARRICA 1 AÑO	1931,02 ± 78,8	1909,43 ± 3,8 a	2069,11 ± 1,9 c	1969,35 ± 27,8 c	1905,25 ± 30,9 b
BARRICA 2 AÑOS	1931,02 ± 78,8	1893,69 ± 3,7 a	2087,69 ± 6,1 c	2009,28 ± 30,3 c	1919,27 ± 44,1 b
BARRICA 3 AÑOS	1931,02 ± 78,8	1910,50 ± 5,7 a	2118,93 ± 3,9 c	1971,16 ± 33,2 c	1898,79 ± 32,4 b
F-ratio		5,07	66,77	12,57	7,28
p-value		0,0099	0,0006	0,0002	0,0024

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.32.** Evolución de la concentración de polifenoles (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2013

El comportamiento de la concentración de polifenoles totales es similar en las tres añadas estudiadas, ya que inicialmente se incrementan ligeramente y sufren una caída los últimos meses hasta valores inferiores a los del principio. De todos ellos, son los conservados en barrica los que presentan la mayor concentración. Los vinos conservados en depósitos de hormigón mantienen un comportamiento intermedio a lo largo de la conservación, pero en los últimos meses sufren un descenso más acusado que en los depósitos de acero inoxidable, lo que ocasiona que no se observen diferencias entre estos vinos y los conservados en acero inoxidable.

#### 4.3.2.4. EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA CONCENTRACIÓN Y ESTADO DE LOS TANINOS

En este apartado se va a estudiar la concentración de catequinas y taninos en los vinos, pero también los parámetros relacionados con su estado y calidad.

##### 4.3.2.4.1. CONCENTRACIÓN DE CATEQUINAS

En las tablas 4.68 y 4.69 se muestran los valores medios de la concentración de catequinas en los vinos de 2010 conservados en los distintos tipos de depósitos y barricas, y en la figura 4.33 se representa su evolución.

**Tabla 4.68.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas (mg/L) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y la media de las barricas

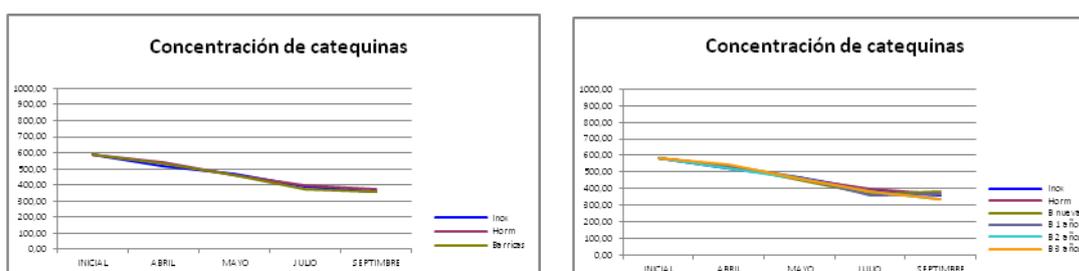
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	585 ± 51	520 ± 12	470 ± 33	390 ± 16	360 ± 54
HORMIGÓN	585 ± 51	540 ± 10	460 ± 14	398 ± 33	370 ± 43
BARRICAS	585 ± 51	536 ± 57	458 ± 19	372 ± 17	355 ± 71
F-ratio		0,05	0,74	0,01	0,22
p-value		0,9549	0,4921	0,9870	0,8076

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.69.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas (mg/L) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	585 ± 51	520 ± 12	470 ± 33	390 ± 16	360 ± 54
HORMIGÓN	585 ± 51	540 ± 10	460 ± 14	398 ± 33	370 ± 43
BARRICA NUEVA	585 ± 51	540 ± 57	450 ± 19	370 ± 17	380 ± 71
BARRICA 1 AÑO	585 ± 51	540 ± 23	470 ± 65	363 ± 32	370 ± 60
BARRICA 2 AÑOS	585 ± 51	520 ± 42	460 ± 10	385 ± 54	340 ± 42
BARRICA 3 AÑOS	585 ± 51	543 ± 25	460 ± 14	380 ± 60	340 ± 12
F-ratio		2,89	0,02	0,01	1,93
p-value		0,0612	0,9999	0,9999	0,1629

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.33.** Evolución de la concentración de catequinas (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2010

En las tablas 4.70 y 4.71 se muestran los valores medios de la concentración de catequinas en los vinos de 2012 conservados en los distintos tipos de depósitos y barricas, y en la figura 4.34 se representa su evolución.

**Tabla 4.70.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas (mg/L) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y la media de las barricas

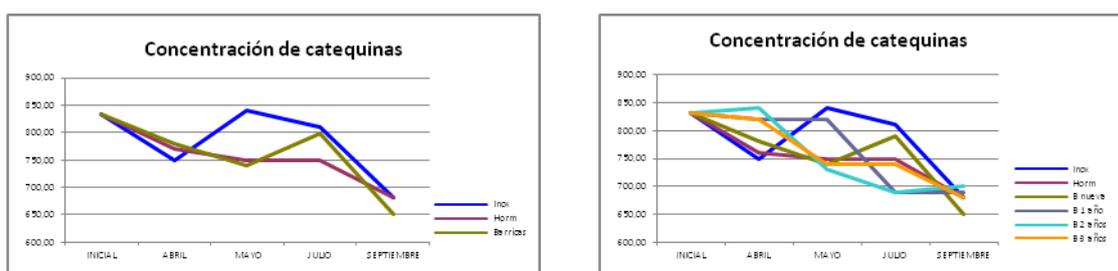
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	830 ± 9	750 ± 10 a	732 ± 13	708 ± 7 a	683 ± 5
HORMIGÓN	830 ± 9	760 ± 11 a	750 ± 7	750 ± 8 b	680 ± 6
BARRICAS	830 ± 9	814 ± 5 b	757 ± 8	727 ± 10 ab	678 ± 13
F-ratio		3,16	28,16	14,16	3,68
p-value		0,0346	0,0874	0,0006	0,0626

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.71.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas (mg/L) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	830 ± 9	750 ± 10 a	732 ± 13 a	708 ± 7 a	683 ± 5 b
HORMIGÓN	830 ± 9	760 ± 11 a	750 ± 7 a	750 ± 8 b	680 ± 6 b
BARRICA NUEVA	830 ± 9	834 ± 5 c	820 ± 8 b	790 ± 10 c	700 ± 13 b
BARRICA 1 AÑO	830 ± 9	820 ± 2 c	740 ± 3 a	690 ± 14 a	690 ± 7 b
BARRICA 2 AÑOS	830 ± 9	780 ± 2 b	730 ± 8 a	690 ± 13 a	650 ± 7 a
BARRICA 3 AÑOS	830 ± 9	820 ± 2 c	740 ± 6 a	740 ± 6 b	675 ± 6 b
F-ratio		18,45	8,72	14,26	2,56
p-value		0,0002	0,0042	0,0004	0,0388

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
 P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.34.** Evolución de la concentración de catequinas (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2012

En las tablas 4.72 y 4.73 se muestran los valores medios de la concentración de catequinas en los vinos de 2013 conservados en los distintos tipos de depósitos y barricas, y en la figura 4.35 se representa su evolución.

**Tabla 4.72.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas (mg/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y la media de las barricas

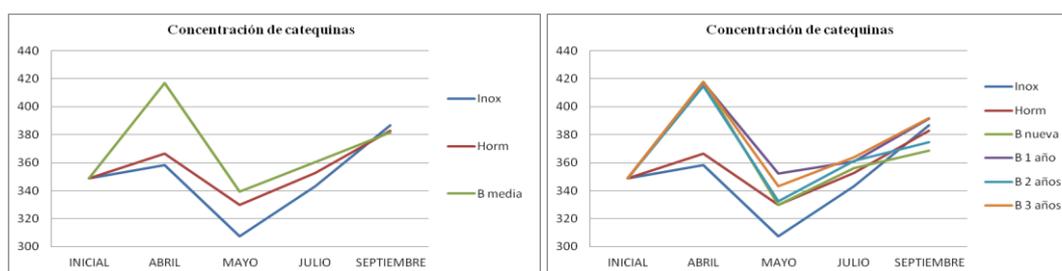
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	488,98 ± 8,67	386,84 ± 7,12	358,20 ± 62,59 a	348,02 ± 8,76	309,50 ± 9,74
HORMIGÓN	488,98 ± 8,67	382,89 ± 14,24	366,50 ± 7,34 a	352,81 ± 7,77	329,80 ± 8,30
BARRICAS	488,98 ± 8,67	381,79 ± 11,60	376,98 ± 14,68b	358,65 ± 5,63	339,36 ± 3,72
F-ratio		0,16	8,79	4,93	4,32
p-value		0,8509	0,0030	0,0598	0,0623

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
 P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.73.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas (mg/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	488,98 ± 8,67	386,84 ± 7,12	358,20 ± 62,5 a	348,02 ± 8,76	309,50 ± 9,74
HORMIGÓN	488,98 ± 8,67	382,89 ± 14,24	366,50 ± 7,34 a	352,81 ± 7,77	329,80 ± 8,30
BARRICANUEVA	488,98 ± 8,67	361,79 ± 11,60	342,98 ± 14,6b	341,65 ± 5,63	339,36 ± 3,72
BARRICA 1 AÑO	488,98 ± 8,67	376,42 ± 15,15 b	352,21 ± 6,68 c	351,03 ± 6,91	321,60 ± 15,48
BARRICA 2 AÑOS	488,98 ± 8,67	379,00 ± 27,08 b	369,25 ± 0,80 b	361,42 ± 6,27	314,83 ± 8,78
BARRICA 3 AÑOS	488,98 ± 8,67	381,87 ± 2,84 b	343,26 ± 2,03 c	336,81 ± 4,89	331,97 ± 9,62
F-ratio		2,89	25,83	2,14	2,04
p-value		0.0655	0,0000	0,0944	0,1453

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año;  
**B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4. 35.** Evolución de la concentración de catequinas (mg/L) durante la conservación de los vinos de 2013

Las catequinas junto con otros taninos monómeros, son la base de los flavanoles, que se polimerizan dando lugar a los taninos condensados. Tal como podemos observar, la concentración de catequinas va disminuyendo en el transcurso de la fermentación, no observándose una tendencia clara en función del depósito de fermentación, ya que no se observan diferencias significativas entre los vinos conservados en los distintos depósitos. Las catequinas, además de polimerizarse dando lugar a taninos condensados, intervienen en reacciones entre aldehídos y flavanoles como catequinas o antocianos, dando lugar a aductos de catequinas alquilantocianos o aductos de catequinas (Es-Safi *et al.*, 2000). Además, los compuestos de la madera también reaccionan con los compuestos flavonoides generando nuevos pigmentos (Cano- López *et al.*, 2007; McRae *et al.*, 2015).

#### 4.3.2.4.2. TANINOS CONDENSADOS TOTALES

En las tablas 4.74 y 4.75 se recoge la concentración de taninos condensados totales (g/L) de los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.36 se representa su evolución.

**Tabla 4.74.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de taninos condensados totales (g/L) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

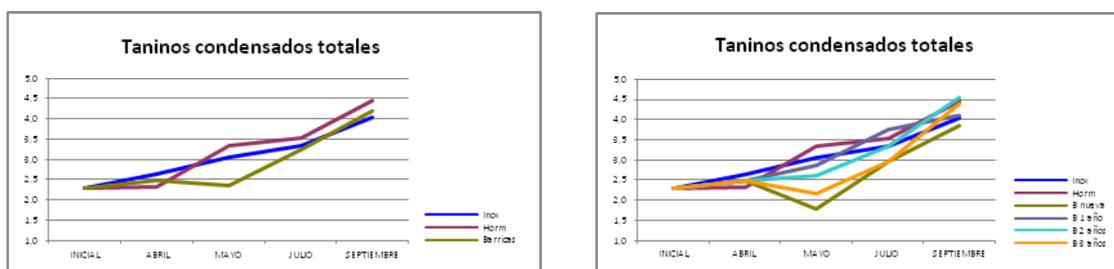
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	2,29 ± 0,29	2,63 ± 0,11	3,09 ± 0,07 <b>b</b>	3,34 ± 0,10	3,98 ± 0,20
HORMIGÓN	2,29 ± 0,29	2,32 ± 0,16	3,31 ± 0,06 <b>b</b>	3,52 ± 0,38	4,27 ± 0,40
BARRICAS	2,29 ± 0,29	2,47 ± 0,14	2,35 ± 0,08 <b>a</b>	3,24 ± 0,54	4,21 ± 0,39
F-ratio		1,83	4,43	0,31	0,84
p-value		0,1944	0,0315	0,7396	0,4503

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.75.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de taninos condensados totales (g/L) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	2,29 ± 0,29	2,63 ± 0,11	3,09 ± 0,07 <b>c</b>	3,34 ± 0,10	3,98 ± 0,20
HORMIGÓN	2,29 ± 0,29	2,32 ± 0,16	3,31 ± 0,06 <b>c</b>	3,52 ± 0,38	4,27 ± 0,40
BARRICA NUEVA	2,29 ± 0,29	2,47 ± 0,14	1,80 ± 0,20 <b>a</b>	2,96 ± 0,91	4,00 ± 0,33
BARRICA 1 AÑO	2,29 ± 0,29	2,47 ± 0,41	2,86 ± 0,10 <b>c</b>	3,75 ± 0,52	4,06 ± 0,51
BARRICA 2 AÑOS	2,29 ± 0,29	2,47 ± 0,07	2,59 ± 0,6 <b>b</b>	3,32 ± 0,39	4,45 ± 0,46
BARRICA 3 AÑOS	2,29 ± 0,29	2,47 ± 0,27	2,16 ± 0,05 <b>b</b>	2,96 ± 0,36	4,33 ± 0,28
F-ratio		0,59	19,67	1,19	2,00
p-value		0,7111	0,0000	0,3939	0,1502

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año;  
**B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.36.** Evolución de taninos condensados totales (g/L) durante la conservación de los vinos de 2010

Las tablas 4.76 y 4.77 recogen los valores medios de la concentración de taninos condensados totales (g/L) y su desviación estándar, en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando la media de estas; y en la figura 4.37 se representa su evolución.

**Tabla 4.76.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de taninos condensados totales (g/L) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

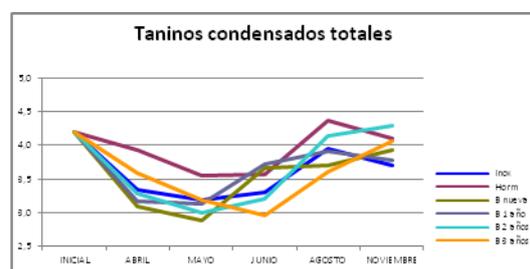
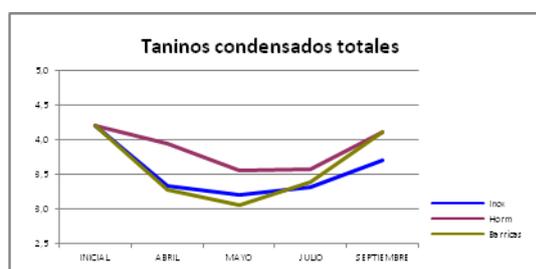
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	4,20 ± 0,29	3,34 ± 0,63	3,20 ± 0,20 <b>ab</b>	3,31 ± 0,16	3,71 ± 0,28 <b>a</b>
HORMIGÓN	4,20 ± 0,29	3,93 ± 0,24	3,55 ± 0,41 <b>b</b>	3,58 ± 0,42	4,10 ± 0,55 <b>b</b>
BARRICAS	4,20 ± 0,29	3,28 ± 0,56	3,05 ± 0,22 <b>a</b>	3,38 ± 0,38	4,01 ± 0,35 <b>b</b>
F-ratio		2,16	6,65	3,64	6,18
p-value		0,2745	0,0098	0,0716	0,0264

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.77.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de taninos condensados totales (g/L) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	4,20 ± 0,29	3,34 ± 0,63	3,20 ± 0,20 <b>ab</b>	3,31 ± 0,16	3,71 ± 0,28 <b>a</b>
HORMIGÓN	4,20 ± 0,29	3,93 ± 0,24	3,55 ± 0,41 <b>b</b>	3,58 ± 0,42	4,10 ± 0,55 <b>b</b>
BARRICA NUEVA	4,20 ± 0,29	3,10 ± 0,66	2,89 ± 0,22 <b>a</b>	3,66 ± 0,12	3,93 ± 0,35 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	4,20 ± 0,29	3,17 ± 0,23	3,12 ± 0,47 <b>a</b>	3,72 ± 0,51	3,77 ± 0,17 <b>ab</b>
BARRICA 2 AÑOS	4,20 ± 0,29	3,29 ± 0,76	2,99 ± 0,75 <b>a</b>	3,21 ± 0,28	4,29 ± 0,66 <b>c</b>
BARRICA 3 AÑOS	4,20 ± 0,29	3,59 ± 0,32	3,19 ± 0,10 <b>ab</b>	2,96 ± 0,36	4,06 ± 0,20 <b>b</b>
F-ratio		1,65	4,16	4,65	3,86
p-value		0,4856	0,0416	0,0684	0,0412

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año;  
**B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.37.** Evolución de taninos condensados totales (g/L) durante la conservación de los vinos de 2012

En las tablas 4.78 y 4.79 se recogen los valores medios de la concentración de taninos condensados totales (g/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.38 se representa su evolución.

**Tabla 4.78.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de taninos condensados totales (g/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

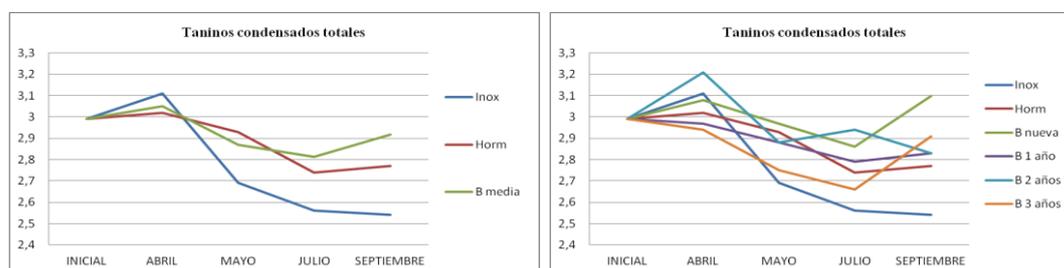
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	2,99 ± 0,16	3,11 ± 0,24	2,69 ± 0,09 a	2,56 ± 0,27 a	2,54 ± 0,07 a
HORMIGÓN	2,99 ± 0,16	3,02 ± 0,14	2,93 ± 0,09 b	2,74 ± 0,08 b	2,77 ± 0,21 b
BARRICAS	2,99 ± 0,16	3,05 ± 0,18	3,72 ± 0,12 b	2,86 ± 0,05 b	3,10 ± 0,10 c
F-ratio		0,007	3,25	2,26	5,71
p-value		0,9332	0,0472	0,0387	0,0143

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.79.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de taninos condensados totales (g/L) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	2,99 ± 0,16	3,11 ± 0,24	2,69 ± 0,09 a	2,56 ± 0,27	2,54 ± 0,07 a
HORMIGÓN	2,99 ± 0,16	3,02 ± 0,14	2,93 ± 0,09 b	2,74 ± 0,08	2,77 ± 0,21 b
BARRICA NUEVA	2,99 ± 0,16	3,08 ± 0,26	2,97 ± 0,19 b	2,86 ± 0,12	3,10 ± 0,09 c
BARRICA 1 AÑO	2,99 ± 0,16	2,97 ± 0,58	2,88 ± 0,06 ab	2,79 ± 0,13	2,83 ± 0,08 b
BARRICA 2 AÑOS	2,99 ± 0,16	3,21 ± 0,31	2,88 ± 0,07 ab	2,94 ± 0,26	2,83 ± 0,11 b
BARRICA 3 AÑOS	2,99 ± 0,16	2,94 ± 0,11	2,75 ± 0,13 ab	2,66 ± 0,05	2,91 ± 0,30 bc
F-ratio		0,3	2,73	1,81	3,59
p-value		0,9052	0,0716	0,1853	0,0324

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año;  
**B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.38.** Evolución de taninos condensados totales (g/L) durante la conservación de los vinos de 2013

Como podemos observar, la concentración de taninos oscila entre el descenso por precipitación y el incremento por polimerización. Los vinos conservados en barricas presentan a partir del segundo mes los valores más elevados de taninos condensados,

especialmente los conservados en barrica nueva, correspondiendo a los vinos en acero inoxidable los valores más bajos, y a los de hormigón los intermedios. Las barricas de madera, especialmente las nuevas, y en menor medida el hormigón, permiten esta microoxigenación que trae como consecuencia un mayor incremento en la polimerización de los flavanoles y la formación de polímeros a partir de monómeros de flavanoles como las catequinas anteriormente citadas (García *et al.*, 2006; Sartini *et al.*, 2007).

#### 4.3.2.4.3. ÍNDICE DE ETANOL

El Índice de etanol nos indica el porcentaje de taninos combinados con polisacáridos, y su valor en los vinos de la cosecha 2010 se recoge en las tablas 4.80 y 4.81, y en la figura 4.39 se representa su evolución.

**Tabla 4.80.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Etanol (%) en los vinos de la cosecha 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

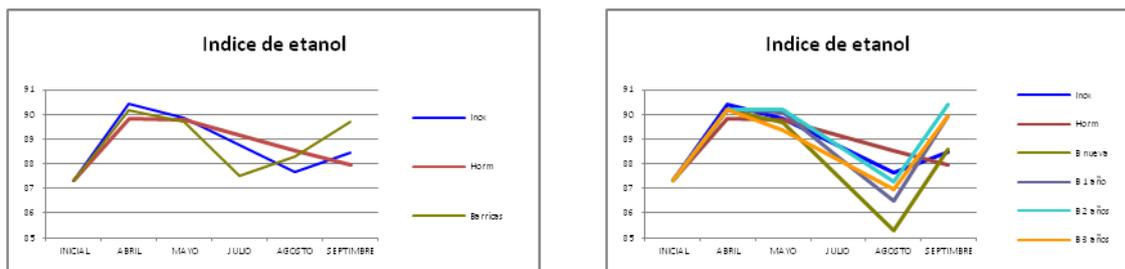
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	87,30 ± 5,76	90,42 ± 6,87	89,84 ± 3,26	88,74 ± 3,94	85,46 ± 7,63 <b>a</b>
HORMIGÓN	87,30 ± 5,76	89,85 ± 2,34	89,76 ± 4,80	89,14 ± 4,79	87,97 ± 3,33 <b>a</b>
BARRICAS	87,30 ± 5,76	90,17 ± 3,14	89,83 ± 6,2	89,50 ± 4,34	92,72 ± 4,2 <b>b</b>
F-ratio		0,02	0,00	0,08	5,11
p-value		0,9808	0,9998	0,9272	0,0398

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.81.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	87,30 ± 5,76	90,42 ± 6,87	89,84 ± 3,26	88,74 ± 3,94	85,46 ± 7,63 <b>a</b>
HORMIGÓN	87,30 ± 5,76	89,85 ± 2,34	89,76 ± 4,80	89,14 ± 4,79	87,97 ± 3,33 <b>a</b>
BARRICA NUEVA	87,30 ± 5,76	90,17 ± 3,14	89,70 ± 9,85	87,50 ± 1,59	94,72 ± 4,2 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	87,30 ± 5,76	90,17 ± 3,07	90,07 ± 0,97	88,28 ± 3,71	92,95 ± 4,90 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	87,30 ± 5,76	90,17 ± 4,34	90,20 ± 3,64	88,72 ± 5,38	90,40 ± 2,34 <b>ab</b>
BARRICA 3 AÑOS	87,30 ± 5,76	90,17 ± 1,30	89,37 ± 10,53	88,18 ± 6,68	89,92 ± 6,04 <b>a</b>
F-ratio		0,01	0,01	0,05	6,05
p-value		1,0000	1,0000	0,9898	0,0277

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.39.** Evolución del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2010 conservados en los diferentes recipientes

En las tablas 4.82 y 4.83 se recogen los valores medios y tratamiento estadístico del Índice de etanol de los vinos de la cosecha 2012, y en la figura 4.40 se representa su evolución.

**Tabla 4.82.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Etanol (%) en los vinos de la cosecha 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

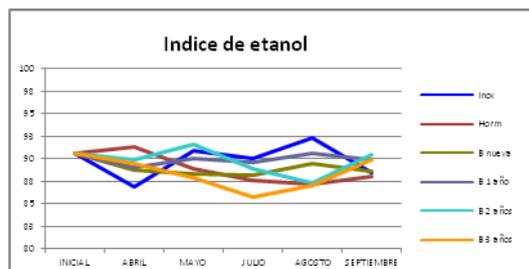
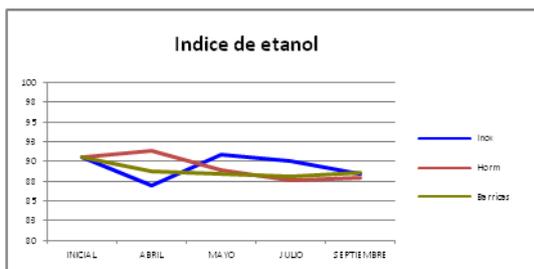
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	90,60 ± 4,71	86,91 ± 4,91	90,87 ± 1,71	90,11 ± 3,58	88,46 ± 7,63
HORMIGÓN	90,60 ± 4,71	91,31 ± 1,69	88,90 ± 4,50	87,55 ± 3,65	87,97 ± 8,33
BARRICAS	90,60 ± 4,71	89,28 ± 2,72	89,48 ± 5,16	89,36 ± 3,52	89,72 ± 6,5
F-ratio		1,08	0,66	2,14	1,36
p-value		0,6648	0,8896	0,4560	0,6078

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,0 : diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.83.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	90,60 ± 4,71	86,91 ± 4,91 a	90,87 ± 1,71	90,11 ± 3,58	85,46 ± 7,63
HORMIGÓN	90,60 ± 4,71	91,31 ± 1,69 b	88,90 ± 4,50	87,55 ± 3,65	87,97 ± 8,33
BARRICA NUEVA	90,60 ± 4,71	88,74 ± 0,72 b	88,37 ± 9,16	88,16 ± 1,52	88,60 ± 11,74
BARRICA 1 AÑO	90,60 ± 4,71	89,01 ± 1,41 b	90,07 ± 0,97	89,68 ± 2,42	89,95 ± 4,90
BARRICA 2 AÑOS	90,60 ± 4,71	89,85 ± 4,07 b	91,57 ± 1,83	88,95 ± 5,42	90,40 ± 2,34
BARRICA 3 AÑOS	90,60 ± 4,71	89,53 ± 0,72 b	87,90 ± 9,71	85,75 ± 3,91	89,92 ± 6,04
F-ratio		3,18	0,18	0,66	1,18
p-value		0,0466	0,8684	0,4862	0,3638

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.40.** Evolución del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2012 conservados en los diferentes recipientes

En las tablas 4.84 y 4.85 se recogen los valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Etanol de los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y en barricas y en la figura 4.41 se representa su evolución.

**Tabla 4.84.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

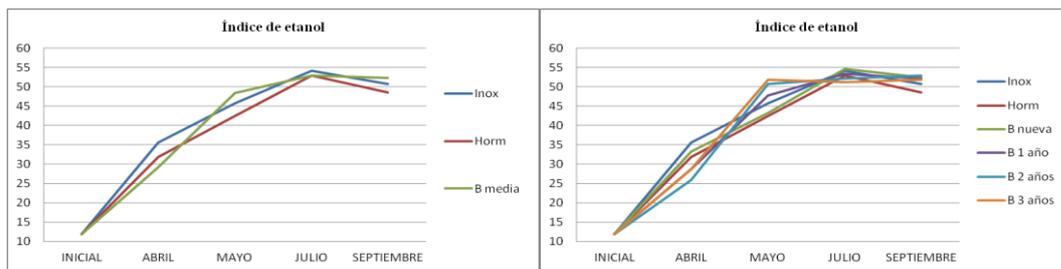
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	11,88 ± 1,45	35,64 ± 1,57 <b>b</b>	45,72 ± 1,08 <b>ab</b>	54,26 ± 1,52	50,82 ± 1,24 <b>a</b>
HORMIGÓN	11,88 ± 1,45	31,81 ± 2,74 <b>ab</b>	42,46 ± 1,19 <b>a</b>	52,35 ± 1,33	48,64 ± 2,36 <b>a</b>
BARRICAS	11,88 ± 0,00	29,19 ± 1,87 <b>a</b>	48,44 ± 0,85 <b>b</b>	52,89 ± 1,07	52,35 ± 0,72 <b>b</b>
F-ratio		5,82	4,69	0,88	12,67
p-value		0.0135	0,0262	0,4353	0,0006

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.85.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	11,88 ± 1,45	35,64 ± 1,57 <b>b</b>	45,72 ± 1,08 <b>b</b>	52,26 ± 1,52 <b>a</b>	50,82 ± 1,24 <b>a</b>
HORMIGÓN	11,88 ± 1,45	31,81 ± 2,74 <b>ab</b>	42,46 ± 1,19 <b>a</b>	52,35 ± 1,33 <b>a</b>	48,64 ± 2,36 <b>a</b>
BARRICA NUEVA	11,88 ± 1,45	33,33 ± 1,69 <b>b</b>	43,25 ± 1,48 <b>a</b>	54,64 ± 1,36 <b>b</b>	53,94 ± 0,93 <b>c</b>
BARRICA 1 AÑO	11,88 ± 1,45	28,77 ± 2,74 <b>a</b>	47,84 ± 0,94 <b>c</b>	53,49 ± 1,36 <b>b</b>	52,14 ± 0,48 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	11,88 ± 1,45	26,01 ± 0,99 <b>a</b>	50,84 ± 0,30 <b>d</b>	53,22 ± 0,23 <b>b</b>	52,88 ± 0,78 <b>b</b>
BARRICA 3 AÑOS	11,88 ± 1,45	28,68 ± 2,06 <b>a</b>	51,85 ± 0,70 <b>d</b>	53,21 ± 2,35 <b>ab</b>	51,84 ± 0,69 <b>b</b>
F-ratio		8,8	43,37	3,07	4,7
p-value		0.0010	0,0000	0,0506	0,0131

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.41.** Evolución del Índice de Etanol (%) en los vinos de 2013 conservados en los diferentes recipientes

Los valores superiores del Índice de Etanol observados en los vinos conservados en barricas, y especialmente si ésta es nueva, está relacionado con su capacidad de microoxigenación, que potencia la unión de los taninos con otras moléculas como los polisacáridos y péptidos, contribuyendo a incrementar estas uniones, pero también el aporte de polisacáridos por parte de la madera, al ser mayor la cantidad de polisacáridos disponibles (Riou *et al.*, 2002). Estas interacciones de los taninos con otras moléculas dan lugar a estructuras más estables y menos astringentes, que proporcionan un mayor cuerpo y suavidad al vino (Vernhet *et al.*, 2011).

#### 4.3.2.4.4. ÍNDICE DE GELATINA

En las tablas 4.86 y 4.87 se recogen los valores medios y desviación estándar del Índice de Gelatina de los vinos de la cosecha 2010, y en la figura 4.42 se representa su evolución.

Tal como podemos observar, se produce una disminución de la astringencia en todos los vinos a lo largo de la conservación, no observándose diferencias significativas para este índice en los vinos conservados en hormigón y barricas. En cambio, si consideramos de forma independiente cada tipo de barricas ensayadas, corresponden a los vinos conservados en barricas nuevas los mayores valores de astringencia al final del proceso de conservación.

**Tabla 4.86.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA índice de gelatina en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

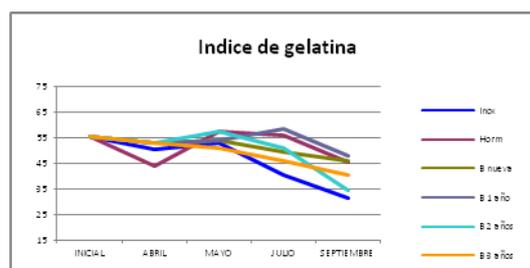
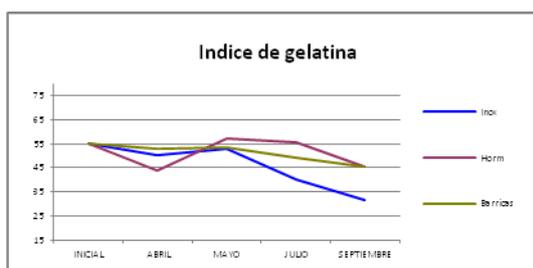
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	55,23 ± 3,35	50,22 ± 2,77 <b>b</b>	52,18 ± 3,82	40,13 ± 3,76 <b>a</b>	31,56 ± 2,62 <b>a</b>
HORMIGÓN	55,23 ± 3,35	43,78 ± 5,21 <b>a</b>	53,06 ± 7,63	55,70 ± 3,19 <b>b</b>	45,50 ± 3,47 <b>b</b>
BARRICAS	55,23 ± 3,35	53,00 ± 6,53 <b>b</b>	53,85 ± 3,74	51,16 ± 3,20 <b>b</b>	44,65 ± 3,82 <b>b</b>
F-ratio		8,42	1,71	9,26	2,73
p-value		0,0035	0,2136	0,0029	0,0977

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.87.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA índice de gelatina en los vinos de la cosecha 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	55,23 ± 3,35	50,22 ± 2,77	52,18 ± 3,82	40,13 ± 3,76 <b>a</b>	31,56 ± 2,62 <b>a</b>
HORMIGÓN	55,23 ± 3,35	43,78 ± 5,21	53,06 ± 7,63	55,70 ± 3,19 <b>b</b>	45,50 ± 3,47 <b>b</b>
BARRICA NUEVA	55,23 ± 3,35	53,00 ± 6,53	53,94 ± 3,10	49,45 ± 0,85 <b>ab</b>	47,71 ± 6,75 <b>c</b>
BARRICA 1 AÑO	55,23 ± 3,35	53,00 ± 2,78	52,60 ± 2,42	58,62 ± 4,19 <b>c</b>	48,04 ± 2,12 <b>c</b>
BARRICA 2 AÑOS	55,23 ± 3,35	53,00 ± 2,22	57,34 ± 6,96	50,65 ± 4,16 <b>ab</b>	44,30 ± 3,79 <b>b</b>
BARRICA 3 AÑOS	55,23 ± 3,35	53,00 ± 1,42	51,50 ± 2,50	45,74 ± 1,36 <b>a</b>	40,55 ± 2,64 <b>ab</b>
F-ratio		1,19	2,69	12,79	9,69
p-value		0,3703	0,0741	0,0022	0,0387

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.42.** Evolución del Índice de Gelatina (%) durante la conservación de los vinos de 2010

En las tablas 4.88 y 4.89 se recogen los valores medios y desviación estándar del Índice de Gelatina de los vinos de la cosecha 2012, y en la figura 4.43 se representa su evolución.

**Tabla 4.88.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA índice de gelatina en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

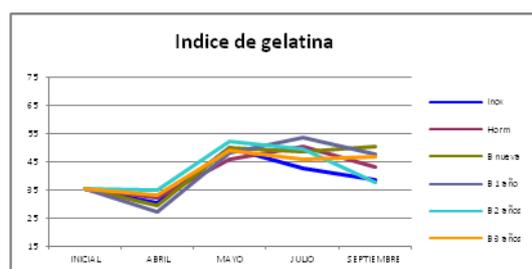
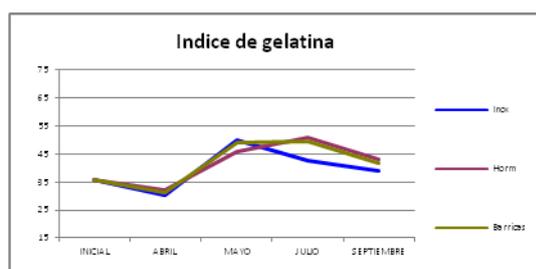
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	35,54 ± 5,71	30,43 ± 1,50	49,74 ± 0,84	42,79 ± 5,09 <b>a</b>	33,70 ± 6,55 <b>a</b>
HORMIGÓN	35,54 ± 5,71	32,28 ± 1,09	49,29 ± 6,18	50,62 ± 8,74 <b>b</b>	40,98 ± 7,82 <b>b</b>
BARRICAS	35,54 ± 5,71	31,17 ± 2,11	49,09 ± 4,52	49,38 ± 4,24 <b>b</b>	41,74 ± 6,49 <b>b</b>
F-ratio		3,19	0,02	18,16	26,30
p-value		0,1848	0,9999	0,0086	0,0004

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.89.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA índice de gelatina en los vinos de la cosecha 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	35,54 ± 5,71	30,43 ± 1,50	49,74 ± 0,84	42,79 ± 5,09 <b>a</b>	33,70 ± 6,55 <b>a</b>
HORMIGÓN	35,54 ± 5,71	32,28 ± 1,09	49,29 ± 6,18	50,62 ± 8,74 <b>b</b>	40,98 ± 5,82 <b>b</b>
BARRICA NUEVA	35,54 ± 5,71	29,51 ± 0,91	48,09 ± 5,52	48,62 ± 2,24 <b>b</b>	48,16 ± 6,49 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	35,54 ± 5,71	27,32 ± 2,01	48,10 ± 2,09	53,48 ± 7,90 <b>b</b>	43,40 ± 11,73 <b>ab</b>
BARRICA 2 AÑOS	35,54 ± 5,71	34,90 ± 1,48	50,54 ± 5,97	49,70 ± 4,98 <b>b</b>	31,99 ± 23,47 <b>a</b>
BARRICA 3 AÑOS	35,54 ± 5,71	32,96 ± 3,19	48,50 ± 3,45	45,74 ± 1,36 <b>ab</b>	43,43 ± 13,66 <b>ab</b>
F-ratio		2,18	2,65	9,75	12,18
p-value		0,1625	0,2856	0,0136	0,0068

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año;  
**B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.43.** Evolución del Índice de Gelatina (%) en la conservación de los vinos de 2012

En las tablas 4.90 y 4.91 se recogen los valores medios y desviación estándar del Índice de Gelatina de los vinos de la cosecha 2013, y en la figura 4.44 se representa su evolución.

