



Universidad de Valladolid

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Grado en Enología

Impacto del tipo de depósito sobre la calidad de vinos blancos con
crianza sobre lías

Alumno/a: Cecilia Hernando Alonso

Tutor/a: Encarnación Fernández Fernández

Cotutor/a: José Manuel Rodríguez Nogales

Julio 2023

ÍNDICE

Resumen	3
1. Introducción	4
2. Objetivos y plan de trabajo	7
3. Materiales y métodos.....	7
3.1. Uva Verdejo.....	7
3.2. Vinificación	7
3.3. Tipos de depósitos.....	8
3.4. Crianza sobre lías del vino.....	9
3.5. Análisis fisicoquímico	9
3.6. Análisis sensorial	10
3.7. Análisis estadístico	12
4. Resultados y discusión	12
4.1. Análisis fisicoquímico	12
4.2. Análisis sensorial	17
4.2.1. Aceptabilidad	17
4.2.2. CATA.....	18
4.3. Análisis de componentes principales	21
5. Conclusiones	23
6. Bibliografía.....	24

Resumen

Actualmente, la crianza sobre lías del vino es una práctica enológica que se ha visto muy extendida y el uso de recipientes alternativos a las barricas de roble está aumentando cada vez más en bodegas. En este estudio se evalúa si el recipiente utilizado durante la crianza sobre lías produce un impacto significativo en las características finales de los vinos blancos elaborados con la variedad Verdejo de la Denominación de Origen Rueda durante dos vendimias. Para lograr este objetivo, los vinos se mantuvieron sobre sus propias lías durante seis meses en los siguientes recipientes: fudre de madera, huevo de hormigón y depósito de acero inoxidable. Posteriormente, los vinos se caracterizaron físicoquímica y sensorialmente para comprender mejor la influencia del recipiente utilizado durante la crianza sobre lías en los vinos resultantes. Los resultados obtenidos muestran que el efecto del tipo de depósito fue mayor en la añada del 2021 que en la del 2022. El vino con crianza sobre lías en el fudre de madera de la añada 2021 fue el que mejores valoraciones presentó por parte de los consumidores en cuanto a la aceptabilidad del olor, sabor y aceptabilidad global. Este estudio sugiere que el uso de diferentes recipientes junto con la crianza sobre lías puede ayudar a los enólogos a modular ligeramente algunas características del vino, mejorando su calidad.

Palabras clave: huevo de hormigón, fudre de madera, depósito de acero inoxidable, vino blanco, crianza sobre lías, Verdejo.

ABSTRACT

Nowadays, wine aging on lees is a widely popular oenological practice and the use of alternative containers instead of oak casks is becoming more and more common in wineries. This study evaluates whether the container used during aging on lees has a significant impact on the final characteristics of white wines elaborated with the Verdejo variety from the Denominación de Origen Rueda during two vintages. To achieve this objective, wines were kept on their own lees for six months in the following containers: wooden foudre, concrete egg and stainless-steel tank. The wines were subsequently characterized physicochemical and sensorially to better understand the influence of the container used during lees aging on the resulting wines. The results obtained show that the effects of the type of container were greater in the 2021 harvest than in the one of 2022. The wine aged on lees in wood foudre of the 2021 harvest was the best rated by consumers in terms of smell, taste, and overall acceptability.

This dissertation suggests that the use of different containers in addition to the aging on lees can help oenologists to slightly modulate certain characteristics of wine, thus improving its quality.

Keywords: concrete egg, wooden foudre, stainless steel tanks, white wine, aging on lees, Verdejo.

1. Introducción

Los recipientes de madera que se utilizaban para el transporte y almacenamiento del vino se introdujeron progresivamente en la vinificación y crianza debido a que presentaban una mayor resistencia respecto al hormigón y acero inoxidable. Es un material que se ha continuado utilizando, sobre todo para la crianza de vinos tintos, debido a sus efectos positivos sobre la calidad organoléptica y la estabilidad fisicoquímica de los vinos (Zamora, 2019) . El contacto con la madera enriquece el vino con una variedad de compuestos volátiles que aumentan la intensidad y complejidad de su aroma (Boidron et al., 1988; Chatonnet, 1992; Navarro et al., 2018) Además, la madera libera compuestos fenólicos que se suman a la percepción de la textura del vino, mejorando algunas cualidades sensoriales como el cuerpo y la sensación en boca (Quinn et al., 1985; Michel et al., 2011; Navarro et al., 2016).

Este material se utilizó para la producción y almacenamiento de vino durante siglos hasta que nuevos materiales desplazaron su uso como el hormigón, y luego los recipientes metálicos, especialmente el acero inoxidable.

En el caso específico de los vinos blancos, y debido a sus múltiples beneficios, los depósitos de acero inoxidable son más duraderos y manejables (Salgado et al., 2015). Además, el acero inoxidable es químicamente estable y no reacciona demasiado cuando está en contacto con el vino y las propiedades de sabor y aroma se conservan fácilmente, lo que produce un vino más estable y homogéneo. Debido a esto, el acero inoxidable ha reemplazado casi por completo a los demás materiales. Sin embargo, el acero inoxidable tiene una alta conductividad térmica y es sensible a las variaciones de temperatura. (Montalvo et al., 2021).

El uso de recipientes de hormigón se ha utilizado desde hace varias décadas y a día de hoy está ganando protagonismo en las bodegas. Los tanques de hormigón son térmicamente estables, pero deben recubrirse para disminuir su porosidad y evitar reacciones químicas no deseadas cuando el vino está en contacto con las paredes del tanque (Kosseva et al., 2017). Además, en algunos casos estos recipientes tienen capacidades relativamente bajas y permiten a los enólogos elaborar vinos de un solo viñedo o vinos premium utilizando pequeños lotes de uvas de alta calidad como materia prima.

Una de las principales prácticas para elaborar vinos blancos premium es la crianza sobre lías. Esta práctica consiste básicamente en mantener los vinos en contacto con levaduras autolisadas durante varios meses, mejorando así sus atributos sensoriales. Varios factores influyen en el impacto de la crianza sobre las lías, entre ellos: el tiempo y la temperatura de contacto, la cepa de la levadura, la turbidez del medio de fermentación, la resuspensión de las lías mediante agitación (práctica enológica conocida como “battonage”), o en el uso de trasiegos de los vinos después de la fermentación alcohólica (Gil I Cortiella et al.,2021).

La crianza de vinos sobre lías es una técnica que potencia las características sensoriales de los vinos, debido principalmente a los compuestos que se liberan durante la autólisis de la levadura, como ácidos grasos, nucleótidos y nucleósidos, aminoácidos y péptidos, y manoproteínas y polisacáridos. Esta técnica se utiliza más en los vinos blancos que en los tintos (Morata et al., 2005) y contribuye a reducir la astringencia y el amargor, así como a potenciar el cuerpo, la estructura y la redondez de los vinos (Del

Barrio-Galán et al., 2012) y a obtener una mayor persistencia (Vidal et al., 2004b) y vinos más complejos aromáticamente (Ramírez et al., 2004).

Crianza sobre lías en madera

La crianza sobre lías en barrica permite una liberación de polisacáridos más rápida y mayor (Ribéreau-Gayon et al., 2006) y un menor desarrollo de color (Chatonnet et al., 1992). Las experiencias prácticas sugieren que el envejecimiento sobre lías puede aumentar el riesgo de desarrollo de sabores desagradables a azufre.

