



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Enología

Estudio del uso de alternativos y barricas en
la vinificación de uva Verdejo

Alumno/a: Mónica Alonso de la Fuente

Tutora: María del Álamo Sanza

Cotutora: Ana María Martínez Gil

Junio 2018

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1 Uso de productos alternativos en el vino	2
2.2 Cesión de compuestos de la madera al vino	4
3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	5
4. MATERIALES Y MÉTODOS	6
4.1 Uva Verdejo	6
4.2 Madera de roble francés	6
4.3 Vinificación	6
4.4 Aditivos añadidos	7
4.5 Diseño experimental	8
4.6 Métodos de análisis	10
4.6.1 Análisis químicos.....	10
4.6.2 Análisis sensorial.....	11
4.6.3 Análisis estadístico.....	12
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
5.1 Parámetros enológicos básicos e IPT	12
5.2 Compuestos fenólicos cedidos por la madera. Evolución de los vinos ..	16
5.3 Análisis sensorial y estadístico	20
5.3.1 Cata de escala.....	20
5.3.2 Cata de preferencia y aceptabilidad	24
6. CONCLUSIONES	26
7. BIBLIOGRAFÍA	27

1. RESUMEN

Actualmente, el uso de productos alternativos a la barrica de roble está a la orden del día, sobre todo en zonas vitivinícolas donde la legislación lo permite, debido a su reciente incorporación al mundo enológico. Por ello, es importante realizar un buen uso de estos productos alternativos, ya que, para hacer un proceso comparable a la crianza tradicional de los vinos, se debe tratar de reproducir lo que ocurre dentro de la barrica. Las últimas tendencias en elaboración de vinos blancos suponen la adición de madera, por ello, el presente trabajo presenta los resultados de un estudio, tanto analítico como sensorial, de un vino blanco elaborado con la variedad Verdejo de la D.O. Rueda, empleando distintas dosis y formatos de aplicación de madera.

Concretamente, se ha evaluado el efecto en la vinificación del uso de productos alternativos tales como astillas y cubos de roble francés frente al empleo del sistema tradicional que es la barrica de roble, evaluándose tanto la evolución de la extracción de compuestos de la madera como las percepciones y/o diferencias sensoriales de los distintos vinos obtenidos tras ser sometidos al contacto con madera de roble francés.

Tras el tratamiento de los datos, se observa que el uso de madera en vinificación en formatos alternativos a la barrica de roble tradicional no sólo nos permite abaratar los costes de producción, sino que nos permite hacerlo obteniendo unos resultados analíticos próximos a los del tratamiento con barrica y que reciben la aceptación organoléptica del consumidor. Ello va a depender de la gestión de estos productos por parte del enólogo, en base a las dosis y los formatos de aplicación, en función del perfil sensorial que se desea obtener.

ABSTRACT

Nowadays, the use of alternative products to the oak barrel is the order of the day, especially in wine areas where legislation allows this, due to its recent incorporation into the wine world. Therefore, it is important to make good use of these alternative products since in order to make this process comparable with the traditional aging of wines, you must try to reproduce what happens inside the barrel. The latest trends in white wine production involve the addition of wood, therefore, this work presents the results of a study, both analytical and sensorial, of a white wine made with the Verdejo variety of D.O. Rueda, using different dosis and formats of wood application.

Specifically, the effect on the vinification of the use of alternative products such as French oak chips and cubes has been evaluated, compared with the use of the traditional system that is the oak barrel, evaluating both the evolution of the extraction of wood compounds and perceptions and/or sensory differences of the different wines obtained after being subjected to contact with French oak.

After dealing with the data, it is observed that the use of wood in winemaking in alternative formats of the traditional oak barrel not only allows us to lower the production costs, but also enables us to do so by obtaining analytical results close to those of the treatment with barrel and receive the organoleptic acceptance of the consumer. This will depend on the management of these products by the winemaker, based on the doss and application formats, depending on the sensory profile that one wishes to obtain.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Uso de productos alternativos en el vino

La gran incorporación de los productos alternativos a las barricas (astillas, cubos, tablones etc) como práctica enológica en casi todas las zonas vitivinícolas del mundo, pretenden imitar los resultados de la estancia de un vino en barrica, con la gran ventaja de ser un proceso más versátil y económico. Así, nos podemos encontrar, por ejemplo, vinos blancos que han sido fermentados en depósitos de acero inoxidable y en contacto con alternativos dispuestos en su interior.