**Tabla 4.90.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA índice de gelatina en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, de la cosecha 2013

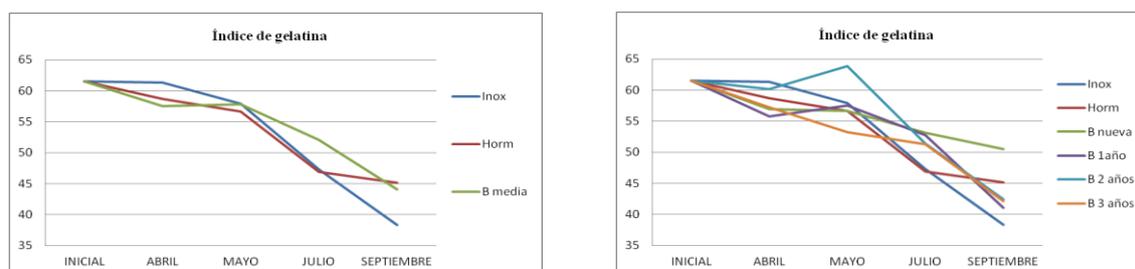
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	61,55 ± 1,14	61,34 ± 6,47	57,92 ± 13,43	47,26 ± 8,43	41,35 ± 6,56
HORMIGÓN	61,55 ± 1,14	58,74 ± 21,15	56,62 ± 2,86	46,92 ± 4,71	45,17 ± 5,30
BARRICAS	61,55 ± 1,14	57,51 ± 8,29	57,84 ± 4,89	52,10 ± 5,54	44,04 ± 2,87
F-ratio		0,15	0,04	1,54	2,05
p-value		0.8604	0,9650	0,2474	0,1638

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,0 : diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.91.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA índice de gelatina en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	61,55 ± 1,14	61,34 ± 6,47	57,92 ± 13,43	47,26 ± 8,43	41,35 ± 6,56 <b>a</b>
HORMIGÓN	61,55 ± 1,14	58,74 ± 21,15	56,62 ± 2,86	46,92 ± 4,71	45,17 ± 5,30 <b>a</b>
BARRICA NUEVA	61,55 ± 1,14	58,92 ± 14,12	58,64 ± 8,71	54,13 ± 1,21	50,55 ± 2,82 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	61,55 ± 1,14	55,79 ± 12,25	57,56 ± 5,91	52,70 ± 6,30	41,06 ± 4,98 <b>a</b>
BARRICA 2 AÑOS	61,55 ± 1,14	60,14 ± 3,48	63,89 ± 3,04	51,34 ± 6,75	42,40 ± 3,50 <b>a</b>
BARRICA 3 AÑOS	61,55 ± 1,14	57,22 ± 3,33	53,27 ± 1,90	51,25 ± 7,90	42,16 ± 3,17 <b>a</b>
F-ratio		0,09	0,69	0,54	3,96
p-value		0.9918	0,6375	0,7428	0,0236

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.44.** Evolución del Índice de Gelatina (%) en el vino de 2013 conservado en diferentes recipientes

El mayor aporte de taninos elágicos por parte de las barricas nuevas trae como consecuencia una mayor astringencia, ocasionada por la reactividad con las proteínas de la saliva de los taninos elágicos. El hecho de que sean los vinos conservados en barrica nueva los de mayor grado de polimerización de sus taninos entre sí y con polisacáridos, no es suficiente para compensar la gran astringencia que aportan los taninos elágicos (Fernández de Simón y Cadahía, 2007), sobre todo en los primeros meses de conservación, ya que a medida que transcurre la crianza, las barricas además de aportar taninos, aportan también polisacáridos e inducen la polimerización de los taninos entre si y con otros compuestos como antocianos, polisacáridos, péptidos, etc., que van a contribuir a enmascarar la sensación de astringencia causada por los elagitaninos.

Además, a medida que los vinos van envejeciendo, los taninos elágicos van disminuyendo al intervenir en reacciones de oxidación, precipitación, etc., que traen como consecuencia una disminución de la astringencia y un mayor equilibrio organoléptico (Ribereau-Gayon *et al.*, 2003; Zoeclein *et al.*, 2003; McCord, 2003; Jones *et al.*, 2004; Cano-Lopez *et al.*, 2006; LLaudy *et al.*, 2006).

#### 4.3.2.4.5. ÍNDICE DE DMACH

En las tablas 4.92 y 4.93 se recogen los valores medios del Índice de DMACH y su desviación estándar, en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, y en la figura 4.45 se representa su evolución.

**Tabla 4.92.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice de DMACH en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	25,65 ± 2,26	53,93 ± 2,02 <b>b</b>	42,36 ± 2,01	23,24 ± 2,43 <b>b</b>	43,57 ± 6,71 <b>b</b>
HORMIGÓN	25,65 ± 2,26	59,18 ± 2,03 <b>c</b>	43,60 ± 1,62	21,59 ± 1,85 <b>ab</b>	38,89 ± 1,28 <b>ab</b>
BARRICAS	25,65 ± 2,26	37,80 ± 3,41 <b>a</b>	48,18 ± 3,16	18,89 ± 0,48 <b>a</b>	35,96 ± 2,26 <b>a</b>
F-ratio		41,52	0,57	5,15	1,10
p-value		0,0022	0,5771	0,0198	0,3589

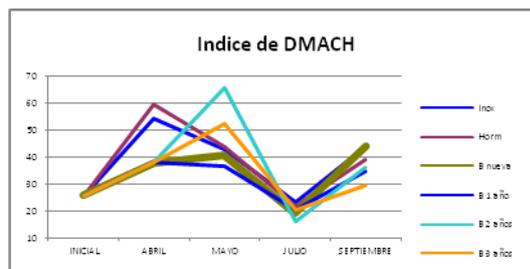
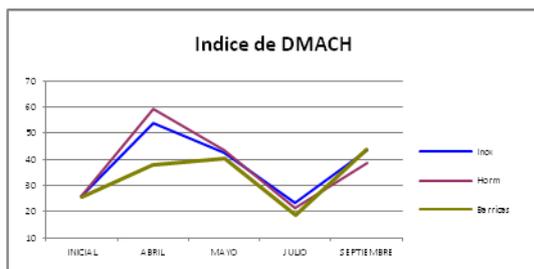
Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.93.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice de DMACH en los vinos de 2010 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	25,65 ± 2,26	53,93 ± 2,02 <b>b</b>	42,36 ± 2,01 <b>b</b>	23,24 ± 2,43 <b>b</b>	43,57 ± 6,71 <b>b</b>
HORMIGÓN	25,65 ± 2,26	59,18 ± 2,03 <b>c</b>	43,60 ± 1,62 <b>b</b>	21,59 ± 1,85 <b>b</b>	38,89 ± 1,28 <b>ab</b>
BARRICA NUEVA	25,65 ± 2,26	37,80 ± 3,41 <b>a</b>	39,48 ± 3,16 <b>ab</b>	18,89 ± 0,48 <b>ab</b>	33,65 ± 2,26 <b>b</b>
BARRICA 1 AÑO	25,65 ± 2,26	37,80 ± 2,05 <b>a</b>	38,19 ± 3,05 <b>a</b>	20,33 ± 2,76 <b>ab</b>	34,61 ± 3,66 <b>a</b>
BARRICA 2 AÑOS	25,65 ± 2,26	37,80 ± 1,41 <b>a</b>	64,64 ± 3,27 <b>c</b>	16,23 ± 1,07 <b>a</b>	36,14 ± 1,08 <b>a</b>
BARRICA 3 AÑOS	25,65 ± 2,26	37,80 ± 3,52 <b>a</b>	50,44 ± 3,06 <b>c</b>	20,25 ± 1,92 <b>ab</b>	33,45 ± 1,55 <b>a</b>
F-ratio		45,28	90,62	4,68	18,22
p-value		0,0000	0,0000	0,0133	0,0000

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

Tal como podemos observar, los vinos conservados en barricas son los que presentan los valores menores del Índice de DMACH, que se corresponden con aquellos vinos que tienen los taninos más polimerizados. Los vinos conservados en acero inoxidable son los que tienen los taninos menos polimerizados, y los conservados en hormigón se sitúan en una posición intermedia. Considerando de forma independiente los distintos tipos de barricas, el mayor grado de polimerización se observa en los vinos conservados en barricas nuevas.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.45.** Evolución del Índice de DMACH (%) durante la conservación de los vinos de 2010

En las tablas 4.94 y 4.95 se recogen los valores medios del Índice de DMACH y su desviación estándar, en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, y en la figura 4.46 se representa su evolución.

**Tabla 4.94.-** Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice de DMACH en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

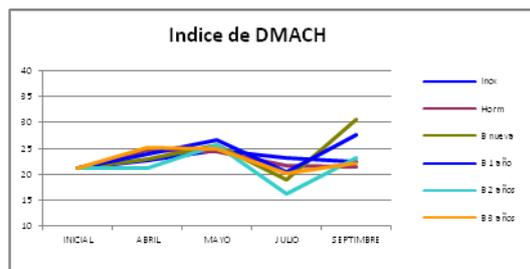
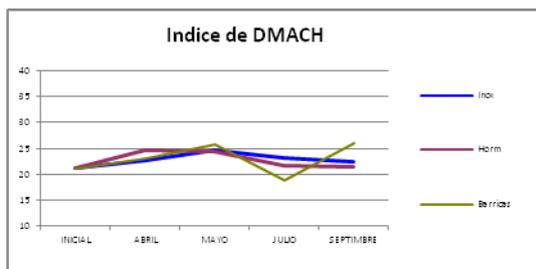
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	21,18 ± 2,41	22,75 ± 1,23	24,68 ± 1,36	23,24 ± 2,43 <b>b</b>	28,54 ± 8,18 <b>b</b>
HORMIGÓN	21,18 ± 2,41	24,73 ± 1,40	24,77 ± 0,91	21,59 ± 1,85 <b>b</b>	27,16 ± 10,19 <b>ab</b>
BARRICAS	21,18 ± 2,41	22,92 ± 1,69	25,44 ± 1,94	18,89 ± 0,48 <b>a</b>	25,69 ± 3,85 <b>a</b>
F-ratio		3,42	1,06	7,18	12,34
p-value		0,0876	0,2856	0,0443	0,0398

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.95.-** Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice de DMACH en los vinos de 2012 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	21,18 ± 2,41	22,75 ± 1,23	24,68 ± 1,36	23,24 ± 2,43 <b>c</b>	28,54 ± 8,18 <b>b</b>
HORMIGÓN	21,18 ± 2,41	24,73 ± 1,40	24,77 ± 0,91	21,59 ± 1,85 <b>b</b>	27,16 ± 10,19 <b>b</b>
BARRICA NUEVA	21,18 ± 2,41	22,92 ± 1,69	25,44 ± 1,94	18,89 ± 0,48 <b>a</b>	25,69 ± 3,85 <b>a</b>
BARRICA 1 AÑO	21,18 ± 2,41	23,85 ± 2,17	26,69 ± 2,20	20,33 ± 2,76 <b>ab</b>	28,00 ± 4,71 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	21,18 ± 2,41	21,27 ± 2,03	24,98 ± 1,62	16,23 ± 1,07 <b>a</b>	25,66 ± 1,90 <b>a</b>
BARRICA 3 AÑOS	21,18 ± 2,41	25,14 ± 1,53	23,91 ± 2,08	20,25 ± 1,92 <b>ab</b>	26,97 ± 2,75 <b>ab</b>
F-ratio		2,06	3,16	5,84	9,75
p-value		0,3642	0,0735	0,0088	0,0018

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.46.** Evolución del Índice de DMACH (%) durante la conservación de los vinos de 2012

En las tablas 4.96 y 4.97 se recogen los valores medios del Índice de DMACH y su desviación estándar, en los vinos de la cosecha 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, y en la figura 4.47 se representa su evolución.

**Tabla 4.96.-** Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice de DMACH en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas

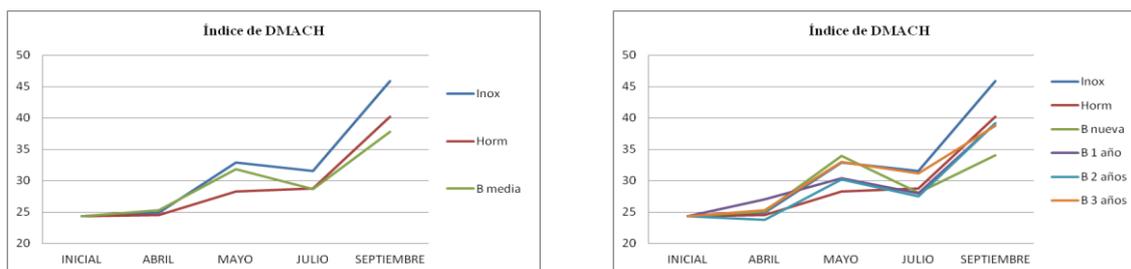
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	24,31 ± 0,95	24,88 ± 1,89	32,89 ± 0,86 <b>b</b>	31,57 ± 5,13 <b>b</b>	45,92 ± 0,81 <b>b</b>
HORMIGÓN	24,31 ± 0,95	24,57 ± 0,77	28,32 ± 0,78 <b>a</b>	28,72 ± 1,39 <b>ab</b>	40,82 ± 1,15 <b>ab</b>
BARRICAS	24,31 ± 0,95	25,31 ± 2,99	31,88 ± 0,73 <b>b</b>	28,66 ± 1,49 <b>a</b>	37,77 ± 1,17 <b>a</b>
F-ratio		0,09	5,70	1,98	18,34
p-value		0,9124	0,0144	0,0328	0,0001

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.97.-** Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice de DMACH en los vinos de 2013 conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	24,31 ± 0,95	24,88 ± 1,89	32,89 ± 0,86 <b>c</b>	31,57 ± 5,13 <b>b</b>	45,92 ± 0,81 <b>b</b>
HORMIGÓN	24,31 ± 0,95	24,57 ± 0,77	28,32 ± 0,78 <b>a</b>	28,72 ± 1,39 <b>ab</b>	40,22 ± 1,15 <b>ab</b>
BARRICA NUEVA	24,31 ± 0,95	25,13 ± 2,49	33,92 ± 0,30 <b>c</b>	28,04 ± 0,88 <b>ab</b>	34,07 ± 0,23 <b>a</b>
BARRICA 1 AÑO	24,31 ± 0,95	27,06 ± 5,88	30,35 ± 0,66 <b>b</b>	27,97 ± 0,93 <b>ab</b>	39,10 ± 0,89 <b>ab</b>
BARRICA 2 AÑOS	24,31 ± 0,95	23,77 ± 2,43	30,24 ± 0,81 <b>b</b>	27,50 ± 2,87 <b>a</b>	39,17 ± 0,49 <b>ab</b>
BARRICA 3 AÑOS	24,31 ± 0,95	25,27 ± 1,19	33,02 ± 1,15 <b>c</b>	31,14 ± 1,29 <b>b</b>	38,77 ± 3,09 <b>ab</b>
F-ratio		0,41	15,07	2,71	8,77
p-value		0,8314	0,0001	0,0729	0,0011

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.47.** Evolución del Índice de DMACH (%) durante la conservación de los vinos de 2013

En la conservación de los vinos de 2012 y 2013 observamos el mismo comportamiento que en los vinos de 2010, ya que son los vinos conservados en barrica los que tienen los taninos más polimerizados, y entre ellos, el mayor grado de polimerización se observa en los vinos conservados en barricas nuevas, debido a que son éstas las que mayor capacidad de penetración de oxígeno presentan, induciendo la formación de etanal a partir del etanol por oxidación, y siendo el etanal formado el que actúa como puente en las reacciones de polimerización de los taninos (Zamora, 2003; Santos-Buelga *et al.*, 1995; Chassaing *et al.*, 2010).

#### 4.3.2.4.6. ESTIMACIÓN DEL GRADO MEDIO DE POLIMERIZACIÓN DE LOS TANINOS (mDP)

Las reacciones de polimerización que tienen lugar entre los polifenoles de los vinos traen como consecuencia la disminución de la astringencia, entre otros efectos. El grado medio de polimerización (mDP), indica el número medio de monómeros de flavanoles que componen los taninos de ese vino.

Una vez conocido el mDP, se puede también calcular el peso molecular de los taninos, que no siempre serán directamente proporcionales, ya que dependerá de la proporción molecular de cada uno de los flavanoles que componen la molécula.

En las tablas 4.98, 4.99 y 4.100 se muestran los valores mDP, el porcentaje de galoilación, el peso molecular y el porcentaje de cada monómero de proantocianidina respecto al totales de monómeros encontrados. Los datos corresponden al vino inicial y a los vinos analizados al final de su conservación en los vinos de la cosecha 2013.

**Tabla 4.98.-**Valores medios, desviación estándar del índice de polimerización de taninos (mDP), índice de galoilación (%) y peso molecular (g/moles) en el vino inicial

RECIPIENTES	mDP	GALOILACIÓN	PESO MOLECULAR
INICIAL	5,40 ± 0,05	5,17 ± 0,13	1611,93 ± 14,76

**Tabla 4.99.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice de polimerización de taninos (mDP), índice de galoilación (%) y peso molecular (g/moles) de los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas, al final de la conservación de los vinos de 2013

RECIPIENTES	mDP	GALOILACIÓN	PESO MOLECULAR
INOXIDABLE	5,65 ± 0,00 a	4,79 ± 0,00 a	1683,07 ± 32 a
HORMIGÓN	5,35 ± 0,00 a	4,83 ± 0,00 a	1624,80 ± 12 a
BARRICAS	6,03 ± 0,53 b	5,01 ± 0,14 b	1799,11 ± 79 b
F-ratio	3,50	4,15	10,50
p-value	0,0430	0,0377	0,0274

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

Tal como podemos observar en las tablas 4.99 y 4.100, los grados medios de polimerización, con valores próximos a 6 se corresponden con pesos moleculares superiores a 1500, que indica un grado de condensación entre los taninos medio. La conservación de los vinos ha provocado en todos los tratamientos un incremento del valor de mDP y un aumento del peso molecular respecto al vino inicial (mDP=5,40), siendo dicha evolución algo diferente en función del material del depósito. Sin embargo, hay que tener en cuenta que durante la conservación de un vino, y sobre todo si ha estado en contacto con el oxígeno, se pueden producir descensos en el mDP, debido a precipitaciones de las moléculas más grandes y a roturas y reorganizaciones de las estructuras de los taninos, dando lugar a moléculas más pequeñas que se unirán a otras, como por ejemplo antocianos, y por tanto no contribuirán al incremento del mDP.

**Tabla 4.100.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA del índice de polimerización de taninos (mDP), índice de galoilación (%) y peso molecular de los taninos (g/moles) de los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, al final de la conservación de los vinos de 2013

RECIPIENTES	mDP	GALOILACIÓN	PESO MOLECULAR
INOXIDABLE	5,65 ± 0,00 a	4,79 ± 0,00 a	1683,07 ± 32 a
HORMIGÓN	5,35 ± 0,00 a	4,83 ± 0,00 a	1624,80 ± 12 a
BARRICA NUEVA	5,50 ± 0,01 a	5,06 ± 0,05 b	1840,30 ± 31 b
BARRICA 1 AÑO	6,59 ± 0,91 b	4,95 ± 0,05 b	1964,46 ± 272 b
BARRICA 2 AÑOS	6,39 ± 0,32 b	5,18 ± 0,08 b	1805,80 ± 95 b
BARRICA 3 AÑOS	5,66 ± 0,11 a	4,85 ± 0,06 a	1685,89 ± 32 a
F-ratio	3,58	11,11	3,59
p-value	0,0499	0,0028	0,0496

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

La microoxigenación provocada a través de los poros del cemento, debería provocar un mayor aumento del mDP y por tanto del peso molecular de los taninos, tal como se observó para otros parámetros, en los cuales el cemento adquiriría una posición intermedia entre las barricas y el acero inoxidable. Por efecto de una mayor microoxigenación, el mayor incremento en la polimerización de taninos se produce en las barricas, especialmente en aquellas que tienen menos edad, tal como se observó en el índice de DMACH (tabla 4.101).

El peso molecular estimado de los taninos, se establece por la proporción molar de las distintas subunidades que conforman los taninos, (+)-catequina, (-)-epicatequina, (+)-epicatequina galato, y (-)-epigalocatequina, y por tanto no siempre resulta proporcional el grado medio de polimerización, ya que el peso molecular de todas las subunidades no es el mismo. Concretamente, la existencia de un porcentaje alto de moléculas de (+)-epicatequina galato, provocará un incremento del peso molecular estimado, para un mismo valor de mDP. En el presente estudio no es necesario tener en cuenta este aspecto, ya que el vino de partida era el mismo para todos los ensayos y por tanto, la proporción de epicatequina galato también, por lo que un incremento de peso molecular en la comparación de los ensayos se deberá a los tratamientos y no a la relación de epicatequina galato sobre las demás subunidades de proantocianidinas.

El porcentaje de galoilación, tiene que ver con la polimerización de los taninos y sobre todo con la astringencia. Un porcentaje de galoilación cercano al 5%, puede indicar que la uva no estaba perfectamente madura en cuanto a su madurez polifenólica, pudiendo haber habido cesión de taninos de pepitas a los vinos. Los valores disminuyen por efecto de la polimerización, siendo el valor inicial obtenido de 5,17 y llegando a descender hasta 4,79, en las muestras conservadas en depósito acero inoxidable y de hormigón. El menor descenso, se produce en las barricas, comparativamente a los depósitos de inoxidable y hormigón. Estos resultados corroboran los obtenidos en la determinación del Índice de Polifenoles Totales (tabla 4.61), en el que se observa que los vinos en barrica contienen mayor concentración de polifenoles, y en el Índice de Gelatina (tabla 4.91), que pone de manifiesto como los vinos criados en las barricas nuevas presentan una mayor astringencia, debido probablemente a la cesión de elagitaninos a los vinos (Vivas y Glories, 1996).

### 4.3.3. EVOLUCIÓN DE LOS COMPUESTOS AROMÁTICOS DURANTE LA CONSERVACIÓN

Como se hacía mención en el apartado de antecedentes bibliográficos, el aroma del vino está constituido principalmente por ésteres y alcoholes superiores, aunque también podemos encontrar terpenos y acetaldehído. Los alcoholes superiores protagonizan por sí solos y, sobre todo por sus ésteres, un papel importante en el bouquet del vino, y contribuyen de manera favorable no sobrepasando los 350-400mg/L, según Rapp y Mandery (1986).

El vino va perdiendo progresivamente parte de sus aromas fermentativos, disminuye el 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 (Pérez-Prieto *et al.*, 2002).

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 el 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 (Pérez-Prieto *et al.*, 2002). 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.*, 2001-2002). Aunque también se ha observado que la edad de la barrica influye más cuanto más poco tiempo va permanecer el vino en ella. Para envejecimientos prolongados, (12-15 meses), la concentración de compuestos procedentes de la madera, es la misma independientemente de la edad de la barrica (Garde-Cerdán y Anzín-Azpilicueta, 2004).

El origen de la madera de roble, junto con las especies cultivadas en cada zona, y la técnica tonelera aplicada en la fabricación de la barrica, especialmente el grado de tostado, son los factores que más influyen en su composición.

Para realizar el estudio comparativo de los compuestos aromáticos en los vinos tintos sometidos a una estancia en depósitos de acero inoxidable, hormigón y en barricas de roble francés de diferentes tonelerías y con un grado de tostado medio, se han identificado 18 compuestos volátiles, entre ellos alcoholes, ésteres, fenoles volátiles y ácidos. En la tabla 4.23 y 4.24 se muestra la composición aromática inicial del vino que va a ser sometido al estudio, analizada una vez finalizada la fermentación maloláctica.

Con la finalidad de evaluar el contenido de compuestos aromáticos del vino, se ha comparado la evolución de éstos en función de los diferentes tipos de materiales utilizados en la conservación, es decir, conservado en depósitos de acero inoxidable, hormigón, y barricas de diferente procedencia.

El estudio de la composición aromática de los vinos sometidos a estos tratamientos se ha llevado durante los años 2012 y 2013 por un periodo de unos 6 meses en cada añada, con la finalidad de establecer el tiempo y el tratamiento óptimo para conseguir la mejor calidad aromática en los vinos.

Todas las experiencias se realizaron por duplicado, así como la analítica de cada muestra, figurando en las tablas la media. Las desviaciones estándar han sido reflejadas en el análisis comparativo de los resultados finales del presente estudio.

En las tablas, se muestra el efecto de los diferentes tratamientos sobre los valores medios (mg/L) de los compuestos volátiles estudiados en los vinos durante los meses de conservación.

Para un mismo compuesto volátil, los valores de las filas con la misma letra indican que no existen diferencias significativas entre los vinos obtenidos con las diferentes barricas, y con distinta letra que existen diferencias significativas al 95%.

Tal como podremos apreciar, hay un efecto significativo del tipo de recipiente utilizado para la conservación de los vinos a lo largo del tiempo sobre la concentración de la mayoría de los compuestos volátiles analizados. Esto es debido a que la estancia en bodega y depósito de hormigón da lugar a importantes modificaciones en la composición del vino debido principalmente a la difusión del oxígeno. Los cambios se producen por diversas razones: cesión de componentes por la madera de roble y diversas reacciones químicas como esterificación, hidrólisis, oxidación y acetilación.

#### **4.3.3.1. EVOLUCIÓN DE LOS ALCOHOLES**

La formación de alcoholes superiores está ligada a los aminoácidos y fuertemente influenciada por el contenido de compuestos nitrogenados de los mostos. Estos alcoholes son beneficiosos organolépticamente a bajas concentraciones, confiriendo una gran variedad de aromas vegetales y de sensaciones de dulzor y suavidad. La principal vía de formación a partir de los aminoácidos es por la reacción de Erlich (descarboxilación con formación de cetoácidos y posterior reducción por transaminación).

##### **4.3.3.1.1. 2- FENILETANOL**

En las tablas 4.101 y 4.102 se recogen los valores medios de la concentración de 2 feniletanol (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas

barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.48 se representa su evolución, para la cosecha de 2012.

**Tabla 4.101.-** Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **2 feniletanol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

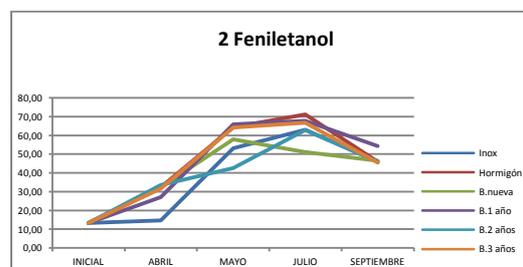
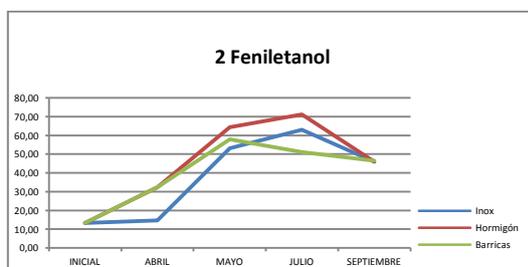
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	13,35 ± 1,23	14,71 ± 1,56 a	53,17 ± 3,66 a	62,99 ± 1,8 b	46,05 ± 4,99 a
HORMIGÓN	13,35 ± 1,23	32,37 ± 0,83 c	64,43 ± 8,92 c	71,22 ± 3,10 c	46,30 ± 0,40 a
BARRICAS	13,35 ± 1,23	31,17 ± 3,23 b	57,64 ± 3,74 b	61,97 ± 1,93 a	48,06 ± 1,98 c
F-ratio		20,21	14,20	17,14	30,21
p-value		0,0010	0,0030	0,0020	0,0010

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.102.-** Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **2 feniletanol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	13,35 ± 1,23	14,71 ± 1,56 a	53,17 ± 3,66	62,99 ± 1,08	46,05 ± 4,99 a
HORMIGÓN	13,35 ± 1,23	32,37 ± 0,83 bc	64,43 ± 8,92	71,22 ± 3,10	46,30 ± 0,40 a
BARRICA NUEVA	13,35 ± 1,23	32,28 ± 0,86 bc	57,86 ± 5,65	51,04 ± 1,53a	46,45 ± 1,37 a
BARRICA 1 AÑO	13,35 ± 1,23	27,09 ± 5,05 b	65,89 ± 4,54	67,83 ± 1,64	54,34 ± 3,19 b
BARRICA 2 AÑOS	13,35 ± 1,23	33,58 ± 0,99 c	42,61 ± 6,96	62,92 ± 3,33	46,01 ± 2,24 a
BARRICA 3 AÑOS	13,35 ± 1,23	31,70 ± 1,10 bc	64,20 ± 0,26	66,70 ± 0,25	45,44 ± 0,03 a
F-ratio		22,14	3,15	2,25	2,71
p-value		0,0311	0,6500	0,7611	0,0421

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.48.** Evolución de la concentración de 2 feniletanol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.103 y 4.104 se recogen los valores medios de la concentración de 2 feniletanol (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.49 se representa su evolución, para la cosecha de 2013.

**Tabla 4.103.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **2 feniletanol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	11,09 ± 0,92	20,13 ± 0,51 a	29,64 ± 4,31 a	24,08 ± 1,15 a	26,67 ± 5,52 a
HORMIGÓN	11,09 ± 0,92	25,72 ± 1,46 b	22,60 ± 0,13 b	29,31 ± 2,57 b	21,50 ± 2,58 b
BARRICAS	11,09 ± 0,92	20,62 ± 0,86 a	25,35 ± 1,19 c	28,21 ± 1,53 b	22,67 ± 1,37 b
F-ratio		25,1	20,22	14,4	18,7
p-value		0,0321	0,0280	0,0410	0,0381

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.104.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **2 feniletanol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013.

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	11,09 ± 0,92	20,13 ± 0,51 b	29,64 ± 4,31	24,08 ± 1,15	26,67 ± 5,52 b
HORMIGÓN	11,09 ± 0,92	25,72 ± 1,46 c	22,60 ± 0,13	29,31 ± 2,57	21,50 ± 2,58 a
BARRICA NUEVA	11,09 ± 0,92	21,09 ± 0,31 a	27,79 ± 4,02	31,83 ± 3,53	21,47 ± 0,46 a
BARRICA 1 AÑO	11,09 ± 0,92	20,70 ± 0,45 b	25,28 ± 0,20	27,24 ± 1,87	24,97 ± 1,88 b
BARRICA 2 AÑOS	11,09 ± 0,92	20,39 ± 0,02 b	24,08 ± 0,79	29,09 ± 4,32	21,54 ± 1,32 a
BARRICA 3 AÑOS	11,09 ± 0,92	20,30 ± 0,99 b	24,26, ± 1,09	24,69 ± 2,58	22,75 ± 0,40 a
F-ratio		27,13	2,25	1,14	2,57
p-value		0,0051	0,1760	0,4261	0,0321

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

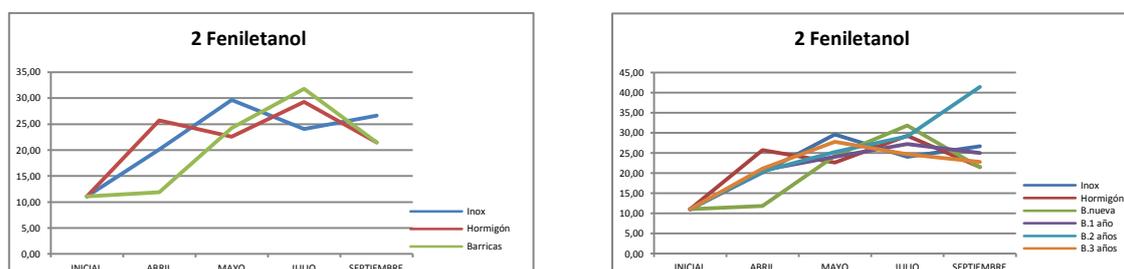
El 2-feniletanol constituye uno de los alcoholes superiores más importantes, ya que es único alcohol varietal entre las agliconas de alcoholes capaz de contribuir positivamente al aroma, debido a su característico olor a rosas.

La concentración de 2-feniletanol puede sufrir alteraciones durante el periodo de envejecimiento. En los vinos estudiado (figuras 4.48 y 4.49), se produce un aumento en la concentración de dicho compuesto durante la conservación, este alcohol puede incrementarse con la oxidación o el envejecimiento rápido de los vinos y este fenómeno

puede ser debido a la desaminación oxidativa de la fenilalanina, este hecho también es explicado por Duteau (1981) que demuestra, que aunque los alcoholes evolucionan poco en el curso del tiempo, es la hidrólisis de sus acetatos la causa de un débil aumento.

Los resultados muestran que al final de la conservación hay diferencias significativas entre los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas, aunque el efecto es diferente en las cosechas estudiadas, en el 2012 se produce un aumento en el depósito de acero inoxidable y en el 2013, en barrica (tablas 4.101 y 4.102)

De todas las barricas ensayadas, es la barrica de un año la contiene los vinos con mayor concentración de 2 feniletanol, en las dos cosechas estudiadas.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.49.** Evolución de la concentración de 2 Feniletanol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

#### 4.3.3.1.2. 2 BUTANOL

En las tablas 4.105 y 4.106 se recogen los valores medios de la concentración de 2 butanol(mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.50 se representa su evolución, en 2012.

**Tabla 4.105.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **2 butanol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

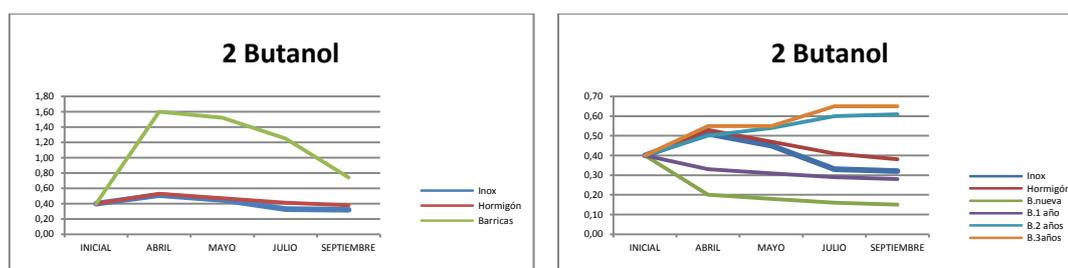
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
<b>INOXIDABLE</b>	0,38 ± 0,015	0,50 ± 0,05 <b>a</b>	0,65 ± 0,01 <b>b</b>	0,56 ± 0,02 <b>a</b>	0,51 ± 0,14 <b>b</b>
<b>HORMIGÓN</b>	0,38 ± 0,015	0,59 ± 0,12 <b>b</b>	0,69 ± 0,01 <b>a</b>	0,80 ± 0,08 <b>c</b>	0,41 ± 0,07 <b>a</b>
<b>BARRICAS</b>	0,38 ± 0,015	0,54 ± 0,16 <b>ab</b>	0,64 ± 0,01 <b>a</b>	0,61 ± 0,09 <b>b</b>	0,45 ± 0,04 <b>a</b>
<b>F-ratio</b>		10,91	7,6	17,6	18,75
<b>p-value</b>		0,0420	0,0412	0,0310	0,0031

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.106.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **2 butanol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,38 ± 0,015	0,50 ± 0,05	0,65 ± 0,12	0,56 ± 0,11 a	0,51 ± 0,14
HORMIGÓN	0,38 ± 0,015	0,59 ± 0,12	0,69 ± 0,12	0,80 ± 0,08 b	0,41 ± 0,07
BARRICA NUEVA	0,38 ± 0,015	0,59 ± 0,08	0,63 ± 0,08	0,64 ± 0,11 ab	0,41 ± 0,23
BARRICA 1 AÑO	0,38 ± 0,015	0,59 ± 0,03	0,77 ± 0,10	0,80 ± 0,07 b	0,46 ± 0,09
BARRICA 2 AÑOS	0,38 ± 0,015	0,59 ± 0,09	0,59 ± 0,09	0,43 ± 0,11 a	0,44 ± 0,25
BARRICA 3 AÑOS	0,38 ± 0,015	0,59 ± 0,29	0,57 ± 0,36	0,55 ± 0,08 ab	0,48 ± 0,87
F-ratio		3,75	5,60	18,70	2,25
p-value		0,4511	0,6011	0,0280	0,5601

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.50.** Evolución de la concentración de 2 Butanol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.107 y 4.108 se recogen los valores medios de la concentración de 2 butanol (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.51 se representa su evolución, en 2013.