La crianza sobre lías en barrica de madera es el resultado de un complejo equilibrio entre las características del propio vino, el aporte de las lías, el impacto de la madera y su interacción, representando un desafío para los enólogos, por la cantidad de variables tecnológicas que se pueden combinar a la hora de diseñar un determinado vino como, por ejemplo, la composición de la madera, el tamaño y edad del recipiente, y la fabricación de madera. Una de las características fundamentales de la madera es la capacidad de microoxigenación natural del vino. Durante la crianza sobre lías, la permeabilidad al oxígeno de la madera se ve contrarrestada por la capacidad de las lías para eliminar el oxígeno, por lo tanto, en presencia de las lías, los vinos blancos son menos susceptibles a la oxidación. Al mismo tiempo, la transferencia ligera y gradual de oxígeno a través de la madera evita el desarrollo de sabores desagradables reductores en el depósito de lías (Fornairon-Bonnefond et al., 2001, Ribéreau-Gayon et al., 2006). La técnica de resuspensión de las lías es fundamental desde este punto de vista, porque homogeneiza el potencial redox en el interior de las barricas, limitando la formación de gradientes entre la parte superior del vino y la capa de las lías (Ribéreau-Gayón et al., 2006; Jackson, 2008). En la práctica, la frecuencia de agitación varía en función de la sensibilidad del vino a sufrir oxidación o reducción durante la crianza. Es fundamental realizar un seguimiento sensorial continuo de las barricas durante la crianza para establecer una correcta secuencia de operaciones de agitación, esta agitación acelera la liberación de polisacáridos y aminoácidos de las lías la vino (Feuillat, 2003).

Crianza sobre lías en depósitos de acero inoxidable

Cuando se realiza una crianza sobre lías en depósitos de acero inoxidable es importante considerar que el tamaño de los contenedores es mayor y la permeabilidad al oxígeno es menor.

Como norma general, a medida que aumenta el volumen de los depósitos, disminuye la relación superficie/volumen y disminuye la superficie de contacto de las lías por unidad de volumen de vino. Además, en grandes depósitos de acero inoxidable, una resuspensión de lías eficiente y homogénea es más difícil que en las barricas. Esto conlleva, a una liberación más lenta de compuestos de las lías, una disolución limitada de oxígeno en el tanque y un mayor riesgo de desarrollo de malos olores reductivos durante la crianza sobre lías (Lavigne y Dubourdieu, 1996; Ribéreau-Gayon et al., 2006). Este fenómeno aumenta por la mayor presión ejercida sobre las lías en recipientes de gran volumen, lo que provoca la compactación del sedimento y estimula la producción de sulfuro de hidrógeno y otros tioles orgánicos (Jackson., 2008).

Crianza sobre lías en depósitos de hormigón

Los depósitos de hormigón tienen una gran capacidad para mantener la temperatura, pero tienen una menor dispersión térmica, es decir, evacúan mal el calor. El hormigón es un material poroso que va a permitir una leve microoxigenación del vino. Sin embargo, si está recubierto con resinas epoxi, esta microoxigenación va a ser prácticamente nula. Saule (2012) muestra que la microoxigenación y la falta de permeabilidad dentro del depósito, puede provocar el descenso de aromas afrutados y florales.

En estos depósitos, se consigue suavizar los taninos, potenciando los aromas y equilibrando el vino gracias a la microoxigenación aportada por los poros del hormigón (Atanasova et al., 2002). La crianza sobre lías en depósitos de hormigón da vinos más untuosos y con volumen, y este efecto se puede potenciar gracias al uso de depósitos en forma de prima rectangular. La geometría del huevo genera un movimiento continuo del vino, lo que provoca que las lías no puedan decantarse en la base y estén en suspensión todo el tiempo. (Delso, 2015).

Existe muy poca información sobre el efecto del tipo de depósito en vinos con crianza sobre lías. En la literatura existente, se ha encontrado un trabajo que evalúa los efectos de los recipientes de madera, hormigón y acero (Gil I Cortiella et al., 2021), pero no se han realizado comparaciones directas entre los tres materiales.

En el estudio de Gil I Cortiella et al (2021) se compararon las características físicoquímicas de los vinos blancos con crianza sobre lías elaborados en recipientes de hormigón ovalados con los de acero inoxidable durante 6 meses. Se observó que el vino procedente del depósito de hormigón presentó un pH ligeramente más alto y una mayor acidez total, mientras que el elaborado en un depósito de acero inoxidable presentaba una mayor concentración en compuestos volátiles.

En este sentido, la contribución del TFG radica en realizar una comparación del efecto del tipo de recipiente (madera, hormigón y acero inoxidable) en vinos con crianza sobre lías. Para abordar este objetivo, el presente estudio contiene una caracterización físicoquímica y sensorial de los vinos elaborados con uvas Verdejo fermentados en depósitos de acero inoxidable y posterior crianza sobre lías en fudre de madera, huevo de hormigón y depósito de acero inoxidable para determinar el impacto del uso de estos depósitos durante la crianza sobre lías en la calidad y composición final del vino.

2. Objetivos y plan de trabajo

El objetivo del presente TFG es estudiar el impacto del tipo de depósito sobre la calidad fisicoquímica y sensorial de un vino blanco con crianza sobre lías en las añadas 2021 y 2022.

Por lo que se ha seguido el siguiente plan de trabajo:

- Realizar una crianza sobre lías del vino blanco durante 6 meses tratado con la misma dosis de lías en diferentes depósitos: depósito de acero inoxidable, huevo de hormigón y fudre de madera.
- Analizar y comparar la composición fisicoquímica de los vinos sometidos a crianza sobre lías en distintos depósitos, tras el proceso de crianza.
- Evaluar y comparar sensorialmente las diferencias organolépticas que existen en los vinos tras el contacto con los diferentes materiales de depósitos y misma dosis de lías.

3. Materiales y métodos

3.1. Uva Verdejo

El estudio se llevó a cabo utilizando la variedad de uva blanca Verdejo de la Denominación de Origen Rueda, situada en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, de las añadas 2021 y 2022. Los vinos blancos se elaboraron en una bodega comercial vallisoletana, la cual ha cedido su materia prima e instalaciones para el desarrollo de la parte experimental del trabajo.

3.2. Vinificación

Las uvas (aproximadamente 31.300 kg) se vendimiaron manualmente en la fecha óptima de cosecha, que se realizó de acuerdo con el criterio de la enóloga de la bodega, en función principalmente de la relación contenido de azúcar (°Brix)/acidez total y de las condiciones sanitarias de la uva, y se transportaron rápidamente a la bodega en remolques. Los racimos fueron despallados y prensados utilizando un preparado enzimático de prensado (Lafazym press, Laffort, Burdeos, Francia) a una dosis de 2,5 g/100 kg uva. Se seleccionó el mosto yema, al que se le añadió un preparado enzimático a la dosis de 0,5 g/100 kg para facilitar su desfangado (Novoclar Speed, Lamothe-Abiet, Burdeos, Francia). La fermentación alcohólica del mosto tuvo lugar en un depósito de acero inoxidable de 34.000 L a temperatura controlada (14-15 °C), al que se le inoculó una cepa comercial de *Saccharomyces cerevisiae* (loc Dinamix, IOC Enotecnia, Toledo, España) a una dosis de 20 g/hL. Una vez finalizada la fermentación alcohólica, se realizaron los respectivos trasiegos, eliminando sus lías gruesas. Se dejaron las lías finas decantadas en el fondo del tanque para la realización de la crianza sobre lías, según la decisión de la enóloga de la bodega, y se distribuyeron en varios depósitos.

3.3. Tipos de depósitos

La crianza sobre lías se realizó en 3 depósitos diferentes (Fig. 1):

1. Depósito de acero inoxidable de 4.200 L de capacidad.
2. Depósito de hormigón en forma de huevo sin revestir de 1.800 L fabricado de cemento natural (piedra caliza y arcilla) (Ovoide vertical modelo MC, Nomblot Cuvés à vin, Torcy, Francia).
3. Fudre redondo de 4.000 L de roble francés de tostado ligero con un secado largo al aire natural y doblado y tostado con fuego de madera de roble muy lento (Tonelería Boutes, Burdeos, Francia).

