



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**INFLUENCIA DEL USO DE DISTINTOS TIPOS DE
DEPÓSITOS DE FERMENTACIÓN EN LA
COMPOSICIÓN AROMÁTICA DE VINOS BLANCOS Y
ROSADOS**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER ENOLOGÍA

MARÍA BERCEDO ALONSO

2020

Tutora Académica: M^º José García Esparza

RESUMEN

El interés por nuevos materiales que puedan aplicarse en los recipientes para la elaboración de vinos es una tendencia en la actualidad, ya que de esta manera se pueden elaborar vinos singulares y originales que aporten una diferenciación en un mercado muy competitivo.

La utilización de materiales como el hormigón y las tinajas de barro durante la fermentación, va a tener un impacto en la calidad organoléptica de los vinos, especialmente en el perfil aromático.

El trabajo tiene como principal objetivo estudiar la influencia del tipo de depósito de fermentación en la composición aromática de vinos blancos y rosados. Para ello se han elaborado dos vinos blancos y dos rosados que han sido fermentados en diferentes depósitos (tinajas de barro, depósito de hormigón y depósitos de acero inoxidable). Una vez terminada la vinificación se analizan mediante cromatografía de gases los compuestos volátiles de los vinos, se tratan los resultados estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA). Los resultados analíticos obtenidos muestran que, en muchos de los compuestos analizados, hay diferencias significativas.

Palabras clave: Moscatel, Monastrell, tinaja, hormigón, acero inoxidable, compuestos volátiles.

ABSTRACT

Currently, there is a growing interest in the use of new materials for the wine elaboration process. This way, unique and original wines can be produced and they can try to excel in a very competitive market.

Furthermore, the use of different materials such as concrete and earthenware jar during the fermentation, will have an impact on the organoleptic quality, particularly on the flavour profile.

The aim of this study is to investigate the influence of different types of fermentation deposits in the aroma composition of white and rose wine. To this end, two white wines and another two rose wines have been elaborated in different deposits (earthenware jar, concrete tank and stainless steel tank). Once the vinifications have been finished, volatile compounds are analyzed by gas chromatography and the results are treated using an analysis of variance (ANOVA). Analytical results obtained show significant variance between most of the compounds analysed.

Key words: Moscatel, Monastrell, earthenware jar, concrete tank, stainless steel, volatile compounds.

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. El aroma de los vinos	4
1.2. Las variedades de uva.....	7
1.2.1 Moscatel de Alejandría	7
1.2.2. Monastrell.....	7
1.3. Materiales de los depósitos	7
1.4. Influencia del tipo de depósito usado durante la fermentación sobre la composición aromática del vino	9
2. OBJETIVOS	11
3. MATERIAL Y MÉTODOS	12
3.1. Materia prima	12
3.2. Recipientes de fermentación	12
3.3. Diseño experimental	14
3.3.1. Vinificación vino blanco	14
3.3.2. Vinificación vino rosado.....	15
3.4. Métodos.....	16
3.4.1 Determinación de los parámetros convencionales	16
3.4.2. Determinación compuestos volátiles por cromatografía de gases	16
3.5. Tratamiento estadístico.....	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1. Efecto del tipo de depósito sobre los parámetros generales	18
4.2. Efecto del tipo de depósito en la composición aromática de los vinos	19
4.3. Análisis componentes principales (PCA).....	25
5. CONCLUSIONES.....	29
6. BIBLIOGRAFÍA	30

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El aroma de los vinos

En los últimos años, el sector vitivinícola ha experimentado modificaciones en los procedimientos de elaboración, debido a que cada vez es un sector más competitivo y debe satisfacer la creciente demanda. Es por ello, que se está empezando a introducir nuevos vinos en el mercado, enfocados en su papel como fuente de placer sensorial: más complejos y atractivos desde el punto de vista aromático (Luan et al., 2018; Piñeiro, 2005; Rodríguez y Climent, 2017). El aroma es uno de los atributos más importantes que contribuye a la calidad final del vino (Englezos et al., 2018), y es el resultado de infinitas variaciones en la producción, que va desde la selección de las uvas, a la utilización de diversas técnicas para producir vinos con perfiles de sabor específicos (Swiegers et al., 2008). Una de estas herramientas es la elección del microorganismo y el tipo de depósito para realizar la fermentación (Luan et al., 2018).

Los compuestos aromáticos y volátiles del vino son uno de los indicadores más importantes a la hora de evaluar los parámetros de calidad de esta bebida alcohólica. El aroma del vino es de gran complejidad, debido en parte a su origen, pues es el resultado final de una larga secuencia biológica, bioquímica y tecnológica, y en parte al elevado número de constituyentes volátiles que contiene (más de 500). Además, estos compuestos volátiles están inmersos en una solución hidroalcohólica que contiene otros compuestos químicos muy abundantes y variados (Flanzy, 2000).

Además de estos constituyentes volátiles, hay otro tipo de compuestos no volátiles que también contribuyen a la fracción aromática de los vinos, son los denominados precursores aromáticos. Se trata de compuestos no odorantes que se encuentran ligados a moléculas que poseen aroma neutro y que provienen de la uva en su mayor parte. La naturaleza de las moléculas a las que se unen da lugar a distintos tipos de precursores. Bajo la influencia de diversos factores, se produce la liberación de moléculas olorosas y estos compuestos dejan de ser inodoros. Esta liberación requiere la acción de enzimas presentes en la propia uva.

El aroma del vino se puede subdividir en tres bloques: el aroma primario o varietal, el aroma secundario o fermentativo y el terciario o de envejecimiento. Las levaduras pueden influir en los dos primeros (Padilla et al., 2016).

- **Aroma primario: varietal y prefermentativo**

El aroma primario es aquel que procede de la uva y se forma durante su maduración, es decir, son sustancias olorosas ligadas a la variedad, cuya contribución al aroma final del vino es una característica para considerar (Gamero, 2011).

El aroma varietal del vino procede de la uva intacta y es específico de cada variedad. Es el responsable de las notas aromáticas típicas de los vinos. El potencial aromático de la uva va a estar condicionado por cómo se encuentren los compuestos que lo forman, es decir, como odorantes o como precursores:

ODORANTES

Aromas libres o volátiles: terpenos libres.

En el grupo de odorantes, se encuentran mayoritariamente dos familias químicas: las pirazinas (características de uvas poco maduras y variedades como Cabernet Sauvignon) y los terpenoles (característicos de variedades como Moscatel y Gewürztraminer).

PRECURSORES AROMÁTICOS

Precusores glucosídicos	Poseen siempre una molécula de glucosa asociada a otro azúcar (apiosa, ramnosa o arabinosa) y a una molécula volátil (aglicona) mediante un enlace. <i>Por actividad glucolítica de la beta-glucosidasa, liberan terpenos, alcoholes, terpenoles, norisoprenoides y fenoles.</i>
Precusores cisteínicos o glutatiónídicos	Conjugados con cisteína y glutatión. <i>Por acción de la beta-liasas producen tioles.</i>

Un factor que afecta notablemente a los aromas varietales es el grado de madurez de la uva. A medida que la uva va madurando, también lo hacen los aromas varietales: los aromas libres disminuyen, y tanto los precursores glucosídicos, como los cisteínicos y glutatiónídicos, aumentan (Figura 1).

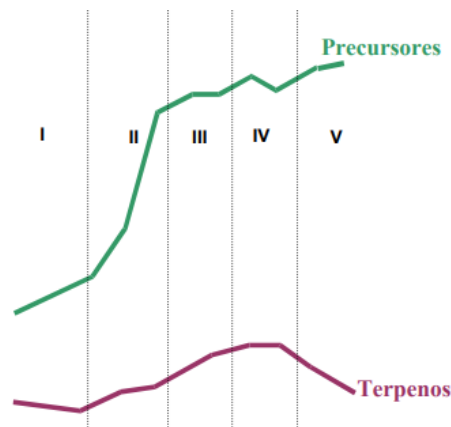


Figura 1. Evolución de los terpenos libres y de los precursores en función de los días de maduración.
(Fuente: Villena, 2006).

En el caso de vinos blancos secos y rosados, se suele partir de una vendimia no muy madura, por su mayor contenido aromático (aromas florales y frutales más frescos). Cuando se parte de vendimias más maduras, los aromas serán menos frescos, con olores a fruta madura.

En cuanto a los aromas prefermentativos, se desarrollan desde el momento de la cosecha de la uva hasta el inicio de la fermentación. Durante estas etapas se producen fenómenos de ruptura a nivel celular que permite a los sistemas enzimáticos originar compuestos que van a participar en el aroma prefermentativo del vino. Se trata de los enzimas implicados en la formación de alcoholes y aldehídos de 6 átomos de carbono, que son los responsables de los aromas verdes y herbáceos (Flanzy, 2000).

- **Aroma secundario o fermentativo**

El aroma secundario aparece durante el proceso de fermentación, por lo que la concentración de los compuestos volátiles depende del tipo de levadura y de las condiciones fermentativas (Santos, 2016).

Los precursores aromáticos son transformados por los enzimas de las levaduras que actúan durante la fermentación, obteniéndose su forma libre, o lo que es lo mismo su forma volátil y odorante. Durante la fermentación alcohólica las levaduras van liberando compuestos procedentes de su metabolismo secundario, que formaran parte del aroma del vino.

- **Aroma terciario o postfermentativo**

El tercer grupo de aromas que se puede encontrar en los vinos constituye el aroma terciario, y está formado por todos aquellos compuestos que se originan durante el almacenamiento y envejecimiento de los vinos. Durante esta etapa, muchos precursores presentes en el vino (carotenoides), pueden sufrir una progresiva hidrólisis liberando compuestos aromáticos como los vitispiranos, asociados a aromas a frutos secos característicos por ejemplo de vinos espumosos envejecidos (Bosch-Fusté et al., 2007; Pozo-Bayón et al., 2009). También durante esta etapa se produce la hidrólisis de algunos ésteres, como los acetatos de alcoholes superiores, con lo que el vino se empobrece en compuestos relacionados con notas aromáticas más frescas y asociadas a aromas florales y frutales.

Dependiendo del sistema de maduración de los vinos, la evolución de los compuestos volátiles será diferente:

MADURACION DE LOS VINOS	EVOLUCIÓN DE LOS COMPONENTES VOLÁTILES
En condiciones no oxidantes	Formación de ésteres de ácidos orgánicos Aumento de los monoterpenoles y de compuestos azufrados como el sulfuro de dimetilo.
En condiciones oxidantes	Aumento de los aldehídos Oxidación del etanol y aumento de etanal y ácido acético. Aumento de los derivados furfurales a partir de la degradación de los azúcares.
En barricas de roble	Aporte de aldehídos furánicos, lactonas, etilfenoles, etc. Cesión de fenoles volátiles de la madera al vino.

Es importante señalar que para que se produzca la percepción o el reconocimiento de un aroma, es necesario que haya una concentración suficiente de compuestos volátiles capaces de desencadenar una sensación olfativa, es lo que se denomina umbral de percepción. Si no se alcanza esa concentración mínima, el aroma no podrá ser percibido por el ser humano. Por lo general, hay compuestos que presentan un alto impacto en la composición aromática del vino, sin embargo, también se ha demostrado que los compuestos con un bajo impacto aromático son capaces de cambiar la percepción de otros odorantes de una mezcla y pueden actuar de

manera sinérgica o antagónica, teniendo así un impacto significativo en la percepción del aroma (Styger et al., 2011).