**Tabla 4.107.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **2 butanol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,40 ± 0,04	0,51 ± 0,29 a	0,45 ± 0,24 a	0,33 ± 0,11 a	0,32 ± 0,11 a
HORMIGÓN	0,40 ± 0,04	0,53 ± 0,24 a	0,47 ± 0,20 a	0,41 ± 0,14 a	0,38 ± 0,11 a
BARRICAS	0,40 ± 0,04	1,60 ± 0,19 b	1,52 ± 0,19 b	1,25 ± 0,08 b	0,74 ± 0,15 b
F-ratio		18,65	25,7	28,76	25,11
p-value		0,0010	0,0024	0,0070	0,0050

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.108.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **2 butanol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

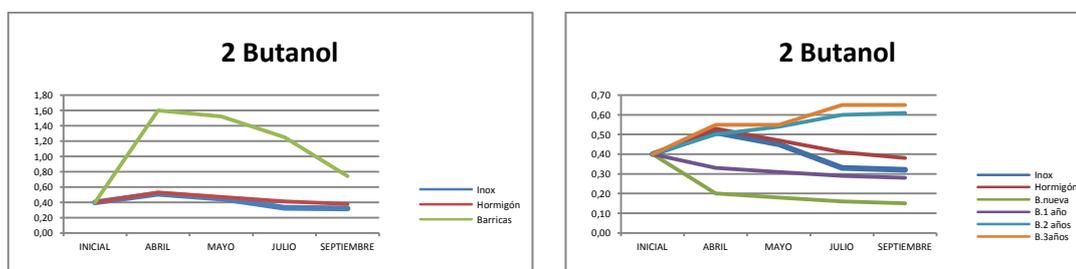
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,40 ± 0,04	0,51 ± 0,29 <b>a</b>	0,45 ± 0,24 <b>a</b>	0,33 ± 0,11 <b>ab</b>	0,32 ± 0,11 <b>b</b>
HORMIGÓN	0,40 ± 0,04	0,53 ± 0,24 <b>a</b>	0,47 ± 0,20 <b>a</b>	0,41 ± 0,14 <b>a</b>	0,38 ± 0,11 <b>b</b>
BARRICA NUEVA	0,40 ± 0,04	0,20 ± 0,10 <b>a</b>	0,18 ± 0,06 <b>a</b>	0,16 ± 0,07 <b>a</b>	0,15 ± 0,07 <b>a</b>
BARRICA 1 AÑO	0,40 ± 0,04	0,33 ± 0,09 <b>a</b>	0,31 ± 0,08 <b>a</b>	0,29 ± 0,08 <b>ab</b>	0,28 ± 0,08 <b>ab</b>
BARRICA 2 AÑOS	0,40 ± 0,04	0,50 ± 0,19 <b>b</b>	0,54 ± 0,26 <b>b</b>	0,60 ± 0,10 <b>c</b>	0,61 ± 0,10 <b>c</b>
BARRICA 3 AÑOS	0,40 ± 0,04	0,55 ± 0,07 <b>b</b>	0,55 ± 0,07 <b>b</b>	0,65 ± 0,07 <b>d</b>	0,65 ± 0,07 <b>d</b>
F-ratio		110,91	106,04	225,90	67,73
p-value		0,0010	0,0021	0,0030	0,0001

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

El 2-butanol proviene de vías secundarias del metabolismo de los aminoácidos (Rodríguez *et al.*, 1990). En general, los factores que favorecen el crecimiento de las levaduras estimulan la producción de alcoholes superiores. Los resultados muestran que el 2-butanol (Figuras 4.50 y 4.51) aumenta durante los primeros meses, después la concentración se mantiene más o menos constante hasta finalizar la conservación.

El tipo de recipiente utilizado en la conservación de los vinos tiene un efecto significativo sobre la concentración del 2 butanol, este efecto es diferente dependiendo de la cosecha, en el 2012 la concentración es mayor en el depósito de acero inoxidable y en el 2013 en las barricas (tablas 4.105 y 4.107)

En cuanto al efecto de las diferentes barricas ensayadas, se observa que al final de la conservación, los vinos de la cosecha 2013 conservados en barricas de 2 y 3 años presentan las concentraciones mayores de 2-butanol.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.51.** Evolución de la concentración de 2 butanol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

### 4.3.3.1.3. 1-PROPANOL

En las tablas 4.109 y 4.110 se recogen los valores medios de la concentración de 1 propanol (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.52 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.109.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **1 propanol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012.

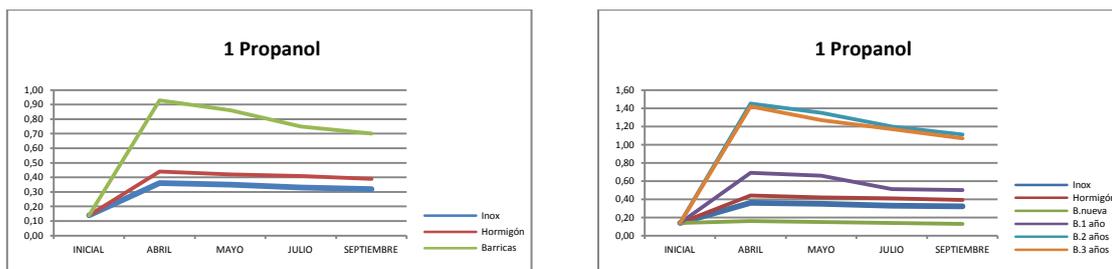
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,64 ± 0,07	0,79 ± 0,08 <b>a</b>	0,89 ± 0,08 <b>c</b>	0,58 ± 0,15 <b>a</b>	1,05 ± 0,01 <b>a</b>
HORMIGÓN	0,64 ± 0,07	0,97 ± 0,16 <b>b</b>	1,07 ± 0,16 <b>b</b>	0,80 ± 0,23 <b>bc</b>	1,14 ± 0,01 <b>b</b>
BARRICAS	0,64 ± 0,07	0,81 ± 0,04 <b>a</b>	0,86 ± 0,24 <b>a</b>	0,76 ± 0,08 <b>b</b>	1,03 ± 0,06 <b>a</b>
F-ratio		5,4	6,7	8,1	10,6
p-value		0,005	0,0321	0,006	0,004

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.110.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **1 propanol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,64 ± 0,07	0,79 ± 0,08 <b>ab</b>	0,89 ± 0,08	0,58 ± 0,15 <b>ab</b>	1,05 ± 0,17
HORMIGÓN	0,64 ± 0,07	0,97 ± 0,16 <b>ab</b>	1,07 ± 0,16	0,80 ± 0,23 <b>b</b>	1,14 ± 0,19
BARRICA NUEVA	0,64 ± 0,07	0,69 ± 0,06 <b>a</b>	0,74 ± 0,13	0,67 ± 0,10 <b>ab</b>	1,00 ± 0,04
BARRICA 1 AÑO	0,64 ± 0,07	0,80 ± 0,04 <b>ab</b>	1,00 ± 0,04	0,79 ± 0,13 <b>ab</b>	1,15 ± 0,06
BARRICA 2 AÑOS	0,64 ± 0,07	0,80 ± 0,06 <b>b</b>	0,90 ± 0,06	0,86 ± 0,097 <b>a</b>	0,98 ± 0,04
BARRICA 3 AÑOS	0,64 ± 0,07	0,93 ± 0,22 <b>ab</b>	0,78 ± 0,04	0,71 ± 0,15 <b>a</b>	0,98 ± 0,13
F-ratio		29,75	1,5	10,65	2,7
p-value		0,0060	0,7610	0,0032	0,3610

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.52.** Evolución de la concentración de 1 propanol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.111 y 4.112 se recogen los valores medios de la concentración de 1 propanol (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.53 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.111.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **1 propanol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,14 ± 0,00	0,36 ± 0,03 a	0,35 ± 0,02 a	0,33 ± 0,01 a	0,32 ± 0,01 a
HORMIGÓN	0,14 ± 0,00	0,44 ± 0,01 a	0,42 ± 0,02 a	0,41 ± 0,01 a	0,39 ± 0,02 a
BARRICAS	0,14 ± 0,00	0,93 ± 0,09 b	0,86 ± 0,09 b	0,75 ± 0,07 b	0,70 ± 0,06 b
F-ratio		25,1	18,6	10,1	7,6
p-value		0,0060	0,0051	0,0042	0,0030

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito

P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.112.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **1 propanol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

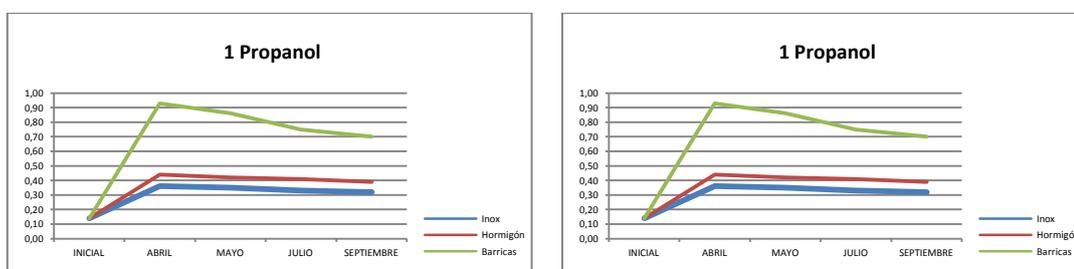
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,14 ± 0,00	0,36 ± 0,03 <b>ab</b>	0,35 ± 0,02 <b>ab</b>	0,33 ± 0,01 <b>ab</b>	0,32 ± 0,01 <b>b</b>
HORMIGÓN	0,14 ± 0,00	0,44 ± 0,01 <b>ab</b>	0,42 ± 0,02 <b>ab</b>	0,41 ± 0,01 <b>ab</b>	0,39 ± 0,02 <b>bc</b>
BARRICA NUEVA	0,14 ± 0,00	0,16 ± 0,00 <b>a</b>	0,15 ± 0,00 <b>a</b>	0,14 ± 0,01 <b>a</b>	0,13 ± 0,01 <b>a</b>
BARRICA 1 AÑO	0,14 ± 0,00	0,69 ± 0,36 <b>b</b>	0,66 ± 0,35 <b>b</b>	0,51 ± 0,14 <b>b</b>	0,50 ± 0,14 <b>c</b>
BARRICA 2 AÑOS	0,14 ± 0,00	1,45 ± 0,09 <b>c</b>	1,35 ± 0,09 <b>c</b>	1,20 ± 0,01 <b>c</b>	1,11 ± 0,00 <b>d</b>
BARRICA 3 AÑOS	0,14 ± 0,00	1,42 ± 0,01 <b>c</b>	1,27 ± 0,08 <b>c</b>	1,17 ± 0,08 <b>c</b>	1,07 ± 0,08 <b>d</b>
F-ratio		27,15	21,88	86,66	76,78
p-value		0,0050	0,0090	0,0000	0,0000

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

La formación del 1 propanol es más compleja porque está ligada al metabolismo azufrado de las levaduras y por tanto su concentración esta correlacionada negativamente con las del ácido sulfhídrico. A veces también puede formarse a partir del metabolismo de los azúcares. En la evolución de este compuesto durante la conservación se observa un aumento a lo largo del tiempo.

La conservación en los diferentes recipientes estudiados, tiene un efecto significativo en la concentración de 1 propanol, en la cosecha del 2012 se produce un aumento en el depósito de hormigón y en el 2013 son los vinos conservados en barrica los que contiene mayor cantidad de este compuesto.

El efecto de las diferentes barricas es significativo únicamente en los vinos de la cosecha 2013 como puede apreciarse en la tabla 4.1.1.2, siendo los vinos de las barricas de 2 y 3 años los que presentan las concentraciones mayores.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.53.** Evolución de la concentración de 1 propanol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

#### 4.3.3.1.4. ALCOHOL ISOAMÍLICO

En las tablas 4.113 y 4.114 se recogen los valores medios de la concentración de alcohol isoamílico (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.54 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.113.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **alcohol isoamílico** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

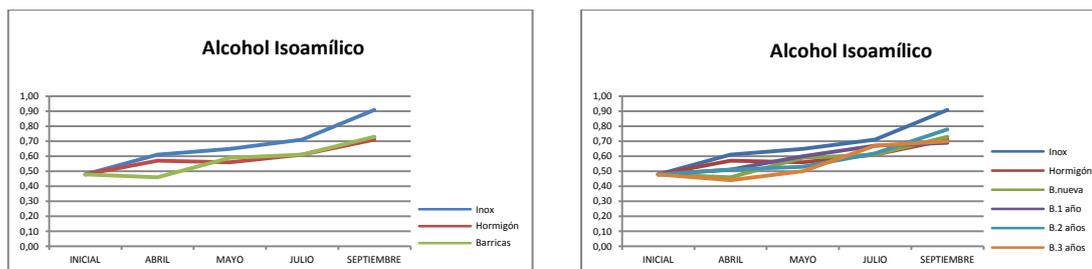
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,48 ± 0,02	0,61 ± 0,10 <b>a</b>	0,65 ± 0,10 <b>a</b>	0,71 ± 0,10 <b>a</b>	0,91 ± 0,20 <b>a</b>
HORMIGÓN	0,48 ± 0,02	0,57 ± 0,05 <b>a</b>	0,56 ± 0,10 <b>b</b>	0,61 ± 0,20 <b>b</b>	0,71 ± 0,10 <b>b</b>
BARRICAS	0,48 ± 0,02	0,48 ± 0,01 <b>b</b>	0,55 ± 0,07 <b>b</b>	0,64 ± 0,20 <b>b</b>	0,72 ± 0,10 <b>b</b>
F-ratio		1,7	2,8	1,8	2,5
p-value		0,0410	0,0321	0,0421	0,0321

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.114.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **alcohol isoamílico** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,48 ± 0,02	0,61 ± 0,10	0,65 ± 0,10	0,71 ± 0,10	0,91 ± 0,20
HORMIGÓN	0,48 ± 0,02	0,57 ± 0,05	0,56 ± 0,10	0,61 ± 0,20	0,71 ± 0,10
BARRICA NUEVA	0,48 ± 0,02	0,46 ± 0,20	0,59 ± 0,10	0,61 ± 0,10	0,73 ± 0,10
BARRICA 1 AÑO	0,48 ± 0,02	0,51 ± 0,10	0,60 ± 0,10	0,67 ± 0,10	0,69 ± 0,10
BARRICA 2 AÑOS	0,48 ± 0,02	0,51 ± 0,10	0,53 ± 0,20	0,62 ± 0,05	0,78 ± 0,13
BARRICA 3 AÑOS	0,48 ± 0,02	0,44 ± 0,13	0,50 ± 0,10	0,67 ± 0,10	0,70 ± 0,10
F-ratio		2,5	3,7	8,9	10,1
p-value		0,4121	0,3311	0,7611	0,5681

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.54.** Evolución de la concentración de alcohol isoamílico(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas de 4.115 y 4.116 se recogen los valores medios de la concentración de alcohol isoamílico (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.55 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.115.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **alcohol isoamílico** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,32 ± 0,08	0,91 ± 0,03	0,43 ± 0,07	0,42 ± 0,01	0,18± 0,00 <b>a</b>
HORMIGÓN	0,32 ± 0,08	2,18 ± 1,35	0,63 ± 0,03	0,39 ± 0,11	0,40± 0,01 <b>b</b>
BARRICAS	0,32 ± 0,08	0,49 ± 0,08	0,54 ± 0,08	0,42 ± 0,06	0,50 ± 0,06 <b>b</b>
F-ratio		3,15	1,60	1,2	2,7
p-value		0,1601	0,2011	0,3211	0,0327

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value<0,01 : diferencias significativas al 99%

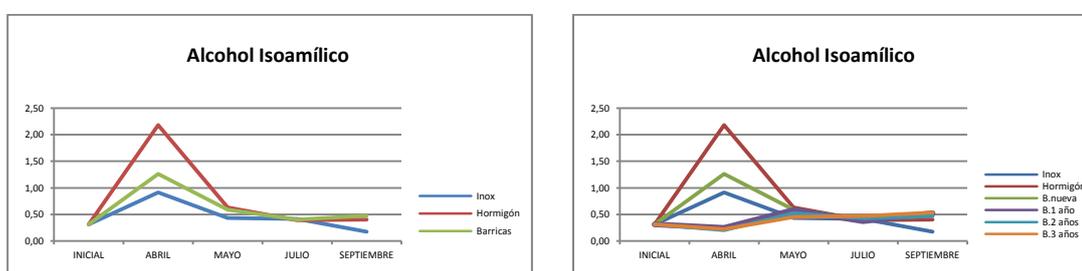
**Tabla 4.116.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **alcohol isoamílico** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
<b>INOXIDABLE</b>	0,32 ± 0,08	0,91 ± 0,03	0,43 ± 0,07	0,42 ± 0,01	0,18 ± 0,00 <b>a</b>
<b>HORMIGÓN</b>	0,32 ± 0,08	2,18 ± 1,35	0,63 ± 0,03	0,39 ± 0,11	0,40 ± 0,01 <b>b</b>
<b>BARRICA NUEVA</b>	0,32 ± 0,08	1,26 ± 0,08	0,59 ± 0,08	0,40 ± 0,12	0,48 ± 0,06 <b>c</b>
<b>BARRICA 1 AÑO</b>	0,32 ± 0,08	0,25 ± 0,01	0,58 ± 0,00	0,38 ± 0,03	0,53 ± 0,04 <b>c</b>
<b>BARRICA 2 AÑOS</b>	0,32 ± 0,08	0,21 ± 0,00	0,53 ± 0,08	0,43 ± 0,02	0,47 ± 0,02 <b>bc</b>
<b>BARRICA 3 AÑOS</b>	0,32 ± 0,08	0,22 ± 0,01	0,45 ± 0,17	0,47 ± 0,05	0,54 ± 0,06 <b>c</b>
<b>F-ratio</b>		2,17	1,70	0,44	0,96
<b>p-value</b>		0,1863	0,2681	0,8101	0,0506

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

Entre los alcoholes superiores, el alcohol isoamílico es uno de los más importantes desde el punto de vista organoléptico (nota sensorial, crema de almendras). El comportamiento del alcohol isoamílico es diferente en los vinos de las dos cosechas estudiadas, en el 2012 se observa un aumento durante la conservación, mientras que en el 2013 aumenta el primer mes para disminuir posteriormente, y este efecto es más patente en los depósitos de hormigón.

Los resultados muestran un efecto significativo del tipo de envase sobre la concentración de alcohol isoamílico, en los vinos del 2012 la mayor concentración se da en los depósitos de acero inoxidable, en el 2013 son las barricas las que contiene los vinos con mayor concentración. Hay diferencias significativas entre las barricas utilizadas en el 2013, siendo las de 3 años las que presentan mayor concentración de alcohol isoamílico.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.55.** Evolución de la concentración de alcohol isoamílico (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

#### 4.3.3.1.5. 1-2 PROPILENGLICOL

En las tablas 4.117 y 4.118 se recogen los valores medios de la concentración de 1-2 propilenglicol (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.56 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.117.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **1-2 propilenglicol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

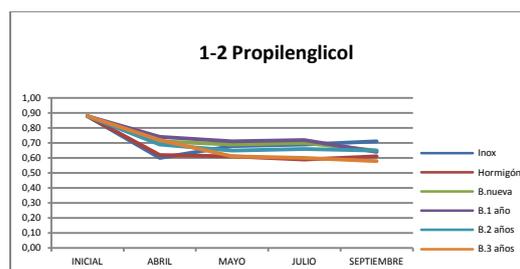
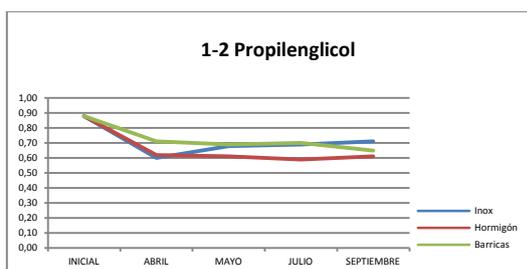
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,88 ± 0,12	0,60 ± 0,10 <b>a</b>	0,68 ± 0,20	0,69 ± 0,10 <b>a</b>	0,71 ± 0,12 <b>a</b>
HORMIGÓN	0,88 ± 0,12	0,62 ± 0,10 <b>a</b>	0,61 ± 0,05	0,59 ± 0,04 <b>b</b>	0,61 ± 0,15 <b>b</b>
BARRICAS	0,88 ± 0,12	0,71 ± 0,10 <b>b</b>	0,66 ± 0,12	0,67 ± 0,15 <b>a</b>	0,63 ± 0,05 <b>b</b>
F-ratio		2,7	3,9	5,1	8,7
p-value		0,0110	0,0210	0,0310	0,0410

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.118.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **1-2 propilenglicol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,88 ± 0,12	0,60 ± 0,10	0,68 ± 0,20	0,69 ± 0,10	0,71 ± 0,12
HORMIGÓN	0,88 ± 0,12	0,62 ± 0,10	0,61 ± 0,05	0,59 ± 0,04	0,61 ± 0,15
BARRICA NUEVA	0,88 ± 0,12	0,71 ± 0,20	0,69 ± 0,16	0,70 ± 0,17	0,65 ± 0,12
BARRICA 1 AÑO	0,88 ± 0,12	0,74 ± 0,15	0,71 ± 0,13	0,72 ± 0,10	0,64 ± 0,12
BARRICA 2 AÑOS	0,88 ± 0,12	0,69 ± 0,14	0,65 ± 0,10	0,66 ± 0,12	0,65 ± 0,10
BARRICA 3 AÑOS	0,88 ± 0,12	0,72 ± 0,10	0,61 ± 0,12	0,60 ± 0,15	0,58 ± 0,05
F-ratio		1,5	2,3	1,8	5,7
p-value		0,101	0,1222	0,210	0,3211

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.56.** Evolución de la concentración de 1-2 propilenglicol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.119 y 4.120 se recogen los valores medios de la concentración de 1-2 propilenglicol (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.57 se representa su evolución; en la cosecha 2013

**Tabla 4.119.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **1-2 propilenglicol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

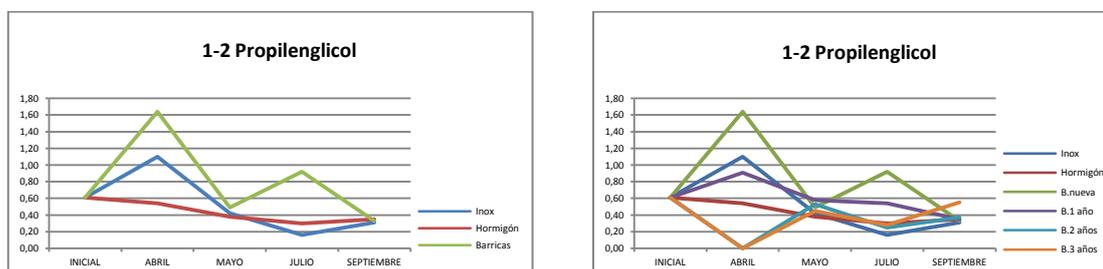
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
<b>INOXIDABLE</b>	0,61 ± 0,08	1,10 ± 0,00 <b>a</b>	0,42 ± 0,11	0,16 ± 0,00 <b>a</b>	0,31 ± 0,02
<b>HORMIGÓN</b>	0,61 ± 0,08	0,54 ± 0,08 <b>b</b>	0,38 ± 0,08	0,30 ± 0,00 <b>b</b>	0,35 ± 0,15
<b>BARRICAS</b>	0,61 ± 0,08	0,64 ± 0,08 <b>b</b>	0,51 ± 0,08	0,50 ± 0,06 <b>b</b>	0,40 ± 0,07
<b>F-ratio</b>		2,5	2,7	3,51	1,7
<b>p-value</b>		0,0011	0,0610	0,0041	0,0568

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.120.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **1-2 propilenglicol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,61 ± 0,08	1,10 ± 0,00 e	0,42 ± 0,11	0,16 ± 0,00	0,31 ± 0,02
HORMIGÓN	0,61 ± 0,08	0,54 ± 0,08 d	0,38 ± 0,08	0,30 ± 0,00	0,35 ± 0,15
BARRICA NUEVA	0,61 ± 0,08	1,64 ± 0,08 c	0,49 ± 0,08	0,92 ± 0,06	0,33 ± 0,07
BARRICA 1 AÑO	0,61 ± 0,08	0,91 ± 0,08 b	0,58 ± 0,00	0,54 ± 0,47	0,35 ± 0,05
BARRICA 2 AÑOS	0,61 ± 0,08	0,00 ± 0,00 a	0,53 ± 0,08	0,25 ± 0,00	0,37 ± 0,00
BARRICA 3 AÑOS	0,61 ± 0,08	0,00 ± 0,00 a	0,45 ± 0,10	0,28 ± 0,16	0,55 ± 0,28
F-ratio		2,75	1,38	3,82	0,87
p-value		0,001	0,2311	0,0666	0,5523

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.57.** Evolución de la concentración de 1-2 propilenglicol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

De acuerdo a los resultados obtenidos, la concentración de 1-2 propilenglicol disminuye durante la conservación, a diferencia del resto de alcoholes estudiados, como muestran las figuras 4.56 y 4.57, aunque en los vinos del 2013 este compuesto aumenta el primer y cuarto mes para disminuir finalmente a los 6 meses.

Los resultados muestran que el tipo de envase utilizado durante la conservación de los vinos no afecta significativamente a la concentración de este compuesto en el estudio del 2013, pero si tiene un efecto significativo en los vinos del 2012, aumentando la concentración en el depósito de acero inoxidable.

En cuanto a las barricas, no hay un efecto significativo sobre la concentración de este compuesto.

Generalmente, se acepta que los alcoholes superiores perjudican el aroma del vino, a excepción del 2 feniletanol, sobre todo si están presentes en elevada concentración, pero en concentraciones moderadas (<400mg/L), como es en el caso de los vinos objeto de este estudio, refuerza el aroma del vino contribuyendo a su complejidad (Rapp and Mandery, 1986)

Los resultados muestran que en el 2013 el contenido de los alcoholes estudiados aumentan significativamente en los recipientes en los que hay aporte de oxígeno (hormigón y barricas) excepto el 2 feniletanol y estos resultados coinciden con los realizados por Ortega *et al.* (2007). Este aumento podría estar correlacionado con la hidrólisis de los acetatos de los alcoholes (Dubois, 1994). Sin embargo este efecto no se observa en la cosecha del 2012 por lo que se podría decir que el efecto del tipo de envase depende del tipo de vino y la añada.

#### 4.3.3.2. EVOLUCIÓN DE LOS ÁCIDOS Y DE LOS ESTERES

Los ácidos grasos y sus ésteres son, junto a los alcoholes, los principales marcadores del aroma fermentativo. Los ácidos orgánicos de cadena corta (octanoico y decanoico) son producidos por la levadura durante la fermentación alcohólica y a pesar de que están en baja concentración en los vinos, su presencia tiene una gran contribución en el aroma ya que su umbral de percepción es muy bajo (Rodríguez *et al.*, 1990).

##### 4.3.3.2.1. ÁCIDO DECANOICO

En las tablas 4.121 y 4.122 se recogen los valores medios de la concentración de ácido decanoico (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.58 se representa su evolución; en la cosecha 2012

**Tabla 4.121.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **ácido decanoico** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

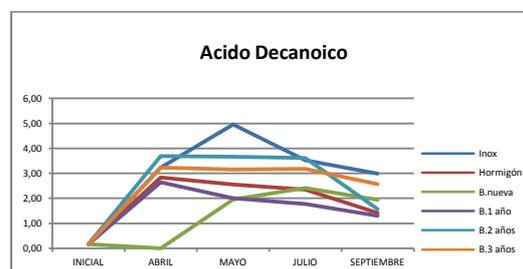
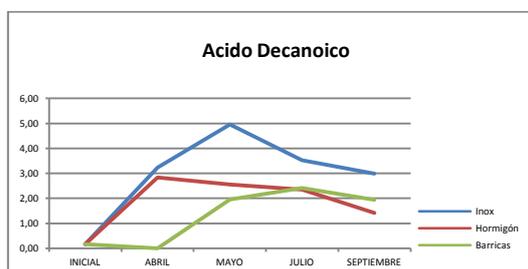
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,17 ± 0,02	3,23 ± 0,42	4,05 ± 0,44 <b>a</b>	3,53 ± 0,28 <b>c</b>	2,99 ± 1,22 <b>c</b>
HORMIGÓN	0,17 ± 0,02	2,84 ± 0,17	2,55 ± 0,59 <b>b</b>	2,35 ± 0,40 <b>b</b>	1,42 ± 0,52 <b>a</b>
BARRICAS	0,17 ± 0,02	2,83 ± 0,59	2,77 ± 0,67 <b>a</b>	2,75 ± 0,98 <b>c</b>	1,85 ± 0,23 <b>b</b>
F-ratio		1,5	2,7	3,8	1,9
p-value		0,412	0,0371	0,0271	0,0186

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.122.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **ácido decanoico** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
<b>INOXIDABLE</b>	0,17 ± 0,02	3,23 ± 0,42 <b>b</b>	4,05 ± 0,44	3,53 ± 0,28 <b>a</b>	2,99 ± 1,22 <b>b</b>
<b>HORMIGÓN</b>	0,17 ± 0,02	2,84 ± 0,17 <b>ab</b>	2,55 ± 0,59	2,35 ± 0,40 <b>ab</b>	1,42 ± 0,52 <b>ab</b>
<b>BARRICA NUEVA</b>	0,17 ± 0,02	1,74 ± 0,84 <b>a</b>	1,95 ± 0,09	2,41 ± 1,52 <b>ab</b>	1,94 ± 0,08 <b>ab</b>
<b>BARRICA 1 AÑO</b>	0,17 ± 0,02	2,65 ± 0,27 <b>ab</b>	2,01 ± 1,24	1,77 ± 0,92 <b>a</b>	1,30 ± 0,14 <b>a</b>
<b>BARRICA 2 AÑOS</b>	0,17 ± 0,02	3,69 ± 0,52 <b>b</b>	3,97 ± 0,46	3,62 ± 1,03 <b>b</b>	1,57 ± 0,52 <b>ab</b>
<b>BARRICA 3 AÑOS</b>	0,17 ± 0,02	3,23 ± 0,26 <b>b</b>	3,16 ± 0,48	3,18 ± 0,12 <b>a</b>	2,57 ± 0,58 <b>ab</b>
<b>F-ratio</b>		3,7	2,1	3,7	1,5
<b>p-value</b>		0,0030	0,0411	0,0020	0,0010

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.58.** Evolución de la concentración del ácido decanoico(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.123 y 4.124 se recogen los valores medios de la concentración de ácido decanoico (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.59 se representa su evolución; en la cosecha 2013.

**Tabla 4.123.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **ácido decanoico** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

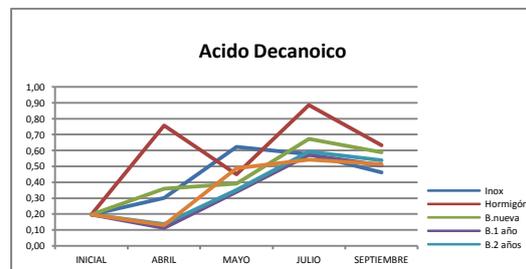
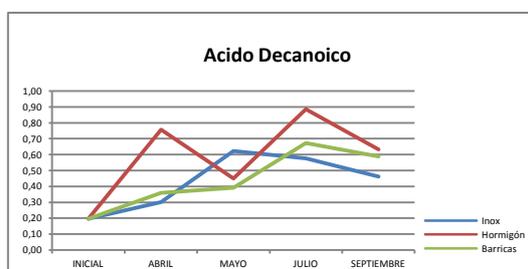
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,25 ± 0,02	0,30 ± 0,28 <b>a</b>	0,62 ± 0,03 <b>a</b>	0,58 ± 0,04 <b>a</b>	0,46 ± 0,13
HORMIGÓN	0,25 ± 0,02	0,76 ± 0,05 <b>b</b>	0,45 ± 0,03 <b>b</b>	0,89 ± 0,44 <b>b</b>	0,63 ± 0,02
BARRICAS	0,25 ± 0,02	0,36 ± 0,15 <b>a</b>	0,39 ± 0,05 <b>b</b>	0,59 ± 0,08 <b>b</b>	0,54 ± 0,02
F-ratio		7,1	3,75	0,91	1,5
p-value		0,0190	0,0271	0,0181	0,371

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.124.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **ácido decanoico** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,25 ± 0,02	0,30 ± 0,28 <b>a</b>	0,62 ± 0,03 <b>a</b>	0,58 ± 0,04	0,46 ± 0,13
HORMIGÓN	0,25 ± 0,02	0,76 ± 0,05 <b>b</b>	0,45 ± 0,03 <b>b</b>	0,89 ± 0,44	0,63 ± 0,02
BARRICA NUEVA	0,25 ± 0,02	0,36 ± 0,15 <b>a</b>	0,39 ± 0,05 <b>b</b>	0,67 ± 0,23	0,59 ± 0,02
BARRICA 1 AÑO	0,25 ± 0,02	0,11 ± 0,01 <b>a</b>	0,34 ± 0,03 <b>b</b>	0,57 ± 0,03	0,51 ± 0,04
BARRICA 2 AÑOS	0,25 ± 0,02	0,14 ± 0,01 <b>a</b>	0,35 ± 0,02 <b>b</b>	0,59 ± 0,15	0,54 ± 0,06
BARRICA 3 AÑOS	0,25 ± 0,02	0,13 ± 0,00 <b>a</b>	0,49 ± 0,15 <b>ab</b>	0,54 ± 0,03	0,51 ± 0,03
F-ratio		7,23	4,89	0,72	1,13
p-value		0,016	0,39	0,6321	0,4341

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.59.** Evolución de la concentración del ácido decanoico (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

En las figuras 4.58 y 4.59, se observa la evolución del ácido decanoico, como puede apreciarse, se produce un aumento durante los seis meses de conservación, tanto en el 2012 como en el 2013, debido probablemente a la hidrólisis de su éster, el decanoato de etilo.

En cuanto al recipiente utilizado durante la conservación, solo se ha encontrado un efecto significativo en los vinos del 2012, en los cuales la concentración es mayor en los depósitos de acero inoxidable.

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 a pesar de que su evolución varía con el tipo de vino y con las condiciones de la crianza (Ramsey y Ought, 1980).

Los ésteres tienen una gran importancia, ya que ellos aportan sensaciones aromáticas agradables, sin embargo es difícil asociar un aroma particular a un éster determinado. La mayoría de los ésteres provienen del ácido acético, de alcoholes, de ácidos grasos insaturados y del etanol. El conjunto de ésteres de acetatos de alcoholes superiores representan los aromas afrutados característicos de los vinos jóvenes.