Todo el proceso de vinificación, desde la vendimia hasta la decisión del embotellado, pasando por el proceso de fermentación y crianza sobre lías, ha sido decidido por la enóloga de la bodega comercial. En función de las características de la elaboración realizada en la bodega y el criterio de la enóloga, se han elaborado tres vinos de una añada (2021) y otros tres de otra (2022) como se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1. Codificación de las muestras

CÓDIGO	ELABORACIONES
F21	FUDRE DE MADERA 2021
H21	HUEVO DE HORMIGÓN 2021
AC21	DEPÓSITO DE ACERO INOXIDABLE 2021
F22	FUDRE DE MADERA 2022
H22	HUEVO DE HORMIGÓN 2022
AC22	DEPÓSITO DE ACERO INOXIDABLE 2022



Figura 1. Fudre de madera, huevo de hormigón y depósito de acero inoxidable. Fuente: Propia

3.4. Crianza sobre lías del vino

A todos los depósitos se han añadido los siguientes productos para llevar a cabo la crianza sobre lías:

- Enzimas pectinasa y β -glucanasa (Vinotaste Pro, Lamothe-Abiet) para una rápida clarificación de los vinos justo después de la fermentación alcohólica a una dosis de 60 mg/L.
- Preparado de autolisados de levaduras (lías exógenas) (Natursoft, Lamothe-Abiet) para preservar los aromas afrutados a una dosis de 333 mg/L.
- Preparado de paredes celulares de levadura naturalmente rico en glutatión de *S. cerevisiae* (Elevage glu, AEB IBÉRICA, Barcelona, España) para evitar la reducción post-fermentativa a una dosis de 100 mg/L.
- Coadyuvante absorbente a base de quitosano (Chitocel, AEB IBÉRICA) permite reducir y en algunos casos eliminar la carga microbiana indeseable en el vino a una dosis de 60 mg/L.

El vino permanece con las lías a lo largo de 6 meses, durante el cual se realiza un removido periódico de las lías mediante un "battonage", inyectando nitrógeno, con el fin de aumentar la superficie de contacto entre el vino y las lías. Los distintos depósitos se agitaron tres veces a la semana al principio durante dos meses (noviembre y diciembre), luego dos veces por semana durante dos meses (enero y febrero), y en los meses de marzo y abril una vez a la semana.

3.5. Análisis fisicoquímico

Al final del período de crianza, cada vino se analizó por triplicado, cogiendo tres botellas de cada lote para los parámetros de pH, acidez total (AT), acidez volátil (AV), grado alcohólico (GA), azúcares reductores (AZU), ácido málico (MAL), ácido láctico (LAC), características cromáticas, índice de polifenoles totales (IPT), nitrógeno fácilmente asimilable (NFA), proteínas solubles (PS) y polisacáridos totales (PT). Estos tres últimos compuestos se midieron por duplicado en cada botella.

A continuación, se describen los fundamentos y los métodos utilizados para la realización de los diferentes análisis:

- Grado alcohólico, acidez total, pH, acidez volátil, azúcares reductores y málico/láctico

En la bodega se han analizado estos parámetros básicos en el analizador OenoFoss™ (OenoFoss, Barcelona, España) basado en la tecnología de análisis de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR). La muestra absorbe la luz en función de los constituyentes del vino. La absorción se convierte, mediante el modelo matemático de transformada de Fourier, en una predicción de la concentración de los distintos constituyentes.

- Índice de polifenoles totales

La determinación de los polifenoles totales se basa en la medida de la absorbancia que producen los anillos bencénicos característicos de los compuestos polifenólicos, en la

zona del ultravioleta, con un máximo de 280 nm previa dilución del vino 1/10 con agua destilada (Zamora, 2003)

- Características cromáticas

Las características cromáticas del vino se determinaron midiendo la absorbancia óptica del vino a 450, 520, 570 y 630 nm mediante el método CIELAB (OIV, 2006).

- Nitrógeno fácilmente asimilable

El índice de formol de Aerny (1996) proporciona una estimación simple de los aminoácidos libres y el amonio. Se basa en la valoración de la acidez de los compuestos formados por la reacción del formaldehído con los aminoácidos.

- Proteínas solubles

Se basa en la capacidad de unión del colorante azul brillante Coomassie con las proteínas. Cuando se produce la unión la absorbancia máxima cambia de 465 nm a 595 nm, lo que conlleva un cambio de color de naranja a azul (Murphey et al., 1989).

- Polisacáridos totales

Los polisacáridos se degradan y forman complejos coloreados con fenol, en presencia de ácido sulfúrico, dichos complejos coloreados permiten su determinación a 490 nm. (Segarra et al., 1995).

Para la realización de las características cromáticas, IPT, NFA, PS, PT se ha realizado la medición de las absorbancias mediante un espectrofotómetro UV-Visible (GENESYS 150, Thermo Fisher Scientific, Estados Unidos) en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (ETSIIAA) (Campus de Palencia, Universidad de Valladolid).

3.6. Análisis sensorial

Consumidores

En este estudio participaron un total de 106 catadores sin ningún tipo de entrenamiento, es decir, consumidores, aunque alguno de ellos sí que tenían experiencia previa en la cata de vinos. Las edades de los participantes oscilaban entre los 18 y los 64 años. Del total de 106 consumidores, 47 se identificaron como hombres, 56 como mujeres y 3 prefirieron no especificar el sexo.

Pruebas

Las pruebas se realizaron en la sala de catas de la ETSIIAA y en la sala de catas de la bodega comercial. Las 6 muestras se sirvieron aleatoriamente según un diseño de bloques completos, en catavinos para la degustación de vinos según la Norma UNE 87022:1992, con códigos de tres cifras elegidos al azar. La participación en el estudio era anónima, solo se pedía el género y la edad.

Se realizaron dos métodos de análisis sensorial, la primera parte consistió en una prueba clásica de análisis sensorial, es decir, la evaluación de la aceptabilidad global de cada una de las muestras. La segunda prueba fue *Check-All-That-Apply* (CATA) o “marque todo lo que corresponda”.

Se utilizó una encuesta de Google Forms para recopilar los datos de las pruebas de cata realizadas de forma online y los resultados fueron exportados automáticamente a formato Excel (Microsoft Excel 365).

Aceptabilidad

En esta prueba los consumidores tenían que evaluar la aceptabilidad del color, olor, sabor y aceptabilidad global de cada una de las 6 muestras, de manera individual y mediante una escala hedónica de 9 puntos, siendo 1 “Me disgusta muchísimo” y 9 “Me gusta muchísimo” (Lim, 2011).

Check-All-That-Apply (CATA)

Los consumidores realizaron la prueba *CATA* (*Check-All-That-Apply*) o marque todo lo que corresponda. Estos tenían que analizar de manera ordenada e individualmente cada muestra, y seleccionar todos aquellos atributos que se consideran apropiados según sus criterios para describir las muestras. Se presentó una lista de 18 descriptores, seleccionados en base a la bibliografía (Del Barrio-Galán et al., 2011; Sartor et al., 2021) como se puede ver en la siguiente tabla (Tabla 2):

Tabla 2. Ficha de atributos CATA

N.º	ATRIBUTOS
1	AMARILLO PÁLIDO
2	AMARILLO INTENSO
3	REDUCIDO
4	AROMAS A PANADERÍA
5	AFRUTADO
6	CÍTRICO
7	HERBÁCEO
8	TROPICAL
9	LIMPIO
10	AROMÁTICO
11	ÁCIDO
12	AMARGO
13	DULCE
14	CON VOLUMEN EN BOCA
15	ASTRINGENTE
16	PERSISTENTE
17	ME GUSTA
18	NO ME GUSTA

3.7. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor (factor muestra) de los datos fisicoquímicos y de aceptabilidad de cada muestra empleando como prueba de comparación de medias el Test de Tukey ($p < 0,05$), para ver si existían diferencias estadísticamente significativas en el promedio de las puntuaciones asignadas a cada muestra (Ramírez-Navas, 2012). Para estos análisis, se utilizó el programa IBM SPSS Statistics 26 (IBM, Armonk, EE. UU.) para la prueba de aceptabilidad y Statgraphics Centurion 19 (Statpoint Technologies, Inc., Warrenton, EE. UU.) para el análisis de los parámetros fisicoquímicos.