1.2. Las variedades de uva

1.2.1 Moscatel de Alejandría

La variedad Moscatel de Alejandría es una variedad blanca ampliamente utilizada en la zona mediterránea para la elaboración de vinos blancos. Se trata de una variedad con un tamaño de racimo grande, compacidad medio-suelto y con bayas de tamaño medio-grande. Es una variedad poco vigorosa y con poco rendimiento que requiere temperaturas altas para su correcta maduración.

En el Parque Natural Lagunas de la Mata (Torrevieja), los viñedos se encuentran a 0 metros sobre el nivel del mar Mediterráneo. Estas características, tanto climatológicas como del terruño, se reflejan en la uva aportándole una gran salinidad y una perfecta maduración.

En cuanto a su potencial enológico, es un cultivar con aromas intensos, elegantes y florales que da lugar a vinos secos aromáticos, o bien dulces.

1.2.2. Monastrell

La variedad Monastrell es también conocida como *Mourvedre*, se trata de una variedad tinta cuyo uso está muy extendido a lo largo de toda la Península, pero tiene especial significación en la zona mediterránea, Murcia y Castilla la Mancha. Es una variedad con bayas pequeñas que forman parte de racimos pequeños-medianos y compactos. Tiene un rendimiento bajo y requiere temperaturas elevadas para su maduración.

En el término de Villena donde el clima es mediterráneo con un gran carácter continental, con inviernos fríos y secos y veranos muy calurosos, una de las características climáticas de este territorio es la oscilación térmica entre el día y la noche (pasa de 40°C a 15°C por la noche). En este término el suelo es calizo, en general arenoso, pedregoso y pobre en materia orgánica.

Respecto a su potencial enológico, es una variedad muy resistente a la oxidación, apta para realizar maceraciones carbónicas. Produce vinos ricos en alcohol, con color, tánicos y estructurados, por ello es una variedad idónea para la elaboración de vinos rosados.

1.3. Materiales de los depósitos

Desde los orígenes hasta la actualidad, los materiales utilizados para los depósitos de vinificación han evolucionado enormemente. Los avances del siglo pasado y el desarrollo de campos como la cinética química o la transferencia de calor durante las vinificaciones han revolucionado la comprensión de los procesos de elaboración del vino (Miller et al., 2020). Esto ha implicado que muchas bodegas estén modificando sus métodos tradicionales de elaboración, utilizando una diversa gama de distintos materiales en sus depósitos, pasando desde los tradicionales depósitos de acero inoxidable, hasta tinajas de barro, barricas de madera o depósitos de cemento, entre otros.

El hecho de que las vinificaciones se realicen en depósitos de materiales heterogéneos implica una distinta evolución de los vinos, y, por lo tanto, una diferente composición aromática.

Las características esenciales a la hora de elegir un material u otro se reducen a facilidad de limpieza, control de temperatura, transferencia de calor, cinética fermentativa, resistencia a los golpes y precio.

- **TINAJAS DE BARRO**

El barro es uno de los materiales más antiguos utilizados que fue dejando paso a nuevos depósitos, en parte debido a su baja hermeticidad en comparación con la de otros depósitos, pero que actualmente está volviendo a tomar fuerza.

Su forma ovoide y sin ángulos genera un vórtice (efecto fisicoquímico), que provoca el movimiento del vino en sentido de espiral, es decir, el vino está en constante movimiento.

Asimismo, se trata de un material muy poroso que va a producir una microoxigenación controlada del vino. Este aporte lento y constante de oxígeno desde el exterior va a afectar positivamente a las características organolépticas de los vinos, como son color, aroma y estructura en boca.

Para disminuir su fragilidad a la hora de manejar las tinajas, se fabrican con paredes gruesas. Este aumento del grosor provoca una mayor inercia térmica. La inercia térmica es la capacidad que tiene un material para retener el calor. El problema reside en que la evacuación de calor al exterior es mínima, por lo que durante la fermentación hay que controlar especialmente la temperatura para que no haya subidas excesivas que puedan desembocar en paradas fermentativas afectando a su vez a las características organolépticas del vino.

Debido a su porosidad y rugosidad, la limpieza de este tipo de depósitos es difícil ya que cuando están en contacto con el vino se forma una capa de tartratos, que puede dar lugar a contaminaciones microbianas.

- **HORMIGÓN**

Los depósitos de hormigón son generalmente utilizados para la conservación de los vinos y raramente para la realización de la fermentación alcohólica, ya que la naturaleza de sus paredes hace que evacuen mal el calor debido a la gran inercia térmica que poseen. Esto implica que tienen gran capacidad para mantener la temperatura, pero tienen una menor dispersión térmica, es decir, evacuan mal el calor.

El hormigón es un material poroso que va a permitir una leve microoxigenación del vino. Si está recubierto con resinas epoxi, esa microoxigenación va a ser prácticamente inexistente.

Por otra parte, la ausencia de cargas electrostáticas (presentes en los depósitos de acero inoxidable), van a facilitar los procesos de clarificación y estabilización de los vinos blancos y rosados (Díaz del Río et al., 2017).

Estos depósitos suelen estar recubiertos con una resina epoxi para evitar la cesión de compuestos indeseables al vino, esto facilita su limpieza.

- **ACERO INOXIDABLE**

Es el material usado por excelencia en la vinificación de la gran mayoría de los vinos. El acero inoxidable es la aleación de hierro, cromo y níquel. Estos elementos son los que le confieren a este material su resistencia a la corrosión. Se trata de un material inocuo, que no afecta de manera directa a la composición aromática de los vinos, pero sí de manera indirecta, ya que permite realizar un perfecto control térmico durante la fermentación, factor clave para la expresión aromática. Esto es debido a su elevada capacidad de intercambio térmico.

Es el material más fácil de limpiar y desinfectar ya que sus paredes son lisas, incluso cuando los tanques presentan capa de bitartrato de potasio.

1.4. Influencia del tipo de depósito usado durante la fermentación sobre la composición aromática del vino

Las características varietales de las uvas, grado de madurez y las técnicas de elaboración y conservación de los vinos van a influir en los compuestos volátiles, teniendo una incidencia directa en los aromas (Peidro, 2015).

Durante el proceso de la fermentación alcohólica aparecen compuestos nuevos que no estaban presentes ni en la uva ni en el mosto, estos compuestos son el resultado de la transformación, por parte de las levaduras, de algunos precursores aromáticos presentes en la uva, son lo que se denominan aromas secundarios o fermentativos. Los componentes volátiles formados durante la misma representan cualitativamente la mayor parte de los constituyentes del aroma.

Independientemente de la naturaleza del depósito, durante la vinificación, tienen lugar una serie de reacciones en el mosto que dan lugar a la formación de determinados compuestos volátiles. Una de las reacciones más importantes es la esterificación. Se trata de una reacción entre alcoholes y ácidos para dar lugar a los ésteres. Además de los ésteres, los principales grupos de compuestos formados durante la fermentación alcohólica son ácidos orgánicos, alcoholes superiores y en menor medida, aldehídos (González-Marco et al., 2008).

La fermentación alcohólica puede ser llevada a cabo en diferentes tipos de depósitos, lo que va a tener una influencia importante en el perfil aromático de los vinos.

- **Influencia de las tinajas de barro**

La forma ovoide de las tinajas hace que el vino esté continuamente en circulación. Este hecho implica que las levaduras estén en constante movimiento lo que supone una mayor extracción, de forma que hay un mayor aporte de mano proteínicas. Se ha demostrado que las mano

proteínas son capaces de retener y adsorber compuestos volátiles responsables de defectos aromáticos en el vino (fenoles volátiles). Así mismo, se ha comprobado la capacidad que tienen las paredes de las levaduras para interactuar con terpenos glicosilados, protegiendo así los aromas varietales del vino. Además, la autólisis estimula la formación de compuestos volátiles aromáticos, por lo que se puede decir que las mano proteínas incrementan la persistencia y estabilidad de los aromas, haciéndolos más francos (Miguel, 2017).

La microoxigenación que permite el barro provoca una pequeña difusión de oxígeno desde el exterior, mejorando el aroma de los vinos al incrementar las notas afrutadas y disminuir las notas vegetales (reducción de pirazinas y tioles por oxidación, y por tanto de los caracteres herbáceos). La oxigenación también puede ayudar a eliminación de los aromas de reducción, atribuidos a los compuestos azufrados, ya que durante la fermentación el oxígeno aumenta el potencial redox y mejora la viabilidad de las levaduras, limitando así el impacto de los compuestos azufrados (Gómez-Plaza, 2016).

Por otra parte, las tinajas facilitan la decantación de partículas en suspensión por su inercia electrostática, tanto su forma como el material permiten una adherencia lateral que mejora la decantación y facilita el proceso de removido de las lías más finas estabilizando así la fracción aromática (Cerdán, 2018).

- **Influencia del hormigón**

Si es hormigón recubierto, se convierte en un material muy inerte. El intercambio con sus paredes va a ser casi inexistente, por lo que apenas va a haber microoxigenación (semejante a la que se produce en las tinajas de barro). A pesar de ello, esa microoxigenación puede aportar la cantidad suficiente de oxígeno para que las levaduras puedan llevar a cabo la fermentación alcohólica sin el riesgo de que se cree un ambiente de reducción que dé lugar a compuestos aromáticos no deseables. Algunos estudios muestran que esa microoxigenación y esa falta de impermeabilidad, puede provocar el descenso de los aromas afrutados y florales (Saule, 2012).

- **Influencia del acero inoxidable**

El acero inoxidable es un material inocuo que no interactúa con el vino. Los depósitos de acero inoxidable cuentan con camisas de refrigeración que permiten un control eficaz de las temperaturas, de forma que los cambios de estas se producen de manera menos drástica. Este hecho permite que la fermentación se produzca a bajas temperaturas (16 ± 2 °C), las cuales son óptimas para la formación de aromas secundarios de calidad.

Los depósitos de acero inoxidable son totalmente herméticos por lo que prácticamente no hay microoxigenación y la fermentación se produce en ausencia de oxígeno. Este hecho puede dar lugar a aromas de reducción (asociados a compuestos volátiles azufrados) y en general a vinos más apagados, menos interesantes a nivel aromático. A pesar de ello, en el acero inoxidable también puede producirse una cierta microoxigenación que favorece las reacciones de hidrólisis, dando lugar a la formación de aromas (García et al., 2010).

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es estudiar la influencia del tipo de depósito de fermentación en vinos blancos y rosados elaborados con las variedades Moscatel y Monastrel para determinar su influencia en el perfil aromático de los vinos.

Para alcanzar este objetivo se va a estudiar la composición aromática de un vino blanco fermentado en tinajas de barro y en acero inoxidable y de un vino rosado fermentado en tinajas y en depósito de hormigón.

Con este trabajo se pretende determinar si el tipo de depósito de fermentación tiene impacto significativo en la composición aromática de los vinos elaborados.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Materia prima

El estudio se ha realizado en vino blanco y rosado. Para la elaboración de los vinos blancos, se ha partido de uvas de la variedad Moscatel procedentes del parque natural de la Mata (Castellón). Los vinos rosados, se han elaborado con uva de la variedad Monastrell procedente de una parcela de Finca Casa Balaguer (Villena), en la Denominación de Origen Alicante.

El cultivo de estos viñedos se lleva a cabo siguiendo las normas de viticultura ecológica, respetando el medio ambiente y combatiendo las plagas mediante el uso de feromonas.