#### 4.3.3.2.2. ACETATO DE ISOAMILO

En las tablas 4.125 y 4.126 se recogen los valores medios de la concentración de acetato de isoamilo (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.60 se representa su evolución; en la cosecha 2012

**Tabla 4.125.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **acetato de isoamilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas. En la cosecha 2012

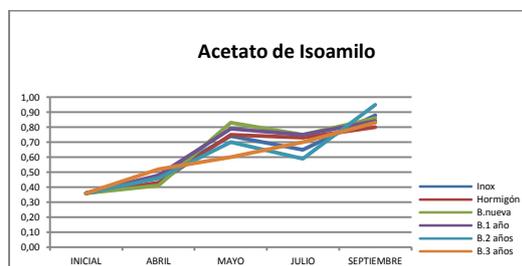
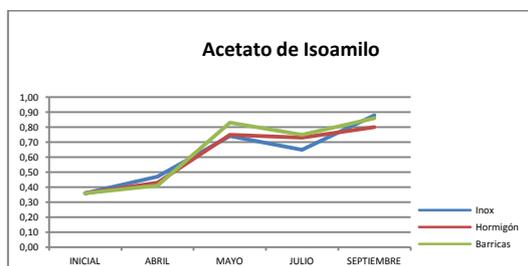
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,36 ± 0,04	0,47 ± 0,04 <b>a</b>	0,73 ± 0,23 <b>a</b>	0,65 ± 0,07 <b>a</b>	0,88 ± 0,28
HORMIGÓN	0,36 ± 0,04	0,43 ± 0,03 <b>b</b>	0,75 ± 0,16 <b>b</b>	0,73 ± 0,10 <b>c</b>	0,80 ± 0,03
BARRICAS	0,36 ± 0,04	0,47 ± 0,05 <b>b</b>	0,73 ± 0,05 <b>a</b>	0,70 ± 0,07 <b>b</b>	0,87 ± 0,05
F-ratio		1,8	2,1	3,2	1,8
p-value		0,0412	0,0318	0,0319	0,0216

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.126.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **acetato de isoamilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
<b>INOXIDABLE</b>	0,36 ± 0,04	0,47 ± 0,03 <b>a</b>	0,74 ± 0,23 <b>b</b>	0,65 ± 0,07 <b>a</b>	0,88 ± 0,08 <b>b</b>
<b>HORMIGÓN</b>	0,36 ± 0,04	0,43 ± 0,03 <b>b</b>	0,75 ± 0,16 <b>b</b>	0,73 ± 0,18 <b>b</b>	0,80 ± 0,03 <b>a</b>
<b>BARRICA NUEVA</b>	0,36 ± 0,04	0,41 ± 0,04 <b>b</b>	0,83 ± 0,09 <b>b</b>	0,75 ± 0,17 <b>b</b>	0,86 ± 0,09 <b>a</b>
<b>BARRICA 1 AÑO</b>	0,36 ± 0,04	0,48 ± 0,04 <b>b</b>	0,79 ± 0,10 <b>b</b>	0,75 ± 0,08 <b>b</b>	0,84 ± 0,04 <b>a</b>
<b>BARRICA 2 AÑOS</b>	0,36 ± 0,04	0,46 ± 0,04 <b>b</b>	0,70 ± 0,03 <b>ab</b>	0,59 ± 0,11 <b>a</b>	0,95 ± 0,05 <b>b</b>
<b>BARRICA 3 AÑOS</b>	0,36 ± 0,04	0,52 ± 0,02 <b>b</b>	0,60 ± 0,31 <b>a</b>	0,70 ± 0,01 <b>a</b>	0,83 ± 0,01 <b>a</b>
<b>F-ratio</b>		1,7	2,1	7,8	10,6
<b>p-value</b>		0,0481	0,0412	0,0391	0,0417

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
 P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.60.** Evolución de la concentración de acetato de isoamilo(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.127 y 4.128 se recogen los valores medios de la concentración de acetato de isoamilo (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.61 se representa su evolución; en la cosecha 2013

**Tabla 4.127.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **acetato de isoamilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,34 ± 0,13	0,28 ± 0,02 a	0,38 ± 0,02 a	0,48 ± 0,02	0,57 ± 0,00
HORMIGÓN	0,34 ± 0,13	0,29 ± 0,02 a	0,39 ± 0,02 a	0,46 ± 0,03	0,56 ± 0,03
BARRICAS	0,34 ± 0,13	0,38 ± 0,09 b	0,46 ± 0,09 b	0,50 ± 0,10	0,57 ± 0,09
F-ratio		1,7	2,8	1,8	1,1
p-value		0,0317	0,0412	0,5321	0,5051

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.128.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **acetato de isoamilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,34 ± 0,13	0,28 ± 0,02	0,38 ± 0,02	0,48 ± 0,02	0,57 ± 0,00
HORMIGÓN	0,34 ± 0,13	0,29 ± 0,02	0,39 ± 0,02	0,46 ± 0,03	0,56 ± 0,03
BARRICA NUEVA	0,34 ± 0,13	0,44 ± 0,09	0,54 ± 0,09	0,56 ± 0,10	0,63 ± 0,09
BARRICA 1 AÑO	0,34 ± 0,13	0,44 ± 0,18	0,49 ± 0,11	0,51 ± 0,08	0,54 ± 0,08
BARRICA 2 AÑOS	0,34 ± 0,13	0,33 ± 0,00	0,41 ± 0,02	0,45 ± 0,01	0,53 ± 0,04
BARRICA 3 AÑOS	0,34 ± 0,13	0,33 ± 0,02	0,42 ± 0,03	0,46 ± 0,03	0,56 ± 0,03
F-ratio		1,47	2,15	1,21	0,96
p-value		0,324	0,189	0,4056	0,5065

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

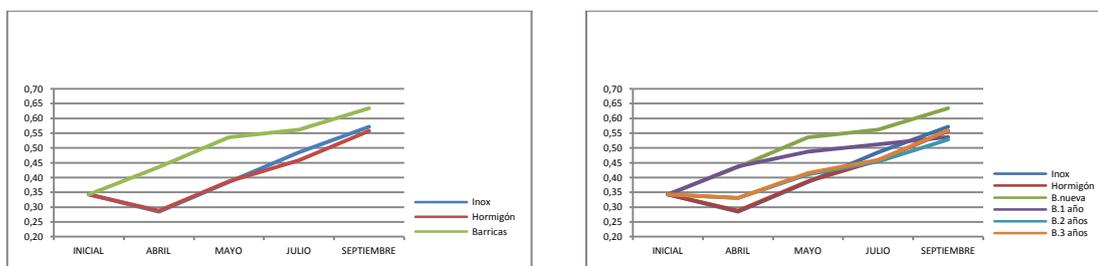
En las figuras 4.60 y 4.61 se observa que el acetato de isoamilo aumenta durante el proceso de conservación, en todos los recipientes ensayados en los vinos del 2012 y del 2013. Sin embargo el tipo de recipiente utilizado no tiene efecto significativo en su concentración.

Los resultados muestran una evolución del compuesto durante la conservación en la cual se produce un aumento en los vinos estudiados (figuras 4.61 y 4.62).

No se han encontrado diferencias significativas en la concentración de los vinos conservados en acero inoxidable, hormigón y barricas (Tablas 4.125 y 4.127), sin embargo en la cosecha del 2012 se ha encontrado un efecto significativo del tipo de barrica

utilizado, siendo la barrica de dos años la que contiene los vinos con mayor concentración de ese compuesto.

El acetato de isoamilo, responsable del olor a banana y pera, es uno de los ésteres más importantes desde el punto de vista sensorial.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.61.** Evolución de la concentración de acetato de isoamilo (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

#### 4.3.3.2.3. ACETATO DE HEXILO

En las tablas 4.129 y 4.130 se recogen los valores medios de la concentración de acetato de hexilo (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.62 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 129.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **acetato de hexilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

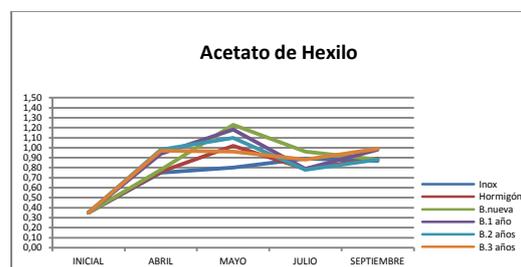
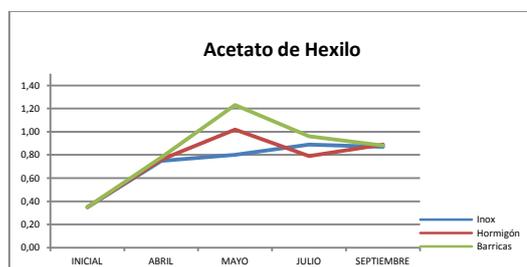
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,35 ± 0,00	0,75 ± 0,10 a	0,80 ± 0,10 a	0,89 ± 0,10	0,87 ± 0,10
HORMIGÓN	0,35 ± 0,00	0,76 ± 0,10 a	1,02 ± 0,10 b	0,79 ± 0,20	0,89 ± 0,12
BARRICAS	0,35 ± 0,00	0,92 ± 0,10 b	1,12 ± 0,10 b	0,85 ± 0,12	0,93 ± 0,20
F-ratio		7,5	2,1	1,8	1,2
p-value		0,0321	0,0410	0,561	0,412

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.130.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de acetato de hexilo (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,35 ± 0,00	0,75 ± 0,10 <b>a</b>	0,80 ± 0,10 <b>a</b>	0,89 ± 0,10 <b>a</b>	0,87 ± 0,10 <b>a</b>
HORMIGÓN	0,35 ± 0,00	0,76 ± 0,10 <b>a</b>	1,02 ± 0,10 <b>b</b>	0,79 ± 0,20 <b>a</b>	0,89 ± 0,12 <b>a</b>
BARRICA NUEVA	0,35 ± 0,00	0,78 ± 0,10 <b>a</b>	1,23 ± 0,13 <b>b</b>	0,96 ± 0,10 <b>b</b>	0,88 ± 0,15 <b>a</b>
BARRICA 1 AÑO	0,35 ± 0,00	0,94 ± 0,20 <b>b</b>	1,18 ± 0,20 <b>b</b>	0,79 ± 0,14 <b>a</b>	0,98 ± 0,20 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	0,35 ± 0,00	0,98 ± 0,15 <b>b</b>	1,10 ± 0,16 <b>b</b>	0,78 ± 0,12 <b>a</b>	0,88 ± 0,10 <b>a</b>
BARRICA 3 AÑOS	0,35 ± 0,00	0,97 ± 0,13 <b>b</b>	0,96 ± 0,20 <b>b</b>	0,88 ± 0,12 <b>a</b>	0,99 ± 0,20 <b>b</b>
F-ratio		4,5	7,9	11,2	4,78
p-value		0,03412	0,0213	0,0234	0,0321

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



Inox: Depósito acero inoxidable; Horm: Depósito de hormigón; B nueva: Barrica nueva; B 1 año: Barrica 1 año; B 2 años: Barrica 2 años; **B 3 años**: Barrica 3 años; **B media**: Media de las barricas.

**Figura 4.62.** Evolución de la concentración de acetato de hexilo(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.131 y 4.132 se recogen los valores medios de la concentración de acetato de hexilo (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.63 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.131.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **acetato de hexilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

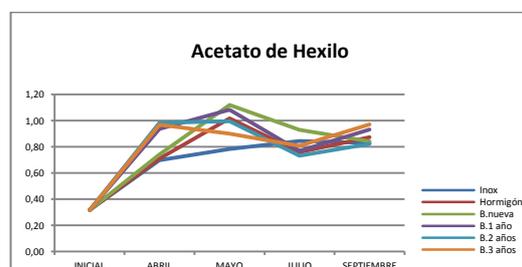
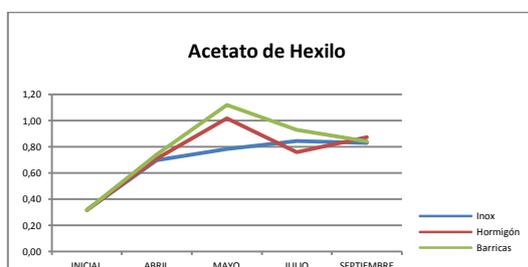
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,32 ± 0,00	0,70 ± 0,01 <b>a</b>	0,78 ± 0,08 <b>a</b>	0,84 ± 0,05	0,83±0,05
HORMIGÓN	0,32 ± 0,00	0,71 ± 0,20 <b>a</b>	1,02 ± 0,03 <b>b</b>	0,76 ± 0,27	0,87±0,07
BARRICAS	0,32 ± 0,00	0,91 ± 0,07 <b>b</b>	1,02 ± 0,15 <b>b</b>	0,85 ± 0,15	0,96±0,04
F-ratio		2,7	1,8	0,91	1,6
p-value		0,0328	0,0421	0,521	0,416

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.132.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **acetato de hexilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,32 ± 0,00	0,70 ± 0,01 <b>a</b>	0,78 ± 0,08	0,84 ± 0,05	0,83 ± 0,05
HORMIGÓN	0,32 ± 0,00	0,71 ± 0,20 <b>a</b>	1,02 ± 0,03	0,76 ± 0,27	0,87 ± 0,07
BARRICA NUEVA	0,32 ± 0,00	0,74 ± 0,07 <b>ab</b>	1,12 ± 0,15	1,12 ± 0,15	0,84 ± 0,10
BARRICA 1 AÑO	0,32 ± 0,00	0,94 ± 0,07 <b>bc</b>	1,08 ± 0,02	0,77 ± 0,01	0,93 ± 0,02
BARRICA 2 AÑOS	0,32 ± 0,00	0,98 ± 0,00 <b>c</b>	1,00 ± 0,24	0,73 ± 0,02	0,82 ± 0,07
BARRICA 3 AÑOS	0,32 ± 0,00	0,97 ± 0,14	0,90 ± 0,14	0,81 ± 0,08	0,97 ± 0,08
F-ratio		4,51	1,73	0,33	1,44
p-value		0,0471	0,2610	0,8790	0,3214

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



Inox: Depósito acero inoxidable; Horm: Depósito de hormigón; B nueva: Barrica nueva; B 1 año: Barrica 1 año; B 2 años: Barrica 2 años; **B 3 años**: Barrica 3 años; **B media**: Media de las barricas.

**Figura 4.63.** Evolución de la concentración de acetato de hexilo (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

Como se observa en las figuras 4.62 y 4.63, el acetato de hexilo aumenta durante la conservación de los vinos en los diferentes envases y su comportamiento es similar en el 2012 y en el 2013. No se han encontrado diferencias significativas entre los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas, únicamente se ha visto un efecto significativo del tipo de barrica sobre la concentración de este compuesto, en el año 2013, encontrándose en mayor concentración en barricas de 1 y 3 años.

#### 4.3.3.2.3. DECANOATO DE ETILO

En las tablas 4.133 y 4.134 se recogen los valores medios de la concentración de decanoato de etilo (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.64 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.133.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **decanoato de etilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

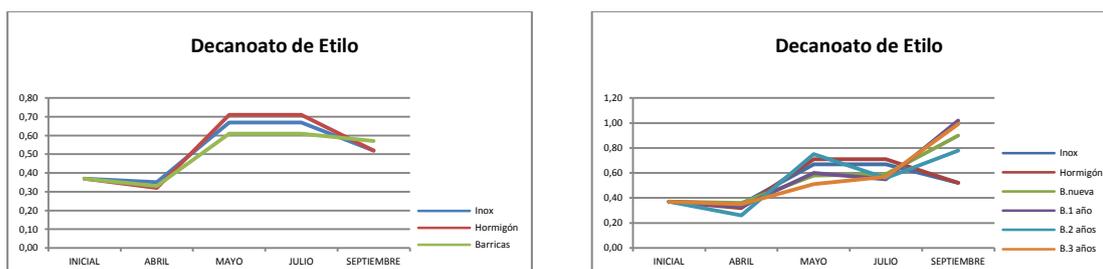
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,37 ± 0,17	0,35 ± 0,01 a	0,67 ± 0,01 b	0,67 ± 0,01 b	0,52 ± 0,15 a
HORMIGÓN	0,37 ± 0,17	0,32 ± 0,01 b	0,71 ± 0,15 c	0,71 ± 0,15 c	0,52 ± 0,03 a
BARRICAS	0,37 ± 0,17	0,33 ± 0,05 b	0,61 ± 0,09 a	0,61 ± 0,09 a	0,57 ± 0,09 b
F-ratio		1,6	3,1	2,8	1,9
p-value		0,0031	0,0032	0,0040	0,00603

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.134.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **decanoato de etilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,37 ± 0,17	0,35 ± 0,01 a	0,67 ± 0,01 b	0,67 ± 0,01 b	0,52 ± 0,15 a
HORMIGÓN	0,37 ± 0,17	0,32 ± 0,01 b	0,71 ± 0,15 c	0,71 ± 0,15 c	0,52 ± 0,03 a
BARRICA NUEVA	0,37 ± 0,17	0,36 ± 0,09 b	0,58 ± 0,14 ab	0,59 ± 0,07 a	0,90 ± 0,02 ab
BARRICA 1 AÑO	0,37 ± 0,17	0,33 ± 0,02 b	0,60 ± 0,02 b	0,55 ± 0,01 a	1,02 ± 0,03 b
BARRICA 2 AÑOS	0,37 ± 0,17	0,26 ± 0,03 ab	0,75 ± 0,01 b	0,56 ± 0,06 a	0,78 ± 0,02 a
BARRICA 3 AÑOS	0,37 ± 0,17	0,35 ± 0,01 c	0,51 ± 0,20 a	0,57 ± 0,18 a	0,99 ± 0,01 b
F-ratio		3,7	2,8	1,6	3,9
p-value		0,031	0,0288	0,0391	0,0412

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



Inox: Depósito acero inoxidable; Horm: Depósito de hormigón; B nueva: Barrica nueva; B 1 año: Barrica 1 año; B 2 años: Barrica 2 años; **B 3 años**: Barrica 3 años; **B media**: Media de las barricas.

**Figura 4.64.** Evolución de la concentración de decanoato de etilo (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.135 y 4.136 se recogen los valores medios de la concentración de decanoato de etilo (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.65 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.135.-** Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **decanoato de etilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
<b>INOXIDABLE</b>	0,20 ± 0,01	0,32 ± 0,01 <b>a</b>	0,34 ± 0,01 <b>a</b>	0,34 ± 0,01 <b>a</b>	0,14 ± 0,00 <b>a</b>
<b>HORMIGÓN</b>	0,20 ± 0,01	0,52 ± 0,08 <b>b</b>	0,54 ± 0,06 <b>b</b>	0,54 ± 0,06 <b>b</b>	0,14 ± 0,02 <b>a</b>
<b>BARRICAS</b>	0,20 ± 0,01	0,28 ± 0,03 <b>a</b>	0,32 ± 0,01 <b>a</b>	0,32 ± 0,01 <b>a</b>	0,20 ± 0,01 <b>b</b>
<b>F-ratio</b>		2,7	3,1	2,8	1,7
<b>p-value</b>		0,0321	0,0216	0,0167	0,003

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.136.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **decanoato de etilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

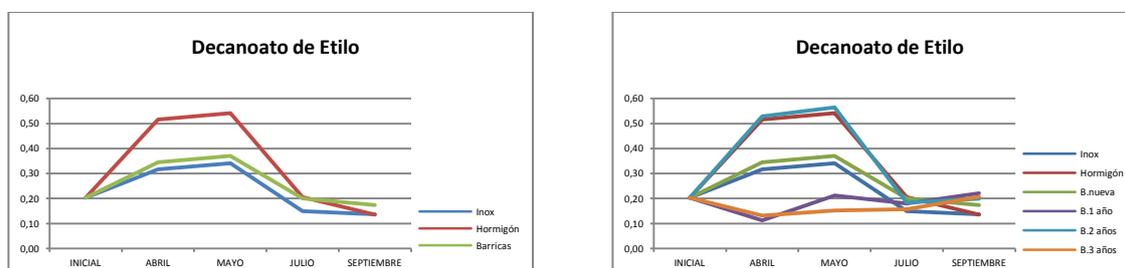
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,20 ± 0,01	0,32 ± 0,01 <b>b</b>	0,34 ± 0,01 <b>b</b>	0,15 ± 0,01	0,14 ± 0,00 <b>a</b>
HORMIGÓN	0,20 ± 0,01	0,52 ± 0,08 <b>c</b>	0,54 ± 0,06 <b>c</b>	0,21 ± 0,08	0,14 ± 0,02 <b>a</b>
BARRICA NUEVA	0,20 ± 0,01	0,35 ± 0,00 <b>b</b>	0,37 ± 0,01 <b>b</b>	0,20 ± 0,00	0,17 ± 0,01 <b>ab</b>
BARRICA 1 AÑO	0,20 ± 0,01	0,11 ± 0,02 <b>a</b>	0,21 ± 0,02 <b>a</b>	0,18 ± 0,02	0,22 ± 0,02 <b>c</b>
BARRICA 2 AÑOS	0,20 ± 0,01	0,53 ± 0,04 <b>c</b>	0,56 ± 0,00 <b>c</b>	0,18 ± 0,00	0,20 ± 0,00 <b>bc</b>
BARRICA 3 AÑOS	0,20 ± 0,01	0,13 ± 0,01 <b>a</b>	0,15 ± 0,01 <b>a</b>	0,16 ± 0,01	0,21 ± 0,01 <b>bc</b>
F-ratio		42,20	70,03	0,55	10,21
p-value		0,0011	0,001	0,7361	0,0067

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

En las figuras 4.64 y 4.64 se observa que en la evolución del decanoato de etilo se produce un aumento durante la conservación en los vinos del 2012, sin embargo en el 2013 aumenta durante los primeros meses pero desciende al final del tiempo de conservación (Figura 4.64 y 4.65). Este comportamiento se debe a que su concentración puede disminuir por reacciones de hidrólisis, e incrementarse por esterificaciones de tipo químico.

El tipo de recipiente afecta significativamente a su concentración en los vinos, siendo los conservados en barrica los que presentan mayor concentración, en las dos cosechas estudiadas.

El tipo de barrica utilizada afecta a la concentración de este compuesto en los vinos, siendo los conservados en barrica de un año, los que presentan mayor concentración.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.65.** Evolución de la concentración de Decanoato de Etilo (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

#### 4.3.3.2.4. DIETILSUCCINATO

En las tablas 4.137 y 4.138 se recogen los valores medios de la concentración de dietilsuccinato (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.66 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.137.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **dietilsuccinato** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

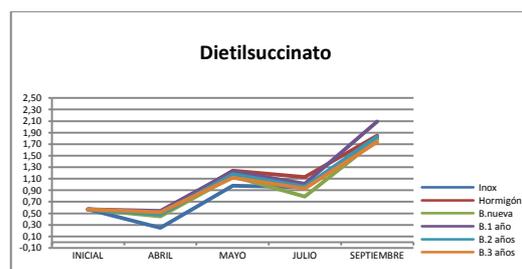
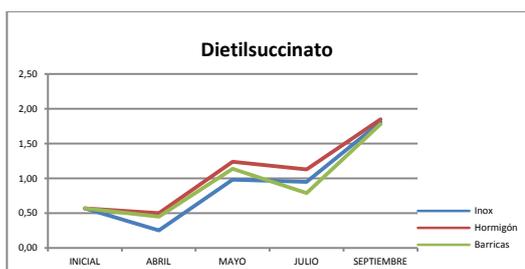
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,57 ± 0,27	0,25 ± 0,03 <b>a</b>	0,98 ± 0,06 <b>a</b>	0,95 ± 0,42 <b>b</b>	1,81 ± 0,16 <b>a</b>
HORMIGÓN	0,57 ± 0,27	0,50 ± 0,11 <b>b</b>	1,24 ± 0,12 <b>c</b>	1,13 ± 0,02 <b>c</b>	1,85 ± 0,50 <b>b</b>
BARRICAS	0,57 ± 0,27	0,49 ± 0,07 <b>b</b>	1,17 ± 0,09 <b>b</b>	0,92 ± 0,76 <b>a</b>	1,86 ± 0,84 <b>b</b>
F-ratio		0,89	1,6	1,8	0,96
p-value		0,002	0,003	0,004	0,005

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.138.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **dietilsuccinato** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,57 ± 0,27	0,25 ± 0,03 <b>a</b>	0,98 ± 0,06 <b>a</b>	0,95 ± 0,42 <b>b</b>	1,81 ± 0,16 <b>a</b>
HORMIGÓN	0,57 ± 0,27	0,50 ± 0,11 <b>b</b>	1,24 ± 0,12 <b>c</b>	1,13 ± 0,02 <b>c</b>	1,85 ± 0,50 <b>b</b>
BARRICA NUEVA	0,57 ± 0,27	0,45 ± 1,20 <b>b</b>	1,14 ± 1,77 <b>a</b>	0,79 ± 0,11 <b>a</b>	1,78 ± 0,05 <b>a</b>
BARRICA 1 AÑO	0,57 ± 0,27	0,54 ± 0,07 <b>b</b>	1,23 ± 0,55 <b>a</b>	1,01 ± 0,11 <b>ab</b>	2,09 ± 0,52 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	0,57 ± 0,27	0,48 ± 0,01 <b>b</b>	1,18 ± 0,50 <b>a</b>	0,96 ± 0,49 <b>ab</b>	1,83 ± 0,11 <b>a</b>
BARRICA 3 AÑOS	0,57 ± 0,27	0,52 ± 0,10 <b>b</b>	1,12 ± 1,30 <b>a</b>	0,93 ± 1,26 <b>ab</b>	1,74 ± 0,24 <b>a</b>
F-ratio		0,89	1,1	2,6	0,98
p-value		0,0412	0,037	0,0216	0,0432

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.66.** Evolución de la concentración de dietilsuccinato (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.139 y 4.140 se recogen los valores medios de la concentración de dietilsuccinato (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.67 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.139.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **dietilsuccinato** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	n.d	n.d	0,41 ± 0,00 a	0,50 ± 0,02 a	0,59 ± 0,01
HORMIGÓN	n.d.	n.d.	0,65 ± 0,08 b	0,75 ± 0,08 b	0,55 ± 0,02
BARRICAS	n.d.	n.d.	0,42 ± 0,05 a	0,76 ± 0,18	0,59 ± 0,08
F-ratio			2,8	1,6	0,89
p-value			0,004	0,003	0,561

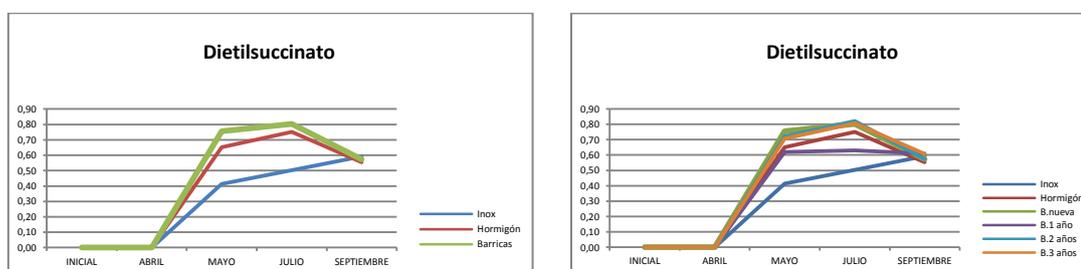
Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.140.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **dietilsuccinato** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	n.d	n.d	0,41 ± 0,00	0,50 ± 0,02	0,59 ± 0,01
HORMIGÓN	n.d.	n.d.	0,65 ± 0,08	0,75 ± 0,08	0,55 ± 0,02
BARRICA NUEVA	n.d.	n.d.	0,76 ± 0,05	0,80 ± 0,00	0,57 ± 0,28
BARRICA 1 AÑO	n.d	n.d	0,21 ± 0,02	0,63 ± 0,23	0,61 ± 0,03
BARRICA 2 AÑOS	n.d.	n.d.	0,56 ± 0,00	0,82 ± 0,07	0,57 ± 0,01
BARRICA 3 AÑOS	n.d.	n.d.	0,15 ± 0,01	0,81 ± 0,21	0,61 ± 0,01
F-ratio			1,56	1,79	0,07
p-value			0,300	0,240	0,9947

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

El dietilsuccinato aumentó durante los primeros meses pero se produjo un descenso en su concentración el último mes de conservación (Figura 4.66).



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.67.** Evolución de la concentración de dietilsuccinato (mg/L) durante la conservación de los vinos.

Los resultados muestran que el dietilsuccinato aumenta en el tiempo en los vinos del 2012 durante la conservación, sin embargo en el 2013 aumenta los primeros meses pero al final del tiempo de conservación hay un ligero descenso (Figura 4.66 y 4.67). Este comportamiento se debe a que su concentración puede disminuir por reacciones de hidrólisis, e incrementarse por esterificaciones de tipo químico.

Las tablas 4.137 y 4.138 muestran un efecto significativo del tipo de envase en los vinos del 2012 que presentan mayor concentración de este compuesto en las barricas, siendo la barrica de un año la que contiene los vinos con más dietilsuccinato.

#### 4.3.3.2.5. LACTATO DE ETILO

En las tablas 4.141 y 4.142 se recogen los valores medios de la concentración de lactato de etilo (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.68 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.141.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **lactato de etilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

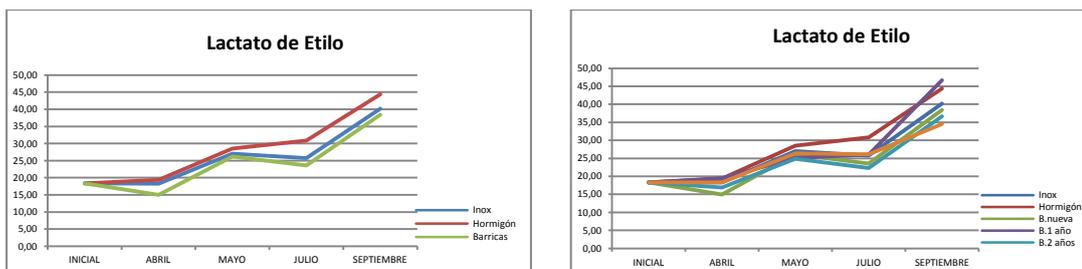
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	18,32 ± 7,75	18,30 ± 0,76 <b>a</b>	27,05 ± 1,06 <b>b</b>	25,74 ± 7,29 <b>a</b>	40,22 ± 8,03 <b>a</b>
HORMIGÓN	18,32 ± 7,75	19,41 ± 2,98 <b>b</b>	28,50 ± 5,55 <b>c</b>	30,84 ± 13,87 <b>c</b>	44,40 ± 0,12 <b>b</b>
BARRICAS	18,32 ± 7,75	17,38 ± 0,82 <b>c</b>	25,64 ± 3,05 <b>a</b>	24,52 ± 3,12 <b>b</b>	39,09 ± 2,51 <b>a</b>
F-ratio		1,6	2,1	1,8	1,7
1,7		0,033	0,0210	0,0400	0,0470

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.142.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **lactato de etilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	18,32 ± 7,75	18,30 ± 0,76 <b>a</b>	27,05 ± 1,06 <b>b</b>	25,74 ± 7,29 <b>a</b>	40,22 ± 8,03 <b>b</b>
HORMIGÓN	18,32 ± 7,75	19,41 ± 2,98 <b>b</b>	28,50 ± 5,55 <b>c</b>	30,84 ± 13,87 <b>c</b>	44,40 ± 0,12 <b>c</b>
BARRICA NUEVA	18,32 ± 7,75	14,98 ± 0,58 <b>b</b>	26,15 ± 5,03 <b>a</b>	23,59 ± 1,22 <b>a</b>	38,43 ± 4,20 <b>a</b>
BARRICA 1 AÑO	18,32 ± 7,75	19,43 ± 1,38 <b>b</b>	25,11 ± 1,09 <b>a</b>	26,06 ± 0,11 <b>a</b>	46,70 ± 1,30 <b>a</b>
BARRICA 2 AÑOS	18,32 ± 7,75	16,86 ± 0,72 <b>b</b>	24,88 ± 0,94 <b>a</b>	22,30 ± 0,92 <b>a</b>	36,70 ± 1,00 <b>a</b>
BARRICA 3 AÑOS	18,32 ± 7,75	18,28 ± 0,56 <b>b</b>	26,43 ± 3,40 <b>a</b>	26,10 ± 5,60 <b>a</b>	34,52 ± 4,20 <b>a</b>
F-ratio		10,1	1,76	5,4	7,8
p-value		0,021	0,0310	0,0428	0,0379

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.68.** Evolución de la concentración de lactato de etilo (mg/L) durante la conservación de los vinos en la añada 2012

En las tablas 4.143 y 4.144 se recogen los valores medios de la concentración de lactato de etilo (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.69 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.143.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **lactato de etilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
<b>INOXIDABLE</b>	14,23 ± 0,94	26,18 ± 0,70	28,26 ± 0,31 <b>a</b>	25,39 ± 0,03 <b>a</b>	25,06 ± 1,79 <b>a</b>
<b>HORMIGÓN</b>	14,23 ± 0,94	29,90 ± 0,05	26,97 ± 2,58 <b>a</b>	25,84 ± 2,58 <b>a</b>	22,14 ± 0,58 <b>a</b>
<b>BARRICAS</b>	14,23 ± 0,94	25,35 ± 1,27	35,85 ± 1,24 <b>b</b>	33,62 ± 4,95 <b>b</b>	32,61 ± 5,66 <b>b</b>
<b>F-ratio</b>		1,6	1,8	2,9	1,9
<b>p-value</b>		0,301	0,0412	0,0328	0,0216

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

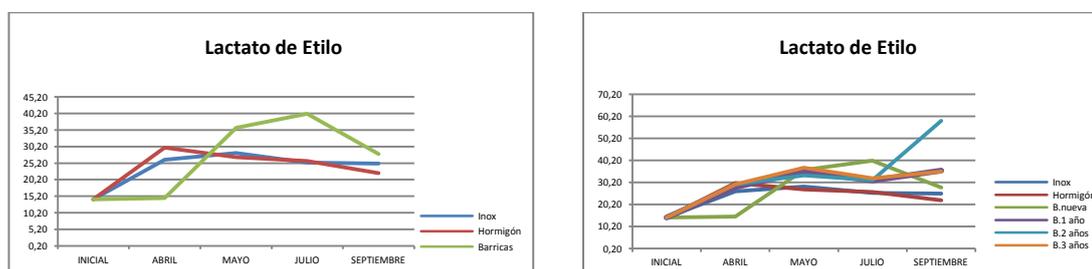
**Tabla 4.144.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **lactato de etilo** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	14,23 ± 0,94	26,18 ± 0,70 <b>b</b>	28,26 ± 0,31 <b>a</b>	25,39 ± 0,03	25,06 ± 1,79
HORMIGÓN	14,23 ± 0,94	29,90 ± 0,05 <b>c</b>	26,97 ± 2,58 <b>a</b>	25,84 ± 2,58	22,14 ± 0,58
BARRICA NUEVA	14,23 ± 0,94	14,67 ± 1,27 <b>a</b>	35,85 ± 1,24 <b>b</b>	40,10 ± 4,95	27,94 ± 5,66
BARRICA 1 AÑO	14,23 ± 0,94	28,03 ± 0,45 <b>bc</b>	35,18 ± 0,39 <b>b</b>	31,13 ± 0,79	35,59 ± 2,03
BARRICA 2 AÑOS	14,23 ± 0,94	29,33 ± 0,62 <b>c</b>	33,42 ± 1,48 <b>b</b>	31,14 ± 3,01	58,16 ± 3,01
BARRICA 3 AÑOS	14,23 ± 0,94	29,37 ± 2,12 <b>c</b>	36,89 ± 2,55 <b>b</b>	32,10 ± 5,12	35,06 ± 5,12
F-ratio		56,8	11,2	1,71	1,43
p-value		0,001	0,005	0,2649	0,3345

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

Como muestran las figuras 4.68 y 4.69, el lactato de etilo aumenta durante la conservación en los vinos conservados en diferentes envases, esto se debe a los procesos de esterificación que van formando nuevos ésteres con los ácidos orgánicos, como es el caso del lactato de etilo, que se forma a partir del ácido láctico (su aroma recuerda a la manteca).