Después de haber obtenido los resultados del ANOVA, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) con las variables fisicoquímicas y sensoriales de la prueba de aceptabilidad que presentaron diferencias estadísticamente significativas, con el objetivo de caracterizar los vinos en función de las diferentes variables estudiadas, quedando reflejada la mayor cantidad de información posible. Para realizar el ACP se utilizó el programa Statgraphics Centurion 19 (Westad et al., 2003).

Los datos recogidos en la prueba CATA se procesaron contabilizando la frecuencia de elección de cada atributo, es decir, el número de consumidores que utilizan ese atributo para describir cada muestra (Ares, 2015). A continuación, se realizó la prueba Q de Cochran con el fin de identificar, para cada uno de los descriptores, las diferencias significativas entre las muestras. Además, con los atributos que mostraron diferencias estadísticamente significativas, se realizó un Análisis de Correspondencias (AC). Para ambas pruebas se utilizó de nuevo el programa estadístico IBM SPSS Statistics (26.0).

4. Resultados y discusión

4.1. Análisis fisicoquímico

En la Tabla 3 se presentan los valores medios y la desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos analizados en cada una de las muestras de vinos una vez finalizados los 6 meses de crianza sobre lías y, también la letra que indica al subgrupo al que pertenecen en base a las diferencias estadísticamente significativas.

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en los parámetros de grado alcohólico, color a^* (componente de color rojo/verde), H^* (tono) y PS (proteínas solubles).

Sin embargo, se han encontrado diferencias en los siguientes parámetros:

- En cuanto a la acidez total, la muestra F21 es la que presentó un valor más bajo mientras que el valor más alto para este parámetro fue para la muestra AC21. Sin embargo, Gil I Cortiella et al. (2021), de manera contraria, mostraron que los vinos con crianza sobre lías en los huevos de hormigón mostraron la acidez total más alta y el pH más bajo que los depósitos de acero inoxidable. Cabe destacar que el efecto del tipo de recipiente en la acidez de los vinos probablemente estuvo relacionado con el material del que están hechos los depósitos, ya que el hormigón podría liberar varios compuestos inorgánicos en el vino, alterando su equilibrio ácido.

- El pH presentó diferencias estadísticamente significativas en la muestra F21 respecto a todas las demás muestras. El pH del vino de la vendimia 2021 con crianza sobre lías en el fudre es superior (3,51), sin que se observen diferencias estadísticamente significativas con respecto al resto de los vinos del 2021 ni entre los depósitos de los vinos del 2022. Además, este mismo vino mostró el valor más bajo de acidez total, en concordancia con el valor más alto de pH, y se observaron valores similares para los demás vinos.
- Como se puede observar, se han encontrado diferencias significativas en los parámetros de ácido málico y láctico. Esto demuestra que no se ha realizado la fermentación maloláctica en todos los depósitos, observando que en el F21 sí se ha realizado presentando la concentración de ácido málico más baja y la concentración de ácido láctico más alta.
- Aunque haya diferencias estadísticamente significativas respecto a la acidez volátil, desde el punto de vista tecnológico las diferencias son pequeñas. Podemos resaltar que el vino que tiene menos acidez volátil fue la muestra AC22 y el que tiene mayor fue el F21.
- En relación con los azúcares reductores, presentan más azúcares reductores las muestras de la añada 2022 en comparación con la añada 2021.
- La coordenada CIELab L* fue ligeramente menor para el vino con crianza en el depósito de acero inoxidable de la añada 21 (AC21) en comparación con los demás vinos. Según las coordenadas b* y C*, la muestra H22 presentó los valores más bajos el componente de color amarillo/azul y el croma. Las diferencias que se ven en estos casos pueden ser debido a la evolución en botella durante un año de los vinos de la añada 2021, ya que se realizaron las analíticas justo acabadas la crianza sobre lías de los vinos de 2022. Las muestras F21 y H21 presentaron un color amarillo intenso como podemos ver en la Tabla 5. Podemos resaltar que los valores de L* corresponden con un color amarillo oro viejo y los parámetros C* y b* corresponden con un color amarillo paja/pajizo para estas dos muestras (Ortega y col.,1995).
- Además, en cuanto al índice de polifenoles totales no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los vinos con crianza en fudre y huevo de cada añada, presentando diferencias con respecto a la muestra en acero inoxidable. Las muestras F22 y H22 no presentaron diferencias estadísticamente significativas, aunque el valor numérico es mayor para F22. Los compuestos fenólicos son componentes clave del vino que están relacionados con sus parámetros de calidad (Hernández et al., 2006). Estos compuestos no solo contribuyen a las características organolépticas del vino, sino que también son el principal motivo de los cambios de color en el vino, ya que tanto el color

amarillo claro como el indeseable color marrón en los vinos blancos se deben al contenido fenólico y su oxidación (Singleton, 1988).

- En el caso del nitrógeno fácilmente asimilable, se puede decir que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de una misma añada, pero sí hay diferencias entre añadas. Las muestras de la añada 2021 son las que presentan valores significativamente más elevados de NFA que las muestras de la añada 2022. Se ha descrito que el contenido total de compuestos nitrogenados de los vinos aumenta progresivamente durante la crianza sobre lías, que se componen principalmente de proteínas, péptidos y aminoácidos (Lavigne- Cruège et al., 2003).
- Por último, las muestras F21 y AC21 presentaron los valores de polisacáridos totales más bajos y altos, respectivamente. Doco et al. (2003) mostraron que, durante el periodo de crianza sobre lías, los polisacáridos pueden influir en la calidad organoléptica de los vinos y se produce un aumento de estos a medida que el vino está en contacto con sus lías. Además, determinaron que la liberación de manoproteínas durante la crianza del vino es un fenómeno progresivo y lineal, y que el simple contacto del vino con las lías era insuficiente para liberar las manoproteínas, sino que la resuspensión de las lías mediante agitación aumentaba significativamente la cantidad de las macromoléculas extraídas. Los resultados parecen indicar que el tipo de recipiente utilizado durante la crianza del vino podría afectar al contenido de polisacáridos totales del vino, que puede aumentar durante el proceso de crianza sobre lías, quizás debido a una mayor actividad enzimática de las lías de levadura. Podemos observar que el depósito de acero inoxidable en las dos añadas estudiadas presentó mayor contenido de polisacáridos totales en comparación con los demás depósitos.

Tabla 3. Resultados de los análisis fisicoquímicos y su correspondiente ANOVA.

PARÁMETROS		MUESTRAS					
		F21	H21	AC21	F22	H22	AC22
Grado alcohólico (% v/v)	GA	13,40 ± 0,35	13,57 ± 0,12	13,60 ± 0	13,57 ± 0,06	13,60 ± 0	13,37 ± 0,06
Acidez total (g/L)	AT	5,10 ± 0,10 ^a	5,73 ± 0,15 ^{bc}	6,00 ± 0,17 ^c	5,77 ± 0,06 ^{bc}	5,60 ± 0 ^b	5,57 ± 0,06 ^b
pH	pH	3,51 ± 0,03 ^b	3,44 ± 0,02 ^a	3,46 ± 0,02 ^a	3,41 ± 0,01 ^a	3,41 ± 0,01 ^a	3,44 ± 0,01 ^a
Acidez volátil (g/L)	AV	0,46 ± 0,02 ^d	0,41 ± 0,01 ^{bc}	0,44 ± 0,01 ^{cd}	0,41 ± 0,01 ^b	0,39 ± 0 ^{ab}	0,38 ± 0,01 ^a
Málico (g/L)	MAL	0,27 ± 0,06 ^a	1,80 ± 0 ^c	1,87 ± 0,06 ^c	1,60 ± 0 ^b	1,57 ± 0,06 ^b	1,50 ± 0 ^b
Láctico (g/L)	LAC	1,63 ± 0,06 ^c	0,30 ± 0 ^{ab}	0,43 ± 0,15 ^b	0,30 ± 0 ^{ab}	0,20 ± 0 ^a	0,20 ± 0 ^a
Azúcares reductores (%)	AZU	0,87 ± 0,06 ^a	1,20 ± 0,17 ^{ab}	1,00 ± 0,17 ^{ab}	1,33 ± 0,06 ^b	1,30 ± 0,17 ^b	1,30 ± 0 ^b
Índice de polifenoles totales (280 nm)	IPT	11,06 ± 0,15 ^a	10,76 ± 0,25 ^a	11,60 ± 0,13 ^b	12,96 ± 0,18 ^c	12,91 ± 0,10 ^c	11,84 ± 0,16 ^b
Nitrógeno fácilmente asimilable (mg/L)	NFA	84,56 ± 3,96 ^b	92,96 ± 7,92 ^b	91,28 ± 13,46 ^b	45,92 ± 0 ^a	49,84 ± 2,37 ^a	50,96 ± 0,79 ^a