La vendimia se realizó a mano, en cajas de 12 Kg. En el momento de la vendimia, los parámetros del control de madurez de cada una de las dos variedades se muestran en la Tabla 1:

	pH	GAP	AT
<i>Moscatel</i>	3,23	12,4	4,3
<i>Monastrell</i>	3,45	13,2	4,4

Tabla 1. GAP: grado alcohólico probable; AT: acidez total expresada en tartárico (g/L).

3.2. Recipientes de fermentación

En este estudio se han utilizado 3 tipos diferentes de depósitos para la elaboración de vinos blancos y rosados a partir de las variedades Moscatel y Monastrell.

1.- Tinajas de barro: de forma ovoide con una capacidad aproximada de 300 L y franqueadas previamente con ácido tartárico para evitar que el barro aporte sabores y aromas no deseados.



Figura 2. Tinajas de barro utilizadas en los procesos de vinificación.

2.- Depósito de hormigón: depósito aéreo de una capacidad de 3.100 L. Su interior está recubierto con una resina epoxi y cuenta con una placa de refrigeración colocada en un lateral del depósito.



Figura 3. Depósito de hormigón usado en la vinificación.

3.- Depósito de acero inoxidable: El depósito utilizado combina acero AISI-304 (el más habitual) con AISI-316 en el techo y en la última virola (este es más resistente a la corrosión y a las elevadas concentraciones de anhídrido sulfuroso que se liberan durante la fermentación).

Con una capacidad de 5.000 L y camisas de refrigeración. Los depósitos cuentan con tomas de tierra para que el depósito sea menos conductor, ya que en este tipo de material se generan corrientes de convección que hacen que operaciones, como por ejemplo el desfangado, no sea efectivo.

Todos los depósitos utilizados en el estudio se encuentran en la misma bodega, pero en diferentes zonas. Las tinajas de barro se encuentran en la zona más fresca de la bodega para así poder controlar mejor el incremento de temperatura que se produce durante la fermentación.



Figura 4. Depósito de acero inoxidable utilizado.

3.3. Diseño experimental

3.3.1. Vinificación vino blanco

El vino que se quiere obtener es un vino blanco seco con una expresión aromática compleja y original, por ello la técnica de vinificación es algo diferente a la tradicional.

Las cajas de 12 Kg de uva vendimiada manualmente se conservan en frío a 10°C durante un día. A continuación, pasan por la mesa de selección y seguidamente por la despalilladora y estrujadora. A la salida de la estrujadora, parte de las uvas van a las tinajas y la otra parte al depósito de acero inoxidable donde se realiza la maceración prefermentativa en frío. El objetivo de esta maceración es favorecer la extracción de los compuestos aromáticos. Para ello se mantienen las uvas a bajas temperaturas (aproximadamente a unos 5-8°C) durante 24 horas.

Una vez finalizada la maceración prefermentativa, se realiza el prensado por separado para la obtención de los mostos de los distintos depósitos. A la salida de la prensa, los dos mostos se introducen de nuevo en sus recipientes correspondientes donde se realiza el desfangado (no muy drástico). Tras el desfangado, se trasiega el mosto.

A continuación, se realiza la fermentación alcohólica. Una parte de ese mosto fermenta en depósitos de acero inoxidable a temperatura controlada de 15 ± 2 °C y otra fracción del mosto fermenta en tinajas de barro a 19 ± 2 °C.

Es importante mencionar que ambos vinos fermentaron de manera espontánea con sus propias levaduras indígenas y que los nutrientes adicionados y las cantidades fueron las mismas.

Finalizada la fermentación alcohólica, se procedió a la clarificación del vino, su objetivo es la eliminación de las materias sólidas que están en suspensión: restos vegetales (fracciones de raspón, de piel y de pulpa; pepitas), levaduras, restos celulares y partículas coloidales, entre otras (Flanzy, 2000). Esta operación puede ser por encolado (adición de productos capaces de coagularse y formar grumos que sedimentan y arrastran las partículas causantes del enturbiamiento) o espontánea (realizada simplemente por la acción de la gravedad). En este estudio se realizó una clarificación espontánea. Para que esta operación sea efectiva el vino tiene que estar meses en reposo, protegido para evitar oxidaciones y con los mínimos movimientos posibles para que no se vuelvan a mezclar las partículas que ya han precipitado con el vino limpio. Otros factores que deben tenerse en cuenta en la clarificación son: densidad del vino, concentración de coloides protectores (que dificultan la clarificación) y las características de los depósitos (altura, capacidad, materiales, etc.) donde se realiza.

Pasados 4 meses aproximados de clarificación (que suponen también parte del proceso de envejecimiento de los vinos), tanto el vino procedente de tinajas, como el procedente del depósito de acero inoxidable, se pasó a depósitos isoterms donde se llevó a cabo la última operación antes del embotellado del vino: estabilización tartárica. El vino es una solución saturada de bitartrato potásico y tartrato cálcico. Estas sales, en determinadas situaciones (como por ejemplo bajas temperaturas), disminuyen su solubilidad y precipitan. Es por ello, que la estabilización es una operación final clave para evitar las insolubilizaciones y dar al vino una perfecta estabilidad fisicoquímica. Como se ha mencionado, uno de los factores que provocan la precipitación de esas sales son las bajas temperaturas, es por ello por lo que los depósitos

isotermos son los idóneos para la realización de esta operación, ya que han sido específicamente diseñados para realizar la estabilización por frío. Esta operación tuvo una duración aproximada de unos 15 días, tras los cuales, los vinos fueron embotellados (sin ser filtrados).

Todas las vinificaciones se realizaron por triplicado.

3.3.2. Vinificación vino rosado

Se parte de cajas de uvas de 12 Kg vendimiadas manualmente y conservadas en frío durante 24 horas. Las uvas pasan por la mesa de selección, despalilladora y estrujadora para posteriormente realizar la maceración prefermentativa en tinajas y en depósitos de hormigón. Esta maceración permite obtener más aromas, color y estructura. Pasado el tiempo de maceración, se prensa la uva y los mostos obtenidos son conducidos a los correspondientes depósitos para realizar el desfangado estático con frío (aproximadamente 10°C), seguido de su posterior trasiego.

La fermentación alcohólica la realizan las levaduras autóctonas para dar mayor identidad a los vinos. La temperatura de fermentación del vino rosado elaborado en hormigón fue de 15 ± 2 °C y del fermentado en tinaja 19 ± 2 °C.

Una vez finalizada la fermentación alcohólica, se realizó una clarificación espontánea. En este caso, ni el depósito de hormigón ni las tinajas presentan materiales que generen cargas electrostáticas (como en el caso del acero inoxidable), hecho que facilitó la precipitación de las partículas que aún quedaban en suspensión en el vino.

A continuación, se realizó la estabilización tartárica por frío en depósitos isotermos y su posterior embotellado, y al igual que los vinos blancos, no fueron filtrados.

En la Figura 5 se muestran los vinos blancos y rosados elaborados en los diferentes tipos de materiales:

	<i>Material</i>	<i>Codificación de las muestras</i>
VINO BLANCO	Tinaja	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Muestra 1 (BT1) ◦ Muestra 2 (BT2) ◦ Muestra 3 (BT3)
	Acero Inoxidable	<ul style="list-style-type: none"> ◦ BIn1 ◦ BIn2 ◦ BIn3
VINO ROSADO	Tinaja	<ul style="list-style-type: none"> ▪ RT1 ▪ RT2 ▪ RT3
	Hormigón	<ul style="list-style-type: none"> ▪ RH1 ▪ RH2 ▪ RH3

Figura 5. Codificación de las muestras de los vinos elaborados.

3.4. Métodos

3.4.1 Determinación de los parámetros convencionales

La determinación de los parámetros convencionales se ha realizado siguiendo los métodos que se recogen en el Reglamento Oficial de la Unión Europea (OIV, 1979).

- Grado Brix: Mediante el uso de refractómetro se realiza la determinación de los sólidos solubles totales.
- Grado alcohólico: Se ha utilizado el método Areométrico, basado en la extracción del etanol por destilación y posterior medida con un alcoholímetro.
- pH: Para obtener el valor de pH, se utilizó un pH-metro (CRISON GLP 21, Barcelona, Spain).
- Acidez Total: La Acidez Total (g/L de Ácido tartárico) se obtiene por valoración con una reacción ácido-base con hidróxido sódico 0.1 N, hasta pH 7,0, con el pH-metro anterior.
- Azúcares reductores: mediante métodos enzimáticos con el analizador automático LISA 200.

3.4.2. Determinación compuestos volátiles por cromatografía de gases

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

Para la preparación de las muestras se llevó a cabo el siguiente proceso:

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

Se prepararon las muestras en tubos de 15 mL con tapón de rosca y se agitaron con un agitador horizontal con un baño con agua a 15 °C durante 120 minutos a 75 rpm. A continuación, se realizaron las siguientes operaciones:

- Centrifugar en una Centrifuga Himac CT6E VWR con capacidad para 16 tubos, durante 15 minutos a 45 rpm.
- Extraer el disolvente de debajo de la capa de sal del tubo mediante una aguja, y depositarlo en un vial de 2 mL con microinserto.

Todas las extracciones se realizaron por duplicado.

Para la determinación de los compuestos volátiles en los vinos elaborados, se utilizó un Cromatógrafo de gases HP-6890 dotado de detector de ionización de llama, equipado con una columna capilar HP-INNOWax (Crosslinked Polyethylene Glycol) de 60 m de longitud, 0,25 mm de diámetro interno y como gas portador H₂.

Las condiciones de trabajo fueron: temperatura del inyector y detector de 300 °C, la relación Split de 1:75, que es la cantidad de muestra que se va a introducir en la columna. El flujo de hidrógeno de 40 mL/min, y el flujo de aire de 450 mL/min, presión de nitrógeno en cabeza de inyector de 15 p.s.

3.5. Tratamiento estadístico

El análisis estadístico de los resultados obtenidos se realizó mediante el análisis de la varianza (ANOVA). Se calcularon las diferencias mínimas significativas (LSD) con un nivel de significación $P < 0.05$. Para ello se empleó el programa estadístico con el software STATGRAPHICS XVII.

El análisis de Componentes Principales (PCA) se realizó con el programa SIMCA. El PCA es una herramienta que permite explicar gráficamente la mayor parte de la variación existente entre datos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto del tipo de depósito sobre los parámetros generales

En las Tablas 2 y 3 se presentan los valores medios, desviación estándar y ANOVA de los parámetros generales analizados en los vinos blancos y rosados elaborados en los diferentes tipos de depósitos.

Tabla 2. Influencia del tipo de depósito sobre los parámetros generales en el vino blanco.

VINO BLANCO <i>Moscatel</i>	Tinaja	Acero Inoxidable	F rate	P value
Grado alcohólico (%vol)	13,55 ± 0,07 a	13,70 ± 0,07 a	4,50	0,17
pH	3,35 ± 0,03 a	3,35 ± 0,01 a	0,00	1,00
Acidez total (g/L ¹)	5,60 ± 0,13 a	5,80 ± 0,11 a	2,76	0,24
Azúcares reductores (g/L)	1,10 ± 0,03 a	1,30 ± 0,03 b	50,00	0,02

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%.

¹.Expresada en ácido tartárico.

Tabla 3. Influencia del tipo de depósito sobre los parámetros convencionales en el vino rosado.