En los recipientes que permiten la entrada de oxígeno como son el hormigón (vinos 2012) y las barricas (vinos 2013), aumenta significativamente la concentración del lactato de etilo.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.69.** Evolución de la concentración de lactato de etilo (mg/L) durante la conservación de los vinos en la añada 2013

#### 4.3.3.2.6. ETIL ISOVALERIATO

En las tablas 4.145 y 4.146 se recogen los valores medios de la concentración de etil isovaleriato (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.70 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.145.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **etil isovaleriato** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

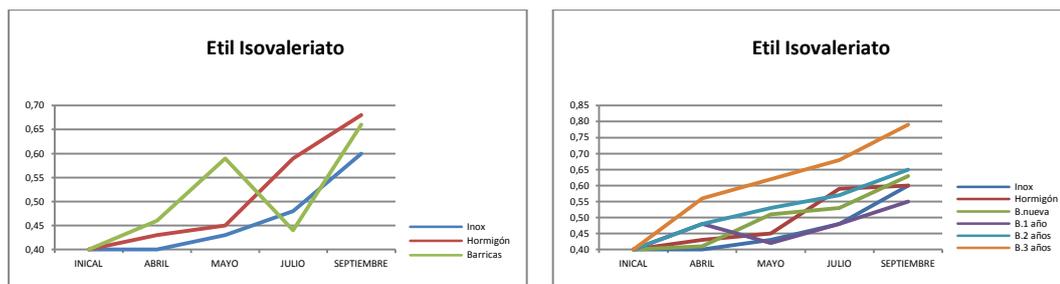
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,40 ± 0,10	0,40 ± 0,10	0,43 ± 0,08	0,48 ± 0,10	0,60 ± 0,06
HORMIGÓN	0,40 ± 0,10	0,43 ± 0,10	0,45 ± 0,9	0,59 ± 0,08	0,68 ± 0,10
BARRICAS	0,40 ± 0,10	0,46 ± 0,10	0,52 ± 0,10	0,44 ± 0,07	0,66 ± 0,07
F-ratio		1,4	2,7	3,8	1,7
p-value		0,342	0,412	0,568	0,612

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.146.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **etil isovaleriato** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,40 ± 0,10	0,40 ± 0,07	0,43 ± 0,07	0,48 ± 0,05	0,60 ± 0,10
HORMIGÓN	0,40 ± 0,10	0,43 ± 0,06	0,45 ± 0,10	0,59 ± 0,10	0,60 ± 0,10
BARRICA NUEVA	0,40 ± 0,10	0,41 ± 0,05	0,51 ± 0,08	0,53 ± 0,08	0,63 ± 0,08
BARRICA 1 AÑO	0,40 ± 0,10	0,48 ± 0,10	0,42 ± 0,05	0,48 ± 0,07	0,55 ± 0,03
BARRICA 2 AÑOS	0,40 ± 0,10	0,48 ± 0,08	0,53 ± 0,10	0,57 ± 0,08	0,65 ± 0,04
BARRICA 3 AÑOS	0,40 ± 0,10	0,56 ± 0,10	0,62 ± 0,10	0,68 ± 0,10	0,79 ± 0,10
F-ratio		0,19	0,21	0,32	0,45
p-value		0,904	0,876	0,761	0,342

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.70.** Evolución de la concentración de etil isovaleriato(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.147 y 4.148 se recogen los valores medios de la concentración de etil isovaleriato (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.71 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.147.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **etil isovaleriato (mg/L)** en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
<b>INOXIDABLE</b>	0,55 ± 0,01	0,55 ± 0,07	0,59 ± 0,06	0,61 ± 0,06 <b>a</b>	0,71 ± 0,06
<b>HORMIGÓN</b>	0,55 ± 0,01	0,58 ± 0,02	0,64 ± 0,07	0,74 ± 0,07 <b>b</b>	0,79 ± 0,00
<b>BARRICAS</b>	0,55 ± 0,01	0,55 ± 0,10	0,62 ± 0,08	0,65 ± 0,07 <b>a</b>	0,74 ± 0,37
<b>F-ratio</b>		1,5	0,8	1,8	1,1
<b>p-value</b>		0,801	0,901	0,0402	0,765

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito

P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

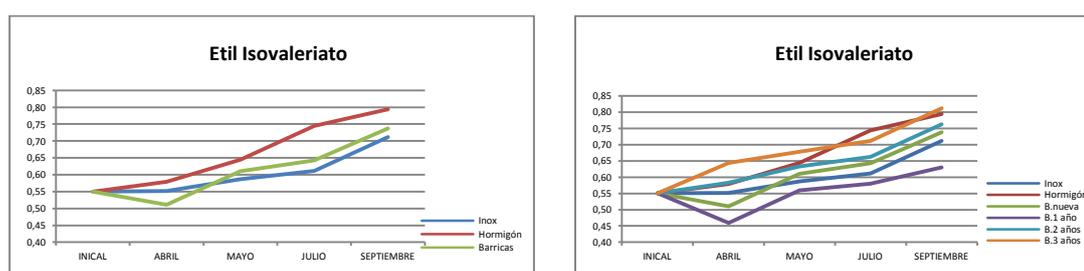
**Tabla 4.148.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **etil isovaleriato (mg/L)** en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,55 ± 0,01	0,55 ± 0,07	0,59 ± 0,06	0,61 ± 0,06	0,71 ± 0,06
HORMIGÓN	0,55 ± 0,01	0,58 ± 0,02	0,64 ± 0,07	0,74 ± 0,07	0,79 ± 0,00
BARRICA NUEVA	0,55 ± 0,01	0,51 ± 0,40	0,61 ± 0,40	0,64 ± 0,38	0,74 ± 0,37
BARRICA 1 AÑO	0,55 ± 0,01	0,46 ± 0,01	0,56 ± 0,01	0,58 ± 0,01	0,63 ± 0,08
BARRICA 2 AÑOS	0,55 ± 0,01	0,58 ± 0,03	0,63 ± 0,06	0,66 ± 0,05	0,76 ± 0,05
BARRICA 3 AÑOS	0,55 ± 0,01	0,64 ± 0,01	0,68 ± 0,02	0,71 ± 0,04	0,81 ± 0,04
F-ratio		0,29	0,12	0,39	0,34
p-value		0,904	0,982	0,806	0,878

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

En las figuras 4.70 y 4.71 se observa que el etil isovaleriato aumenta durante los meses de conservación en todos los recipientes estudiados.

Los resultados muestran que el tipo de recipiente durante la conservación de los vinos en las condiciones estudiadas, no tiene un efecto significativo sobre la concentración de etil isovaleriato.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.71.** Evolución de la concentración de etil isovaleriato(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

De todos los esteres determinados, solamente se ha encontrado un efecto significativo del tipo de recipiente sobre la concentración de decanoato de etilo y lactato de etilo, en las dos cosechas. Los ésteres etílicos de ácidos grasos 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, o incrementarse por esterificaciones de tipo químico, como ocurre en este caso. 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).

#### 4.3.3.3. EVOLUCIÓN DE LOS ACETALES: DIACETAL

En las tablas 4.149 y 4.150 se recogen los valores medios de la concentración de diacetil (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.72 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.149.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **diacetil** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

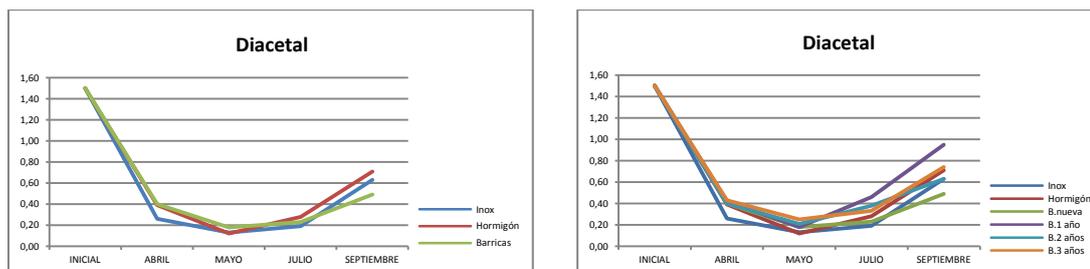
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	1,5 ± 0,33	0,26 ± 0,05 a	0,12 ± 2,79 a	0,19 ± 0,01 a	0,63 ± 0,03 a
HORMIGÓN	1,5 ± 0,33	0,39 ± 0,14 b	0,12 ± 2,03 a	0,28 ± 0,01 b	0,71 ± 0,03 c
BARRICAS	1,5 ± 0,33	0,41 ± 0,09 b	0,21 ± 1,43 b	0,35 ± 0,04 c	0,70 ± 0,02b
F-ratio		1,8	2,1	0,97	1,6
p-value		0,0401	0,0328	0,003	0,007

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.150.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **diacetil** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	1,50 ± 0,33	0,26 ± 0,06 a	0,13 ± 2,79 a	0,19 ± 0,01 a	0,63 ± 0,03 a
HORMIGÓN	1,50 ± 0,33	0,39 ± 0,14 b	0,12 ± 2,03 a	0,20 ± 0,01 b	0,71 ± 0,01 c
BARRICA NUEVA	1,50 ± 0,33	0,40 ± 0,15 b	0,18 ± 0,27 b	0,23 ± 0,03 ab	0,49 ± 0,02 a
BARRICA 1 AÑO	1,50 ± 0,33	0,42 ± 0,06 b	0,18 ± 1,15 b	0,46 ± 0,02 b	0,95 ± 0,03 c
BARRICA 2 AÑOS	1,50 ± 0,33	0,40 ± 0,16 b	0,21 ± 0,26 bc	0,38 ± 0,07 b	0,63 ± 0,02 b
BARRICA 3 AÑOS	1,50 ± 0,33	0,43 ± 0,05 b	0,25 ± 2,41 c	0,33 ± 0,03 ab	0,74 ± 0,03 b
F-ratio		2,1	7,6	5,4	3,8
p-value		0,0371	0,0100	0,0310	0,003

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:**Media de las barricas.

**Figura 472.** Evolución de la concentración de diacetal (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.151 y 4.152 se recogen los valores medios de la concentración de diacetal (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.73 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.151.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **diacetal** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
<b>INOXIDABLE</b>	2,02 ± 0,13	5,90 ± 0,15 <b>a</b>	0,68 ± 0,01 <b>a</b>	0,68 ± 0,18 <b>a</b>	1,53 ± 0,62 <b>a</b>
<b>HORMIGÓN</b>	2,02 ± 0,13	5,43 ± 0,00 <b>a</b>	0,68 ± 0,01 <b>a</b>	0,45 ± 0,02 <b>b</b>	0,86 ± 0,34 <b>b</b>
<b>BARRICAS</b>	2,02 ± 0,13	1,86 ± 0,04 <b>b</b>	0,85 ± 0,03 <b>b</b>	0,78 ± 0,01 <b>a</b>	0,55 ± 0,08 <b>c</b>
<b>F-ratio</b>		1,7	2,1	3,7	0,98
<b>p-value</b>		0,0310	0,0421	0,037	0,0218

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.152.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **diacetal** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

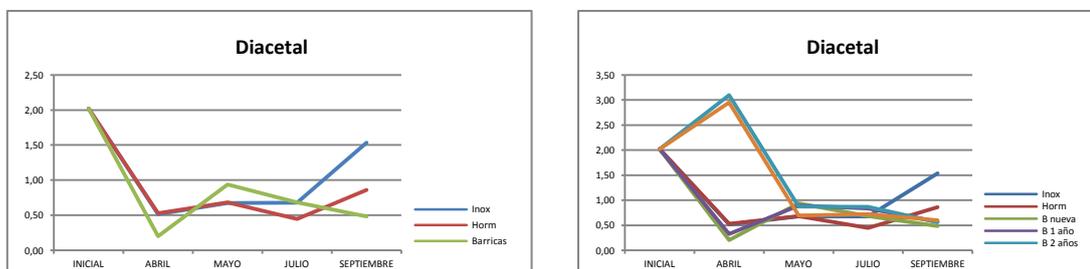
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	2,02 ± 0,13	5,90 ± 0,15 <b>a</b>	0,68 ± 0,01 <b>a</b>	0,68 ± 0,18 <b>b</b>	1,53 ± 0,62 <b>b</b>
HORMIGÓN	2,02 ± 0,13	5,43 ± 0,00 <b>b</b>	0,68 ± 0,01 <b>a</b>	0,45 ± 0,02 <b>a</b>	0,86 ± 0,34 <b>ab</b>
BARRICA NUEVA	2,02 ± 0,13	1,93 ± 0,06 <b>c</b>	0,94 ± 0,06 <b>b</b>	0,68 ± 0,01 <b>b</b>	0,48 ± 0,06 <b>a</b>
BARRICA 1 AÑO	2,02 ± 0,13	1,89 ± 0,00 <b>c</b>	0,89 ± 0,03 <b>b</b>	0,84 ± 0,08 <b>b</b>	0,57 ± 0,17 <b>a</b>
BARRICA 2 AÑOS	2,02 ± 0,13	2,00 ± 0,01 <b>c</b>	0,87 ± 0,00 <b>b</b>	0,87 ± 0,03 <b>b</b>	0,56 ± 0,00 <b>a</b>
BARRICA 3 AÑOS	2,02 ± 0,13	1,62 ± 0,08 <b>d</b>	0,69 ± 0,02 <b>a</b>	0,72 ± 0,05 <b>b</b>	0,60 ± 0,13 <b>a</b>
F-ratio		1389,37	30,94	6,64	3,43
p-value		0,001	0,0003	0,0196	0,0428

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

En la figuras 4.72 y 4.73 se observa el comportamiento del diacetal, que tras seis meses en los diferentes recipientes de conservación disminuye su concentración, aunque en los últimos meses sube ligeramente o se estabiliza dependiendo de los vinos.

La utilización de diferentes envases durante la conservación de los vinos tiene un efecto significativo sobre la concentración de este compuesto, que aumenta en hormigón y barricas en los vinos del 2012 y en acero inoxidable en los vinos del 2013.

En cuanto al efecto del tipo de barrica, hay una influencia significativa en los vinos del 2012, siendo la barrica de un año la que contiene los vinos con mayor concentración del compuesto respecto a las otras barricas.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:**Media de las barricas.

**Figura 4.73.** Evolución de la concentración de diacetal (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

#### 4.3.3.4. EVOLUCIÓN DE LAS LACTONAS: $\beta$ -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).

Las figura 4.74 y 4.75 muestran el comportamiento de la  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona durante la conservación, poniendo de manifiesto el considerable incremento de este compuesto que tiene lugar en los vinos conservados en barricas. Este compuesto aparece en barricas a partir del mes de mayo, aunque el vino fue introducido en las mismas en abril para su posterior crianza, mientras que en el vino conservado en acero inoxidable y en hormigón, no se ha detectado este compuesto, pero una vez sometido a crianza en barrica, su concentración aumenta a lo largo del tiempo.

En las tablas 4.153 y 4.154 se recogen los valores medios de la concentración de  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.74 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.153.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

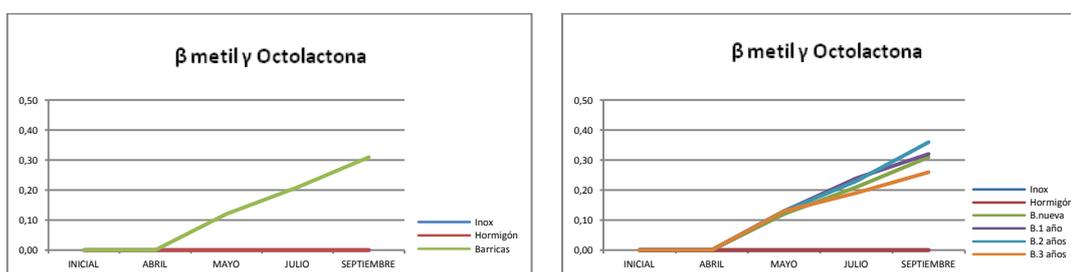
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICAS	nd	nd	0,13 $\pm$ 0,01	0,22 $\pm$ 0,61	0,31 $\pm$ 0,01
F-ratio					
p-value					

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.154.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICA NUEVA	nd	nd	0,12 ± 0,01	0,21 ± 0,01 a	0,31 ± 0,01 a
BARRICA 1 AÑO	nd	nd	0,13 ± 0,01	0,24 ± 0,01 a	0,32 ± 0,01 a
BARRICA 2 AÑOS	nd	nd	0,13 ± 0,01	0,23 ± 0,01 a	0,36 ± 0,01 b
BARRICA 3 AÑOS	nd	nd	0,13 ± 0,01	0,19 ± 0,00 b	0,26 ± 0,01 c
F-ratio			5,8	10,9	1,5
p-value			0,2351	0,0351	0,0211

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:**Media de las barricas.

**Figura 4.74.** Evolución de la concentración de  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.155 y 4.156 se recogen los valores medios de la concentración de  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.75 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.155.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

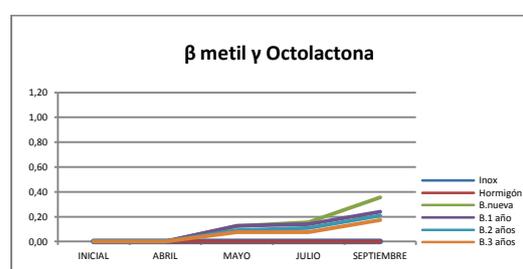
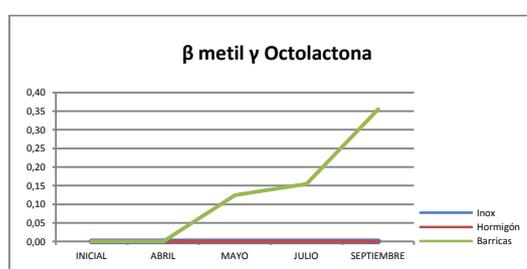
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICAS	nd	nd	0,10 ± 0,00	0,12 ± 0,01	0,24 ± 0,01
F-ratio					
p-value					

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.156.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICA NUEVA	nd	nd	0,12 ± 0,00 a	0,15 ± 0,00 a	0,35 ± 0,00 a
BARRICA 1 AÑO	nd	nd	0,13 ± 0,00 a	0,14 ± 0,01	0,24 ± 0,01 b
BARRICA 2 AÑOS	nd	nd	0,09 ± 0,00 b	0,11 ± 0,00 b	0,21 ± 0,00 b
BARRICA 3 AÑOS	nd	nd	0,07 ± 0,00 b	0,07 ± 0,00 b	0,17 ± 0,00 b
F-ratio			7,9	10,1	4,6
p-value			0,0321	0,0122	0,005

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.75** Evolución de la concentración de  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

La  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona es uno de los compuestos más afectados significativamente por el tipo de recipiente utilizado en la conservación de los vinos, ya que este compuesto lo aporta la madera de roble. La cesión de la lactona por parte de la madera hace aumentar su contenido notablemente, siendo más marcado este efecto en las barricas nuevas (Bautista *et al.*, 2007) como muestran las tablas 4.156 y 4.158.

#### 4.3.3.5. EVOLUCIÓN DE LOS FENOLES VOLÁTILES

Los fenoles volátiles son una amplia familia de compuestos, procedentes del roble, que también participan en el aroma del vino. La madera no tostada contiene fenoles volátiles en proporciones pequeñas, siendo el Eugenol el compuesto más característico. Como consecuencia del tostado, de la degradación térmica de la lignina, se generan guayacol, 4-metilguayacol, 4-propilguayacol y 4-alil-2,6-dimetoxifenol. Asimismo tienen origen microbiológico otros fenoles volátiles importantes, como el 4-etilfenol y el 4-etilguayacol.

##### 4.3.3.5.1. 4-VINILGUAYACOL

En las tablas 4.157 y 4.158 se recogen los valores medios de la concentración de 4 vinilguayacol (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.76 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.157.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **4 vinilguayacol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

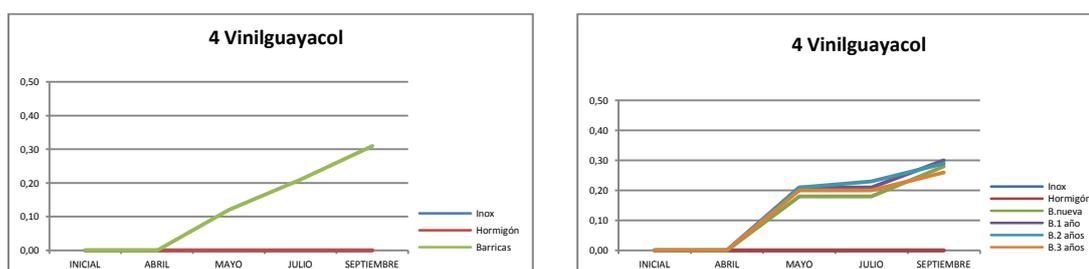
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICAS	nd	nd	0,21 $\pm$ 0,01	0,21 $\pm$ 0,00	0,30 $\pm$ 0,01
F-ratio					
p-value					

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.158.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **4 vinilguayacol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICA NUEVA	nd	nd	0,16 ± 0,01	0,18 ± 0,00	0,30 ± 0,00
BARRICA 1 AÑO	nd	nd	0,18 ± 0,01	0,21 ± 0,00	0,28 ± 0,01
BARRICA 2 AÑOS	nd	nd	0,21 ± 0,03	0,23 ± 0,01	0,29 ± 0,00
BARRICA 3 AÑOS	nd	nd	0,17 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,25 ± 0,01
F-ratio			12,7	10,7	6,8
p-value			0,1289	0,2188	0,3121

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.76.** Evolución de la concentración de 4-vinilguayacol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.159 y 4.160 se recogen los valores medios de la concentración de 4 vinilguayacol (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.77 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.159.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **4 vinilguayacol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

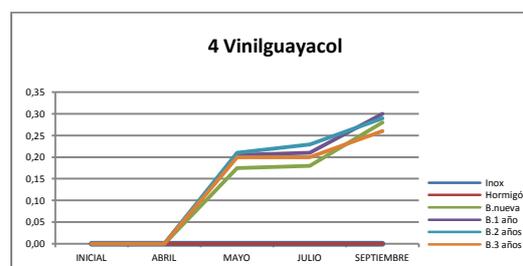
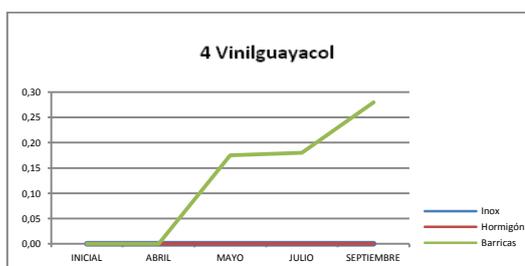
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICAS	nd	nd	0,12 ± 0,02	0,21 ± 0,01	0,28 ± 0,01
F-ratio					
p-value					

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.160.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **4 vinilguayacol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICA NUEVA	nd	nd	0,18 ± 0,01	0,18 ± 0,00	0,28 ± 0,00
BARRICA 1 AÑO	nd	nd	0,21 ± 0,01	0,21 ± 0,00	0,30 ± 0,01
BARRICA 2 AÑOS	nd	nd	0,21 ± 0,03	0,23 ± 0,01	0,29 ± 0,00
BARRICA 3 AÑOS	nd	nd	0,20 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,26 ± 0,01
F-ratio			3,78	8,91	10,6
p-value			0,127	0,217	0,356

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.77.** Evolución de la concentración de 4-vinilguayacol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

En las Figuras 4.76 y 4.77 se muestra la evolución del 4-vinilguayacol (olor a pimienta) en los vinos conservados en barrica, ya que este compuesto no se ha detectado ni en acero inoxidable ni en hormigón. Se observa un aumento de este compuesto durante la crianza en todas las barricas estudiadas alcanzándose la mayor concentración en la barrica de un año (2012) y en la de tres años (2013) aunque los resultados no muestran un efecto significativo del tipo de barrica utilizada.

#### 4.3.3.5.2. EUGENOL

En las tablas 4.161 y 4.162 se recogen los valores medios de la concentración de eugenol (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.78 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.161.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **eugenol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

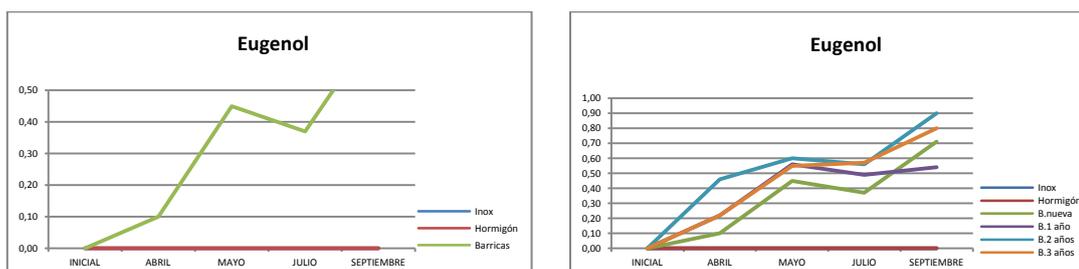
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICAS	nd	0,14 ± 0,04	0,54 ± 0,02	0,50 ± 0,16	0,74 ± 0,04
F-ratio					
p-value					

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.162.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **eugenol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICA NUEVA	nd	0,10 ± 0,10 a	0,45 ± 0,04 a	0,37 ± 0,04 a	0,71 ± 0,07 a
BARRICA 1 AÑO	nd	0,22 ± 0,03 a	0,56 ± 0,03 b	0,49 ± 0,01 ab	0,54 ± 0,16 b
BARRICA 2 AÑOS	nd	0,46 ± 0,05 b	0,60 ± 0,03 b	0,56 ± 0,42 b	0,90 ± 0,05 c
BARRICA 3 AÑOS	nd	0,22 ± 0,35 a	0,55 ± 0,01 b	0,57 ± 0,23 b	0,80 ± 0,04 a
F-ratio		35,6	21,9	13,8	15,6
p-value		0,0112	0,003	0,001	0,006

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.78.** Evolución de la concentración de eugenol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.163 y 4.164 se recogen los valores medios de la concentración de eugenol (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.79 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.163.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **eugenol** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
<b>INOXIDABLE</b>	0,17 ± 0,03	0,21 ± 0,01 <b>a</b>	0,43 ± 0,10 <b>a</b>	0,32 ± 0,02 <b>a</b>	0,39 ± 0,07 <b>a</b>
<b>HORMIGÓN</b>	0,17 ± 0,03	0,28 ± 0,01 <b>b</b>	0,30 ± 0,01 <b>b</b>	0,46 ± 0,11 <b>b</b>	0,28 ± 0,04 <b>b</b>
<b>BARRICAS</b>	0,17 ± 0,03	0,18 ± 0,01 <b>a</b>	0,40 ± 0,04 <b>a</b>	0,49 ± 0,08 <b>b</b>	0,41 ± 0,03 <b>a</b>
<b>F-ratio</b>		7,8	5,1	3,4	2,8
<b>p-value</b>		0,0421	0,0371	0,0311	0,0287

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.164.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **eugenol** (mg/L ) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

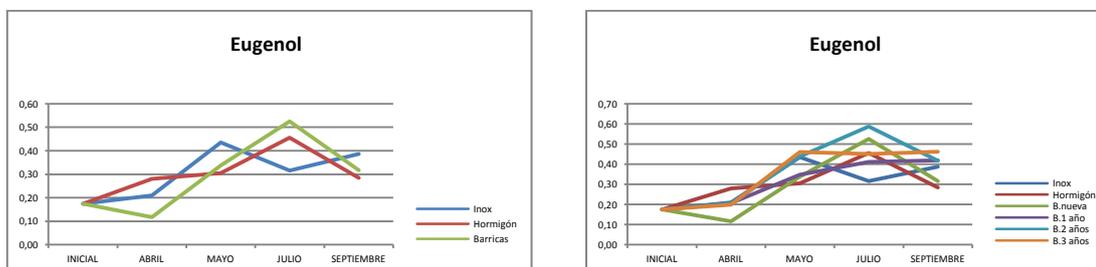
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
<b>INOXIDABLE</b>	0,17 ± 0,03	0,21 ± 0,00 <b>b</b>	0,43 ± 0,10	0,32 ± 0,02 <b>a</b>	0,39 ± 0,07 <b>abc</b>
<b>HORMIGÓN</b>	0,17 ± 0,03	0,28 ± 0,01 <b>c</b>	0,30 ± 0,01	0,46 ± 0,11 <b>b</b>	0,28 ± 0,04 <b>a</b>
<b>BARRICA NUEVA</b>	0,17 ± 0,03	0,12 ± 0,01 <b>a</b>	0,34 ± 0,00	0,52 ± 0,21 <b>b</b>	0,32 ± 0,03 <b>ab</b>
<b>BARRICA 1 AÑO</b>	0,17 ± 0,03	0,21 ± 0,01 <b>b</b>	0,35 ± 0,01	0,41 ± 0,02 <b>ab</b>	0,42 ± 0,03 <b>bc</b>
<b>BARRICA 2 AÑOS</b>	0,17 ± 0,03	0,21 ± 0,01 <b>b</b>	0,44 ± 0,00	0,59 ± 0,14 <b>b</b>	0,42 ± 0,07 <b>bc</b>
<b>BARRICA 3 AÑOS</b>	0,17 ± 0,03	0,20 ± 0,00 <b>b</b>	0,46 ± 0,10	0,45 ± 0,08 <b>ab</b>	0,46 ± 0,03 <b>c</b>
<b>F-ratio</b>		113,6	2,48	2,56	3,81
<b>p-value</b>		0,0001	0,149	0,0325	0,0471

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

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 4.78 y 4.79 aumenta durante la conservación en barrica, depósito de hormigón y depósito de acero inoxidable.

Es importante resaltar que en la cosecha del 2012 solo se ha detectado eugenol en los vinos conservados en barricas, siendo la barrica de tres años la que contiene los vinos con mayor concentración.

En cuanto a los vinos 2013 también hay un efecto significativo del tipo de barrica pero en este caso las concentraciones mayores de eugenol se dan en las barricas de tres años.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.79.** Evolución de la concentración de eugenol (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

#### 4.3.3.6. EVOLUCIÓN DE LOS ALDEHIDOS FENÓLICOS: VAINILLINA

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 4.80 y 4.81 la concentración de vainillina aumenta con el tiempo de conservación en bodega debido a que este compuesto se forma por la degradación térmica de la lignina del roble durante el tostado de la bodega, 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). Es por ello que en acero inoxidable y hormigón no se detecta la presencia de este compuesto.

En las tablas 4.165 y 4.166 se recogen los valores medios de la concentración de vainillina (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en bodegas, considerando por separado las distintas bodegas, así como la media de estas; y en la figura 4.80 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.165.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **vainillina** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las bodegas, en la cosecha 2012

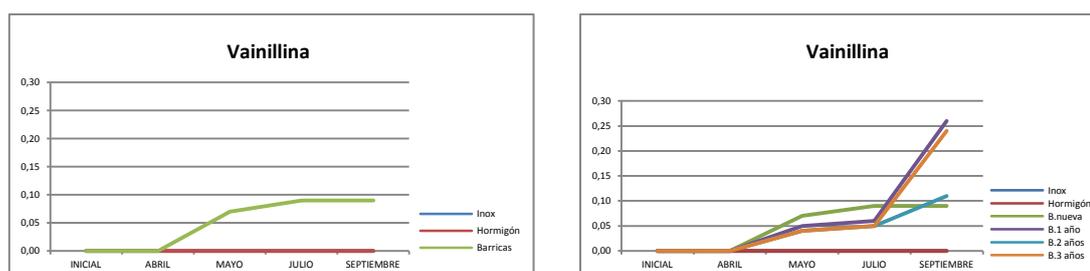
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICAS	nd	nd	0,05 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,17 ± 0,19
F-ratio					
p-value					

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.166.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **vainillina** (mg/L ) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICA NUEVA	nd	nd	0,07 ± 0,01 <b>a</b>	0,09 ± 0,01 <b>b</b>	0,26 ± 0,01 <b>a</b>
BARRICA 1 AÑO	nd	nd	0,05 ± 0,01 <b>a</b>	0,06 ± 0,01 <b>a</b>	0,09 ± 0,03 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	nd	nd	0,04 ± 0,01 <b>a</b>	0,05 ± 0,01 <b>a</b>	0,11 ± 0,01 <b>a</b>
BARRICA 3 AÑOS	nd	nd	0,04 ± 0,01 <b>b</b>	0,05 ± 0,01 <b>a</b>	0,24 ± 0,01 <b>b</b>
F-ratio			7,45	112,6	19,1
p-value			0,04321	0,0361	0,0371

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.80.** Evolución de la concentración de vainillina (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.167 y 4.168 se recogen los valores medios de la concentración de vainillina (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.81 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.167.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **vainillina** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

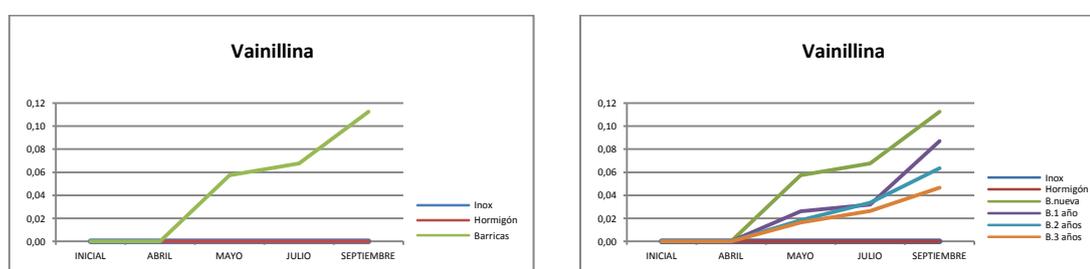
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICAS	nd	nd	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,07 ± 0,01
F-ratio					
p-value					

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.168.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **vainillina** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICA NUEVA	nd	nd	0,06 ± 0,04 a	0,07 ± 0,04 a	0,11 ± 0,02 a
BARRICA 1 AÑO	nd	nd	0,03 ± 0,00 b	0,03 ± 0,00 b	0,09 ± 0,00 a
BARRICA 2 AÑOS	nd	nd	0,02 ± 0,00 b	0,03 ± 0,01 b	0,06 ± 0,01 b
BARRICA 3 AÑOS	nd	nd	0,02 ± 0,00 b	0,03 ± 0,00 b	0,05 ± 0,00 b
F-ratio			7,91	114,6	7,89
p-value			0,0012	0,0031	0,0026

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.81.** Evolución de la concentración de vainillina (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

Si se compara el efecto de los diferentes tipos de barricas sobre el contenido en los vinos de vainillina, se observa que la barrica nueva es la que cede mayor cantidad de este compuesto en los vinos este efecto se da en las dos cosechas estudiadas

#### 4.3.3.7. EVOLUCIÓN DE LOS FURANOS: 5 METIL FURFURAL

Los furanos (compuestos orgánicos heterociclos aromáticos) como el furfural (aldehído aromático con estructura en anillo), metil-5-furfural, hidroximetil-5-furfural y el alcohol furfurílico, presentes en los vinos de crianza, son los responsables de los característicos y agradables aromas de almendras y almendras tostadas.

En las tablas 4.169 y 4.170 se recogen los valores medios de la concentración de 5 metil furfural (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.82 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.169.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **5 metil furfural** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

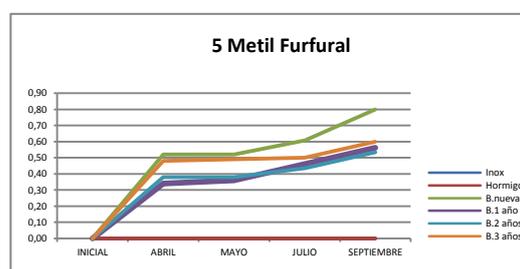
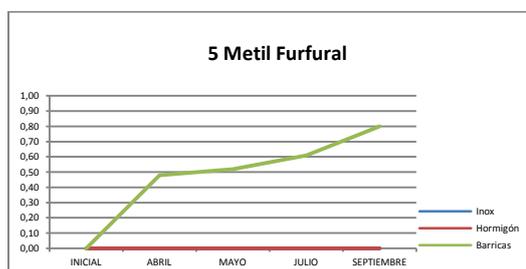
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICAS	nd	0,48 ± 0,08	0,52 ± 0,09	0,61 ± 0,03	0,80 ± 0,03
F-ratio					
p-value					

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.170.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **5 metil furfural** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	nd	nd	nd
HORMIGÓN	nd	nd	nd	nd	nd
BARRICA NUEVA	nd	0,48 ± 0,08	0,52 ± 0,09 <b>a</b>	0,61 ± 0,03 <b>a</b>	0,80 ± 0,03 <b>a</b>
BARRICA 1 AÑO	nd	0,40 ± 0,02	0,39 ± 0,01 <b>b</b>	0,46 ± 0,01 <b>b</b>	0,56 ± 0,01 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	nd	0,38 ± 0,02	0,38 ± 0,02 <b>b</b>	0,43 ± 0,08 <b>b</b>	0,53 ± 0,08 <b>b</b>
BARRICA 3 AÑOS	nd	0,36 ± 0,01	0,46 ± 0,00 <b>a</b>	0,42 ± 0,01 <b>b</b>	0,50 ± 0,00 <b>b</b>
F-ratio		11,4	23,7	2,89	10,15
p-value		0,6123	0,0021	0,0031	0,0050

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.82.** Evolución de la concentración de 5-metil furfural (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.171 y 4.172 se recogen los valores medios de la concentración de 5 metil furfural (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.83 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.171.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **5 metil furfural** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	n.d	n.d	nd	nd
HORMIGÓN	nd	n.d	n.d	nd	nd
BARRICAS	nd	0,43 ± 0,04	0,44 ± 0,03	0,50 ± 0,03	0,63 ± 0,03
F-ratio					
p-value					

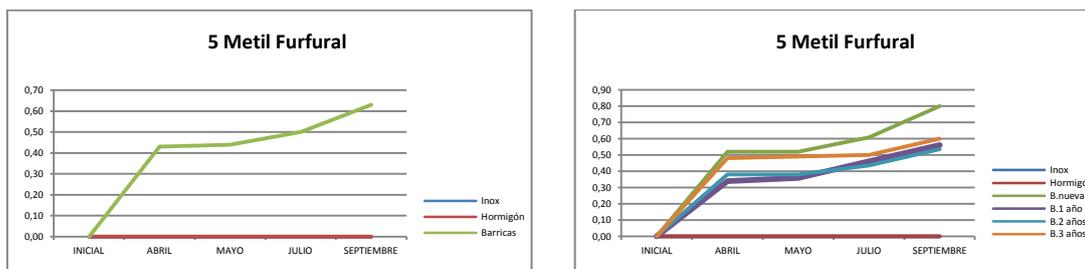
Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.172.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **5 metil furfural** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	n.d	n.d	nd	nd
HORMIGÓN	nd	n.d	n.d	nd	nd
BARRICA NUEVA	nd	0,52 ± 0,09 <b>a</b>	0,52 ± 0,09 <b>a</b>	0,61 ± 0,03 <b>a</b>	0,81 ± 0,03 <b>a</b>
BARRICA 1 AÑO	nd	0,34 ± 0,02 <b>b</b>	0,36 ± 0,01 <b>b</b>	0,46 ± 0,01 <b>b</b>	0,56 ± 0,01 <b>b</b>
BARRICA 2 AÑOS	nd	0,37 ± 0,03 <b>b</b>	0,38 ± 0,02 <b>b</b>	0,43 ± 0,08 <b>b</b>	0,53 ± 0,08 <b>b</b>
BARRICA 3 AÑOS	nd	0,48 ± 0,01 <b>a</b>	0,49 ± 0,01 <b>a</b>	0,50 ± 0,01 <b>b</b>	0,60 ± 0,02 <b>b</b>
F-ratio		11,45	16,78	13,89	21,56
p-value		0,002	0,0018	0,0026	0,0005

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

En las figuras 4.82 y 4.83 podemos ver la evolución de este compuesto durante la conservación en las diferentes barricas estudiadas. Se observa un aumento a lo largo del tiempo alcanzándose las concentraciones mayores en los vinos conservados en barrica nueva (Garde-Cerdán *et al.*, 2004).