*Letras distintas en la fila denotan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Tabla 3 (continuación). Resultados de los análisis fisicoquímicos y su correspondiente ANOVA.

PARÁMETROS		MUESTRAS					
		F21	H21	AC21	F22	H22	AC22
Claridad	L*	96,77 ± 0,15 ^b	98,03 ± 0,12 ^b	93,40 ± 0,62 ^a	97,40 ± 0,96 ^b	97,30 ± 1,73 ^b	98,23 ± 0,21 ^b
Componente de color rojo/verde	a*	-2,56 ± 3,21	-0,68 ± 0,05	-0,77 ± 0,22	-2,37 ± 2,06	-0,51 ± 0,12	-0,93 ± 0,36
Componente de color amarillo/azul	b*	8,48 ± 1,23 ^{bc}	7,65 ± 0,20 ^{ab}	9,59 ± 0,15 ^c	6,78 ± 0,72 ^{ab}	6,02 ± 0,12 ^a	6,84 ± 0,55 ^{ab}
Tono (°)	H*	106,75 ± 21,45	95,13 ± 0,46	94,59 ± 1,29	108,85 ± 16,49	94,85 ± 1,25	97,61 ± 2,59
Croma	C*	9,30 ± 0,27 ^c	7,68 ± 0,20 ^b	9,62 ± 0,15 ^c	7,39 ± 0,51 ^b	6,04 ± 0,11 ^a	6,91 ± 0,58 ^{ab}
Proteínas solubles (mg/L)	PS	73,19 ± 5,34	72,62 ± 4,58	69,93 ± 4,58	70,68 ± 5,18	71,94 ± 3,53	75,24 ± 4,31
Polisacáridos totales (mg/L)	PT	183,15 ± 11,01 ^a	206,87 ± 26,12 ^{ab}	262,31 ± 20,1 ^b	197,77 ± 14,82 ^{ab}	204,94 ± 24,96 ^{ab}	259,82 ± 57,84 ^b

*Letras distintas en la fila denotan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

4.2. Análisis sensorial

4.2.1. Aceptabilidad

En la Tabla 4 se presentan los valores medios y la desviación estándar de los parámetros evaluados por los 106 consumidores en la prueba de aceptabilidad, en cada una de las muestras de vinos una vez finalizados los 6 meses de crianza sobre lías. En este caso, los resultados obtenidos en el ANOVA muestran diferencias estadísticamente significativas en todas las características evaluadas excepto en la aceptabilidad del sabor (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados de la prueba aceptabilidad y su correspondiente ANOVA.

	MUESTRAS					
	F21	H21	AC21	F22	H22	AC22
COLOR	6,7 ± 1,7 ^{bc}	6,6 ± 1,5 ^{bc}	4,9 ± 1,8 ^a	6,8 ± 1,7 ^c	6,1 ± 1,8 ^b	7,2 ± 1,3 ^c
OLOR	6,7 ± 1,9 ^b	6,4 ± 1,8 ^{ab}	6,1 ± 1,7 ^{ab}	6,1 ± 1,8 ^{ab}	6,0 ± 1,6 ^a	6,1 ± 1,7 ^{ab}
SABOR	6,3 ± 1,9	6,1 ± 1,9	5,7 ± 2,0	5,8 ± 2,1	6,2 ± 1,6	6,4 ± 1,7
ACEPTABILIDAD GLOBAL	6,6 ± 1,7 ^b	6,3 ± 1,6 ^b	5,6 ± 1,6 ^a	6,1 ± 1,8 ^{ab}	6,2 ± 1,5 ^{ab}	6,5 ± 1,4 ^b

*Letras distintas en la fila denotan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Las barricas de roble influyen significativamente en el aroma, el color y la estabilidad del vino. Garde-Cerdán y Ancín- Apilicueta (2006) revisaron una variedad de factores que tienen un fuerte impacto en las propiedades sensoriales. Según Chatonnet et al. (1992), la crianza del vino sobre lías evita que el sabor y el aroma de la madera tengan un excesivo predominio sobre los demás aromas del vino.

Los valores medios en cuanto a la aceptabilidad del color oscilaron entre 4,9 para la muestra AC21, mostrando diferencias estadísticamente significativas con todas las muestras, y 7,2 para la muestra AC22. Por lo que, la muestra AC21 gustó menos respecto al color, en comparación con la muestra AC22 que fue la que más gustó en el color.

En relación con la aceptabilidad del olor, los valores medios fluctuaron entre 6,0 para la muestra H22 que gustó menos respecto a F21 con una puntuación media de 6,7.

Por último, los valores medios de la aceptabilidad global variaron entre 5,6 para AC21 y 6,6 para F21, con diferencias estadísticamente significativas entre la muestra AC21 y las muestras F21, H21 y AC22.

Las muestras F21 y AC22 presentan valores muy similares de aceptabilidad global y fueron las muestras que más han gustado de manera global, mientras que la muestra AC21 fue la que menos gustó.

Se puede observar, que la muestra F21 gustó mucho en todos los parámetros evaluados, menos en el color.

4.2.2. CATA

La prueba Q de Cochran nos permitió ver cómo discriminaban los consumidores las muestras por atributos en función de la prueba CATA. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras en 4 atributos de los 18 atributos expuestos: amarillo pálido, amarillo intenso, afrutado y limpio (Tabla 5).

Tabla 5. Frecuencia con la que los 106 consumidores utilizaron los términos CATA para describir cada muestra y resultados de la prueba de Q de Cochran.

N.º	ATRIBUTOS	MUESTRAS					
		F21	H21	AC21	F22	H22	AC22
1	AMARILLO PÁLIDO ^s	27	27	41	44	47	48
2	AMARILLO INTENSO ^s	41	41	24	12	16	19
3	REDUCIDO ^{ns}	6	6	10	11	16	6
4	AROMAS A PANADERÍA ^{ns}	21	21	17	11	16	18
5	AFRUTADO ^s	46	46	31	32	34	40
6	CÍTRICO ^{ns}	24	24	27	34	25	35
7	HERBÁCEO ^{ns}	13	13	19	22	17	20
8	TROPICAL ^{ns}	29	29	19	22	22	27
9	LIMPIO ^s	56	56	22	49	37	57
10	AROMÁTICO ^{ns}	46	46	33	39	35	40
11	ÁCIDO ^{ns}	25	25	36	37	31	32
12	AMARGO ^{ns}	21	21	30	30	27	23
13	DULCE ^{ns}	11	11	16	11	7	14
14	CON VOLUMEN EN BOCA ^{ns}	30	30	29	17	25	26
15	ASTRINGENTE ^{ns}	9	9	14	11	11	12
16	PERSISTENTE ^{ns}	33	33	34	21	29	31

17	ME GUSTA ^{ns}	47	47	36	38	33	37
18	NO ME GUSTA ^{ns}	16	16	20	19	22	15

El superíndice ns indica diferencias no significativas ($p > 0,05$) y s indica diferencias significativas ($p < 0,05$) de acuerdo con la prueba Q de Cochran.