La adición de productos alternativos al vino está regulada en la Comunidad Europea(CE), Reglamento CE Nº 1507/2006, que define las normas para la utilización de trozos de madera en la elaboración de vinos y sus condiciones de etiquetado, posteriormente cada país perteneciente a la CE tiene que realizar sus propias regulaciones con el fin de aplicar este reglamento. En España su uso está permitido, sin que haya obligación de indicarlo en la etiqueta, aunque no puede mencionarse términos como "fermentado", "envejecido" o "criado" en barrica en el etiquetado. La regulación en España, Real Decreto 1365/2007, recae en manos de cada Denominación de Origen. En los países emergentes, Chile, Argentina, Australia, Sudáfrica y Estados Unidos, no hay regulaciones restrictivas al respecto.

Hoy en día se pueden encontrar en el mercado diferentes productos alternativos (figura 1) atendiendo principalmente a su tamaño como son:

- El polvo de roble y los granulados. De un tamaño inferior a los 2 mm que indica la reglamentación, son pequeños fragmentos de madera de roble.
- Astillas o virutas. Trozos de madera de roble poco homogéneos entre sí, de tamaños que oscilan entre los 10x10x2 mm³ y los 30x20x5mm³.
- Fragmentos de roble. Este tipo de productos tienen un tamaño mayor que las virutas y, son producidos mediante el aserrado de forma más o menos uniforme de tablillas de roble de un grosor determinado. Se diferencian:
 - Cubos: Fragmentos de madera de roble homogéneos cuyas dimensiones son 10x10x10mm³ y 18x15x13mm³.
 - Dominó: Se denomina de esta forma a los alternativos cuya forma es similar a la de las fichas de dominó, con unas dimensiones de 50x20x10mm³ y 65x27x12mm³.
 - Bloques: Fragmentos cuadrados con unas dimensiones de 50x50x12mm³.

Todos ellos se tienden a utilizar en bolsas de tipo infusión de uso alimentario que suelen ser anclados en la parte inferior de los depósitos.

- Tablones o travesaños. Se trata de piezas de roble de una forma más o menos rectangular, al contrario que las anteriores pueden ser utilizadas de diversas formas como por ejemplo sumergidas y ancladas en el fondo de los depósitos o adosados a las paredes de los mismos mediante unos bastidores. Las medidas de este tipo de alternativos son muy variables.



Figura 1. Productos alternativos. Fuente: Del Álamo, 2006

El uso de alternativos permite mezclar diversos tipos de madera y tostados para conseguir los matices deseados.

A la hora de trabajar con alternativos con el fin de imitar a los vinos envejecidos de forma tradicional en barricas, es muy importante hacer una buena gestión de los mismos. La dosis de virutas empleada suele abarcar un amplio rango que oscila entre 1 y 10 gramos por litro en función del tamaño. Realmente la dosis debe ser tal que la relación superficie/volumen sea lo más similar posible a la que presentan los vinos sometidos al sistema tradicional de crianza en barricas de roble (Del Álamo *et al.*, 2008, Del Álamo *et al.*, 2010, Fernández de Simón *et al.*, 2010a,b). La barrica de roble usada normalmente para la crianza, de 225 litros de capacidad, tiene una superficie interna de 2m² en contacto con el vino. Para imitar estas condiciones con el uso de alternativos se debe dosificar teniendo en cuenta la superficie del producto utilizado y no el peso como recomiendan muchos de los fabricantes.

Esta práctica, generalizada en la mayoría de regiones vitivinícolas no europeas, empieza a ser estudiada hace más de medio siglo, se estudia la cantidad y el tipo de sustancias que son extraídas de las astillas de roble en relación a la graduación alcohólica de las soluciones hidroalcohólicas empleadas y el tiempo de contacto. (Singleton *et al.*, 1961). Desde entonces varios han sido los estudios realizados, empleando diferentes condiciones, con el fin de evaluar las implicaciones de poner en contacto productos alternativos de roble con soluciones que simulan el vino. Estudios que evidencian factores que pueden influenciar en las características de los vinos que han sido tratados con alternativos, como son el origen geográfico y la especie del roble utilizados, el tipo de tostado, el tamaño, la dosis, la tonelería, el tiempo de contacto, así como la adición de oxígeno durante ese periodo (Eiriz. 2007).

2.2 Cesión de compuestos de la madera al vino

La madera de roble curada, está compuesta por una fracción mayoritaria de celulosa (40-50%), hemicelulosa (20-35%) y lignina (15-35%), y por una fracción minoritaria de taninos elágicos (10%), y otros componentes (5%) (Hidalgo, 2003; Zamora, 2003).