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.83.** Evolución de la concentración de 5-metil furfural (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

El compuesto 5-metil furfural no se detecta en los depósitos de acero inoxidable, ni en hormigón ya que es cedido por la madera deroble durante la crianza. En barrica aumenta con el tiempo de conservación como muestran las figuras 4.82 y 4.83.

Hay un efecto significativo del tipo de barrica sobre la concentración de este compuesto en los vinos, como muestran las tablas 4.170 y 4.172. Los resultados muestran que este compuesto disminuye significativamente cuantos más usos tenga la barrica. Esto es importante ya que este compuesto es el responsable de los agradables aromas de almendras y almendras tostadas.

#### 4.3.3.8. EVOLUCIÓN DE LOS HIDROCARBUROS

##### 4.3.3.8.1. $\alpha$ PINEN

En las tablas 4.173 y 4.174 se recogen los valores medios de la concentración de  $\alpha$  pinen (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.84 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.173.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de  $\alpha$  pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

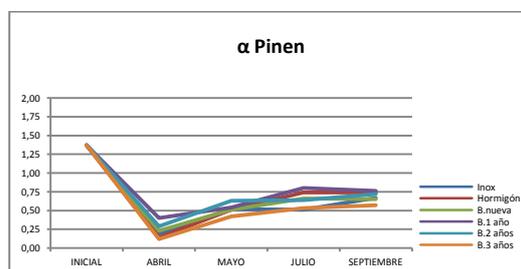
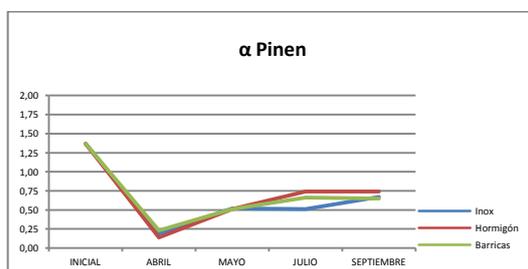
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	1,37 ± 0,01	0,19 ± 0,02 a	0,52 ± 0,01 a	0,51 ± 0,12 a	0,67 ± 0,01 a
HORMIGÓN	1,37 ± 0,01	0,14 ± 0,02 b	0,51 ± 0,02 a	0,74 ± 0,21 b	0,74 ± 0,01 a
BARRICAS	1,37 ± 0,01	0,18 ± 0,02 c	0,80 ± 0,02 b	0,66 ± 0,19 c	0,41 ± 0,03 b
F-ratio		7,1	2,8	5,3	6,1
p-value		0,0211	0,0376	0,0291	0,0216

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.174.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de  $\alpha$  pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	1,37 ± 0,01	0,19 ± 0,02 <b>a</b>	0,52 ± 0,01	0,51 ± 0,12 <b>a</b>	0,67 ± 0,01 <b>a</b>
HORMIGÓN	1,37 ± 0,01	0,14 ± 0,02 <b>b</b>	0,51 ± 0,02	0,74 ± 0,21 <b>b</b>	0,74 ± 0,01 <b>a</b>
BARRICA NUEVA	1,37 ± 0,01	0,23 ± 0,01 <b>a</b>	0,51 ± 0,01	0,66 ± 0,12 <b>a</b>	0,65 ± 0,01 <b>a</b>
BARRICA 1 AÑO	1,37 ± 0,01	0,40 ± 0,08 <b>ab</b>	0,54 ± 0,03	0,80 ± 0,11 <b>ab</b>	0,76 ± 0,02 <b>ab</b>
BARRICA 2 AÑOS	1,37 ± 0,01	0,29 ± 0,01 <b>b</b>	0,63 ± 0,04	0,64 ± 0,29 <b>a</b>	0,72 ± 0,07 <b>a</b>
BARRICA 3 AÑOS	1,37 ± 0,01	0,12 ± 0,01 <b>b</b>	0,42 ± 0,11	0,53 ± 0,32 <b>b</b>	0,57 ± 0,01 <b>a</b>
F-ratio		5,7	2,1	3,6	5,8
p-value		0,002	0,578	0,0411	0,0422

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
 P-value< 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:**Media de las barricas.

**Figura 4.84.** Evolución de la concentración de  $\alpha$ -pinen (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.175 y 4.176 se recogen los valores medios de la concentración de  $\alpha$  pinen (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.85 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.175.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de  $\alpha$  pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,98 ± 0,01	0,53 ± 0,01 a	0,54 ± 0,01 a	0,55 ± 0,05 a	0,54 ± 0,06 a
HORMIGÓN	0,98 ± 0,01	0,44 ± 0,01 b	0,42 ± 0,00 b	0,44 ± 0,01 b	0,43 ± 0,02 b
BARRICAS	0,98 ± 0,01	0,52 ± 0,01 a	0,52 ± 0,01 a	0,53 ± 0,01 a	0,51 ± 0,01 a
F-ratio		5,6	2,7	1,6	3,8
p-value		0,0211	0,0101	0,0176	0,0189

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value<0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

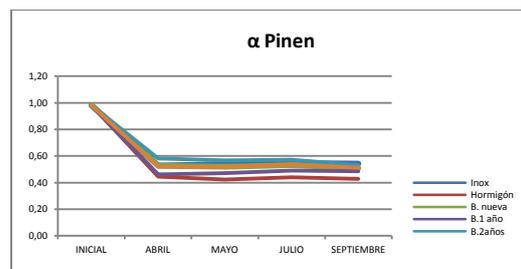
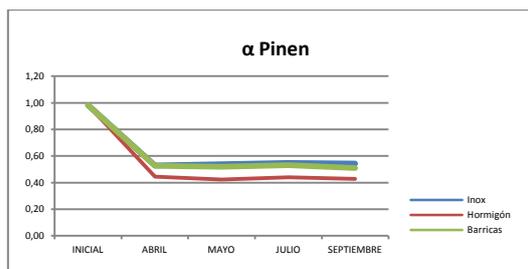
**Tabla 4.176.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de  $\alpha$  pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,98 ± 0,01	0,53 ± 0,01 bc	0,54 ± 0,01 bc	0,55 ± 0,05 bc	0,54 ± 0,06b
HORMIGÓN	0,98 ± 0,01	0,44 ± 0,01 a	0,42 ± 0,00 a	0,44 ± 0,01 a	0,43 ± 0,02 a
BARRICA NUEVA	0,98 ± 0,01	0,53 ± 0,01 bc	0,52 ± 0,01 bc	0,53 ± 0,01 bc	0,51 ± 0,01 ab
BARRICA 1 AÑO	0,98 ± 0,01	0,46 ± 0,07 ab	0,47 ± 0,07 ab	0,49 ± 0,04 ab	0,49 ± 0,04 ab
BARRICA 2 AÑOS	0,98 ± 0,01	0,58 ± 0,01 c	0,57 ± 0,01 c	0,57 ± 0,02 c	0,53 ± 0,03 b
BARRICA 3 AÑOS	0,98 ± 0,01	0,52 ± 0,03 bc	0,52 ± 0,00 bc	0,54 ± 0,01 c	0,51 ± 0,00 b
F-ratio		5,31	5,68	5,03	2,97
p-value		0,0329	0,0210	0,0371	0,0187

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

Las Figura 4.84 y 4.85 muestra la evolución de la concentración de  $\alpha$ -pinen en los diferentes recipientes. Se observa un descenso de este compuesto durante la conservación, manteniéndose constante en los últimos meses.

El tipo de recipiente utilizado durante la conservación tiene un efecto significativo sobre la concentración de  $\alpha$  pinen como muestran las tablas.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.85.** Evolución de la concentración de  $\alpha$ -pinen(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

#### 4.3.3.8.2. $\beta$ PINEN

En las tablas 4.177 y 4.178 se recogen los valores medios de la concentración de  $\beta$  pinen (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.86 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 177.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de  $\beta$  pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

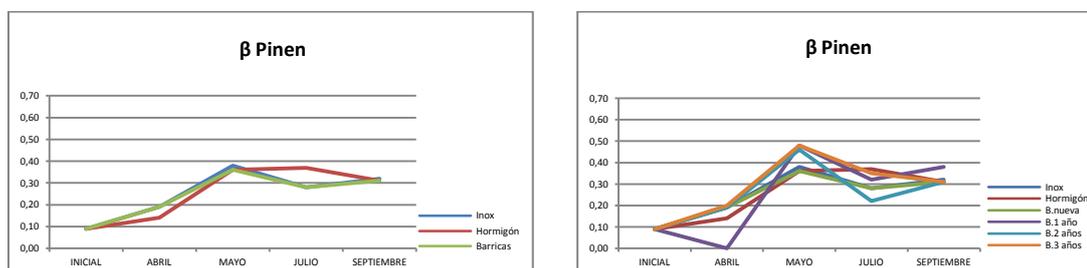
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,09 ± 0,11	0,19 ± 0,02 <b>a</b>	0,38 ± 0,02	0,28 ± 0,01 <b>ab</b>	0,32 ± 0,05
HORMIGÓN	0,09 ± 0,11	0,14 ± 0,02 <b>b</b>	0,36 ± 0,04	0,37 ± 0,01 <b>b</b>	0,31 ± 0,01
BARRICAS	0,09 ± 0,11	0,18 ± 0,02 <b>c</b>	0,44 ± 1,69	0,29 ± 0,01 <b>a</b>	0,32 ± 0,02
F-ratio		5,6	3,7	2,8	4,1
p-value		0,0321	0,877	0,0477	0,5511

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.178.**-Valores medios, desviación estándar y ANOVA de  $\beta$  pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,09 ± 0,11	0,19 ± 0,02 <b>a</b>	0,38 ± 0,02	0,28 ± 0,01 <b>ab</b>	0,32 ± 0,05
HORMIGÓN	0,09 ± 0,11	0,14 ± 0,02 <b>b</b>	0,36 ± 0,04	0,37 ± 0,01 <b>b</b>	0,31 ± 0,01
BARRICA NUEVA	0,09 ± 0,11	0,19 ± 0,03 <b>a</b>	0,36 ± 0,01	0,28 ± 0,01 <b>a</b>	0,31 ± 0,01
BARRICA 1 AÑO	0,09 ± 0,11	0,17 ± 0,01 <b>b</b>	0,48 ± 3,12	0,32 ± 0,01 <b>a</b>	0,38 ± 0,03
BARRICA 2 AÑOS	0,09 ± 0,11	0,19 ± 0,03 <b>c</b>	0,46 ± 0,01	0,22 ± 0,02 <b>a</b>	0,31 ± 0,01
BARRICA 3 AÑOS	0,09 ± 0,11	0,20 ± 0,01 <b>bc</b>	0,48 ± 0,01	0,35 ± 0,02 <b>a</b>	0,31 ± 0,01
F-ratio		8,9	5,6	7,6	10,11
p-value		0,0321	0,799	0,0431	0,877

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:**Media de las barricas.

**Figura 4.86.** Evolución de la concentración de  $\beta$ -pinen(mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.179 y 4.180 se recogen los valores medios de la concentración de  $\beta$  pinen (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.87 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

**Tabla 4.179.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de  $\beta$  pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	0,32 ± 0,01	0,28 ± 0,02 <b>a</b>	0,24 ± 0,00
HORMIGÓN	nd	nd	0,36 ± 0,02	0,24 ± 0,08 <b>a</b>	0,24 ± 0,03
BARRICAS	nd	nd	0,38 ± 0,03	0,45 ± 0,04 <b>b</b>	0,30 ± 0,02
F-ratio			3,5	2,8	1,7
p-value			0,377	0,0312	0,5678

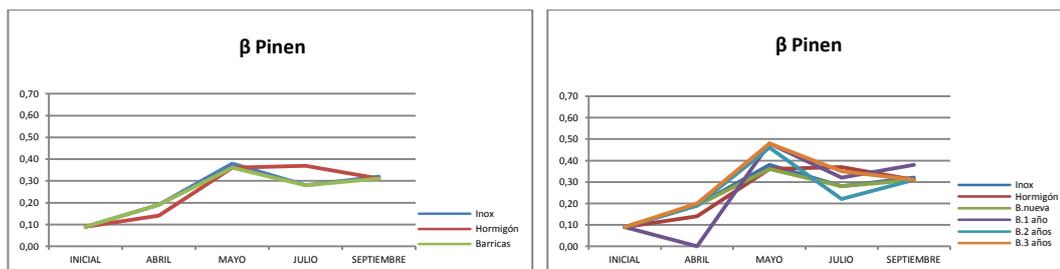
Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.180.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de  $\beta$  pinen (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	nd	nd	0,32 ± 0,02 <b>a</b>	0,28 ± 0,02 <b>a</b>	0,24 ± 0,02 <b>a</b>
HORMIGÓN	nd	nd	0,36 ± 0,02 <b>ab</b>	0,24 ± 0,08 <b>a</b>	0,24 ± 0,03 <b>a</b>
BARRICA NUEVA	nd	nd	0,42 ± 0,09 <b>c</b>	0,52 ± 0,09 <b>b</b>	0,26 ± 0,06 <b>a</b>
BARRICA 1 AÑO	nd	nd	0,40 ± 0,00 <b>ab</b>	0,29 ± 0,05 <b>a</b>	0,31 ± 0,01 <b>ab</b>
BARRICA 2 AÑOS	nd	nd	0,31 ± 0,04 <b>a</b>	0,24 ± 0,02 <b>a</b>	0,27 ± 0,01 <b>ab</b>
BARRICA 3 AÑOS	nd	nd	0,43 ± 0,02 <b>c</b>	0,30 ± 0,06 <b>a</b>	0,34 ± 0,04 <b>b</b>
F-ratio			3,25	6,36	3,36
p-value			0,091	0,0217	0,0362

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

En el caso de  $\beta$ -pinen, tanto en las Figura 4.86, cómo en la Figura 4.87, se observa un aumento inicial en las barricas, estabilizándose hasta el último mes. La concentración del compuesto finalizada la conservación, es mayor en los vinos que han permanecido en las barricas, respecto a los vinos de los depósitos de acero inoxidable y hormigón.



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.87.** Evolución de la concentración de β-pinen (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013

#### 4.3.3.9. EVOLUCIÓN DEL THEASPIRANE

En las tablas 4.181 y 4.182 se recogen los valores medios de la concentración de theaspirane (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.88 se representa su evolución, en la cosecha 2012.

**Tabla 4.181.-** Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **theaspirane** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2012

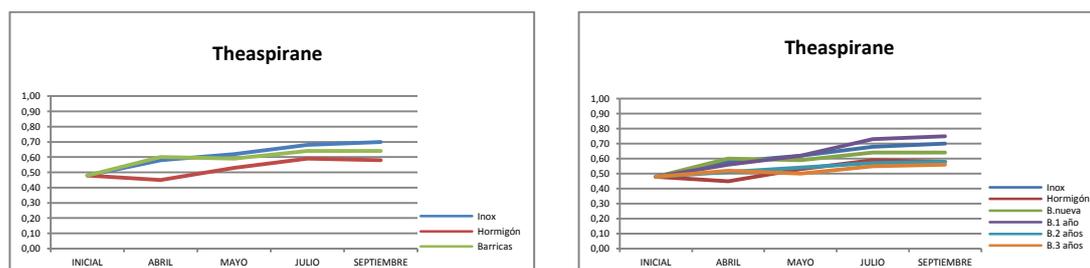
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,48 ± 0,05	0,58 ± 0,19 <b>a</b>	0,62 ± 0,13	0,68 ± 0,07	0,70 ± 0,06
HORMIGÓN	0,48 ± 0,05	0,45 ± 0,03 <b>b</b>	0,53 ± 0,03	0,59 ± 0,01	0,58 ± 0,01
BARRICAS	0,48 ± 0,05	0,60 ± 0,06 <b>a</b>	0,59 ± 0,07	0,64 ± 0,07	0,64 ± 0,05
F-ratio		2,5	1,9	3,7	8,8
p-value		0,0210	0,345	0,612	0,761

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.182.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **theaspirane** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2012

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,48 ± 0,05	0,58 ± 0,19	0,62 ± 0,13	0,68 ± 0,07 a	0,70 ± 0,06 a
HORMIGÓN	0,48 ± 0,05	0,45 ± 0,03	0,53 ± 0,03	0,59 ± 0,01 b	0,58 ± 0,01 b
BARRICA NUEVA	0,48 ± 0,05	0,60 ± 0,06	0,59 ± 0,07	0,64 ± 0,07 a	0,64 ± 0,05 a
BARRICA 1 AÑO	0,48 ± 0,05	0,56 ± 0,05	0,62 ± 0,04	0,73 ± 0,05 a	0,75 ± 0,05 a
BARRICA 2 AÑOS	0,48 ± 0,05	0,51 ± 0,10	0,54 ± 0,11	0,57 ± 0,03 b	0,58 ± 0,03 b
BARRICA 3 AÑOS	0,48 ± 0,05	0,52 ± 0,06	0,50 ± 0,07	0,55 ± 0,06 b	0,56 ± 0,06 b
F-ratio		2,7	1,9	3,8	2,9
p-value		0,568	0,421	0,0310	0,0217

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:**Media de las barricas.

**Figura 4.88.** Evolución de la concentración de theaspirane (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2012

En las tablas 4.183 y 4.184 se recogen los valores medios de la concentración de theaspirane (mg/L) y su desviación estándar, en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, en hormigón y en barricas, considerando por separado las distintas barricas, así como la media de estas; y en la figura 4.89 se representa su evolución, en la cosecha 2013.

En la Figura 4.88 y 4.89 se representa la evolución del theaspirane durante la conservación del vino en los diferentes recipientes ensayados. Se observa un aumento de este compuesto en todos los casos, pero este aumento es mayor en los vinos conservados en barrica de un año. Si se compara el efecto del acero inoxidable, hormigón y barricas sobre la concentración de este compuesto en los vinos obtenidos, se observa que no hay diferencias significativas en las dos cosechas estudiadas (tablas 4.181 y 4.183)

**Tabla 4.183.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **theaspirane** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y de la media de las barricas, en la cosecha 2013

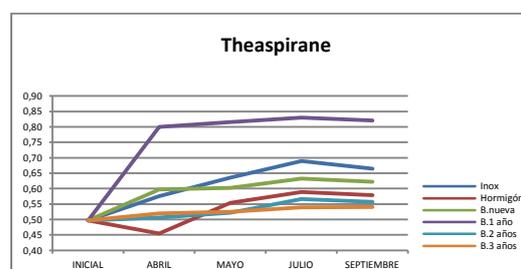
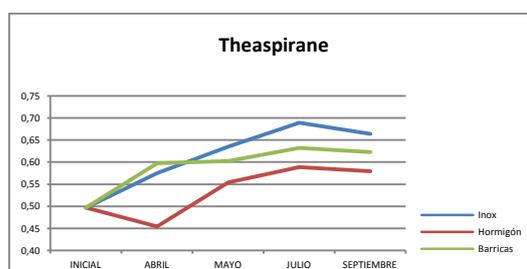
RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,50 ± 0,05	0,58 ± 0,19	0,64 ± 0,13	0,69 ± 0,07	0,66 ± 0,06
HORMIGÓN	0,50 ± 0,05	0,45 ± 0,03	0,55 ± 0,03	0,59 ± 0,01	0,58 ± 0,01
BARRICAS	0,50 ± 0,05	0,60 ± 0,06	0,60 ± 0,07	0,63 ± 0,07	0,62 ± 0,05
F-ratio		2,55	3,85	8,44	2,7
p-value		0,0800	0,0641	0,109	0,5561

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.184.-**Valores medios, desviación estándar y ANOVA de **theaspirane** (mg/L) en los vinos conservados en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la cosecha 2013

RECIPIENTE	INICIAL	ABRIL	MAYO	JULIO	SEPTIEMBRE
INOXIDABLE	0,50 ± 0,05	0,58 ± 0,19	0,64 ± 0,13 <b>ab</b>	0,69 ± 0,07 <b>b</b>	0,66 ± 0,06 <b>b</b>
HORMIGÓN	0,50 ± 0,05	0,45 ± 0,03	0,55 ± 0,03 <b>a</b>	0,59 ± 0,01 <b>ab</b>	0,58 ± 0,01 <b>ab</b>
BARRICA NUEVA	0,50 ± 0,05	0,60 ± 0,06	0,60 ± 0,07 <b>a</b>	0,63 ± 0,07 <b>ab</b>	0,62 ± 0,05 <b>ab</b>
BARRICA 1 AÑO	0,50 ± 0,05	0,80 ± 0,05	0,82 ± 0,04 <b>b</b>	0,83 ± 0,05 <b>c</b>	0,82 ± 0,05 <b>c</b>
BARRICA 2 AÑOS	0,50 ± 0,05	0,51 ± 0,10	0,52 ± 0,11 <b>a</b>	0,57 ± 0,03 <b>ab</b>	0,56 ± 0,03 <b>bc</b>
BARRICA 3 AÑOS	0,50 ± 0,05	0,52 ± 0,06	0,52 ± 0,07 <b>a</b>	0,55 ± 0,06 <b>a</b>	0,54 ± 0,06 <b>a</b>
F-ratio		3,12	3,59	8,44	9,6
p-value		0,099	0,0075	0,0109	0,0079

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05 : diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01 : diferencias significativas al 99%



**Inox:** Depósito acero inoxidable; **Horm:** Depósito de hormigón; **B nueva:** Barrica nueva; **B 1 año:** Barrica 1 año; **B 2 años:** Barrica 2 años; **B 3 años:** Barrica 3 años; **B media:** Media de las barricas.

**Figura 4.89.** Evolución de la concentración de theaspirane (mg/L) durante la conservación de los vinos en la cosecha 2013.

El tipo de bodega tiene un efecto significativo sobre el contenido de theaspirane en los vinos, siendo la bodega de un año la que contiene los vinos con mayor concentración.

En las tablas 4.185 y 4.186 se recogen los valores medios de las concentraciones de los compuestos volátiles estudiados en los vinos al final de la conservación en depósitos de acero inoxidable, hormigón y bodegas de diferentes años de uso, correspondientes a las añadas 2012 y 2013. Los resultados obtenidos a los seis meses de conservación de los vinos en depósitos de acero inoxidable, hormigón y bodegas, aportan una importante información sobre el perfil aromático de los vinos. Como se aprecia en la tabla 4.185 correspondiente al año 2012, hay un efecto significativo del tipo de recipiente utilizado en la concentración de 14 de los compuestos volátiles estudiados: diacetal,  $\alpha$ -pinen, 2 feniletanol, ácido decanoico, theaspirane, ester (acetato de isoamilo, acetato de hexilo, lactato de etilo, decanoato de etilo y dietilsuccinato), compuestos relacionados con la crianza en bodega ( $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona, 5-metilfurfural, eugenol y vainillina). Es importante señalar que la mayoría de estos compuestos se encuentran en mayor concentración en la bodega de un año, a excepción del acetato de isoamilo (mayor en bodega de dos años) y los compuestos cedidos por la madera que se encuentran en mayor concentración en bodega nueva,

En los vinos obtenidos el año 2013, los resultados muestran que el tipo de recipiente utilizado para la conservación de los vinos afecta significativamente a la concentración de 13 de los compuestos volátiles analizados: diacetal,  $\alpha$  y  $\beta$ -Pinen, 2 butanol, 1 propanol, alcohol isoamilico, 2 fenil etanol, theaspirane, decanoato de etilo, compuestos relacionados con la crianza en bodega ( $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona, 5 metilfurfural, eugenol y vainillina) que se encuentran en mayor concentración en bodega nueva. Lo que se observa en este caso, es que hay mayor concentración de alcoholes y menor de ester que se ven afectados significativamente por el tipo de recipiente, respecto a los vinos del año 2012. Sin embargo los compuestos relacionados con la bodega se ven igualmente afectados.

Si se comparan los resultados de los dos años estudiados, los compuestos cuya concentración cambia significativamente en ambos años, dependiendo del tipo de recipiente utilizado son: diacetal,  $\alpha$ -Pinen, 2 feniletanol, theaspirane, decanoato de etilo, y los compuestos relacionados con la crianza en bodega ( $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona, 5 metilfurfural, eugenol y vainillina).

El proceso de envejecimiento en madera cambia la composición de los vinos debido a la existencia de compuestos genuinos extraíbles de la madera (fenoles volátiles, vainillina,  $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona y 5 metilfurfural), La concentración de estos compuestos después del envejecimiento es siempre más alta (sobre todo en bodega nueva) que la del vino mantenido en depósito de acero inoxidable o en hormigón, y esto es importante ya que estos compuestos contribuyen a la mayor intensidad y calidad aromática de los vinos

En las tablas 4.185 y 4.186 se recogen los valores medios de las concentraciones de los compuestos volátiles estudiados en los vinos al final de la conservación en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, correspondientes a las añadas 2012 y 2013.

**Tabla 4.185.-** Valores medios, desviación estándar y ANOVA de las de las concentraciones (mg/L) de los compuestos volátiles estudiados en los vinos al final de la conservación en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la añada 2012

	INOXIDABLE	HORMIGON	BARRICA NUEVA	BARRICA 1 AÑO	BARRICA 2 AÑOS	BARRICA 3 AÑOS	F-ratio	P-value
Diacetal	0,63 ± 0,03 a	0,71 ± 0,031 c	0,49 ± 0,02 a	0,95 ± 0,032 c	0,63 ± 0,023 b	0,74 ± 0,03 b	3,8	0,0030
α- Pinen	0,67 ± 0,01 a	0,74 ± 0,01 a	0,65 ± 0,01 a	0,76 ± 0,02 ab	0,72 ± 0,07 a	0,57 ± 0,01 a	5,8	0,0422
2- Butanol	5,16 ± 0,14	4,18 ± 0,07	4,15 ± 0,23	4,69 ± 0,96	4,40 ± 0,25	4,85 ± 0,87	2,25	0,5600
1- Propanol	1,05 ± 0,17	1,14 ± 0,19	1,00 ± 0,04	1,15 ± 0,61	0,98 ± 0,43	0,98 ± 0,13	2,7	0,3610
Etil Isovaleriato	0,60±0,10	0,60±0,10	0,63±0,08	0,5±0,0	0,65±0,04	0,79±0,10	0,45	0,3420
β –Pinen	0,32 ± 0,05	0,31 ± 0,01	0,31 ± 0,01	0,38 ± 0,03	0,31 ± 0,01	0,31 ± 0,01	10,11	0,8770
Acetato de Isoamilo	0,88 ± 0,28 b	0,80 ± 0,02 a	0,86 ± 0,06 a	0,84 ± 0,05 a	0,95 ± 0,08 b	0,83 ± 0,01 a	10,6	0,0417
Alcohol Isoamilico	0,91 ± 0,20	0,71 ± 0,10	0,73 ± 0,10	0,69 ± 0,10	0,78 ± 0,13	0,70 ± 0,10	10,1	0,568
Acetato de Hexilo	0,87 ± 0,10 a	0,89 ± 0,12 a	0,88 ± 0,15 a	0,99 ± 0,20 b	0,88 ± 0,10 a	0,99 ± 0,20 b	4,78	0,0321
Lactato de Etilo	40,22 ± 8,03 b	44,40 ± 0,12 c	38,43 ± 4,20 a	46,70 ± 1,30 a	36,70 ± 1,00 a	34,52 ± 4,20 a	7,8	0,0379
Theaspirane	0,70 ± 0,06 a	0,58 ± 0,01 b	0,64 ± 0,05 a	0,75 ± 0,05 a	0,58 ± 0,03 b	0,56 ± 0,06 b	2,7	0,02170
1-2 Propilenglicol	0,71 ± 0,12	0,61 ± 0,15	0,65 ± 0,12	0,64 ± 0,12	0,65 ± 0,10	0,58 ± 0,05	5,7	0,310
5- Metilfurfural	n.d	n.d	0,80 ± 0,03a	0,56 ± 0,01b	0,53 ± 0,08b	0,50 ± 0,00b	10,15	0,0050
Decanoato de etilo	0,52 ± 0,15 a	0,52 ± 0,03 a	0,90 ± 0,02 ab	1,02 ± 0,03 b	0,78 ± 0,02 a	0,99 ± 0,01 b	3,9	0,0412
DietilSuccinato	1,81 ± 0,16 a	1,85 ± 0,50 b	1,78 ± 0,05 a	2,09 ± 0,52 b	1,83 ± 0,11 a	1,74 ± 0,24 a	0,98	0,0432
β-Metil-γ-Octolactona	n.d	n.d	0,31 ± 0,01 a	0,32 ± 0,01 a	0,36 ± 0,01 b	0,26 ± 0,01 c	1,5	0,0211
2- Feniletanol	46,05 ± 4,99 a	46,30 ± 0,40 a	46,45 ± 1,37 a	54,34 ± 3,19 b	46,01 ± 2,24 a	45,44 ± 0,03 a	30,21	0,0001
4- Vinilguayacol	n.d	n.d	0,30 ± 0,02	0,28 ± 0,01	0,29 ± 0,02	0,25 ± 0,01	6,8	0,3121
Eugenol	n.d	n.d	0,71 ± 0,77 a	0,54 ± 0,21 b	0,90 ± 0,45 c	0,80 ± 0,04 a	15,6	0,0060
Ácido Decanoico	2,99 ± 0,12 b	1,42 ± 0,52 ab	1,94 ± 0,08 ab	1,30 ± 0,14 a	1,57 ± 0,52 ab	2,57 ± 0,58 ab	1,5	0,0010
Vainillina	n.d	n.d	0,26 ± 0,01 a	0,09 ± 0,03 b	0,11 ± 0,01 a	0,24 ± 0,01 b	19,1	0,067

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value< 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value< 0,01: diferencias significativas al 99%

**Tabla 4.186.-** Valores medios, desviación estándar y ANOVA de las de las concentraciones (mg/L) de los compuestos volátiles estudiados en los vinos al final de la conservación en depósitos de acero inoxidable, hormigón y barricas de diferentes años de uso, en la añada 2013

	INOXIDABLE	HORMIGON	BARRICA NUEVA	BARRICA 1 AÑO	BARRICA 2 AÑOS	BARRICA 3 AÑOS	F-ratio	P-value
Diacetal	0,63 ± 0,24 b	0,86 ± 0,09 ab	0,48 ± 0,06 a	0,57 ± 0,11 a	0,56 ± 0,02 a	0,60 ± 0,13 a	3.43	0.0428
α- Pinen	0,54 ± 0,06 b	0,43 ± 0,02 a	0,51 ± 0,01 ab	0,49 ± 0,04 ab	0,53 ± 0,03 b	0,51 ± 0,01 b	2.97	0.0187
2- Butanol	0,32 ± 0,07 b	0,38 ± 0,07 b	0,15 ± 0,07 a	0,28 ± 0,03 ab	1,09 ± 0,10 c	1,45 ± 0,07 d	67.73	0.0000
1- Propanol	0,32 ± 0,01 b	0,39 ± 0,02 bc	0,13 ± 0,01 a	0,50 ± 0,08 c	1,11 ± 0,01 d	1,07 ± 0,08 d	76.78	0.0000
EtilIsovaleriato	0,71 ± 0,06	0,79 ± 0,00	0,74 ± 0,10	0,63 ± 0,07	0,76 ± 0,05	0,81 ± 0,04	0.34	0.8708
β –Pinen	0,24 ± 0,01 a	0,24 ± 0,03 a	0,26 ± 0,06 a	0,31 ± 0,01 ab	0,27 ± 0,01 ab	0,34 ± 0,04 b	3.36	0.0362
Acetato de Isoamilo	0,57 ± 0,01	0,56 ± 0,03	0,63 ± 0,09	0,54 ± 0,08	0,53 ± 0,00	0,56 ± 0,03	0.96	0.5065
Alcohol Isoamilico	0,18 ± 0,00 a	0,40 ± 0,01 b	0,48 ± 0,06bc	0,53 ± 0,04 c	0,47 ± 0,02bc	0,54 ± 0,06 c	24.33	0.0006
Acetato de Hexilo	0,83 ± 0,05	0,87 ± 0,07	0,84 ± 0,10	0,93 ± 0,02	0,82 ± 0,07	0,97 ± 0,08	1.44	0.3214
Lactato de Etilo	25,06 ± 1,79	22,14 ± 0,58	27,94 ± 4,66	35,59 ± 2,03	58,16 ± 10,4	35,06± 1,10	1.43	0.3345
Theaspirane	0,66 ± 0,06 b	0,58 ± 0,01 ab	0,62 ± 0,05 ab	0,82 ± 0,05 c	0,56 ± 0,03bc	0,54 ± 0,06 a	9.6	0.0079
1-2 Propilenglicol	0,31 ± 0,02	0,35 ± 0,09	0,33 ± 0,07	0,35 ± 0,05	0,37 ± 0,01	0,55 ± 0,06	0.87	0.5523
5- Metilfurfural	n.d	n.d	0,81 ± 0,03	0,56 ± 0,01	0,53 ± 0,08	0,60 ± 0,00	69.65	0.0580
Decanoato de etilo	0,14± 0,01 a	0,14 ± 0,02 a	0,17 ± 0,01 ab	0,22 ± 0,02 c	0,20 ± 0,01bc	0,21 ± 0,03bc	10.21	0.0067
DietilSuccinato	0,59 ± 0,01	0,55 ± 0,02	0,57 ± 0,28	0,61 ± 0,03	0,57 ± 0,01	0,61 ± 0,0,1	0.07	0.9947
β-Metil-γ-Octolactona	n.d	n.d	0,35 ± 0,00	0,24 ± 0,01	0,21 ± 0,00	0,17 ± 0,00	10.52	0.0747
2- Feniletanol	26,67 ± 5,22	21,50 ± 2,58	21,47 ± 0,46	24,97 ± 1,88	41,41 ± 9,12	22,75 ± 0,4	1.38	0.3488
4- Vinilguayacol	n.d	n.d	0,28 ± 0,00	0,30 ± 0,01	0,29 ± 0,02	0,26 ± 0,01	42.29	0.0851
Eugenol	0,39 ± 0,07 abc	0,28 ± 0,04 a	0,32 ± 0,03 ab	0,42 ± 0,03bc	0,42 ± 0,07bc	0,46 ± 0,03 c	3.81	0.0471
Ácido Decanoico	0,46 ± 0,13	0,63 ± 0,13	0,59 ± 0,02	0,51 ± 0,04	0,54 ± 0,06	0,51 ± 0,03	1.13	0.4341
Vainillina	n.d	n.d	0,11 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,02	3.77	0.1487

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en función del tipo de depósito  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95% ; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

# **CONCLUSIONES**

## 5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de trabajo en que se realizó este estudio, podemos establecer las siguientes conclusiones sobre los efectos del tipo de depósito en la composición de los vinos tintos de Cabernet Sauvignon y Tempranillo:

### **Evolución de los vinos durante la fermentación**

1. Cuando la temperatura de encubado es muy baja, se eleva con mayor rapidez en los depósitos de acero inoxidable, y por tanto la fermentación comienza antes, aunque el momento de finalización es prácticamente el mismo en los dos tipos de depósitos. El incremento de la concentración de antocianos y polifenoles durante la fermentación es superior en los depósitos de hormigón que en los de acero inoxidable, para las dos variedades estudiadas. Como consecuencia de ello, el color se incrementa más rápidamente en la fermentación de los vinos en hormigón, y su pérdida fermentativa es menor.

2. Los parámetros relacionados con el color, la concentración de antocianos, de polifenoles y de taninos, y los índices de calidad de los taninos, presentan valores significativamente inferiores cuando el vino se fermenta en acero inoxidable. Esto podría ser debido a que estos compuestos se estabilicen antes, minimizando su pérdida por precipitación, debido a la microoxigenación que tiene lugar a través del cemento. En cambio, el tipo de depósito utilizado en la fermentación no afecta a los parámetros convencionales relacionados con la concentración de azúcares y ácidos de los vinos elaborados.

3. Los vinos de Tempranillo y Cabernet Sauvignon fermentados en acero inoxidable son más aromáticos que los fermentados en hormigón. Las diferencias entre la mayor parte de los compuestos aromáticos no son significativas, a excepción del 1- propanol,  $\alpha$  terpineol, acetato de hexilo y el  $\alpha$  y  $\beta$  pinen que se encuentran en concentración significativamente inferiores en los vinos fermentados en depósitos de hormigón.