Se puede decir que las muestras AC21, F22, H22 y AC22 se caracterizan por tener un color amarillo más pálido, y las muestras F21 y H21 por un color amarillo intenso, en función de la frecuencia de citación de los atributos. Según el estudio de Del Barrio-Galán et al. (2011) indicaron que las lías y los productos derivados de levaduras pueden interactuar o adsorber algunos de los compuestos fenólicos presentes en los vinos, por tanto, las lías pueden utilizarse como agentes para reducir el pardeamiento de los vinos blancos.

Con respecto al atributo afrutado, podemos observar en la Tabla 5 que las muestras más afrutadas son F21 y H21, respectivamente, y la menos afrutada la AC21. En el mismo trabajo anterior Del Barrio-Galán et al. (2011) mostró que el vino tratado con levaduras presentó un aroma afrutado más intenso respecto al vino control. Esto podría deberse a la interacción entre los compuestos volátiles y otros metabolitos como las manoproteínas y/u otros polisacáridos liberados por las lías.

Como se ha visto en la prueba de aceptabilidad, el vino que menos gustó de manera global fue la muestra AC21. Y como se puede ver en la prueba CATA también fue el que menos frecuencia de citación presentó para afrutado, uno de los atributos en los cuales se han encontrado diferencias estadísticamente significativas.

En cuanto al atributo limpio podemos observar en la tabla que el que menos limpio está es el AC21, que coincide con el vino que menor aceptabilidad global presentó.

La Figura 2 muestra los resultados del AC con los atributos significativos en la prueba Q de Cochran y las muestras evaluadas. La dimensión 1 representó el 75,4 % de los datos, mientras que la dimensión 2 representó el 24,5 %, explicando un total del 99,9 % de la variabilidad de los datos. Los valores superiores al 70 % con participantes no entrenados suelen considerarse buenos (Vieira et al., 2020).

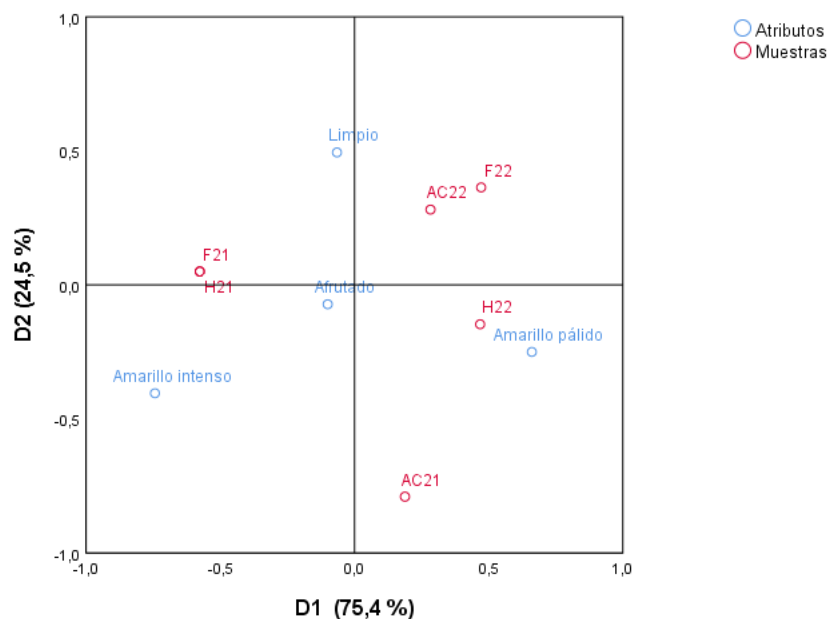


Figura 2. Representaciones de muestras y términos significativos mediante análisis de correspondencias obtenidas mediante la prueba CATA.

La dimensión 1 está relacionada positivamente con el atributo amarillo pálido y negativamente con amarillo intenso. En cambio, la dimensión 2 está relacionada positivamente con limpio. El atributo afrutado aparece en el centro y por lo tanto no está relacionado con ninguna dimensión.

Los términos “amarillo intenso”, “limpio” y “afrutado”, se asociaron con las dos muestras F21 y H21. Coincidiendo con la puntuación más alta en la aceptabilidad global de la muestra F21, como se ha visto en la Tabla 4.

Cabe destacar que las muestras F21 y H21 han sufrido una mayor evolución del color, debido probablemente a la microoxigenación que se produce por las paredes de los depósitos de madera y hormigón, a diferencia de lo que ocurre en el depósito de acero inoxidable que no es poroso. Por esta razón podrían presentar un color amarillo intenso (Fornairon-Bonnefond et al., 2001; Riberéau-Gayón et al., 2006).

Además, esta microoxigenación ha favorecido que se conserve el carácter afrutado de los vinos en las muestras F21 y H21, a diferencia de lo que se observa en el depósito de acero inoxidable (AC21). Las lías consumen oxígeno y en un depósito de acero inoxidable puede tener lugar una reducción del vino que reduzca la percepción del atributo afrutado de los vinos (Lavigne y Dubourdieu, 1996; Ribéreau-Gayon et al., 2006). En efecto, observando la Tabla 5 se puede ver que, aunque no haya diferencias estadísticamente significativas en el atributo reducido, el vino AC21 presentó una frecuencia mayor de citación en el atributo reducido que los vinos F21 y H21.

Finalmente, los términos “amarillo pálido” aparecen asociados a las muestras AC21 y H22, que reciben la puntuación más baja en el color dentro de la prueba de aceptabilidad global.

4.3. Análisis de componentes principales

Se realizó un ACP con los datos obtenidos en los análisis fisicoquímicos y sensoriales de la prueba de aceptabilidad en los que se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

En la Figura 3 se muestra la distribución de las muestras y de los parámetros analizados, tanto fisicoquímicos como de aceptabilidad en el espacio vectorial definido por las componentes principales 1 (CP1) y 2 (CP2). Y la Tabla 6 muestra la distribución del peso de cada componente en las diferentes variables. Estas componentes principales explican el 84,61 % de la varianza total de los datos. La CP1 muestra el 51,54 % de la variabilidad de los datos y está correlacionada de forma positiva según la Tabla 6 con pH, AV, LAC, b*, C*, NFA, aceptabilidad del olor y global y de forma negativa para los que tiene valor negativo según la Tabla 6 (AT, MAL, AZU, IPT, L*, PT y aceptabilidad del color). De otro modo, la CP2 explica el 33,07 % de la variabilidad de los datos y se correlaciona positivamente con pH, LAC, AZU, IPT, L*, aceptabilidad del color, olor y global; y negativamente con AT, AV, MAL, b*, C*, NFA y PT.