VINO ROSADO <i>Monastrell</i>	Tinaja	Hormigón	F rate	P value
Grado alcohólico (%vol ± s)	13,5 ± 0,03 a	13,4 ± 0,03 a	12,50	0,07
pH ± s	3,58 ± 0,01 a	3,61 ± 0,01 a	4,50	0,17
Acidez total (g/L ¹ ± s)	6,25 ± 0,06 a	6,18 ± 0,01 a	2,88	0,23
Azúcares reductores (g/L ± s)	1,2 ± 0,03 a	1,1 ± 0,04 a	7,69	0,11

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%.

¹.Expresada en ácido tartárico.

Los resultados muestran que los diferentes depósitos utilizados no influyen significativamente en el grado alcohólico, pH, y acidez total, tanto de los vinos blancos como de los rosados.

Sin embargo, hay un efecto significativo sobre los azúcares reductores de los vinos blancos (Tabla 2), de forma que este parámetro es mayor cuando los vinos fermentan en acero inoxidable frente a los fermentados en tinajas. Esto podría explicarse por la microoxigenación que se produce en los vinos fermentados en tinaja, ya que el estrés oxidativo es considerado una causa fundamental en la mortalidad temprana de las levaduras en la fermentación. Un correcto aporte de oxígeno puede conferirles una mayor tolerancia al etanol y mayor actividad fermentativa, pudiendo de esta forma, decrecer la cantidad de compuestos azufrados que se forman y conseguir también un final más rápido de la fermentación (Du Toit et al., 2006).

En los vinos rosados no se han encontrado diferencias significativas en los azúcares reductores entre los vinos fermentados en tinajas y en hormigón, por tanto, el tipo de depósito en este caso no ha afectado a la marcha de la fermentación.

4.2. Efecto del tipo de depósito en la composición aromática de los vinos

Los resultados del análisis ANOVA de los compuestos aromáticos con el factor tipo de depósito para las variedades estudiadas Moscatel y Monastrell, se muestran en la Tabla 4, agrupados por familias odorantes.

Se han determinado un total de 28 compuestos volátiles en los vinos, agrupados en 5 familias: 5 ácidos, 6 alcoholes, 2 aldehídos, 14 ésteres y una lactona. Como se aprecia en la Tabla 4, el tipo de depósito utilizado para fermentar los vinos blancos afecta significativamente a la concentración de 21 de los compuestos volátiles analizados, mientras que en el caso de los vinos rosados son 17 los compuestos afectados por el tipo de depósito.

El perfil aromático de un vino es el resultado de la combinación e interacción entre los distintos grupos de compuestos aromáticos. Por lo que, para analizar mejor el efecto del tipo de depósito utilizado en la fermentación de los vinos, se ha realizado también el estudio atendiendo a las diferentes familias de compuestos volátiles, ya que como el aroma de los compuestos de un mismo grupo es igual o similar, el resultado es que en el vino puede percibirse la nota aromática característica de la familia.

Alcoholes

Como se aprecia en la Tabla 4, el tipo de depósito afecta significativamente a la concentración de algunos de los alcoholes analizados en los vinos. En los vinos blancos fermentados en acero inoxidable se observa un aumento de 1 butanol y alcohol isoamílico, mientras que en los vinos de tinaja aumenta la concentración de 2-3 butanodiol. En los depósitos de hormigón, en los vinos rosados aumenta el cis 3 hexenol, 2-3 butanodiol y 2 fenil etanol, mientras que en los vinos elaborados en tinaja aumenta el alcohol isoamílico.

El alcohol isoamílico es el compuesto mayoritario en todos los vinos analizados, seguido del 2 feniletanol. En la familia de los alcoholes, el compuesto volátil más importante es el 2-feniletanol, pues contribuye de forma positiva en el perfil aromático al aportar notas dulces y florales, a rosa y lila (Cedrón-Fernández, 2004).

Los alcoholes superiores aportan a los vinos caracteres vegetales y herbáceos considerándose desagradables, por lo que causan efectos negativos cuando se encuentran en concentraciones excesivas superando los 400 mg/L, pudiendo enmascarar los aromas aportados por los ésteres; o cuando superan su umbral de percepción (Zhang et al., 2018).

En cambio, cuando la concentración total de alcoholes está por debajo de los 300 mg/L, imparten un perfil agradable y contribuyen positivamente al aroma del vino. Esto es debido a

que tienen función como precursores en la formación de ésteres, al igual que los ácidos (Luan et al., 2018).

Tabla 4. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los compuestos aromáticos de los vinos obtenidos con diferentes tipos de depósitos (mg/L).

FAMILIA	INOXIDABLE	TINAJA	F rate	P value	HORMIGÓN	TINAJA	F rate	P value
ÉSTERES								
Acetato de metilo	0,870 ± 0,04 a	0,814 ± 0,116 a	1,220	0,296	0,538 ± 0,091 a	1,117 ± 0,491 b	8,100	0,017
Acetato de etilo	0,214 ± 0,000 b	0,166 ± 0,032 a	13,030	0,005	0,109 ± 0,0176 a	0,102 ± 0,002 b	229,770	0,000
Acetato de isobutilo	0,376 ± 0,128 a	0,607 ± 0,078 b	14,180	0,004	0,457 ± 0,190 b	0,260 ± 0,015 a	6,390	0,030
Butirato de etilo	0,371 ± 0,024 a	0,439 ± 0,040 b	12,580	0,005	0,289 ± 0,160 a	0,318 ± 0,035 a	0,180	0,680
Etilisovalerato	0,042 ± 0,002 b	nd	4351,220	0,000	0,750 ± 0,063 b	nd	836,420	0,000
Hexanoato de etilo	2,470 ± 0,160 b	1,270 ± 0,410 a	44,540	0,000	4,309 ± 0,717 b	2,145 ± 0,340 a	44,600	0,000
Acetato de hexilo	0,297 ± 0,086 a	1,133 ± 0,306 b	41,630	0,000	0,550 ± 0,230 b	0,273 ± 0,086 a	7,630	0,020
Lactato de etilo *	14,040 ± 1,1802 a	40,411 ± 10,705 b	35,970	0,000	12,555 ± 1,746 a	26,644 ± 1,944 b	174,480	0,000
Octanoato de etilo	0,232 ± 0,019 b	0,118 ± 0,031 a	58,610	0,000	0,504 ± 0,089 b	0,285 ± 0,045 a	29,180	0,000
Decanoato de etilo	1,044 ± 0,168 b	0,625 ± 0,155 a	20,100	0,001	1,250 ± 0,220 a	1,041 ± 0,124 a	4,110	0,070
Succinato de dietilo	0,717 ± 0,158 a	0,583 ± 0,087 a	3,320	0,099	0,431 ± 0,056 a	0,53 ± 0,054 b	9,630	0,011
Dietil glutarato	0,174 ± 0,075 a	0,207 ± 0,067 a	0,660	0,435	0,352 ± 0,535 a	0,083 ± 0,019 a	1,510	0,247
2 feniletilacetato	0,184 ± 0,029 a	0,443 ± 0,095 b	41,020	0,000	0,243 ± 0,100 a	0,151 ± 0,050 a	4,080	0,071
ALCOHOLES								
1 butanol	0,800 ± 0,060 b	0,423 ± 0,118 a	49,100	0,000	0,403 ± 0,069 a	0,339 ± 0,032 a	4,290	0,065
Alcohol isoamílico	224,500 ± 64,980 b	152,003 ± 164,105 a	16,120	0,003	148,010 ± 24,765 a	156,251 ± 32,893 b	12,580	0,005
Cis 3 hexenol	1,024 ± 0,138 a	1,091 ± 0,423 a	0,130	0,721	0,526 ± 0,116 b	0,313 ± 0,074 a	14,440	0,004
1 heptanol	0,423 ± 0,062 a	0,426 ± 0,111 a	0,000	0,950	0,280 ± 0,128 a	0,250 ± 0,043 a	0,290	0,602
2-3 butanodiol	2,366 ± 0,323 a	3,840 ± 1,383 b	6,470	0,029	2,590 ± 0,875 b	1,703 ± 0,223 a	5,790	0,037
2 feniletanol	237,593 ± 15,352 a	229,804 ± 50,240 a	0,130	0,724	133,330 ± 16,784 b	111,699 ± 10,631 a	7,110	0,024
ÁCIDOS								
Ácido isobutírico	2,039 ± 0,286 a	2,432 ± 0,855 a	1,140	0,310	1,894 ± 0,446 b	0,998 ± 0,182 a	20,700	0,001
Ácido butírico	1,398 ± 0,283 a	1,103 ± 0,180 a	4,620	0,057	1,521 ± 0,118 b	1,227 ± 0,263 a	6,250	0,032
Ácido isopentanoico	3,206 ± 0,309 a	4,329 ± 0,233 b	50,540	0,000	2,861 ± 0,453 a	3,772 ± 0,288 b	17,290	0,002
Ácido octanoico	1,626 ± 0,860 b	0,695 ± 0,431 a	562,310	0,000	3,275 ± 7,425 b	2,330 ± 3,393 a	8,050	0,018
Ácido decanoico	3,777 ± 1,556 a	2,381 ± 0,878 a	3,670	0,085	6,795 ± 1,122 b	1,467 ± 0,148 a	132,880	0,000
ALDEHÍDOS								
Acetaldehído	0,697 ± 0,053 a	1,996 ± 0,273 b	130,650	0,000	0,877 ± 0,120 a	5,576 ± 2,465 b	21,750	0,001
Benzaldehído	0,691 ± 0,132 a	0,582 ± 0,099 a	2,610	0,137	0,844 ± 0,074 a	0,846 ± 0,091 a	0,000	0,959
LACTONAS								
γ butirrolactona	1,505 ± 0,253 a	1,372 ± 0,177 a	1,110	0,316	5,406 ± 1,277 b	2,706 ± 0,338 a	25,050	0,001

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%.

En la Figura 8 se muestran las concentraciones totales de los alcoholes en los vinos blancos y rosados elaborados para la realización de este estudio. Se observa que en el vino blanco estas concentraciones son mayores que las mencionadas anteriormente, esto se debe a que el alcohol isoamílico presenta concentraciones altas, pero en este caso no afectaría negativamente a la percepción organoléptica, ya que este compuesto es sumamente importante en el análisis sensorial por las notas a crema de almendras que aporta.

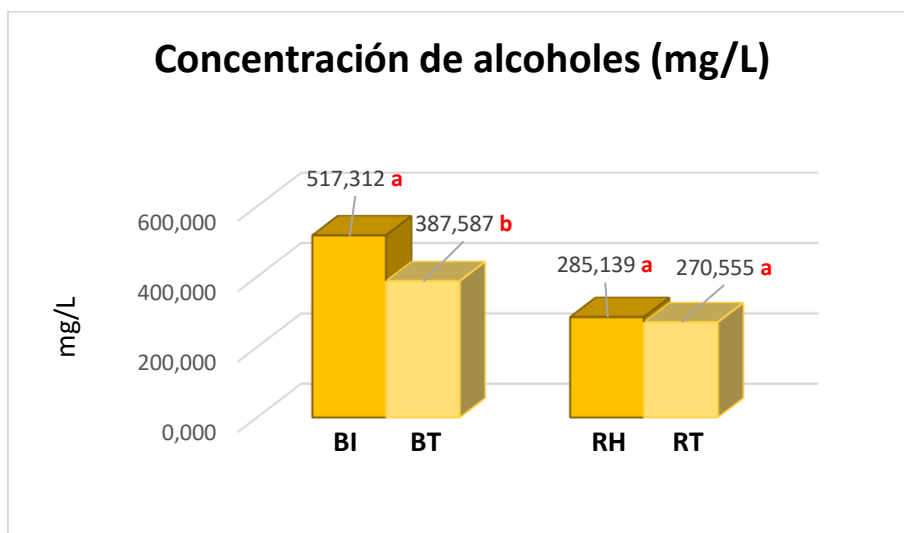


Figura 8. Concentración de alcoholes (mg/L) en los vinos blancos y rosados.