4. Desde el punto de vista de los compuestos polifenólicos, la fermentación en hormigón favorece la extracción de polifenoles y su estabilidad; en cambio, la fermentación en acero inoxidable afecta positivamente a la composición aromática de los vinos. La elección de un tipo u otro de depósito fermentativo vendrá condicionada al tipo de vino que se quiera elaborar.

### **Evolución de los vinos durante la conservación**

5. Durante la conservación se observa una disminución paulatina de la Intensidad Colorante y de los compuestos polifenólicos relacionados con el color, siendo esta disminución menos acusada en los vinos conservados en barricas. Al final del período de conservación solo se encuentran diferencias en la Intensidad Colorante de los vinos, que

es superior en los conservados en barrica. Se observa una relación inversa entre los antocianos decolorables y el color de los vinos.

6. La concentración de polifenoles se incrementa durante los primeros meses, para disminuir posteriormente por precipitación. Los vinos conservados en barrica son los que presentan una mayor concentración polifenólica, debido al aporte de elagitaninos de la madera y a una menor precipitación de los taninos de la uva debido a la polimerización inducida por la microoxigenación que tiene lugar a través de los poros de la madera y del espacio interduela.

7. La concentración de taninos condensados se va incrementando durante la conservación a medida que polimerizan las catequinas, en mayor medida en los vinos conservados en barricas, especialmente en las barricas más nuevas. La conservación de los vinos en barrica favorece el incremento del grado de polimerización de taninos y la condensación de los taninos con polisacáridos y péctidos, proporcionándole al vino mayor estructura y untuosidad; pero no es suficiente para compensar la gran astringencia que aportan los taninos elágicos.

8. Durante la conservación de los vinos, se han producido cambios en su composición aromática, aumentando en el tiempo, la concentración de la mayoría de los alcoholes y esterés analizados. El tipo de envase utilizado tiene un efecto significativo sobre el contenido de los alcoholes estudiados, pero este efecto depende de la cosecha. El contenido de algunos esterés aumenta significativamente en depósitos de hormigón y en barrica.

9. Los compuestos aromáticos que aporta la barrica ( $\beta$ -metil- $\gamma$ -octolactona, vainillina, 4-vinilguayacol y 5-metil furfural) se encuentran en mayor concentración en los vinos conservados en madera, especialmente cuando la barrica es nueva. La presencia de estos compuestos contribuye a la mayor intensidad y calidad aromática de los vinos.

10. En el vino estudiado, la conservación en barrica de roble es la técnica más favorable para conseguir una mayor calidad polifenólica y aromática, especialmente cuando se utilizan barricas nuevas. La conservación de los vinos en hormigón presenta un comportamiento intermedio entre las barricas y el acero inoxidable, pero para la mayor parte de los compuestos estudiados, esas diferencias son de difícil cuantificación.

# **BIBLIOGRAFÍA**

## 6. BIBLIOGRAFÍA

**ABBAL P., (2014).** Analyse et modélisation de la qualité d'un vin: premières approches. Thèse de d'un vin: Prèmieres approhes. Thèse de doctorat, Institut National D'études Supérieures Agronomiques de *Montpellier* (Montpellier SupAgro), 148 pages. Montpellier.

**ABRIL, I.; CASP, A., (1999).** Los compuestos fenólicos del vino. Alimentación. Equipos y tecnología 12: 97-103.

**ALCALDE-EON,C.; ESCRIBANO-BALLON,M.T.; SANTOS-BUELGA,C.;& RIVAS-GONZALO,J.C. (2006).** Changes in the detailed pigment composition of red wine during maturity and ageing: A comprehensive study. *Analytica Chimica Acta*, 563, 238-254

**ALEXANDRE, H.; CHARPENTIER, C. (1998).** Biochemical aspects of stuck and sluggish fermentation in grape must. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 20: 20-27.

**ALLEN, M.S., LACEY, M.J., ANd BOYd, S. (1994).** Determination of methoxypyrazines in red wines by stable isotope dilution gas chromatography-mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 42: 1734-1738

**ALLEN, M.S., LACEY, M.J., HARRIS, R.L.N., AND BROWN, W.V. (1991).** Contribution of methoxypyrazines to Sauvignon blanc wine aroma. *Am. J. Enol. Vitic.* 42: 109-112

**ALLEN, M.S., LACEY, M.J., HARRIS, R.L.N., AND BROWN, W.V. (1991).** Contribution of methoxypyrazines to Sauvignon blanc wine aroma. *Am. J. Enol. Vitic.* 42: 109-112

**ALVAREZ-RODRIGUEZ, M.L., BELLOCH, C., VILLA, M., URUBURU, F., LARRIBA, G., AND COQUE, J.J.R.(2003).** Degradation of vanillic acid and production of guaiacol by microorganisms isolated from cork samples. *Fems Microbiol. Letters* 220: 49-55.

**AMRANI JOUTEI, K. ; y GLORIES, Y. (1994).** Etude en conditions models de l'extractibilite des composes phenoliques des pellicules et des pepins de raisins rouges. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 28:303-317.

**ANCIN, C.; GARDE, T.; TORREA, D.; JIMENEZ, N. (2004).** Extraction of volatile compounds in model wine from different oak woods: effect of SO<sub>2</sub>. *Food Research International*, 37: 375–383.

**ANDRÉS-DE PARDO, R.; YUSTE-ROJAS, M.; SORT, X., ANDRÉS LACUEVA, C.; TORRES, M. & LAMUELA-REVENTÓS, R.M. (2007).** Effects of soil type on wines produced from *Vitis vinífera*. *J.Agric.Food. Chem.* 55 779-786.

**ARNOLD, R.A.; NOBEL, A.C. (1979).** Effects of pomace contact om flavor Chardonay wime. *Am. J. Enol. Vitic.* 30,179-181.

**ARZARENA, I.; CASP, A.; MARIN, R.; NAVARRO, M. (2000).** Differentiation of some spanish wines according to variety and region base don their anthocyanincomposition. *European Food Research and Technology*, 212: 108- 112.

**ARZARENA, I.; AYESTARAN, B.; CANTALEJO, M. J.; NAVARRO, M.; VERA, M.; ABRIL, I.; CASP, A. (2002).** Anthocyanin composition of Tempranillo, Garnacha and Cabernet Sauvignon grapes from high- and lowquality vineyards over two years. *European Food Reseach and Technology*, 214: 303-309.

**ARRHENIUS, S.P., MCCLOSKEY, L.P., AND SYLVAN, M. (1996).** Chemical markers for aroma of *Vitis vinifera* var Chardonnay regional wines. *J. Agric. Food Chem.* 44: 1085-1090.

**ASEN, S.; STEWART, R.N.; NORRIS, K.H. (1972).** “Copigmentation of anthocyanins in plant tissues and its effect on color”. *Phytochemistry*, 11, 1139 – 11145.

**ASSELIN, C.; BARBEU, G.; MORLAT, R.(2001).** Approche de la composante climatique à diverses échelles dans la zone viticole. *Bulletin de L'O.I.V.* 843-844.

**AUDEGUIN, L.; BOURSIQUOT, J.-M.; et al. (2007).** Catalogue des Variétés et clones de vigne cultivés en France, 2ème édition, Ed. Institut Français de la *Vigne* et du Vin (IFVV-INRA). Montpellier.

**ATANASOVA, V.; FULCRAND, H.; LE GUERNEVÉ, C.; CHEYNIER, V.; MOUTONET, M. (2002a).** Structure of a new dimeric acetaldehyde malvidin 3-glucoside condensation product. *Tetrahedron Letters*, 43: 6151-6153.

**ATANASOVA, V.; FULCRAND, H.; LE GUERNEVÉ, C.; CHEYNIER, V.; MOUTONET, M. (2002).** Effect of oxigenation on polyphenol changes occurring in the course of winemarking. *Anal. Chim.* 458, 15-27.

**ATASANOVA, B., THOMAS-DAUGUIN, T., LANGLOIS, D., NICKLAUS, S., AND ETIEVANT, P. (2004).** Perceptual interactions between fruity and woody notes of wine. *Flavour Fragrance J.* 19: 476-482.

**AZNAR, M., LÓPEZ, R., CACHO, J., AND FERREIRA, V. (2003).** Prediction of aged red wine aroma properties from aroma chemical composition. Partial least squares regression models. *J. Agric. Food Chem.* 51: 2700-2707.

**BAIANO, A.; VARVA, G.; DE GIANI, A.; VIGGIANI, I.; TERRACONE, C.; DEL NOBILE, M.A. (2014).** Influence of type of amphora on physico-chemical properties and antioxidant capacity of “Falanghina” white wines. *Food Chemistry* 146, 226-233.

**BAKKER, J.; y C.F. TIMBERLAKE. (1985).** The distribution and content of anthocyanins in young Port wines as determined by high performance liquid chromatography. *J. Sci. Food Agric.* 36:1325-1333

**BALLESTEROS, M. (2000).** Historia de Utiel. Editorial: Ayuntamiento de Utiel. Valencia. 235 pp.

**BARANAC, J.M., PETRANOVIV, N.A. and DIMITRIC-MARKOVIC, J.M., (1997b).** Spectrophotometric study of anthocyan copigmentation reactions. 3. *J. Agric. Food Chem.* 45: 1698-1700.

**BARANAC, J.M., PETRANOVIV, N.A. and DIMITRIC-MARKOVIC, J.M., (1996).** Spectrophotometric study of anthocyan copigmentation reactions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 1333-1336.

- BARANOWSKI, E.S.; NAGEL, C.W. (1983).** Kinetics of malvidin-3-glucoside condensation in wine model solutions. *J. Food Sci.* 38, 932-936.
- BARTOWSKY, E.J., FRANCIS, I.L., BELLON, J.R., AND HENSCHKE, P.A. (2002).** Is buttery aroma perception in wines predictable from the diacetyl concentration. *Aust. J. Grape Wine Res.*8: 180-185.
- BARTOWSKY, E.J., AND HENSCHKE, P.A. (2004).** The 'buttery' attribute of wine-diacetyl desirability, spoilage and beyond. *Int. J. Food Microbiol.* 96: 235-252.
- BAUTISTA, R.; FERNÁNEZ, 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.
- BAYONOVE, C., CODONNIER, R., AND DUBOIS, P. (1975).** Etude d'une fraction caractéristique de l'arôme du raisin de la variété Cabernet-Sauvignon ; mise en évidence de la 2-méthoxy-3-isobutylpyrazine. *C. R. Acad. Sci. Paris (Serie D)* 281: 75-78.
- BLANCHARD, L., TOMINAGA, T., AND DUBOURDIEU, D. (2001).** Formation of furfurylthiol exhibiting a strong coffee aroma during oak barrel fermentation from furfural released by toasted staves. *J. Agric. Food Chem.* 49: 4833-4835.
- BAYONOVE, C.; BAUMES, R., CRUZET, J.; GUNATA, Z. (2000).** Capítulo 5: Aromas. En: "Enología: fundamentos científicos y tecnológicos". AMV Ediciones, Madrid, España.
- BAYONOVE, C.; GUNATA, Z.; SAPI, J.C.; BAUMES, R.; DUGELAY, I. & GRASSIN, C. (1992).** "Aumentations des Aromes dans le Vin et Utilisation d'Enzymes" *Revue des Oenologues* 64.165-169.
- BELL, A.A.; OUGH, C.S.; KLIEWER, W.M. (1979).** Effects on must and wine composition, rates of fermentation, and wine quality of nitrogen fertilization of *Vitis vinifera* var. Thompson seedless grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.*, Vol. 30, No. 2, 124-129.
- BLOIN, J. (1977).** Manuel pratique d'analyse des moûts et des vins. Chambre d'Agriculture de la Gironde. 26 pp.

**BLOUIN, J.; PAPET, N.; STONESTREET, E. (2000).** Étude de la structure polyphénolique des vins rouges par analyses physico-chimiques et sensorielles. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 1 : 33-40.

**BOIDRON, J.N.; CHATONET, P.; PONNS, M. (1988).** Effects of wood on aroma compounds of wine. *Connaissance de la Vigne et du Vin*, 22, 275–294.

**BOUCHILLOUX, P., DARRIET, P., HENRY, R., LAVIGNE-CRUEGE, V., AND DUBOURDIEU, D. (1998).** Identification of volatile and powerful odorous thiols in Bordeaux red wine varieties. *J. Agric.Food Chem.* 46: 3095-3099.

**BOULTON, R. B., (1996).** Methods for the assement of copigmentation in red wines. Presented at the 47th Annual Meeting of the American Society for Enology and Viticulture, Reno, NV .

**BOULTON, R., (2000).** The variation in Skin Composition and Wine Color for Six Vineyard Sites. 3rd International Burgundy- California- Oregon Colloquium, Institut Jules Guyot L'institut Universitaire de la Vigne et Vin "Jules Guyot", Dijon, France.

**BOULTON, R., (2001).** The copigmentation of Anthocyanins and Its Role in the Color of Red Wine: A Critical Review. *Am. J. Enol. Vitic.* 52 , 67–87.

**BOURZEIX, M.; WEYLAND, D.; HEREDIA, N. (1986).** Étude des catéchines et des procyanidols de la grappe de raisin, du vin et d'autres dérivés de la vigne. *Bull O.I.V.*, 669670: 1171-1253

**BROUILLARD, R. (1982).** Chemical structure of anthocyanidins. In: *Anthocyanins as foodcolors*. P. Markakis (Ed.). pp 1-40. Academic Press, N. York.

**BROUILLARD, R.; DANGLES, O. (1994).** Anthocyanins molecular interactions:the first step in the formation of new pigments 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 withlees on volatile composition of Airen and Macabeo wines. *Biotechnology Letters*, 28 (13), 1007-1011.

**BUSER, H.R., ZANIER, C., AND TANNER, H. (1982).** Identification of 2,4,6-Trichloroanisole as a Potent Compound Causing Cork Taint in Wine. *J. Agric. Food Chem.* 30: 359-362.

**CAMARA, J.S., MARQUES, J.C., ALVES, M.A., AND FERREIRA, A.C.S. (2004).** 3-hydroxy-4,5-dimethyl-2(5H)-furanone levels in fortified Madeira wines: Relationship to sugar content. *J. Agric. Food Chem.* 52: 6765-6769.

**CAMPO, E., CACHO, J., AND FERREIRA, V. (2006).** Multidimensional chromatographic approach applied to the identification of novel aroma compounds in wine. Identification of ethyl cyclohexanoate, ethyl 2-hydroxy-3-methylbutyrate and ethyl 2-hydroxy-4-methylpentanoate. *J. Chromatogr. A* 1137: 223-230.

**CAMPO, E., CACHO, J., AND FERREIRA, V. (2007).** Solid phase extraction, multidimensional gas chromatography mass spectrometry determination of four novel aroma powerful ethyl esters- Assessment of their occurrence and importance in wine and other alcoholic beverages. *J. Chromatogr. A* 1140: 180-188.

**CAMPO, E., FERREIRA, V., ESCUDERO, A., AND CACHO, J. (2005).** Prediction of the wine sensory properties related to grape variety from dynamic-headspace gas chromatography-olfactometry data. *J. Agric. Food Chem.* 53: 5682-5690.

**CAMPO, E., FERREIRA, V., LÓPEZ, R., ESCUDERO, A., AND CACHO, J. (2006).** Identification of three novel compounds in wine by means of a laboratory-constructed multidimensional gas chromatographic system. *J. Chromatogr. A* 1122: 202-208.

**CACHO, J. (2003).** El vino y su composición y nuestros sentidos. Discurso de Ingreso en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza (España). 47 pg.

**CANO LÓPEZ, M.; PARDO MINGUEZ, F.; LÓPEZ-ROCA, J.M.; GÓMEZ PLAZA, E. (2005).** Evolución del color de vinos microoxigenados durante su envejecimiento en bodega o botella. VIII Jornadas Científicas de los Grupos de Investigación Enológica (Gienol). Palencia

**CANO LÓPEZ, M.; PARDO MINGUEZ, F.; LÓPEZ-ROCA, J.M.; GÓMEZ PLAZA, E. (2006).** Effect of micro-oxygenation on anthocyanin and derived pigment content and chromatic characteristics of red wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57, 325–331.

**CANO LÓPEZ, M.; PARDO MINGUEZ, F.; LÓPEZ-ROCA, J.M.; GÓMEZ PLAZA, E. (2007).** Chromatic characteristics and anthocyanin profile of a micro-oxygenated red wine after oak or bottle maturation. *European Food Research and Technology*, 225, 125–132.

**CANO LÓPEZ, M.; PARDO MINGUEZ, F.; LÓPEZ-ROCA, J.M.; GÓMEZ PLAZA, E. (2010).** Oak barrel maturation vs. Micro-oxygenation: Effect on the formation of anthocyanin-derived pigments and wine colour. *Food Chemistry* 119; 191-195.

**CARBONNEAU, A.; DELOIRE, A.; JAILLARD, B. (2007).** *La vigne: Physiologie, terroir, cultura*. Ed: Dunod. Paris. 442 pages.

**CASAVECCHIA, C.; MAGNISI, R.; LAPERA, L.; MAISANO, R.; DUGO, G. (2007).** Classification of sicilian red wines from autochthonous and allochthonous cultivars according to anthocyanin pattern. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58 (2): 286-290.

**CASP, A. (1985).** *Métodos usuales de análisis de mostos y vinos*. Servicio de Publicaciones de la U.P.V. 115 pp.

**CASTELLARI, M.; MATRICARDI, L.; ARFELLI, G.; GALLASSI, S.; AMATI, A. (2000).** Level of single bioactive phenolics in red wine as a function of the oxygen supplied during storage. *Food Chemistry*, 69, 61–67

**CASTIA, T.; FRANCO, M. A.; MATTIVI, F.; MUGGIOLI, G.; SFERLAZZO, G.; VERSINI, G. (1992).** Characterization of grapes cultivated in Sardinia: chemometric methods applied to the anthocyanic fraction. *Sciences des Aliments*, 12: 239-255.

**CLARKE, R.J., BAKKER, J. (2004).** *Wine flavour chemistry* (Oxford, UK: Blackwell Publishing).

**CEMAGEF. (1994).** Recommandations applicables a la construction (tome 1) et a la rénovation (tome II) des cuves á vin en béton armé. Groupe de travail DDAF hérault et Vaucluse, Cemagref Aix-en-Provence

**CHASSING, S., et al. (2010).** Phytochemical studies of new anthocyano-ellagitannin hybrid pigment: About the origin of the influence of oak c-glycosidic ellagitannins on wine color. *Eur. J. Org. Chem.* 1:55-63.

**CHATONNET, P.; BOIDRON, J.N.; PONS, M. (1989).** Incidence du traitement thermique du bois de chêne sur sa composition chimique. 2. Évolution de certains composés en fonction de l'intensité de brûlage. *Conn. Vigne Vin* 23:223-250.

**CHATONNET, P., VIALA, C., AND DUBOURDIEU, D. (1997).** Influence of polyphenolic components of red wines on the microbial synthesis of volatile phenols. *Am. J. Enol. Vitic.* 48: 443-448.

**CHATONNET, P.; DUBOURDIEU, D. (1998).** *J. Enol. Vitic.* 49, 79-85.

**CHATONNET, P.; DUBOURDIEU, D.; BOIDRON, J.N. (1995).** The influence of *Brettanomyces /Dekkera* sp. Yeast and lactic acid bacteria on the ethylphenol content of red wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46, 463–467.

**CHATONNET, P.; DUBOURDIEU, D.; BOIDRON, J.N. (1993).** Synthesis of volatile phenols by *Saccharomyces cerevisiae* in wines. *Journal of Science and Food Agriculture*, 62, 191–202.

**CHATONNET, P.; DUBOURDIEU, D.; BOIDRON, J.N. (1992).** The origin of ethylphenols in wines. *J. Sci. Food Agric.*, 60, 165–178.

**CHABAS, J.; VANNOBEL, C. (1982).** Les progres constatés dans la technologie des équipements des des caves vinicoles. Documentación Cemagref.

**CHEYNIER, V.; REMY, S.; FULCRAND, H. (2000).** Mechanismes of anthocianin and tannin changes during winemaking and aging. En: The ASEV50th Anniversary Annual Meeting. Rautz, J.(Ed.), ASEV, Davis, CA, 337-344.

**CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M.; SARNI-MANCHADO, p. (2003).** Los compuestos fenólicos. Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos, Flancy, C. Ed.; Edicione mundi-Prensa, 2ª edición Madrid, 114-136.

**CHISLOM, M.G.; GUIHER, L.A.; ZACKIEWICZ, S.M. (1995).** Aroma characteristics of aged Vidal blanc wine. American Journal of Enology and Viticulture, 46, 56–62.

**CORDONIER, R., AND BAYONOVE, C.L. (1974).** Mise en evidence dans la baie de raisin, var. Muscat d'Alexandrie, de monoterpenes lies revelables par une ou plusieurs enzymes du fruit. C.R. Acad. Sci. Paris (Serie D) 278: 3387-3390.

**COX, A., CAPONE, D.L., ELSEY, G.M., PERKINS, M.V., AND SEFTON, M.A. (2005).** Quantitative analysis, occurrence, and stability of (E)-1-(2,3,6-trimethylphenyl)buta-1,3-diene in wine. J.Agric. Food Chem. 53: 3584-3591.

**CULLERÉ, L. (2005).** Contribución al estudio de los componentes carbonílicos del vino. Nuevos métodos de análisis y caracterización de su papel sensorial, PhD Thesis, Universidad de Zaragoza, Zaragoza.

**CULLERÉ, L., CACHO, J., AND FERREIRA, V. (2007).** An assessment of the role played by some oxidation-related aldehydes in wine aroma. J. Agric. Food Chem. 55: 876-881.

**CULLERÉ, L., CACHO, J., AND FERREIRA, V. (2006).** Validation of an analytical method for the solid phase extraction, in cartridge derivatization and subsequent gas chromatographic-ion trap tandem mass spectrometric determination of 1-octen-3-one in wines at ng L-1 level. Anal. Chim. Acta 563: 51-57.

**CULLERÉ, L., ESCUDERO, A., CACHO, J., AND FERREIRA, V. (2004).** Gas chromatographyolfactometry and chemical quantitative study of the aroma of six premium quality Spanish aged red wines. J. Agric. Food Chem. 52: 1653-1660.

**CUTZACH, I.; CHATONNET, P.; HENRY, R.; DUBOURDIEU, D. (1999).** Identifying new volatile compounds in toasted oak. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47, 1663–1667.

**DAGAN, L.G.;SCHNEIDER R. (2014).** Le potentiel en sulfure de diméthyle (PDMS): Contribution à l'aspect variétal et fermentaire des arômes. *Revue des oenologues et des techniques vitivinicoles et oenologiques: magazine trimestriel d'information professionnelle*, 41, 21-23.

**DARIAS-MARTÍN, J., B. MARTÍN, M. CARRILLO, R. LAMUELA, C. DÍAZ AND R. BOULTON (2002).** The effect of caffeic acid on the color of red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50 (7): 2062-2067.

**DARIAS-MARTÍN, J.; CARRILLO, M.; DÍAZ, E.; BOULTON, R.B., (2001).** “Enhancement of wine colour by pre-fermentation addition of copigments”. *Food Chemistry* 73 (2001) 217–220.

**DARRIET, P., LAVIGNE, V., BOIDRON, J., AND DUBOURDIEU, D. (1991).** Caractérisation de l'arôme variétal des vins de Sauvignon par couplage chromatographique en phase gazeuse-odometrie. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 25: 167-174.

**DARRIET, P., TOMINAGA, T., DEMOLE, E., AND DUBOURDIEU, D. (1993).** Mise en évidence dans le raisin de *Vitis vinifera* var. Sauvignon d'un précurseur de la 4-mercapto-4-méthylpentan- 2-one. *C.R. Acad. Sci. Paris (Serie D)* 316: 1332-1335.

**DEBOUBÉE, D.R., VAN LEEUWEN, C., AND DUBOURDIEU, D. (2000).** Organoleptic impact of 2-methoxy-3-isobutylpyrazine on red Bordeaux and Loire wines. Effect of environmental conditions on concentrations in grapes during ripening. *J. Agric. Food Chem.* 48: 4830-4834.

**DUGELAY, I., GUNATA, Z., SAPIS, J.C., BAUMES, R., AND BAYONOVE, C. (1993).** Role of Cinnamoyl Esterase-Activities from Enzyme Preparations on the Formation of Volatile Phenols During Winemaking. *J. Agric. Food Chem.* 41: 2092-2096.

**DE LA HERA, M. L.; PÉREZ PRIETO, L. J.; FERNÁNDEZ, J. I.; MARTÍNEZ CUTILLAS, A.; LÓPEZ ROCA, J. M.; GÓMEZ PLAZA, E. (2002).** Partial rootzone drying. Una experiencia española para la variedad Monastrell. *Viticultura y Enología Profesional*, 83: 70-76.

**DENOMINACIÓN DE ORIGEN UTIEL-REQUENA. (2014).** Obtenido de <http://www.utielrequena.org/>.

**DIAS, L., DIAS, S., SANCHO, T., STENDER, H., QUEROL, A., MALFEITO-FERREIRA, M., AND LOUREIRO, V. (2003).** Identification of yeasts isolated from wine-related environments and capable of producing 4-ethylphenol. *Food Microbiology* 20: 567-574.

**DI STEFANO, R. (1995).** Extraction of phenolics grape solids during fermentation. *Acta Horticulturae*, 388: 163-170.

**DONNER, H.; KALT, W.; MAZZA, G. (1998).** Simple and monoacylated cyanidin 3-glucosides copigmented with chlorogenic acid, protocatechuic acid and caffeine. 2nd International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry.

**DOUSSOT, F.; De JESSO, B.; QUIDEAU, S.; PARDON, P. (2002).** Extractives content in cooperage oak wood during natural seasoning and toasting; influence of tree species, geographic location, and single-tree effects, *J. Agric. Food Chem.* 50, 5955-5961.

**DOWNEY, M.O.; DOKOOZLIAN, N.K.; KRSTIC, M.P. (2006).** Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition and wine; a review of recent research. *Am.J. Enol. Vitic.* 57, 257-268.

**DUTEAU, J.; GUILLOUX, M.; SEGUIN, G. (1981).** Effect of natural factors on grape maturation al Pomerol and Saint-Emilion. *Vigne Vin.* 15: 1-27.

**ESCUADERO, A., HERNÁNDEZ-ORTE, P., CACHO, J., AND FERREIRA, V. (2000).** Clues about the role of methional as character impact odorant of some oxidized wines. *J. Agric. Food Chem.* 48: 4268-4272.

**ESCUADERO, A.; ASENSIO, E.; CACHO, J.; FERREIRA, V. (2002).** «Sensory and chemical changes of young white wines stored under oxygen. An assessment of the role played by aldehydes and some other important odorants. *Food Chemistry*, 77, 325-31.

**ESCUADERO, A., CAMPO, E., FARIÑA, L., CACHO, J., AND FERREIRA, V. (2007).** Analytical characterization of the aroma of five premium red wines. Insights into the role of odor families and the concept of fruitiness of wines. *J. Agric. Food Chem.* 55: 4501-4510.

**ES-SAFI, N.; LE GUERNEVÉ, C.; FULCRAND, H.; CHEYNIER, V. Y MOUTOUNET, M.. (1999).** New polyphenolic compounds with xanthylum skeletons formed through reaction between (+)-catechin and glyoxylic acid. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47, 5211-5217.

**ES-SAFI, N.; LE GUERNEVÉ, C.; CHEYNIER, V. Y MOUTOUNET, M. (2000).** New phenolic compounds formed by evolution of (+)-catechin and glyoxylic acid hydroalcoholic solution and their implication in color changes of grape-derived foods. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48, 4233-4240.

**ESTEBAN, M. A.; VILLANUEVA, M. J.; LISSARRAGUE, J. R. (2001).** Effect of irrigation on changes in the anthocyanin composition of the skin of cv. Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) grape berries during ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 409-420.

**ESTERUELAS, E.; MUÑOZ, A.; CADAHÍA, E.; FERNÁNDEZ DE SIMÓN, B. (2006).** Sobre el curado del roble en la tonelería. Evolución de elagitanos y polifenoles de bajo peso molecular en maderas de roble americano y europeo de distintas procedencias. *Viticultura/enología Profesional* 104, 34-32.

**FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.A.; ALMELA, L.; MUÑOZ, J.A.; HIDALGO V.; CARRERO, J. (1998).** Dependence between colour and individual anthocyanin content in ripening grapes. *Food Research International*. 31(9):667-672.

**FERREIRA, V.; FERNÁNDEZ, P.; PEÑA, C.; ESCUDERO, A.; CACHO, J.F. (1995).** Investigation on the role played by fermentation esters in the aroma of young Spanish wines by multivariate analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67, 381-392.

**FERREIRA, V.; JARAUTA, I.; ORTEGA, L.; CACHO, J.(2004).** A simple strategy for the optimization of solid phase extraction procedures through the use of solid-liquid distribution coefficients: Application to the determination lactones in wine. *Journal of Chromatography A*, 1025, 147-156.

**FERREIRA, A.C.S.; PINHO, P.G.; RODRIGES, P.; HOGG, T. (2002).** Kinetics of oxidative degradation of white wines and how they are affected by selected technological parameters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5919-5924.

**FERNÁNDEZ, J.I.; MARTÍNEZ, A.; NAVARRO, J.F. (2000).** Compuestos fenólicos en uvas y vinos de la región de Murcia en la cosecha 1999. Grupo de trabajo de experimentación en viticultura y enología. Reunión anual. Estación de Viticultura y Enología. Navarra, 4-6 abril.

**FERNÁNDEZ, B.; HERNÁNDEZ, T.; CADAHÍA, E.; DUEÑAS, M. Y ESTRELLA, I. (2003).** Phenolic compounds in a Spanish red wine aged in barrels made of Spanish, French and American Wood. *Eur. Food Res. Technol.*, 216:150-156.

**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.

**FEUILLAT, M. (1982).** L'élevage des vins de Bourgogne en fûts de chêne. *R.F.OE.*, 88 bis:17-29.

**FEUILLAT, M.; ESCOT, S.; CHARPENTIER, C.; DULAU, I. (2001).** Intérêt des interactions entre polysaccharides de levures et polyphénols. *Revue des Oenologues*, 98, 17-18

**FLANZY, C. (2000).** *Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos*. Ed. Mundi-Prensa.

**FRANCIA-ARICHA, E.M.; RIVAS-GONZALO, J.C.; SANTOS-BUELGA, C. (1998).** Effect of malvidin-3-monoglucoside on the browning of monomeric and dimeric flavanols. *Z Lebensm. Unters. Forsch.* 207(3), 223-228.

**FRANCIS, I.L.; SEFTON, M.A.; WILLIAMS, P.J. (1992).** A study by sensory descriptive analysis of the effects of oak origin seasoning, and heating of the aromas of oak model wine extracts. *Am. J. Enol. Vitic.*, 43 (1):23-30.

**FRANCOIS, J.M.; ALEIXANRE, H.; GRANES, D.; FEUILLAT, M. (2007).** Vers une meilleure connaissance des produits dérivés de levures. *Revue des Oenologues*, 122, 9-12.

**FULCRAND, H.; BENABDEIJALIL, C.; RIGAUD, J.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. (1997).** A new class of wine pigments generated by reaction between pyruvic acid and grape anthocyanins. *Phytochemistry*. 47,1401-1407.

**FULCRAND, H.; DUEÑAS, M.; SALAS, E.; E. Y CHEYNIER, V. (2006).** Phenolic reactions during winermaking and aging. *Am. J. Enol. Vitic.*, 57, 289-297

**FURTADO, P.; FIGUEREEDO, P.; CHAVES, H.; PINA, F. (1993).** Photochemical and termal degradation of anthocyanidins. *J. Photochem. Photobiol. A. Chem*, 75, 113-118

**FUSTER, A. (2001).** Les polisaccharides, leur contribution à la qualité du vin. *Revue française d'Oenologie*, 187:14-17.

**GARCÍA-BENEYTEZ, E.; CABELLO, F.; REVILLA (2003).** Analysis of grape and wine anthocyanins by HPLC-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 5622-5629.

**GARCIA-ESCUADERO, E.; ZABALLA, O. (1997).** Efecto asociado del riego y del aclareo de racimos sobre la expresión vegetativa de la vid. En: *Ruñión Anual del Grupo de Trabajo en Experimentación en Viticultura y Enología Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Ed), Madrid*, 1-10.

**GARCÍA, M.J.; PEIDRO, M.J.; LIZAMA, V.; ALEIXANDRE, J.L.; ÁLVAREZ, M.I. (2005).** Evolución de la composición fenólica durante la fermentación y conservación de vinos tintos en depósitos de hormigón. *Avances en ciencias y técnicas enológicas*, vol. 1, 118-121.

- GARDE CERDÁN, T.; RODRIGUEZ, S.; ANCIN, C. (2001-2002).** Volatile composition of aged wine in used barrels of French oak and American oak. *Food research international* 35, 603-610.
- GARDE-CERDÁN, T.; TORREA-GOÑI, D.; ANCÍN-AZPILICUETA, C. (2004).** Accumulation of volatile compounds during ageing of two red wines with different composition. *Journal of Food Engineering*, 65, 349-356.
- GAROFOLO, A.; PIRACCI, A. (1994).** Evolution of esters and fatty acids in wine preservation. Equilibrium constants and activation energies. *Bulletin de l'OIV*, 67, 225–245
- GIL, M., & YUSTE, J. (2004).** Phenolic maturity of Tempranillo grapevine trained as goblet, under different soil and climate conditions in the Duero valley area. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 38, 81-88.
- GLORIES, Y. (1978).** *Recherches sur la matière colorante des vins rouges*. Thèse à l'Université de Bordeaux II.
- GLORIES, Y. (1984a).** La couleur des vins rouges. Les équilibres des anthocyanes et des tannins. *Conn. Vigne Vin*, 18(3): 195-217.
- GLORIES, Y. (1984b).** La couleur des vins rouges. Mesure, origine et interprétation. *Conn. Vigne Vin*, 18(4): 253-271.
- GLORIES, Y.** La couleur des vins rouges. 1. Les équilibres des anthocyanes et des tanins. *Conn. Vigne Vin* 18:195-217 (1984).
- GLORIES, Y., (1978).** Characteristics of the various constitutive fractions of the phenolic compounds in red wine, and their oenological properties. *Ann. Technol. Agric.*, 27: 253-255.
- GOMEZ-CORDOVÉS, M.C.; VARELA, F.; LARRIGAUDIÈRE, C.; VENDRELL, M.; (1996).** Effect of ethephon and sephos treatments on the anthocyanin composition of starking apples. *J.Agric.Food.Chem.* 44:3449-3452.

**GÓMEZ-MINGUEZ, M. y HEREDIA, F. (2004).** Effect of the maceration techniques on the relationships between anthocyanin composition and objective color of Syrah wines. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 5117-5123.

**GÓMEZ-MINGUEZ, M.J.; GÓMEZ-MINGUEZ, M.; i.m. & HEREDIA, F. J.(2007).** Assesment of color and aroma in White wine vinifications: Effects of grappe maturity and soil type. *J. Food Eng.* 79, 758-764.

**GÓMEZ PLAZA, E.,CANO-LÓPEZ,M.A.; ( 2011).** A review on microoxygenation of red wines: Claims,benefits and the underlying chemistry. *Food Chemistry* 125: 1131-1140.

**GOTO, T. y KONDO, T. (1991).** “Structures and molecular staking of anthocyanins flower color variation”. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl*, 30, 17-33.

**GUNATA, Y. Z.; SAPIS, J.C.; Moutounet, M. (1987).** Substrates and aromatic carboxylic acid inhibition of grape phenol oxidases,. *Phytochemistry*, 26, 1573-1575.

**GUTH, H. (1997).** Identification of character impact odorants of different white wine varieties. *J. Agric. Food Chem.* 45: 3022-3026.

**HABA, M.; CHIRIVELLA, C.; MENDEZ, J. (1995).** Características del vino de crianza según el origen del roble utilizado en la fabricación de las barricas. *Viticultura y Enología Profesional*, 37, 32-37.

**HALE, M.D.; K. McCafferty,; E. Larmie,; J. Newton,; J.S. Swan. (1999).** The influence of oak seasoning and toasting parameters on the composition and quality of wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 50:495-502.

**HASLAM, E. (1998).** In vino veritas: Oligomeric procyanidins and the aging of red wines. *Phytochemistry* 19:2577-2582.

**HASLAM, E. (1980).** Practical Polyphenolics: From Structure to Molecular Recognition and Physiological Action, pp. 262-285. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

**HEBRERO, E.; SANTOS-BUELGA, C.; RIVAS-GONZALO, J.C.; (1988).** High performance liquid chromatography diode array spectroscopy identification of anthocyanins of *Vitis vinifera* variety Tempranillo. *Am. J. Enol. Vitic.*, 39 (3): 227-233 .