Tabla 6. Pesos de los componentes en el ACP. Códigos: AT: acidez total; pH; AV: acidez volátil; MAL: ácido málico; LAC: ácido láctico; AZU: azúcares reductores; IPT: índice de polifenoles totales; L: claridad; b*: componente de color amarillo/azul; C*: croma; NFA: nitrógeno fácilmente asimilable; PT: polisacáridos totales; aceptabilidad del color, olor y global.*

Variables	CP1	CP2
AT	-0,169385	-0,375235
pH	0,345849	0,0532608
AV	0,333124	-0,0744157
MAL	-0,241945	-0,292311
LAC	0,320287	0,167774
AZU	-0,351002	0,0641555
IPT	-0,260673	0,0000306434
L*	-0,152793	0,376188
b*	0,287399	-0,257352
C*	0,315812	-0,182515
NFA	0,279176	-0,167034
PT	-0,0732584	-0,28629
Aceptabilidad del color	-0,0859729	0,388196
Aceptabilidad del olor	0,298702	0,221605
Aceptabilidad global	0,0533849	0,42707

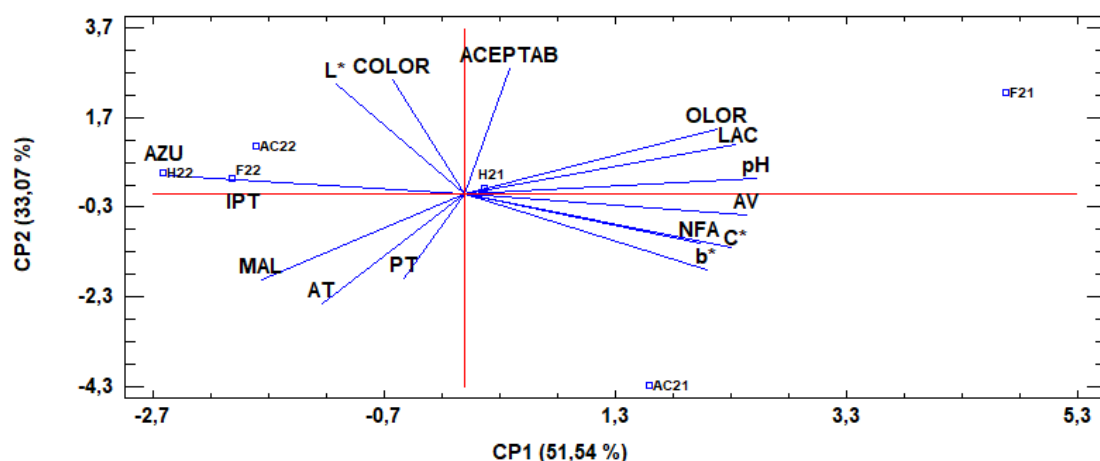


Figura 3. Análisis por componentes principales de las muestras de vino y las características fisicoquímicas y sensoriales. Códigos: AT: acidez total (g/L ácido tartárico), pH, AV: acidez volátil (g/L ácido acético), MAL: málico (g/L ácido málico), LAC: láctico (g/L ácido láctico), AZU: azúcares reductores (%), IPT: índice de polifenoles totales, Parámetros de color: L* (claridad), b* (componente de color amarillo/azul) y C* (croma), NFA: nitrógeno fácilmente asimilable (mg/L); PT: polisacáridos totales (mg glucosa/L); F21: fudre 21; H21: huevo 21; AC21: acero inoxidable 21; F22: fudre 22; H22: huevo 22; AC22: acero inoxidable 22.

Las muestras se separaron según la añada. Se puede ver que los vinos del 2021 se encontraron a valores positivos de la CP1 y los del 2022 a valores negativos de la CP1. Los vinos de 2021 se caracterizaron por tener altos valores de pH, AV, LAC, b*, C*, NFA, aceptabilidad del color y global, mientras que los vinos del 2022 presentaron altos valores para AT, MAL, AZU, IPT, L* PT y aceptabilidad del color.

Además, los vinos de la añada 2022 se encuentran juntos formando un grupo, mientras que los vinos de la añada 2021 se encuentran dispersos al lado derecho de la CP1. Se puede señalar que F21 presenta valores positivos de CP1 y CP2, mientras que AC21 se encuentra a valores positivos de CP1, pero negativos para CP2. Esta distribución puede indicar que el efecto del tipo de depósito fue mayor en la vendimia del 2021 que en la vendimia del 2022.

En los extremos de la gráfica se encuentran las muestras F21 y AC21 indicativo de ser significativamente diferentes al resto. En el caso del F21 se caracterizó por altos valores de aceptabilidad del olor, LAC, pH y aceptabilidad global, mientras que la muestra AC21 se caracterizó por NFA, las características cromáticas (C* y b*) y AV.

El resto de los vinos (añada 2022) forman un solo grupo caracterizado por altos valores de AZU e IPT, haciendo coincidir con los valores más altos de los parámetros fisicoquímicos.

La muestra F21 fue la muestra que más gustó en olor y además se caracterizó por una alta frecuencia de citación para el atributo afrutado. También presentó una alta concentración de ácido láctico, lo que indicó que esta muestra había realizado la fermentación maloláctica, lo que probablemente ayudó a dar más complejidad aromática al vino (Styger et al., 2011) y a mejorar su aceptabilidad en olor.

En cuanto al NFA, las muestras que se encuentran a su alrededor son H21 y AC21, que presentaron los valores más altos.

Finalmente, prácticamente en el centro de la gráfica se encuentra H21, lo que nos indica que no se caracteriza por ninguno de los parámetros que se han analizado.

5. Conclusiones

La idea de realizar este tipo de estudio surgió de mi periodo de prácticas en una bodega y encontré muy interesante la oportunidad que me ofrecieron para realizar este TFG. Lo deseable en estos estudios es la realización de los ensayos por triplicado. En mi caso este factor se ha visto limitado y no ha sido posible realizar la repetición debido a la falta de depósitos disponibles en la bodega comercial, por lo que los resultados no son totalmente extrapolables ni representativos. A pesar de las limitaciones, este estudio proporciona información valiosa y puede servir como punto de partida para investigaciones futuras más completas y exhaustivas.

Tras realizar el estudio de los resultados obtenidos, se observan las siguientes conclusiones:

- El vino F21 fue el más valorado por los consumidores tanto en olor y sabor, como en aceptabilidad global, y se caracterizó por el atributo afrutado. Además, fue el vino menos ácido y el único vino que realizó la fermentación maloláctica.
- El vino AC21 con crianza sobre lías en depósito de acero inoxidable fue el que menos gustó y presentó los valores más bajos en la frecuencia de citación en los atributos afrutado y limpio.
- En la prueba de aceptabilidad se observó que los vinos de la añada 2021 tuvieron un color más intenso debido a que habían evolucionado durante un año en botella y fueron mejor valorados por los consumidores.

A la vista de los resultados presentados, cabe señalar que los diferentes tipos de recipientes utilizados para realizar este estudio fueron adecuados para la producción de vino blanco Verdejo con crianza sobre lías, aunque se puede decir que el efecto del tipo de depósito fue mayor en la vendimia del 2021 que en la vendimia del 2022.

Sin embargo, es necesario realizar más estudios sobre el impacto del tipo de depósito sobre la calidad de vinos blancos con crianza sobre lías, sugiriendo períodos más largos de crianza dentro de los depósitos para observar cambios más significativos e incluyendo al menos un duplicado de cada depósito.

6. Bibliografía

Aerny, J. (1996). Composés azotés des moûts et des vins. *Revue Suisse Viticulture Arboriculture Horticulture*, 28 (3), 161-165.

Ares, G. (2015). Methodological challenges in sensory characterization. *Current Opinion in Food Science* (Vol. 3), 1–5.

Atanasova, V., Fulcrand, H., Cheynier, V., & Moutounet, M. (2002). Effect of oxygenation on polyphenol changes occurring in the course of wine-making. In *Analytica Chimica Acta* (Vol. 458).

Boidron, J. N., Chatonnet, P., & Pons, M. (1988). Influence du bois sur certaines substances odorantes des vins. *Connecticut Vigne Vin*, 22, 275–294.

Chatonnet, P. (1992). Les composés aromatiques du bois de chêne cédés aux vins. Influence des opérations de chauffe en tonnellerie. In *Le bois et la qualité- des vins et des eaux-de-vie. J. Inter. Ciencia. Vigne Vin*, 81–91.

Chatonnet, P., Dubourdieu, D. & Boidron, JN (1992). Incidence des conditions de fermentation et d'élevage des vins blancs secs en barriques sur leur composition en substances cédées par le bois de chêne. *Sciences des aliments*, 12 (4), 665–685.

Chatonnet, P., Dubourdieu, D., & Boidron, J. N. (1992). Incidence of fermentation and aging conditions of dry white wines in barrels on their composition in substances yielded by oak wood. *Sciences Des Aliments*, 12(4), 665–685.