B I: blanco inoxidable; B T: blanco tinaja; R H: rosado hormigón, R T: rosado tinaja. Letras distintas indican diferencias significativas al 95%.

El contenido de alcoholes superiores en los vinos está muy condicionado por las técnicas de elaboración. En cuanto al efecto del tipo de depósito, se observa que los vinos blancos fermentados en depósitos de acero inoxidable presentan mayor concentración de alcoholes que los fermentados en tinajas (Figura 8).

Es bien conocido que la temperatura de fermentación afecta al metabolismo de la levadura, que produce más alcoholes superiores al aumentar la temperatura de fermentación. Cabría esperar por tanto que los vinos fermentados en acero inoxidable a 15°C tuvieran más alcoholes superiores que los fermentados en tinaja a 19°C, pero no ocurre así en este estudio. Como mencionan González et al. (2010), este hecho puede estar relacionado con el crecimiento celular de las levaduras, en general, los factores que favorecen su crecimiento estimulan a su vez la producción de alcoholes superiores. Las levaduras encuentran sus condiciones óptimas de trabajo en los depósitos de acero inoxidable, en los cuales no hay cambios bruscos de temperaturas. Por otra parte, la síntesis de alcoholes superiores depende de las levaduras y de la concentración de nitrógeno amínico y amoniacal (González et al., 2010).

En el caso de los vinos rosados, no se han encontrado diferencias significativas en el total de alcoholes entre los vinos los fermentados en hormigón a 15°C y los fermentados en tinaja a 19°C (Figura 8).

Ésteres

En la Tabla 4 se observa que el tipo de depósito afecta significativamente a la concentración de los ésteres tanto en los vinos blancos como en los rosados. En los vinos blancos fermentados en acero inoxidable aumentan significativamente el acetato de etilo, isovalerato de etilo, hexanoato octanoato y decanoato de etilo, mientras que en los vinos fermentados en tinaja aumenta significativamente la concentración de acetato de isobutilo, butirato de etilo, acetato de hexilo, lactato de etilo, y 2 feniletilacetato.

En cuanto a los vinos rosados se observa un efecto significativo en la concentración de acetato de metilo, acetato de etilo, lactato de etilo, y dietilsuccinato que aumentan en los vinos fermentados en tinaja, mientras que los vinos fermentados en hormigón tienen más acetato de isobutilo, acetato de hexilo, hexanoato y octanoato de etilo.

El acetato de etilo, formado por la reacción de deshidratación entre etanol y el ácido acético, es el éster más importante. En vinos sanos su concentración generalmente está por debajo de los 50 a 10 mg/L. En bajas concentraciones <50 mg/L tiende a aportar complejidad al vino (Jackson, 2009). Los vinos fermentados en acero inoxidable y en hormigón presentan una mayor concentración de este éster frente a los vinos fermentados en tinaja, y esto puede explicarse por la menor temperatura de fermentación.

Como se puede observar en la Tabla 4, los valores obtenidos de lactato de etilo son muy elevados, ya que los valores normales de un vino que no realiza la fermentación maloláctica está entre los 5 – 10 mg/L. Esto puede deberse a que los vinos hayan realizado la fermentación maloláctica en la botella. Como el resto de esteres está en los vinos en concentraciones muy inferiores, en las figuras donde se muestran los esteres totales no se ha incluido el lactato de etilo para que se pueda apreciar mejor las diferencias entre los esteres en los vinos fermentados en los diferentes tipos de depósitos.

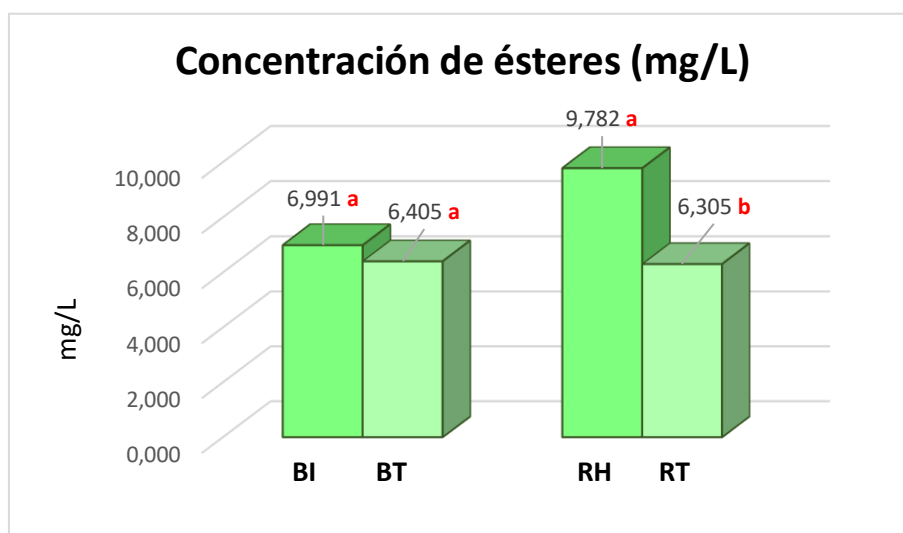


Figura 9. Concentración de ésteres en los vinos blancos y rosados.

B I: blanco inoxidable; B T: blanco tinaja; R H: rosado hormigón, R T: rosado tinaja. Letras distintas indican diferencias significativas al 95%.

Los ésteres aportan características organolépticas importantes relacionadas con la aromaticidad del vino ya que algunos de estos compuestos poseen características frutales con gran impacto en los vinos jóvenes. Los ésteres son el grupo de compuestos volátiles más importante porque contribuye de forma positiva y significativa en el aroma frutal y floral de los vinos (Englezos et al., 2018; Luan et al., 2018).

Como afirman González et al. (2010), uno de los factores que más incidencia tiene en la formación de los ésteres es la temperatura de fermentación, de forma que, a menor temperatura, las levaduras producen más ésteres. Es por ello por lo que el vino rosado con mayor concentración de ésteres es el fermentado en hormigón, siendo este efecto significativo. No se han encontrado diferencias significativas entre los vinos blancos fermentados en acero inoxidable y tinaja, aunque el contenido total de ésteres es mayor en los vinos fermentados en depósito de acero inoxidable (Figura 9).

Ácidos

Los resultados muestran (Tabla 4) que en los vinos blancos fermentados en tinaja aumenta significativamente el contenido de ácido isopentanoico, mientras que en los fermentados en acero inoxidable es el ácido octanoico el que aumenta.

En el caso de los vinos rosados, la fermentación en hormigón provoca un aumento de los ácidos isobutírico, butírico, octanoico y decanoico, mientras que los vinos fermentados en tinaja tienen mayor concentración de ácido isopentanoico.

Los ácidos grasos son descritos con aromas rancios, a queso y mantequilla, por lo que se consideran desagradables cuando su total supera los 20 mg/L. Sin embargo, son deseables cuando se encuentran por debajo de su umbral de percepción, puesto que contribuyen a la complejidad del vino al esterificarse con los alcoholes dando lugar a ésteres afrutados (Englezos et al., 2018).

Los ácidos grasos seguidos de los ésteres son los compuestos mayoritarios después de los alcoholes. Son los marcadores del aroma fermentativo. La levadura los produce en cantidades notables en los vinos. Son ácidos de cadena corta de 2 a 10 átomos de carbono.

En la Figura 8 se observa que en el vino blanco fermentado en acero inoxidable y en el vino rosado fermentado en hormigón hay un aumento significativo del total de ácidos. Algunos estudios han demostrado (Delfini et al., 1999) que la mayor formación de ácidos se produce en condiciones de anaerobiosis, esto explicaría la menor concentración de ácidos en los vinos fermentados en tinajas y en hormigón.

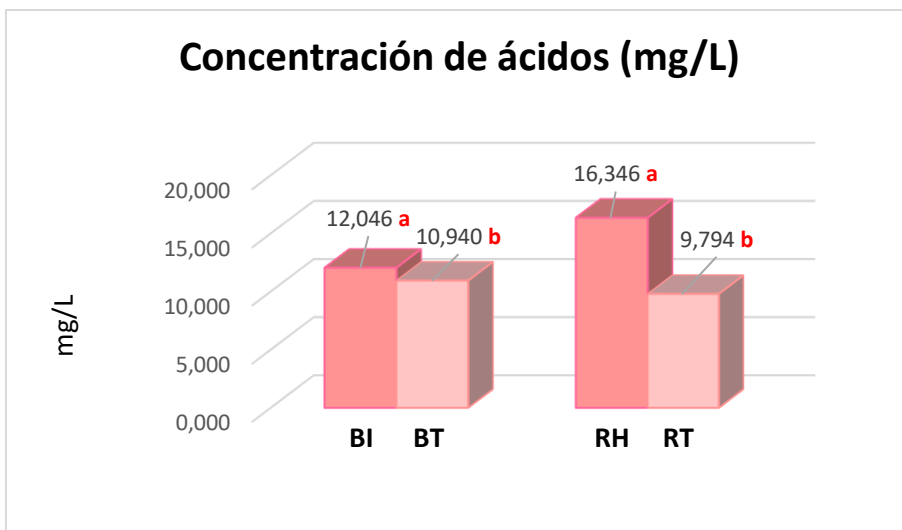


Figura 10. Concentración de ácidos en los vinos blancos y rosados.

B I: blanco inoxidable; B T: blanco tinaja; R H: rosado hormigón, R T: rosado tinaja. Letras distintas indican diferencias significativas al 95%.

Aldehídos

Los resultados muestran que los diferentes depósitos utilizados afectan significativamente a la concentración del acetaldehído de los vinos blancos y rosados, que aumenta considerablemente en los vinos elaborados en tinaja (Tabla 4), pero no al contenido en benzaldehído.

Los aldehídos dotan a los vinos de perfiles no deseables cuando se encuentran por encima de su umbral de percepción (Zhang et al., 2018). El compuesto más importante es el acetaldehído, que se considera agradable cuando está en bajas concentraciones, dotando al vino de aromas frutales (Arslan et al., 2018).

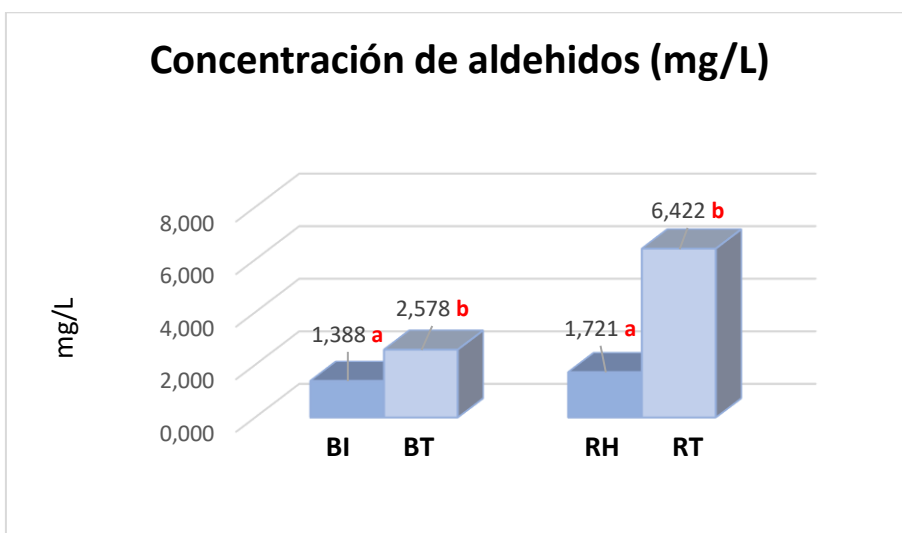


Figura 11. Concentración de aldehídos en los vinos blancos y rosados.