**HERDERICH, M., COSTELO, P.J., GRBIN, P.R., and HENSCHKE, P.A. (1995).** Occurrence of 2-Acetyl-1-Pyrroline in Mousy Wines. *Natural Product Letters* 7: 129-132.

**HEREDIA, F.J.; GUZMÁN, M. (1993).** The Color of Wine: a Historical Perspective. Trichromatic Methods. *Journal of Food Quality*, 16 (6), 439-449.

**HERNÁNDEZ, T.; CADAHIA, E.; SUAREZ, J.A. (2000).** Presence of cork-taint responsible compounds in wines and their cork stoppers. *Eur. Food Res. Technol.*, 211, 257-261.

**HERRANZ, M. D. (1999).** Características de la calidad de vinos blancos y jóvenes varietales de Zalema. Tesis doctoral, Facultad de farmacia. Sevilla

**HIDALGO, L. (2003).** Tratado de Viticultura General. Editorial: Mundi-Prensa. Madrid. 1172pp.

**HOENICKE, K., BORCHET, O., GRUNING, K., AND SIMAT, T.J. (2002).** "Untypical aging offflavor" in wine: Synthesis of potential degradation compounds of indole-3-acetic acid and kynurenine and their evaluation as precursors of 2-aminoacetophenone. *J. Agric. Food Chem.* 50: 4303-4309

**IBARTZ, M.J., FERREIRA, V., HERNÁNDEZ-ORTE, P., LOSCOS, N., AND CACHO, J. (2006).** Optimization and evaluation of a procedure for the gas chromatographic-mass spectrometric analysis of the aromas generated by fast acid hydrolysis of flavor precursors extracted from grapes. *J. Chromatogr. A* 1116: 217-229.

**IBEM-GÓMEZ, M.; ANDRÉS-LACUEVA, C.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M.; BUXADERAS, S.; SINGLETON, V. L.; TORRE-BORONAT, M. C. (2000).** Browning of cava (sparkling wine) during aging in contact with lees due to the phenolic composition. *American Journal of Enology and Viticulture*. 51,29-36.

**IVANOVA, V.; DÖRNEY, Á.; MÁRK, L.; VOJNOSKI, B.; STALINOV, T., STEFOVA, M., ET AL. (2011).** Polyphenolic content of Vranec wines produced by different vinification conditions. *Food chemistry*, 124, 316-325.

**JARAUTA, I. (2004).** Estudio analítico de fenómenos concurrentes en la generación del aroma durante la crianza del vino en barricas de roble con diferentes grados de uso. Nuevos métodos de análisis de importantes aromas y caracterización de su papel sensorial, University of Zaragoza, Zaragoza.

**JARAUTA, I., FERREIRA, V., AND CACHO, J. (2006).** Synergic, additive and antagonistic effects between odorants with similar odour properties. In *Flavour Science: Recent advances and trends*, W.L.P. Bredie and M.A. Petersen, eds. (Amsterdam: Elsevier), pp. 2005-2208.

**JORDAO, A.M.; J.M. RICARDO-DA-SILVA.; O. LAUREANO. (2005).** Extraction and evolution of some ellagic tannins and ellagic acid of oak wood chips (*Quercus pyrenaica*) in model solution. Effect of time, pH, temperature and alcoholic content. *S. Afr. J. Enol.Vitic.* 26:25-31.

**JORDAO, A.M.; J.M. RICARDO-DA-SILVA,; O. LAUREANO, W. MULLEN,; A. CROZIER. (2008).** Effect of ellagitannins, ellagic acid and volatile compounds from oak wood on the (+)- catechin, procyanidin B1 and malvidin-3-glucoside content of model wines. *Aust. J. Grape Wine Res.* 14:260-270.

**JORDAO, A.M.; J.M. RICARDO-DA-SILVA,; O. LAUREANO,; A. ADAMS,; J. DEMITTENARE, R.; VERHÉ,; N. De-KIMPE. (2006).** Volatile composition analysis by solid-phase microextraction applied to oak wood used in cooperage (*Quercus pyrenaica* and *Quercus petraea*): Effect of botanical species and toasting process. *J. Wood Sci.* 52:514-521.

**KELLER, M.; HRAZINA, G. (1998).** Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. II. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, 49: 341-349.

**KELLER, M.; POOL, R.M.; HENICK-KIING, T. (1999).** Excessive nitrogen supply and shoot trimming can impair colour development in Pinot noir grapes and wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 5: 45-55.

**KENNEDY, J.; JONES, P. (2001).** Composition of grape skin proanthocyanidins at different stages of berry development. *J Agric Food Chem.*,49(11), 5348-55.

**KING, G.A.; SWEENEY, J.C.; RADFORD, T.; LACOBUCCI, G.A. (1980).** The ascorbic/O<sub>2</sub> degradation of anthocyanidins. *Bulletin Liason Groupe Polyphenols*, 9, 121-128.

**KORALEWSKI, M.E. (2010).** Les cuves ovoïdes au banc d'essai. *Réussir vigne*, 168 , 45-51.

**KORALEWSKI, M.E. (2011).** Préférence pour le vin issu de la cuve Ovoïde. *Réussir vigne*, 172, 87-95.

**KOSIR, I. J.; LAPORNIC, B.; ANDRESEK, S.; WONDRA, A. G.; VRHOVSEK, U.; KIDIČ, J. (2004).** Identification of anthocyanins in wines by liquid chromatography, liquid chromatography-mass spectrometry and nuclear magnetic resonance. *Analytica Chimica Acta*, 513 (1): 277-282.

**KOTSERIDIS, Y., AND BAUMES, R. (2000).** Identification of impact odorants in Bordeaux red grape juice, in the commercial yeast used for its fermentation, and in the produced wine. *J. Agric. Food Chem.* 48: 400-406.

**LAMADON, f. (1995).** Protocole pour l'évaluation de la rychesse polyphenolique des raisins. *Revue des Oenologues*, 76, 37-38.

**LAMBROPOULOS, I. ; I.G. ROUSSIS. (2007).** «Inhibition of the decrease of volatile esters and terpenes during storage of wines and a model wine medium by wine phenolic extracts». *Food Technology and Biotechnology* 2007; 45: 147-55.

**LARICE, J. L.; ARCHIER, P.; ROCHEVILLE-DIVORNE, C.; COEN, S.; ROGGERO, J. P. (1989).** Composition anthocyanique des cepages. II. Essai de classification sur trois ans par analyse en composantes principales et étude des variations annuelles de cépages de meme provenance. *Revue Française d'Oenologie*, 121: 7-12.

**LECAS, M Y BRILLOUET, J.M. (1994).** Cel wall composition of grape berry skins. *Phytochemistry*, 35, 1241-1243

**LLAUDY, M.; CANALS, R.; GONZÁLEZ-MANZANO,S.; CANALS, J.M.;; SANTOS-BUELGA, C.; ZAMORA,F. (2006).** Influence of micro-oxygenation treatment before oak aging on phenolic compound composition, astringency, and color of red wine. *J. Agric. Food Chem.* 54, 4246-4252.

**LEE, S.J., AND NOBLE, A.C. (2003).** Characterization of odor-active compounds in Californian Chardonnay wines using GC-olfactometry and GC-mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 51: 8036-8044.

**LIAO, H.; CAI, Y.; HASLAM, E. (1992).** Polyphenol interactions Anthocyanins: Copigmentation and colour changes in red wines. *J. Sci. Food. Agricultural*, 59, 299-305.

**LIU, S. Q. Y PILONE, G.J. (2000).** An overview of formation and roles of acetaldehyde in winemaking with emphasis on microbiological implications. *Intern. J. Food Sci. Technol.*, 35, 49-61.

**LÓPEZ, R., ORTÍN, N., PÉREZ-TRUJILLO, J.P., CACHO, J., AND FERREIRA, V. (2003).** Impact odorants of different young white wines from the Canary Islands. *J. Agric. Food Chem.* 51: 3419-3425.

**LOSCOS, N., HRNÁNDEZ-ORTE, P., CACHO, J., AND FERREIRA, V. (2007).** Release and formation of varietal aroma compounds during alcoholic fermentation from nonfloral grape odorless flavor precursors fractions. *J. Agric. Food Chem.* 55: 6674-6684.

**MAGA, J.A. (1989).** Formation and extraction of cis- and trans- $\beta$ -methyl-  $\gamma$ -octalactone from *Quercus alba*. In J. R. Pigott & A. Patterson (Eds.), *Distilled beverage flavour: Recent developments* (pp. 171–176). Chichester: Ellis Horwood.

**MARCHAND, S. & DE REVEL, G. (2010).** A HPLC fluorescen-based method for glutathione derivates quantification in must and wine. *Analytica Chimica Acta* 660, 158-163.

**MARINEAU, B., ACREE, T.E., AND HENICKKLING, T. (1995).** Effect of Wine Type on the Detection Threshold for Diacetyl. *Food Research International* 28: 139-143.

**MARTINEAU, B., HENICKKLING, T., AND ACREE, T. (1995).** Reassessment of the Influence of Malolactic Fermentation on the Concentration of Diacetyl in Wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 46: 385-388.

**MASSON, G.; BAUMES, R.; Le GUERNEVE, C.; PUECH, J.L. (2000).** The effect of kilndrying on the levels of ellagitannins and volatile compounds of European oak (*Quercus petraea* Liebl.)stave wood, *Am. J. Enol. Vitic.* 51, 201-214.1011

**MATEO-VIVARACHO, L., CACHO, J., AND FERREIRA, V. (2007).** Quantitative determination of wine polyfunctional mercaptans at nanogram per liter level by gas chromatography-negative ion mass spectrometric analysis of their pentafluorobenzyl derivatives. *J. Chromatogr. A* 1146:242-250.

**MATEUS, N.; OLIVEIRA, J.; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A.M.; RIVAS-GONZALO, J.C.; SANTOS-BUELGA, C.; SILVA, A.M.S. Y DE FREITAS, V. (2006).** A new vinylpyranoanthocyanin pigment occurring in aged red wines. *Food chem.*, 97, 689-695.

**MATEUS, N. Y DE FREITAS, V. (2001).** Evolution and stability and anthocyanin-derived pigments during port wine aging. *J. Agric. Food Chem.*, 49, 5217-5222.

**MATEUS, N.; SILVA, A.M.S.; RIVAS-GONZALO, J.C.; SANTOS-BUELGA, C.; DE FREITAS, V. (2003).** A new class of blue anthocyanin-derived pigments isolated from red wines. *J. Agric. Food Chem.* 51, 1919-1923.

**MATEUS, N.; CARVALHO, E.; CARVALHO, A.R.F.; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A.M.; SANTOS-BUELGA, C.; SILVA, A.M.S. Y DE FREITAS, V. (2003).** Isolation and structural characterization of new acylated anthocyanin-vinyl-flavanol pigments occurring in aging red wines. *J. Agric. Food. Chem.* 51, 335-342.

**MATRICARDI, L.; A.L. WATERHOUSE. (1999).** Influence of toasting technique on color and ellagitannins of oak wood in barrel making. *Am. J. Enol. Vitic.* 50:519-526.

**MAZZA, G.; MINATI, E. (1993).** Grapes. En: *Anthocyanins in fruit vegetables and grains*, CRC Press Inc., Boca Raton, pp. 149-199.

**MAZZA, G. (1995).** Anthocyanins in grape and grape products. *Critical reviews in Food Science and Nutrition* 35: 341-371

**MCDONALD, M.S.; HUGUES, M.; BURNS, J.; LEAN, M.E.J.; MATTHEWS, D. Y COOZIERS, A. (1998).** Survey of the free and conjugated myricetin and quercetin content of red wines of different geographical origins. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 368-375.

**MCRAE, J. M.; DAY, M.P., BINDON, K.A.; KASSARA, S.; SCHMIDT, S.A.; SCHULKIN, A.; KOLOUCHOVA, R.; SMITH, P.A. (2015).** *Tetrahedron*, 71(20), 3131-3137.

**MIRABEL, M.; SAUCIER, C.; GUERRA, C.; GLORIES, Y. (1999).** Copigmentation model wine solutions: occurrence and relation to wine aging. *Am. J. Enol. Vitic.* 50, 211-220.

**MISTRY, T. V.; CAÍ, Y.; LILLEY, T. H.; HASLAM, E. (1991).** Polyphenol interactions. Part 5. Anthocyanin co-pigmentation. *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 2*, 1287-1296.

**MORENO, J.A., ZEA, L., MOYANO, L., AND MEDINA, M. (2005).** Aroma compounds as markers of the changes in sherry wines subjected to biological ageing. *Food Control* 16: 333-338.

**MURAT, M., TOMINAGA, T., AND DUBOURDIEU, D. (2001).** Mise en évidence de composés clés dans l'arôme des vins rosés et claires de Bordeaux. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 35: 99-105.

**MOURET, J-T.; PEREZ, M.; ANGENIEUX, m., NICOLLE, P.; FARINES, V.; SABAYTROLLES, J-M. (2014).** On line-based Kinocit analysis of higher alcohol and

ester synthesis during winemaking fermentation. *Food Bioprocess Technol.*, 7, 1235-1245.

**MOULS, L. ET FULCRAND, H. (2015).** Les Marqueurs d'Oxydation des Tanins Condenses. 7<sup>ème</sup>. Journée Scientifique de la Vigne et du Vin (pg. 45-51).

**MOUTOUNET, M.; DUCOURNAU, P.; CHASSIN, M. ; LEMAIRE, T. (1996).** Appareillage d'apport d'oxygène aux vins. Son intérêt technologique. In A. Lonvaud-Funel (Ed.), *Oenologie 95. 5e symposium international d'oenologie* (pp. 411–414). Paris: Lavoisier Technique & Documentation.

**MOUTOUNET, M. Y VIDAL, J. C. (2006).** La medida del oxígeno disuelto en la bodega: ¿Nuevo criterio para garantizar la calidad? *Revista Internet de Viticultura y Enología*, 3/1, p. 1-5 ([www.infowine.com](http://www.infowine.com))

**MOUTOUNET, M. (2003).** La técnica de microoxigenación. *ACE Enología*.  
[www.acenologia.com](http://www.acenologia.com).

**MOUTOUNET, M. (2000).** Apuntes del curso de Tecnología Enológica. Maestría de Viticultura y Enología, FCA-UN Cuyo, ENSA-Montpellier, INTA mendoza, Argentina.

**NAGEL, C.W. y WULF, L.W. (1979).** Changes in the anthocyanins, flavonoids and hydroxycinnamic acid esters during fermentation and aging of Merlot and Cabernet Sauvignon wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 30:111-116

**OBERHOLSTER, A.; ELMENDORF, B.L. (2015).** Barrel maturation, oak alternatives and micro-oxygenation: Influence on red wine aging and quality. *Food Chemistry*, 173, 1250-1258

**ORTEGA-HERAS, M.; M.L. GONZÁLEZ-SANJOSÉ,; C. GONZÁLEZ-HUERTA. (2007).** Consideration of the influence of aging process, type of wine and oenological classic parameters on the levels of wood volatile compounds present in red wines. *Food Chem.* 103:1434-1448.

**ORTEGA -REGULES, A. E.; ROMERO-CASCALES, I.; LÓPEZ-ROCA, J. M.; ROS GARCÍA, J. M.; GÓMEZ-PLAZA, E. (2006).** Anthocyanin fingerprint of grapes: environmental and genetic variations. *Journal Science of Food and Agriculture*, 86: 1460-1467.

**OSAWA, Y. (1982).** “Anthocyanins as Food colors” Markakis, Ed., London academic Press, London. Pg. 41.

**OUGH, C.S. (1980).** Volatile esters in wines: source and fate. In A. D. Webb (Ed.), *Proceedings of the university of California, Davis, grape and wine centennial symposium* (pp. 336–341). Berkeley, CA: University of California Press.

**PALOMO, E.S., PÉREZ-COELLO, M.S., DÍAZ-MAROTO, M.C., VINAS, M.A.G., AND CABEZUDO, M.D. (2006). PENA-NEIRA, A., DE SIMON, B.F., GARCIA-VALLEJO, M.C., HERNÁNDEZ,** Contribution of free and glycosidically-bound volatile compounds to the aroma of muscat ”a petit grains” wines and effect of skin contact. *Food Chem.* 95: 279-289.

**PÉREZ-MAGARIÑO, S., SÁNCHEZ-IGLESIAS, M., ORTEGA-HERAS, M., GONZÁLEZ-HUERTA, C., & GONZÁLEZ-SANJOSÉ, M. L. (2006).** Colour stabilization of red wines by micro-oxygenation treatment before malolactic fermentation. *Food Chemistry*, 101, 881-893.

**PÉREZ-PRIETO, L.J.; J.M. LÓPEZ-ROCA,; A. MARTÍNEZ-CUTILLAS, F. PARDO-MINGUEZ,; E. GÓMEZ-PLAZA. (2002).** Maturing wine in oak barrels. Effects of origin, volume, and age of the barrel on the wine volatile composition. *J. Agric. Food Chem.* 50:3272-3276.

**PÉREZ-PRIETO, L.J.; J.M. LÓPEZ-ROCA,; A. MARTÍNEZ-CUTILLAS, F. PARDO-MINGUEZ,; E. GÓMEZ-PLAZA (2003)a.** Differences in major volatile compounds of red wines according to storage length and storage conditions. *J. Food Compos. Anal.* 16:697-705.

**PÉREZ-PRIETO, L.J.; J.M. LÓPEZ-ROCA,; A. MARTÍNEZ-CUTILLAS, F. PARDO-MINGUEZ,; E. GÓMEZ-PLAZA (2003)b.** Extraction and formation dynamic of oak-related volatile compounds from different volume barrels to wine and their behavior during bottle storage. *J. Agric. Food Chem.* 51:5444-5449.

**PETKA, J., CACHO, J., AND FERREIRA, V. (2003).** Comparison of flavour perception routes in a synthetic wine model and with GC-Olfactometric data. In *Oenologie2003, 7th International Symposium of Oenology* (A. Lonvaud-Funel, ed.). pp. 563-565, Lavoisier (Paris): Bourdeaux.

**PETKA, J., FERREIRA, V., GONZÁLEZ-VINAS, M.A., AND CACHO, J. (2006).** Sensory and chemical characterization of the aroma of a white wine made with Devin grapes. *J. Agric. Food Chem.* 54: 909-915

**PEYNAUD, E. (1999).** *Enología práctica. Conocimiento y elaboración del vino.* Ed. Mundi- Prensa, Madrid. 423 pp.

**PEYRON, D.;BOUKARTA, M.; FEUILLAT, M. (1994).** Evolution de la composition phénolique des vins rouges en relation avec la qualité des bois de chêne de tonnellerie. *Rev. Fr. OEnol*, 146: 5-10.

**PICKERING, G., LIN, J., REYNOLDS, A., SOLEAS G., AND RIESEN, R. (2006).** The evaluation of remedial treatments for wine affected by *Harmonia axyridis*. *International Journal of Food Science and Technology* 41: 77-86.

**PICKERING, G., LIN, J., RIESEN, R., REYNOLDS, A., BRINDLE, I., AND SOLEAS, G. (2004).** Influence of *Harmonia axyridis* on the sensory properties of white and red wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 55: 153-159.

**POLLNITZ, A.P., CAPONE, D.L., AND SEFTON, M.A. (2007).** Spicy aroma in Shiraz. In 13<sup>th</sup> Australian Technical Wine Industry Conference: Adelaide (Australia).

**POLLNITZ, A.P., (2000).** The analysis of volatile wine components derived from oak products during winemaking and storage. PhD. Thesis, University of Adelaide. Australia

**POMPEI, C. Y PERI, C. (1971).** Determination of catechins in wines. *Vitis*, 9, 312-316

**PONCET-LEGRAND, C.; DOCO, T.; WILLIAMS, P.; VERNHET, A. (2007).** *Am. J. Enol. Viticult.* 58, 87-91.

**PONTALLIER, P.; SALAGOÏTI, M.H.; RIBÉREAU-GAYON, P. (1982).**

Intervention du bois de chêne dans l'évolution des vins rouges élevés en barriques. *Conn. Vigne Vin*, 16(1): 45-61.

**PRESCOTT, J., NORRIS, L., KUNTS, M., AND KIM, S. (2005).** Estimating a "consumer rejection threshold" for cork taint in white wine. *Food Qual. Pref.* 16: 345-349.

**PRICE, S.F. (1995).** Cluster sun exposure and quercetin in Pinot noir grapes and wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46(2): p. 187-194.

**PUECH, J.L. (1987).** Extraction of phenolic compounds from oak wood in model solutions and evolution of aromatic aldehydes in wines aged in oak barrels. *American Journal of Enology and Viticulture*, 38, 236-238.

**QUINTANA, A.M. (2001).** Fraccionamiento y estudio preliminar de la materia colorante del vino. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.

**RANZUNGLES Y BAYONOVE (2000).** Les carotenoides du raisin et leur potentialité aromatique. *J. Inter. Vigne vin. La viticulture a l'aube du IIIeme millenaire*, 85-88.

**RAPP, A.; MANDERY, H. (1986).** Wine aroma. *Experientia*, 42, 873-884.

**RAMEY, D.D.; OUGH, C.S., (1980).** Volatile ester hydrolysis or formation during storage of model solutions and wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28, 928-934.

**REMY, S.; FULCRAND, H.; LABARBE, B.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. (2000).** First confirmation in red wine of products resulting from direct anthocyanin-tannin reactions. *J.Sci. Food Agric.* 80:745-751.

**RENTZSCH, M.; M. SCHWARZ.; P. WINTERHALTER. (2007).** Pyranoanthocyanins-an overview on structures, occurrence, pathways of formation. *Trends Food Sci. Technol.* 18:526-534

**RIBÉREAU-GAYON, P.; STONESTRET, E. (1965).** Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. *Bull. Soc. Chim.*, 9: 119-142.

**RIBÉREAU-GAYON, P.; y NEDELTCHEV, N. (1965).** Discussion et application des méthodes modernes de dosage anthocyanes et des tanins dans les vins. Ann. Technol. Agric. 14:321-330.

**RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. (1998a)** Traité d'Oenologie 2. Chimie du vin. Stabilisation et traitements. Ed. Dumod, Paris.

**RIBÉREAU-GAYON, P. (1979).** The chemistry of red wine colour. The Chemistry of Winemaking. A.D. Webb. Washington

**RIBÉREAU-GAYON, J., PEYNAUD, E., RIBÉREAU-GAYON, P., SUDRAU, P. (2003).** Tratado de enología. Ciencias y técnicas del vino. Tomo II. Ed. Hemisferio Sur, Mundi-Prensa, Madrid.

**RIVAS-GONZALO, J.C.; BRAVO-HARO, S.; SANTOS-BUELGA, C. (1995).** Detection of compounds formed through the reaction of malvidin 3-monoglucoside and catechin in the presence of acetaldehyde. J. Agric. Food Chem., 43, 1444-1449.

**RIVAS-GONZALO, J.; SANTOS BUELGA, C; LOCK, O. (2003).** Química y Estabilidad. pp.26-59. In: Muñoz, O (Ed). Antocianos y Betalainas, colorantes naturales de aplicación industrial CYTED. Editorial Salesianos, Santiago, Chile.

**RIU-AUMATELL, M.; BOSCH-FUSTÉ, J.; LÓPEZ-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.

**RIOU, V.; VERNHET, A.; DOCO, T.; MOUTOUNET, M. (2002).** Food Hydrocolloids 16, 17-23.

**RODRÍGUEZ, S.B.; AMBERG, E.; THORTON, R.J. (1990).** Malolactic fermentation in Chardonnay: growth and sensory effects of commercial strains of *Leuconostoc oenos*. Journal of Applied Bacteriology 68, 139-144.

**RODRÍGUEZ, J.C., (2000).** Buenos vinos: comencemos por la uva madura. *Viticultura/Enología Profesional*, 66: 6-11.

**ROGERSON, F.S.S., CASTRO, H., FORTUNATO, N., AZEVEDO, Z., MACEDO, A., AND De FREITAS, V.A.P. (2001).** Chemicals with sweet aroma descriptors found in Portuguese wines from the Douro region: 2,6,6-Trimethylcyclohex-2-ene-1,4-dione and diacetyl. *J. Agric. Food Chem.*49: 263-269.

**ROUJOU DE BOUBÉE, D.R.; VAN LEEUWEN, C. Y DUBORDIEU, D. (2000).** Organoleptic impact of 2-methoxy-3-isobutylpyrazine on Red Bordeaux and Loire wines. Effect of environmental conditions on concentrations in grapes during ripening. *J. Agric.* 48 (10) 4830-4834.

**SALAZAR, D. & MELGAREJO, P. (2005).** *Viticultura. Técnicas de cultivo de la vid, calidad de la uva y atributos de los vinos.* Editorial: Mundi-Prensa. Madrid. 325pp.

**SAINT-CRIQ de GAULEJAC, N.; VIVAS, N.; GLORIES, Y., (1998).** Maturation phenolique des raisins rouges. Relation avec la qualité des vins. Comparaison des cépages Merlot et Tempranillo. *Prog. Agric. Vitic.*, 115 (13-14): 306-318.

**SANTONI, A. (2010).** Effet du contenant (cuve beton ovoïde, cuve inox) sur la fermentation et l'élevage d'un vermentinu. Université de Montpellier 1.

**SARNI-MANCHADO, P., CHEYNIER, V. Y Moutounet, M. (1999a).** Interactions of grape seed tannins with salivary proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 47(1): 42-47.

**SARTINI, E.; ARFELLI G.; FABIANI A.; PIVA A. (2007).** Influence of chips, lees and microoxygenation during aging on the phenolic composition of a red Sangiovese wine *Food Chemistry* 104, 1599–1604.

**SANTOS-BUELGA, C.; BRAVO-HARO, S.; RIVAS-GONZALO, J.C. (1995).** Interactions between catechin and malvidine-3-monoglucoside in model solutions. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 201, 269-274.

**SANTOS-BUELGA, C. (2001).** Sustancias polifenólicas y color del vino tinto. En. *Enología avui.* Ed. A. Mas. Facultad de Enología, Tarragona, 29-37.

**SAUCIER, C.; GUERRA, C.; PIANET, I.; LAGUERRE, M.; GLORIES, Y. (1997).** (+)-Catechin-acetaldehyde condensation products in relation to wine ageing. *Phytochemistry*. 46, 229-234.

**SAUCIER, C.; GLORIES, Y.; ROUX, D. (2000).** Tannin-colloid interactions: new advances concerning the concept of good and bad tannins. *Rev. Enol. Tech. Vitivinic.*, 94, 9-10.

**SEFTON, M.A.; I.L. FRANCIS; K.F. POCOCK; P.J. WILLIAMS. (1993).** The influence of natural seasoning on the concentrations of eugenol, vanillin, and cis- and trans- $\beta$ -methyl- $\gamma$ -octalactone extracted from French and American oak wood. *Sci. Aliments* 13:629-643.

**SEFTON, M.A.; FRANCIS, I.L.; WILLIAMS, P.J. (1990).** Volatile norisoprenoid compounds as constituents of oak wood used in wine and spirit maturation. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 38, 2045–2049

**SEGUREL, M.A.; RAZUNGLES, A.J.; RIOU, C.; BAUMES, R. (2004).** Contribution of dimethyl sulfide to the aroma of Syrah and Grenache Noir wines and the estimation of its potential in grapes of these varieties. *J. Agric. Food chem.*, 52, 7084-7093.

**SEGUREL, M.; BAUMES, R.; RIOU, C.; RAZUNGLES, A. (2009).** Role of glycosidic aroma precursors on the odorant profiles of Grenache noir and Syrah wines from the Rhone valley. Part 1: Sensory study. *Journal International des Sciences de la Vigne et du vin*, 43, 199-211.

**SCHRIER, P. (1979).** Flavor composition of wines: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 12, 59–111.

**SIMPSON, R.F. (1978).** 1, 1, 6-Trimethyl-1,2-Dihydronaphthalene. Important Contributor to Bottle Aged Bouquet of Wine. *Chemistry & Industry*, 1, 37-37.

**SIMPSON, R.F., CAPONE, D.L., AND SEFTON, M.A. (2004).** Isolation and identification of 2-methoxy-3,5-dimethylpyrazine, a potent musty compound from wine corks. *J. Agric. Food Chem.* 52: 5425-5430

**SIPIORA, M. J.; GUTIÉRREZ GRANADA, M. J. (1998).** Effects of pre-veraison irrigation cutoff and skin contact time on the composition, color, and phenolic content of young Cabernet Sauvignon wines in Spain. *American Journal of Enology and Viticulture*, 49: 152-162.

**SNOWDON, E.M., BOWYER, M.C., GRBIN, P.R., AND BOWYER, P.K. (2006).** Mousy off-flavor: A review. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 6465-6474.

**SPILLMAN, P.J.; SEFTON, M.A.; GEWEL, R. (2004).** *Aust. J. Grape Wine Res.* 10, 216-226

**SPILLMAN, P.J.; ILAND, P.G.; SETTON, M.A. (1998).** Accumulation of volatile oak compounds in a model wine stored in American and Limousin oak barrels. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 4, 67-73

**SOMERS, T.C. (1971).** The polymeric nature of wine pigments. *Phytochemistry* 10:2175-2186.

**SOMERS, T.C.; EVANS, M. E. (1977).** Spectral evaluation of young red wines: Anthocyanin equilibria, total phenols, free and molecular SO<sub>2</sub> and chemical age. *J. Sci. Food Agric.* 28:279-287.

**STRAUSS, C.R., WILSON, B., ANDERSON, R., AND WILLIAMS, P.J. (1987).** Development of Precursors of C-13 nor-Isoprenoid Flavorants in Riesling Grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 38: 23-27.

**STRAUSS, C.R.; HERESZTYN, T. (1984).** 2-Acetyltetrahydropyridines - a Cause of the Mousy Taint in Wine. *Chemistry & Industry*, 3, 109-110.

**SWIEGERS, J.H., BARTOWSKY, E.J., HENSCHKE, P.A., AND PRETORIUS, I.S. (2005).** Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. *Aust. J. Grape Wine Res.* 11: 139-173.

**TAO, J.; DYKES, S.; KILMARTIN, P. (2007).** Effect of SO<sub>2</sub> Concentration on Polyphenol Development during red wine micro-oxygenation. *J. Agric. Food Chem.*, 56: 6104-6109.

**THORNGATE, J.H. Y SINGLETON, V.L. (1994).** Localization of procyanidins in grape seeds. *American Journal of Enology and Viticulture*, 45, 259-262.

**TOMINAGA, T. Y DUBOURDIEU, D. (2000).** Recherches sur l'arôme varietal des vins *Vitis vinefera* L. cv. Sauvignon blanc et sa genèse à partir de précurseurs inodores du raisin. *Revue des Oenologues*, 97: 22-27.

**TOWEY, J.P.; WATERHOUSE, A.L. (1996).** The extraction of volatile compounds from French and American oak barrels in Chardonnay during three successive vintages. *American Journal of Enology and Viticulture*, 47, 163–172.

**TSACHAKI, M., LINFORTH, R.S.T., AND TAYLOR, A.J. (2005).** Dynamic headspace analysis of the release of volatile organic compounds from ethanolic systems by direct APCI-MS. *J. Agric. Food Chem.* 53: 8328-8333.

**VALLS, J.; LAMPREAVE M.; NADAL M.; AROLA L. (2000).** Importancia de los compuestos fenólicos en la calidad de los vinos tintos de crianza. *Alimentación*, 19 (2), 119-124.

**VANHOENACKER, G.; DE VILLIERS, A., LAZAU, K.; DE KEUKELEIRE, D. Y SANDRA, P. (2001).** Comparison of high-performance liquid chromatography-mass spectroscopy and capillary electrophoresis-mass spectroscopy for the analysis of phenolic compounds in diethyl ether extracts of red wine. *Chromatographia*, 54, 309-315.

**VERNHET, A., DUBASCOUX, S.; CABANE, B.; FULCRAND, H.; DUBREUCQ, E.; PONCET-LEGRAND, C. (2011).** Characterization of oxidized tannins: comparison of depolymeration methods, asymmetric flow field-flow fractionation and small-angle-X-ray scattering. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 401, 1559-1569.

**VERNHET, A.; CARRILLO, S. ; PONCET-LEGRAND, C. (2015).** Impact de L'Oxidation sur les propriétés des Tanins. 7<sup>ème</sup>. Journée Scientifique de la Vigne et du Vin (pg. 53-58).

**VERSINI, G., ORRIOLS, I., AND DALLASERRA, A. (1994).** Aroma Components of Galician Albarino, Loureira and Godello Wines. *Vitis* 33: 165-170

**VILANOVA, M., AND SIEIRO, C. (2006).** Determination of free and bound terpene compounds in Albarino wine. *J. Food Com. Anal.* 19: 694-697.

**VIDAL,S.; FRANCIS, P.; KWIATKOWSKI, R.; GAWEL, P.; WILLIAMS,E.; WATERS, E.; CHEYNIER,V. (2004).** Food Qual.Prefer.15,209-217.

**VIVAS, N.; GLORIES, Y. (1996).** Role of oak wood ellagitannins in the oxidation process of red wines during aging. American journal of enology and viticulture. v. 47 (1) p.103-107.

**VIVAS, N. (1995).** Fenómenos ligados a la maduración de la madera de roble durante su secado. En "X Cursos Rioja" ed. Ayuntamiento de Haro, pp 97-109.

**VIVAS, N.; GLORIES, Y.; LAGUNE, L.; SAUCIER, C.; AUGUSTIN, M. (1994).** Estimation du degré de polymérisation des procyanidines du raisin et du vin par la méthode au pdimethylaminocinnamaldéhyde. J. Sci. Vigne Vin 1994, 28, 319-336.

**VIVAS , N.; NONIER, M.; VIVAS DE GAULEJAC, N. (2005).** La crianza en barricas sobre lías de los vinos tintos. interés delas oxidaciones en condiciones de reducción. Tonnellerie Demptos détachée au Centre d'Etudes Structurales et d'Analyses des Molécules Organiques, CESAMO, Université Bordeaux 1)

**VIVAR-QUINTANA, A.; SANTOS-BUELGA, C. Y RIVAS-GONZALO,C. (2002).** Anthocyanin-derived pigments and color of red wines. Analytica Chimica Acta,458, 147-155.

**VON BAER, D.; MARDONES, C.; GUTIERREZ, L.; HOFMAN, G.; BECERRA, J.; HITSCHFED, A.; VERGARA, C. (2005).** Varietal authenticity verification of Cabernet Sauvignon, Merlot and Carmenère wines produced in Chile by their anthocyanin, flavonol and schikinic acid. Bulletin de l'OIV, 78: 45-57.

**WEEKS, S.; SEFTON, M.A. (1999).** Analysis of oak-derived wine flavours. Wine Indutry Journal, 14, 42-43

**WINTERHALTER,P.; SEFTON, M.A. & WILLIAMS,P.J.(1990).** Volatil C13-norisoprenoide compounds in Tiesling wine are generated from multiple precursors. American journal of Enology and Viticulture,41, 277-283.

**WIRTH J., MOREL-SALMI C., SOUQUET J.M., DIEVAL J.B., AAGAARD O., VIDAL S., FULCRAND H., CHEYNIER V. (2010)** The impact of oxygen exposure before and after bottling on the polyphenolic composition of red wines. *Food Chem* 123: 107-116

**WROLSTAD, R.E.; DURT, R. W.; & LEE, J.M. (2005).** Tracking color and pigments changes in anthocyanin products. *Trends in Food Science and Technology*, 16, 423-428.

**WULF, L.W. y NAGEL, C. W. (1978).** High-pressure liquid chromatographic separation of anthocyanins in *Vitis vinifera*. *Am. J. Enol. Vitic.* 29:42-49

**ZAFRILLA, P., MORILLAS, J.; MULERO, J.; CAYUELA, J.M.; MARTÍNEZ-CAHA, A.; PARDO, F.; Y LÓPEZ NICOLÁS J.M. (2003).** Changes during storage in conventional and ecological wine: phenolic content and antioxidant activity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51, 4694-4700.

**ZAMORA, F. (2003).** Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos. 21-22. AMV. Ediciones, Madrid.

**ZAMORA, F.; CANALS, R. (2007).** Influencia de la crianza en barrica y de la microoxigenación sobre la estabilización de la materia colorante del vino y sobre su astringencia. *Revista de Enología*, 2, 1-13.

**ZAMORA, F. (1999).** La madera de roble y su incidencia sobre las características organolépticas de los vinos de crianza. In *La estabilidad del color en los vinos tintos nuevos*. Ayuntamiento de Haro (ed.), pp. 9-36. Haro, Spain.

**ZOU, H.; KILMARTIN, P.A.; INGLIS, M.J. Y FROST, A. (2002).** Extraction of phenolic compounds during vinification of Pinot Noir examined by HPLC and cyclic voltammetry. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 8, 163-174.