Del Barrio-Galán, R., Pérez-Magariño, S., Ortega-Heras, M., Williams, P., & Doco, T. (2011). Effect of aging on lees and of three different dry yeast derivative products on verdejo white wine composition and sensorial characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(23), 12433–12442.

Del Barrio-Galán, R., Pérez-Magariño, S., Ortega-Heras, M., Guadalupe, Z., & Ayestarán, B. (2012). Polysaccharide characterization of commercial dry yeast preparations and their effect on white and red wine composition. *LWT*, 48(2), 215–223.

Delso, M. (2015). Estudio de la influencia del depósito ovoide de hormigón en la elaboración y evolución de vinos blancos. Trabajo de fin de grado. Universidad de la Rioja. Logroño. (Julio de 2015).

Doco, T., Vuchot, P., Cheynier, V., & Moutounet, M. (2003). Structural modification of wine arabinogalactans during aging on lees. *American Journal of Enology and Viticulture*, 54(3), 150–157.

Feuillat, M. (2003). Yeast macromolecules: origin, composition and enological interest. *American Journal of Enology and Viticulture*, 54 (3), 211–213.

Fornairon-Bonnefond, C., Camarasa, C., Moutounet, M., & Salmon, J.-M. (2001). New trends on yeast autolysis and wine ageing on lees: a bibliographic review. *OENO Uno*, 35 (2), 57–78.

Garde-Cerdán, T., & Ancín-Azpilicueta, C. (2006). Review of quality factors on wine ageing in oak barrels. *Trends in Food Science and Technology*, 17 (8), 438–447.

Gil I Cortiella, M., Úbeda, C., Covarrubias, J. I., & Peña-Neira, Á. (2020). Chemical, physical, and sensory attributes of Sauvignon blanc wine fermented in different kinds of vessels. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 66.

Gil I Cortiella, M., Ubeda, C., Covarrubias, J. I., Laurie, V. F., & Peña-Neira, Á. (2021). Chemical and physical implications of the use of alternative vessels to oak barrels during the production of white wines. *Molecules*, 26(3), 554.

Hernández, T., Estrella, I., Carlavilla, D., Martín-Álvarez, P. J., & Moreno-Arribas, M. V. (2006). Phenolic compounds in red wine subjected to industrial malolactic fermentation and ageing on lees. *Analytica Chimica Acta*, 563, 116–125.

International Organization of Vine and Wine. (2006). Compendium of international methods of analysis-OIV. Chromatic Characteristics.

Jackson, RS (2008). La ciencia del vino: principios y aplicaciones. Prensa académica. (8), 441–451.

Kosseva, M.R., Joshi, V.K., Panesar, P.S., (2017). Chapter 7 - Specific Features of Table Wine Production Technology, *Science and Technology of Fruit Wine Production*. Academic Press, San Diego. 295–461.

Lavigne, V., & Dubourdieu, D. (1996). Mise en évidence et interprétation de l'aptitude des lies à éliminer certains thiols volatils du vin demonstration and interpretation of the yeast lee ability to adsorb certain volatile thiols contained in wine. In J. *Inter. Ciencia Vige Vin*, 30, 201–206.

Lavigne-Cruège V., Pons A., Choné X., Dubourdieu D. (2003). Rôle du glutathion sur l'évolution aromatique des vins blancs secs. In *Œnologie*, 385–387.

Lim, J. (2011). Hedonic scaling: A review of methods and theory. *Food Quality and Preference*, 22 (8), 733–747.

Michel, J., Jourdes, M., Silva, M. A., Giordanengo, T., Mourey, N., & Teissedre, P. L. (2011). Impact of concentration of ellagitannins in oak wood on their levels and organoleptic influence in red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10), 5677–5683.

Montalvo, F. F., García-Alcaraz, J. L., Cámara, E. M., Jiménez-Macías, E., & Blanco-Fernández, J. (2021). Environmental impact of wine fermentation in steel and concrete tanks. *Journal of Cleaner Production*, 278.

Morata, A., Calderón, F., González, M. C., Colomo, B., & Suárez, J. A. (2005). Crianza sobre lías, chips y microoxigenación, utilización conjunta en el envejecimiento de vinos tintos. Ventajas del uso de levaduras seleccionadas. *Enólogos*. 34, 52–56.

Murphey, J. M., Powers, J. R., & Spayd, S. E. (1989). Estimation of soluble protein concentration of white wines using coomassie brilliant blue G-250. *American Journal of Enology and Viticulture*. 40, 189–193.

Navarro, M., Kontoudakis, N., Giordanengo, T., Gómez-Alonso, S., García-Romero, E., Fort, F., Canals, J. M., Hermosín-Gutiérrez, I., & Zamora, F. (2016). Oxygen

consumption by oak chips in a model wine solution; Influence of the botanical origin, toast level and ellagitannin content. *Food Chemistry*, 199, 822–827.

Navarro, M., Kontoudakis, N., Gómez-Alonso, S., García-Romero, E., Canals, J. M., Hermosín-Gutiérrez, I., & Zamora, F. (2016). Influence of the botanical origin and toasting level on the ellagitannin content of wines aged in new and used oak barrels. *Food Research International*, 87, 197–203.

Navarro, M., Kontoudakis, N., Gómez-Alonso, S., García-Romero, E., Canals, J. M., Hermosín-Gutiérrez, I., & Zamora, F. (2018). Influence of the volatile substances released by oak barrels into a Cabernet Sauvignon red wine and a discolored Macabeo white wine on sensory appreciation by a trained panel. *European Food Research Technology*, 244, 245–258.

Quinn, M. K., & Singleton, V. L. (1985). Isolation and identification of ellagitannins from white oak wood and an estimation of their roles in wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36, 14–155.

Ramírez, G., Chassagne, D., Feuillat, M., Voilley, A., & Charpentier, C. (2004). Effect of wine constituents on aroma compound sorption by oak wood in a model system. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55, 22–26.

Ramírez-Navas, J. S. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. Revista *RECITEIA*, 12(1), 83–102.

Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Doneche, B., & Lonvaud, A. (2006). Handbook of enology. The microbiology of wine and vinifications, (2nd (ed.)). (Vol. I). New York: John Wiley & Sons.

Salgado, C. M., Fernández-Fernández, E., Palacio, L., Hernández, A., & Prádanos, P. (2015). Alcohol reduction in red and white wines by nanofiltration of musts before fermentation. *Food and Bioproducts Processing*, 96, 285–295.

Sartor, S., Burin, V. M., Caliari, V., & Bordignon-Luiz, M. T. (2021). Profiling of free amino acids in sparkling wines during over-lees aging and evaluation of sensory properties. *LWT*, 140.

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. Trabajo Fin de Máster. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. (Julio de 2012).

Segarra, I., Lao, C., Lopez-Tamames, E., De, M. C., & Torre-Boronat, L. A. (1995). Spectrophotometric Methods for the Analysis of Polysaccharide Levels in Winemaking Products. *American Journal of Enology and Viticulture*. 46, 564–570.

Singleton, V. L. (1988). Wine phenols. In *H. F. Linskens & J. F. Jackson (Eds.), Wine analysis*, 11–18.

Styger, G., Prior, B., & Bauer, F. F. (2011). Wine flavor and aroma. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 38(9), 1145–1159.

UNE 87022 (1992). Análisis sensorial. Utensilios. Copa para la degustación de vinos.

Vidal, S., Francis, L., Williams, P., Kwiatkowski, M., Gawel, R., Cheynier, V., et al. (2004b). The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in a wine like medium. *Food Chemistry*, 85(4), 519–525.

Westad, F., Hersleth, M., Lea, P., & Martens, H. (2003). Variable selection in PCA in sensory descriptive and consumer data. *Food Quality and Preference*, 14(5–6), 463–472.

Zamora, F. (2003). Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos. AMV Ediciones.

Zamora, F. (2021). Barrel aging of white wines. In *White Wine Technology*, 269–279.