B I: blanco inoxidable; B T: blanco tinaja; R H: rosado hormigón, R T: rosado tinaja. Letras distintas indican diferencias significativas al 95%.

La Figura 11 muestra que los aldehídos totales en los vinos blancos y rosados aumentan cuando la fermentación se realiza en tinaja, en este estudio, esto es debido a la formación de acetaldehído a partir del etanol en presencia del oxígeno que pasa a través del barro (Liu y Pilone, 2000; Gonzalez-Manzano et al., 2008)

Lactonas

Las lactonas confieren al vino aromas a frutas de hueso. La γ -butirolactona, proporciona aromas dulces característicos a coco, ciruela y caramelo. En la Figura 12 se observa que en los vinos rosados aumenta significativamente cuando se elabora en depósito de hormigón.

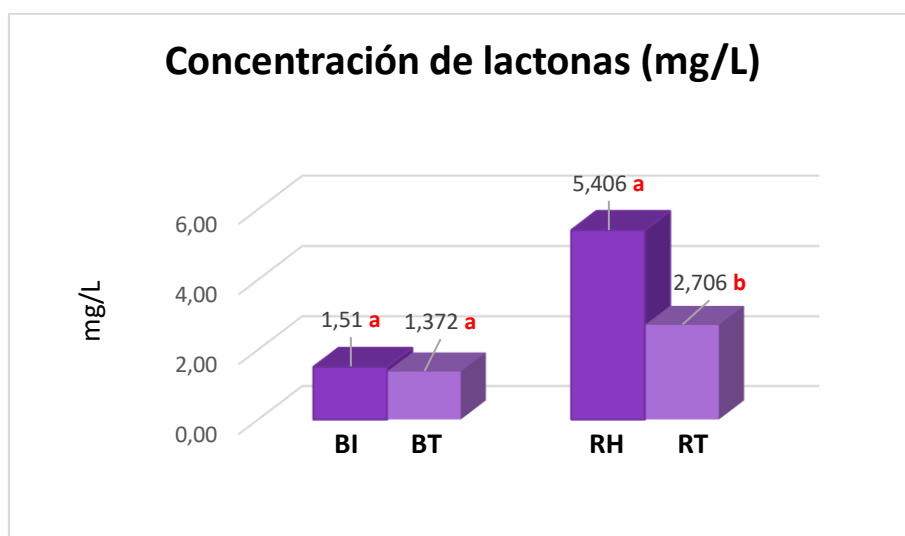


Figura 12. Concentración de lactonas en los vinos blancos y rosados.

B I: blanco inoxidable; B T: blanco tinaja; R H: rosado hormigón, R T: rosado tinaja. Letras distintas indican diferencias significativas al 95%.

4.3. Análisis componentes principales (PCA)

Con la finalidad de agrupar los distintos tipos de vinos en función de los compuestos volátiles presentes en ellos, se ha realizado un análisis de los componentes principales o PCA. Se trata de una técnica que permite la reducción de la dimensión que describe la información de un conjunto de variables más pequeñas, denominadas componentes principales, que son combinaciones lineales de las variables de partida. De esta manera se puede ver cómo esas variables se distribuyen a lo largo de un plano (Alarcón, 2016).

La primera componente principal es la dirección del espacio que recoge la mayor parte de la variabilidad, una combinación de todas las variables iniciales que se ha tomado para describir el conjunto de datos. La segunda componente recoge la mayor parte de la información que todavía queda por explicar y también es una combinación lineal de todas las variables que se han tomado inicialmente para describir el conjunto de resultados (Alarcón, 2016).

Las Figuras 13 y 14 muestran los gráficos del PCA obtenido: gráfico de las puntuaciones (scores) para los distintos depósitos de fermentación (acero inoxidable y tinaja) en vinos blancos y el gráfico de cargas (loading) por densidad de componentes aromáticos.

En el gráfico de puntuaciones (scores) (Figuras 13 y 14) la PC1 que es la que mejor explica la varianza total, permite diferenciar los vinos blancos fermentados en depósitos de acero inoxidable de los fermentados en tinaja. Observando el gráfico de cargas (loading), se aprecia que en el caso de los vinos blancos, los elaborados en acero inoxidable muestran mayor contenido de etilisovalerato, octanoato de etilo, hexanoato de etilo y acetato de etilo. Estos compuestos de la familia de los ésteres están relacionados con los aromas frutales, como manzana y plátano. También hay presencia de ácido octanoico, que aporta aromas con notas grasas y mantequilla. Los vinos blancos elaborados en tinaja, se relacionan con mayor concentración de acetaldehído, ácido isopentanoico, acetato de hexilo, lactato de etilo, acetato de isobutilo y butirato de etilo. El acetaldehído es un componente fundamental del vino, es importante su equilibrio ya que por encima del valor umbral es considerado un defecto olfativo. Este compuesto en concentraciones bajas se relaciona con aromas a manzanas, rosas, manteca, etc. El acetato de hexilo es uno de los ésteres más abundantes de los vinos, presenta aroma floral y a pera. El lactato de etilo es conocido por aportar aromas lácteos dando volumen y redondez al vino lo que puede tener ligeros efectos en el bouquet (Monfort, 2018). Las Figuras 15 Y 16 muestran los gráficos del PCA obtenido con los resultados de los vinos rosados: gráfico de las puntuaciones (scores) para los distintos depósitos de fermentación (hormigón y tinaja) y el gráfico de cargas (loading) por densidad de componentes aromáticos.

En el gráfico de puntuaciones (scores) (Figura 15) la PC1 que es la que mejor explica la varianza total, permite diferenciar los vinos rosados fermentados en hormigón de los fermentados en tinaja por el contenido en compuestos volátiles.

El gráfico de Loadings (Figura 16) muestra que los vinos elaborados en hormigón poseen una mayor concentración de ésteres como octanoato de etilo, hexanoato de etilo, 2 feniletilacetato y acetato de isobutilo, entre otros, todos ellos compuestos relacionados con el aroma frutal de los vinos. Además, también se observa mayor concentración de ácido isobutírico y ácido octanoico, compuestos desagradables a determinadas concentraciones, pero deseables por debajo del umbral de percepción porque pueden esterificarse con los alcoholes y dar ésteres afrutados.

La fermentación de los vinos rosados en tinaja se relaciona con una mayor concentración de lactato de etilo, ácido isopentanoico, acetaldehído y alcohol isoamílico, compuestos encontrados también en mayor concentración en los vinos blancos de tinaja.

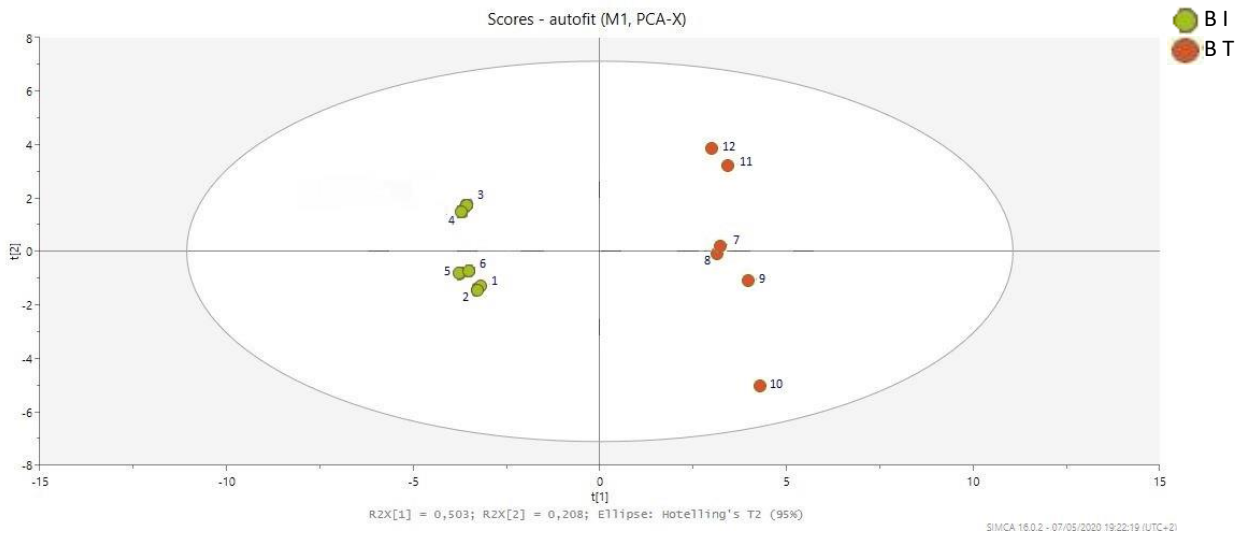


Figura 13. Análisis de Componentes Principales (Componente 1 frente a 2) realizado sobre los compuestos volátiles identificados en los vinos blancos. Gráfico de puntuaciones (scores).

B I: blanco inoxidable; B T: blanco tinaja.

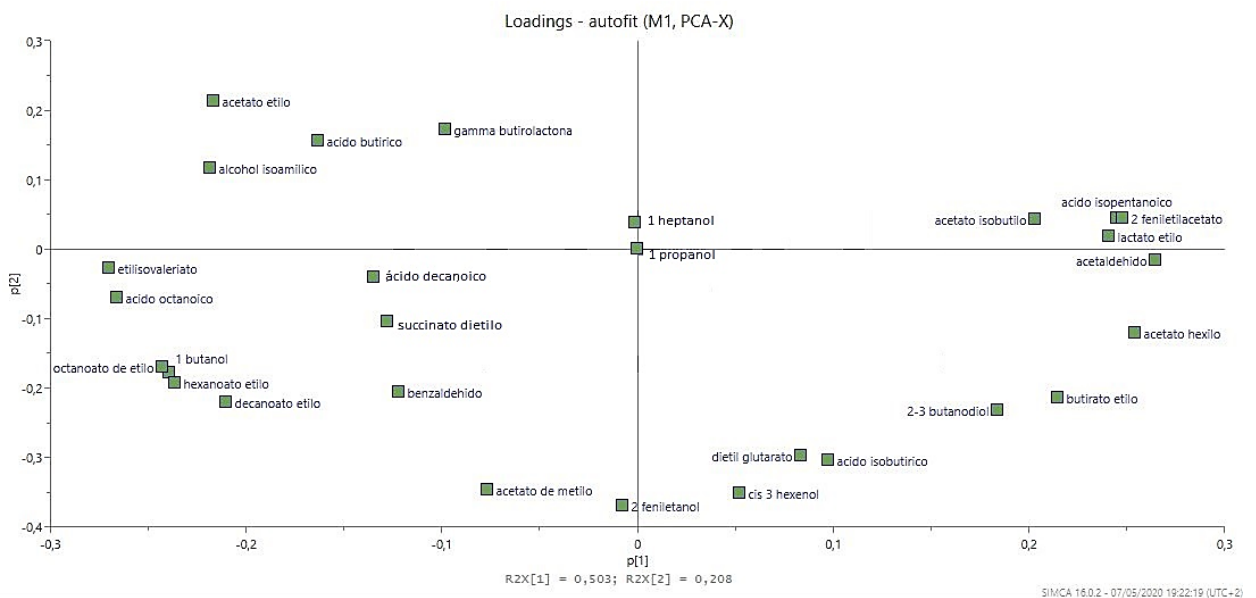


Figura 14. Análisis de Componentes Principales (Componente 1 frente a 2) realizado sobre los compuestos volátiles identificados en los vinos blancos. Gráfico de cargas (loadings).

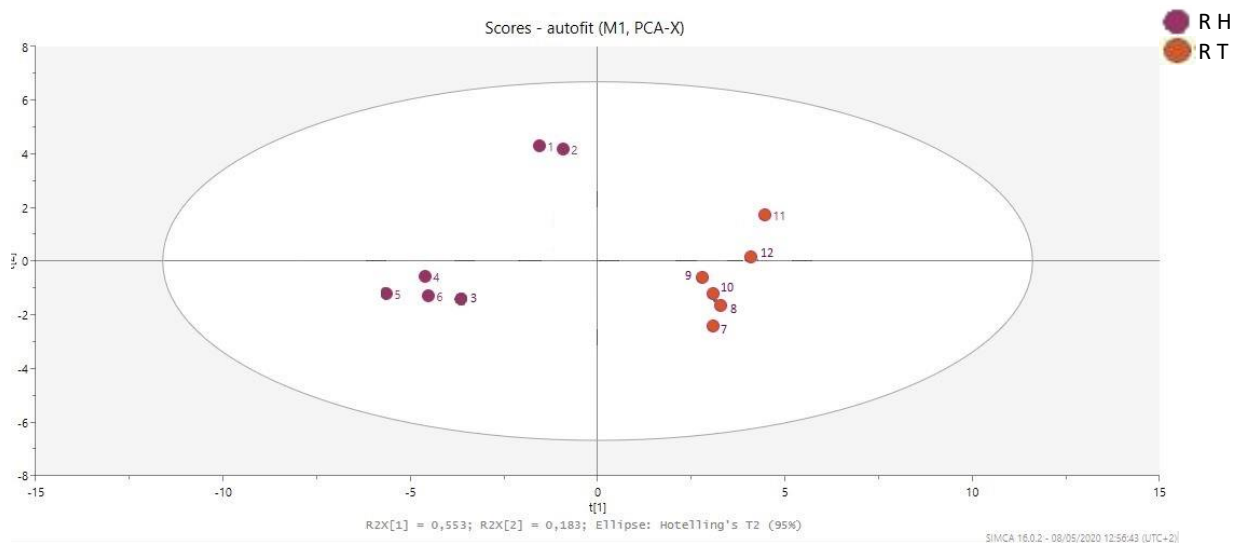


Figura 15. Análisis de Componentes Principales (Componente 1 frente a 2) realizado sobre los compuestos volátiles identificados en los vinos rosados. Gráfico de puntuaciones (scores).
R H: rosado hormigón, R T: rosado tinaja.

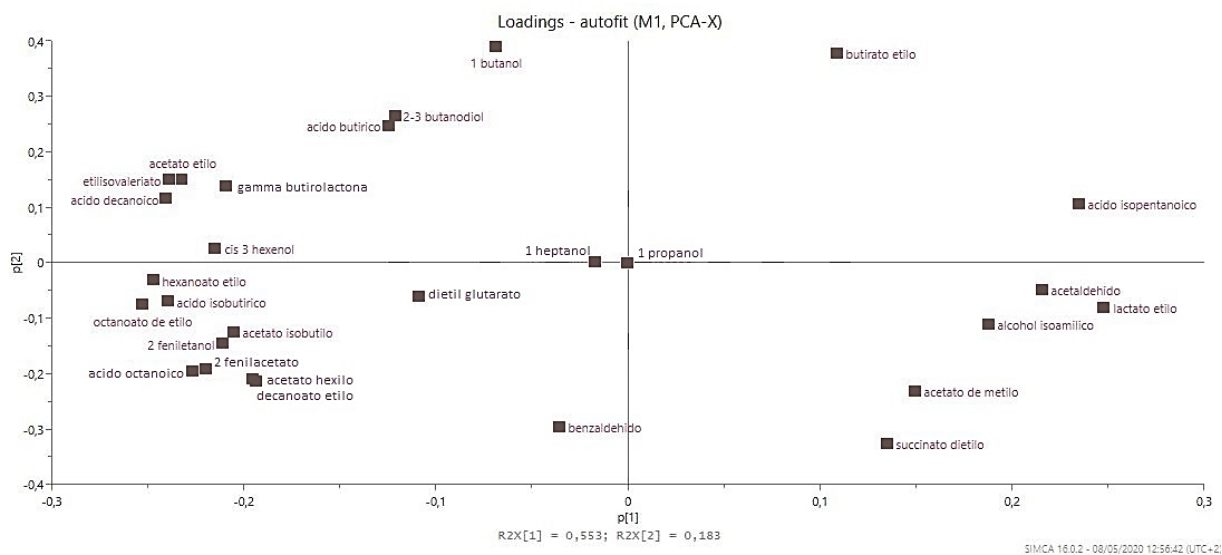


Figura 16. Análisis de Componentes Principales (Componente 1 frente a 2) realizado sobre los compuestos volátiles identificados en los vinos rosados. Gráfico de cargas (loadings).
R H: rosado hormigón, R T: rosado tinaja.

5. CONCLUSIONES

Basándose en los resultados obtenidos de este estudio, se pueden extraer una serie de conclusiones de los efectos que tienen los diferentes depósitos de fermentación sobre los parámetros convencionales y el perfil aromático de los vinos de las variedades Moscatel y Monastrell.

- 1.- Se pone de manifiesto que el tipo de depósito influye de forma significativa en la vinificación y, por tanto, en el perfil aromático de los vinos. No hay efecto significativo sobre los parámetros convencionales a excepción de los azúcares residuales en el vino blanco.
- 2.- Los resultados obtenidos indican que los vinos blancos elaborados en depósitos de acero inoxidable poseen un contenido total mayor de alcoholes y ácidos. Los vinos rosados fermentados en depósitos de hormigón presentan una concentración total mayor de esteres, ácidos y lactonas.
- 3.-. Son los vinos elaborados en tinaja tanto blancos como rosados los que presentan los contenidos totales mayores de aldehídos, esto es debido a la microoxigenación que tiene lugar en estos depósitos.
- 4.- El Análisis de componentes principales (PCA) ha permitido diferenciar los vinos blancos de Moscatel elaborados en depósito de acero inoxidable de los elaborados en tinaja, atendiendo a la formación de compuestos volátiles. Así mismo también ha permitido diferenciar entre los vinos rosados elaborados en depósitos de hormigón de los elaborados en tinaja.
- 5.- Se puede concluir este trabajo diciendo que el tipo de depósito utilizado en la elaboración de vinos monovarietales de las variedades Moscatel y Monastrell sí que influye en su composición volátil. Sería necesario realizar un análisis organoléptico de los vinos para comprobar si estas diferencias encontradas en la composición aromática se perciben también a nivel organoléptico, además este análisis aportaría información sobre los atributos percibidos en el gusto, de gran importancia. Toda esta información permitiría decidir el depósito más adecuado para la elaboración de cada uno de estos vinos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón Heredia, R. (2016). *Caracterización aromática de Vinos de Fondillón de la D . O . Alicante*. Universitat Politècnica de València.
- Aleixandre JL, Álvarez MI. *Tecnología enológica*. (2003). 1era edición. Madrid: Editorial Síntesis.
- Arslan, E.; Çelik, Z.D.; Cabaroglu, T. 2018. Effects of pure and mixed autochthonous *Torulasporea delbrueckii* and *Saccharomyces cerevisiae* on fermentation and volatile compounds of Narince wines. *Foods*, 7:147.:606.
- Blackman, J., Rutledge, D. N., Tesic, D., Saliba, A., & Scollary, G. R. (2010). Examination of the potential for using chemical analysis as a surrogate for sensory analysis. *Analytica Chimica Acta*, 660, 2–7. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2009.10.062>
- Blouin J, Peynaud É. *Enología práctica: conocimiento y elaboración del vino*. (2004). 4ta edición. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Bosch-Fusté, J., Riu-Aumatell, M., Guadayol, J. M., Calxach, J., López-Tamames, E., Buxaderas, S. (2007). Volatile profiles of sparkling wines obtained by three extraction methods and gas chromatography mass spectrometry (GC-MS) analysis. *Food Chemistry*, 105, 428-435.
- Cabredo-Pinillos, S., Cedrón-Fernández, T., Parra-Manzanares, A., & Sáenz-Barrio, C. (2004). Determination of volatile compounds in wine by automated solid-phase microextraction and gas chromatography. *Chromatographia*, 59, 733–738. <https://doi.org/10.1365/s10337-004-0296-7>
- Cedrón-Fernández, M. T. (2004). *Estudio analítico de compuestos volátiles en vino. Caracterización quimiométrica de distintas denominaciones de origen*. Universidad de la Rioja.
- Cerdán Marina, J. (2018). *“Arquitectura del vino en Terres dels Alforins. Conservación y puesta en valor de las bodegas tradicionales. El caso de la Bodega Fonda del Celler del Roure.”* Universitat Politècnica de València.
- Cheng, G., Liu, Y., Yue, T. X., & Zhang, Z. W. (2015). Comparison between aroma compounds in wines from four *Vitis vinifera* grape varieties grown in different shoot positions. *Food Science and Technology*, 35, 237–246. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6438>
- Cromatografía de gases. (n.d.). Retrieved from https://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es_ES/investigacion/cromatografia/cromatografia_de_gases.pdf
- Delso Martínez, M. (2015). *Estudio de la influencia del depósito ovoide de hormigón en la elaboración y evolución de vinos blancos*. Universidad de la Rioja. Retrieved from http://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000985.pdf

- Díaz del Río, M., Crespo López, I., & Castán, Á. (2017). Depósitos de hormigón: la enología al cubo. Retrieved from <http://www.sevi.net/es/3489/21/10110/Depósitos-de-hormigón-la-enología-al-cubo-maquinaria-bodega-depositos-hormigon-cemento.htm>
- Du Toit W., Marais J., Pretorius I.S., du Toit M.: Oxygen in must and wine: A review. *S Afr J Enol Vitic* 2006; 27: 76-94.
- Dubourdieu, D. (2003). Papel de las levaduras en la revelación del aroma varietal azufrado de los vinos : ejemplo del sauvignon, 1–7.
- Englezos, V.; Torchio, F.; Cravero, F.; Marengo, F.; Giacosa, S.; Gerbi, V.; Rantsiou, K.; Rolle, L.; Cocolin, L. 2016. Aroma profile and composition of Barbera wines obtained by mixed fermentations of *Starmerella bacillaris* (synonym *Candida zemplinina*) and *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Science and Technology*, 73: 567-575
- Fajardo, S., García-Galvan, R., F., Barranco, V., Galvan, J. C., & Batlle, S. F. (2016). Aroma Compounds in Wine. In *Grape and Wine Biotechnology* (p. 13). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/57353>
- Fernandes, N. C. M., Gomes, F. de C. O., Garcia, C. F., Vieira, M. de L. A., & Machado, A. M. de R. (2018). Use of solid phase microextraction to identify volatile organic compounds in brazilian wines from different grape varieties. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.05817>
- Franchetti, M. (2015). Análisis comparativo de los efectos de la elaboración y crianza de vinos en vasijas ovoides de hormigón en contraste con un método tradicional. *Revista Jornadas de Investigación*.
- Flanzky, C. Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. (2000). 1era edición. Madrid: Ediciones Mundi Prensa & A. Madrid Vicente, Ediciones).
- Fuller, R. J., Luther, M. B., & Cheung, C. K. (2004). Performance of a commercial wine store with insulated concrete walls. *Building and Environment*, 39, 537–545. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2003.11.002>
- Gamero, A. 2011. Study of the production and release of aromas during winemaking carried out by different *Saccharomyces* species and hybrids. Tesis Doctoral en Ciencia, Tecnología y Gestión Alimentaria. Universitat Politècnica de València. 301 pp.
- García, M. J., Lizama, V., Álvarez, I., Aleixandre-Tudó, J. L., & Aleixandre, J. L. (2010). *Influencia del tipo de depósito en la fermentación y evolución de los vinos. Composición aromática*. Universitat Politècnica de València. Retrieved from <https://books.google.es/books?id=1rIBBXQhmCwC&printsec=frontcover&dq=termodinamica&hl=es&sa=X&ei=yCsoVeW1F8GLNvySgqAH&ved=0CCEQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>

- Gómez-Plaza, E. (2016). *Fundamentos de la microoxigenación de vinos tintos: factores influyentes y aplicaciones*. Retrieved from http://www.acenologia.com/cienciaytecnologia/mox_tintos_factores_aplicaciones_cienc1016.htm
- González, J. C., Delgado, M. R., Bencomo, J. R., Valido, H. C., & Trujillo, J. P. (2010). Determinación de volátiles mayoritarios en vinos tintos de las islas canarias. Aportaciones al conocimiento del vino canario. La Laguna: Editorial Instituto de Estudios Canarios.
- González-Manzano, S., et al. Influence of the degree of polymerisation in the ability of catechins to act as anthocyanin copigments. *European Food Research and Technology*, 2008, vol. 227, no 1, p. 83-92.
- González-Marco, A., Jiménez-Moreno, N., & Ancín-Azpilicueta, C. (2008). Concentration of volatile compounds in Chardonnay wine fermented in stainless steel tanks and oak barrels. *Food Chemistry*, 108, 213–219. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.067>
- Guio, J. C. B., Leon, D. C. S., & Perez, A. L. M. (2010). Compuestos volátiles libres y enlazados glicosídicamente en la pulpa de la uva Caimarona (*Pourouma cecropiifolia* Mart.). *Acta Amazonica*, 40 (1), 189–198. <https://doi.org/10.1590/s0044-59672010000100024>
- Guadayol Cunill, J. (1994). *Estudio de los parámetros para la determinación de los compuestos orgánicos volátiles de la oleorresina de pimentón*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Hasin-Brumshtein, Y., Lancet, D., & Olender, T. (2009). Human olfaction: from genomic variation to phenotypic diversity. *Trends in Genetics*, 25, 178–184. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2009.02.002>
- Hatta, B., Domenech, A., & Palma, J. C. (2009). *Influencia de la fermentación con orujos en los componentes volátiles mayoritarios del pisco de uva italia (Vitis vinifera L. var. Italia)*. Retrieved from https://smbb.mx/congresos_smbb/acapulco09/TRABAJOS/AREA_X/OX-01.pdf
- Hernández-Orte, P., Lapeña, A. C., Escudero, A., Astrain, J., Baron, C., Pardo, I., ... Ferreira, V. (2009). Effect of micro-oxygenation on the evolution of aromatic compounds in wines: Malolactic fermentation and ageing in wood. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 391–401. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.05.020>
- Hidalgo, Y., Hatta, B., & Palma, J. C. (2016). Influencia de la presencia de borras durante el tiempo de reposo del vino base sobre algunos compuestos volátiles del pisco peruano de uva italia. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 82, 280–295. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v82i3.59>
- Hidalgo, Y., Hatta, B., & Palma, J. C. (2016). Influencia del nivel de fermentación del vino base sobre algunos compuestos volátiles del pisco peruano de uva italia. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 82, 128–141. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v82i2.47>

- Hidalgo J. Tratado de enología; tomos I y II. (2011). 2da edición. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Jackson S.R 2009. Análisis sensorial de vinos.51-60
- Jiang, B., & Zhang, Z. (2010). Volatile compounds of young wines from cabernet sauvignon, cabernet gernischet and chardonnay varieties grown in the loess plateau region of China. *Molecules*, 15, 9184–9196. <https://doi.org/10.3390/molecules15129184>
- Liu, Shao-Quan; Pilone, Gordon J. An overview of formation and roles of acetaldehyde in winemaking with emphasis on microbiological implications. *International journal of food science & technology*, 2000, vol. 35, no 1, p. 49-61.
- Luan, Y.; Zhang, B.Q.; Duan, C.Q.; Yan, G.L. 2018. Effects of different pre-fermentation cold maceration time on aroma compounds of *Saccharomyces cerevisiae* co-fermentation with *Hanseniaspora opuntiae* or *Pichia kudriavzevii*. *Food Science and Technology*, 92: 177-186.
- Mayolo-Deloisa, K., Martínez, L. ., & Rito-Palomares, M. (2012). Técnicas cromatográficas y su aplicación a estudios de cambios conformacionales, estabilidad y replegamiento de proteínas. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 11, 415–429. https://doi.org/10.1007/978-3-540-71095-0_8857
- Meng, J., Fang, Y., Gao, J., Zhang, A., Liu, J., Guo, Z., ... Li, H. (2011). Changes in aromatic compounds of cabernet sauvignon wines during ageing in stainless steel tanks. *African Journal of Biotechnology*, 10(55), 11640–11647. <https://doi.org/10.5897/AJB11.544>
- Miguel, E. S. (2017). *Virutas de roble y manoproteínas : efecto en la composición y propiedades sensoriales del vino tinto*. Universidad de la Rioja.
- Miller, K. V., & Block, D. E. (2020). A review of wine fermentation process modeling. *Journal of Food Engineering*, 273, 109783. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.109783>
- Miller, K. V., Oberholster, A., & Block, D. E. (2019). Predicting fermentation dynamics of concrete egg fermenters. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 25, 338–344. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12397>
- Ministerio de Agricultura, A. y M. A. (n.d.). Biblioteca Central del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Retrieved from http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/exposiciones/vid/www/imagenes/variedades_uva_01.html
- Monfort Salvador, J. (2018). *Influencia del grado de inclinación de las espalderas de la vid sobre la composición aromática de los vinos de bobal*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Niu, Y., Wang, R., Xiao, Z., Zhu, J., Sun, X., & Wang, P. (2019). Characterization of ester odorants of apple juice by gas chromatography- olfactometry , quantitative measurements , odour threshold , aroma intensity and electronic nose. *Food Research International*, 120, 92–101. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.064>

- Ostiz, I. O. (2016). *Estudio preliminar de la composición volátil y sensorial de las variedades blancas autorizadas en la DOCa Rioja*. Universidad de la Rioja.
- Padilla, B.; Gil, J.V.; ManzanareS, P. 2016. Past and future of non-Saccharomyces yeasts: From spoilage microorganisms to biotechnological tools for improving wine aroma complexity. *Frontiers in Microbiology*, 7:411.
- Peidro Montaner, M. J. (2015). *Estudio de la composición de vinos de tempranillo y cabernet sauvignon fermentados y conservados en hormigón, acero inoxidable y barricas*. Universitat Politècnica de València.
- Piñeiro, Z. 2005. *Desarrollo de nuevos métodos de extracción para el análisis de compuestos de interés enológico*. Tesis Doctoral en Ciencias Químicas. Universidad de Cádiz. 284 pp.
- Pozo-Bayón, M.A., Martínez-Rodríguez, A., Pueyo E., Moreno-Arribas MV. Chemical and biochemical features involved in sparkling wine production: from a traditional to an improved winemaking technology (2009), *Trends in Food Science and Technology* 20, 289-299.
- Rêgo, E. S. B., Rosa, C. A., Freire, A. L., Machado, A. M. de R., Gomes, F. de C. O., Costa, A. S. P. da, ... Padilha, F. F. (2020). Cashew wine and volatile compounds produced during fermentation by non-Saccharomyces and Saccharomyces yeast. *Lwt - Food Science and Technology*, 126, 109291. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109291>
- Riché, E., Khvataeva, A., & Mabic, S. (2012). Purificación de agua, 0–3.
- Rodríguez, S.E.; Climent, S. 2017. The Spanish wine protected designations of origin in the worlds of production: Disparity of technological and commercial conventions. *Agricultural and Resource Economics*, 17: 101-125.
- Santamaría Martínez, M., Tenorio Rodríguez, C., Sota, C., Garijo Jiménez, P., Gutiérrez Viguera, A., & López Martín, R. (2004). Influencia del pH de la uva en la calidad del vino y en la formación de aminos biógenas. *Zubía*, (16), 69–81.
- Santos, M.C. (2016). *Evaluación enológica de co-inoculación de levaduras Saccharomyces y noSaccharomyces en vinos chilenos*. Trabajo Final de Grado en Ingeniería Química. Universidad Politécnica de Madrid.
- Saule, A. (2012). *Influencia del tipo de depósito en la evolución de los compuestos polifenólicos y aromáticos de un vino tinto de la variedad tempranillo*. Universitat Politècnica de València.
- Slegers, A., Angers, P., Ouellet, É., Truchon, T., & Pedneault, K. (2015). Volatile compounds from grape skin, juice and wine from five interspecific hybrid grape cultivars grown in Québec (Canada) for wine production. *Molecules*, 20, 10980–11016. <https://doi.org/10.3390/molecules200610980>
- Styger, G., Prior, B., & Bauer, F. F. (2011). Wine flavor and aroma. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 38, 1145–1159. <https://doi.org/10.1007/s10295-011-1018-4>

- Swiegers, J.H.; Bartowsky, E.J.; Henschke, P.A.; Pretorius, I.S. 2008. Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11: 139-173 de Madrid. 144 pp.
- Versini, G., Orriols, I., & Dalla Serra, A. (2012). Principales Componentes Aromaticos De Los Vinos Elaborados Con Albariño, Loureira Y Godello. Perfil Terpenico De Dichas Variedades. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53, 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Vilanova, M., Genisheva, Z., Graña, M., & Oliveira, J. M. (2013). Determination of odorants in varietal wines from international grape cultivars (*Vitis vinifera*) grown in NW Spain. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 34, 212–222. <https://doi.org/10.21548/34-2-1097>
- Villena, M. A. (2006). Estudio de la actividad β -glucosidásica en levaduras vínicas y su aplicación en enología. *Tesis Doctoral Ciudad Real*, 2005. Universidad de Castilla la Mancha.
- Wei, X.-F., Ma, X.-L., Cao, J.-H., Sun, X.-Y., & Fang, Y.-L. (2018). Aroma characteristics and volatile compounds of distilled Crystal grape spirits of different alcohol concentrations: wine spirits in the Shangri-La region of China. *Food Science and Technology*, 38(suppl 1), 50–58. <https://doi.org/10.1590/fst.12117>
- Yagües, G. V. (2008). Cromatografía de gases (pp. 1–19).
- Zhang, B.Q.; Luan, Y.; Duan, C.Q.; Yan, G.L. 2018. Use of *Torulaspota delbrueckii* cofermentation with two *Saccharomyces cerevisiae* strains with different aromatic characteristic to improve the diversity of red wine aroma profile. *Frontiers in Microbiology*, 9.