Algunos de estos compuestos, junto con los que se originan en los procesos de secado y tostado de las duelas, que formarán las futuras barricas o productos alternativos, pueden ser liberados durante el contacto con la madera participando activamente en el aroma y sabor del vino. Los compuestos no volátiles que participan en el sabor son básicamente compuestos fenólicos, que pueden agruparse como ácidos fenoles, taninos gálicos, taninos elágicos, cumarinas y flavanoles. Entre los ácidos fenoles se encuentra el ácido gálico, este compuesto también se forma por hidrólisis ácida de los taninos gálicos o galotaninos, que son taninos hidrolizables presentes mayoritariamente en la madera (Zamora, 2003).

Existen otros compuestos aromáticos volátiles, procedentes de la madera de roble que se originan durante el proceso de tostado mediante la degradación térmica de la madera. (Tabla 1). Estos compuestos son cedidos al vino e intervienen en las propiedades organolépticas de los vinos al estar en contacto con ellos. El tostado de la madera incrementa las cantidades de algunos de estos compuestos, además de conducir también a la formación de nuevos compuestos. Los aldehídos furánicos (tales como el furfural), formados a partir de la degradación de carbohidratos y responsables de los aromas “tostados” y los compuestos derivados de la degradación de lignina (vainillina, acetofenona, guayacol), tienen a formarse durante el proceso de tostado de la madera de roble. Otros compuestos son producidos a través de la reacción de Maillard, como el maltol y las metipirazinas, compuestos relacionados con los descriptores aromáticos de caramelo, café y pan tostado. (Chatonnet, 1998; Cutzach, Chatonnet, Henry & Dubourdiou, 1997; Guchu, E., 2006)

Tabla 1: Compuestos volátiles procedentes de la madera de roble. Fuente: Zamora, F., 2003.

Familia	Compuesto	Descriptor	Origen
Compuestos furánicos	Furfural	Almendras tostadas y caramelo	Hemicelulosa
Cetonas cíclicas Heterociclos nitrogenados	Maltol Dimetilpirazinas	Caramelo, tostado Café, cacao, pan tostado	Glúcidos
Ácido acético	-	Vinagre	Polisacáridos
Aldehídos fenoles	Vainillina	Vainilla, café, chocolate negro	Lignina
Fenil cetonas	Acetofenona, Acetovainillona, Propiovainillona, Butirivainillona	Vainilla	Lignina
Fenoles volátiles	Guayacol Eugenol	Quemado Clavo, especias	Lignina
β -metil γ -octolactona	Isómero cis Isómero trans	Madera, coco, roble	Lípidos

A nivel sensorial, se ha comprobado que los paneles de catadores valoran positivamente este tipo de elaboraciones en vino blanco, que aparte de haber extraído los compuestos fenólicos de la madera, conservaban la parte del aroma afrutado original. (Pérez-Coello, M.S 2000).

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

JUSTIFICACIÓN

En enología, resulta muy importante conocer las aportaciones que la madera proporciona a los vinos en la fase de crianza o envejecimiento en barrica. En vista de las últimas tendencias e innovaciones en aplicación de madera, especialmente en la nueva gama de productos de vino blanco que se ofrecen, resulta interesante saber qué, cuánto y cómo debemos aplicar esta madera, en vista de las características finales del vino que queremos obtener.

Por ello, en este estudio se han evaluado, tanto analítica como sensorialmente, los vinos blancos tratados con diferentes tipos de madera, tanto en formato de alternativos como en barrica de roble francés tradicional. Esta información es esencial para el correcto manejo y gestión de este tipo de productos durante el proceso de elaboración y crianza de los vinos blancos.

OBJETIVOS:

1. Evaluar la evolución de los vinos y la cesión de compuestos fenólicos cedidos por la madera durante el proceso de envejecimiento.
2. Evaluar y comparar sensorialmente las diferencias organolépticas que existen en los vinos tras el contacto con diferentes dosis y formatos de madera.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Uva Verdejo

El presente estudio se ha desarrollado en colaboración con una bodega comercial vallisoletana perteneciente a la D.O. Rueda, la cual ha prestado su materia prima e instalaciones para el desarrollo de la parte experimental de este trabajo. Por ello, se ha utilizado uva de la variedad Verdejo perteneciente a la D.O. Rueda.

4.2 Madera de roble francés

Se han empleado distintos formatos de madera (figura 2), tanto para su uso durante la fermentación como para la utilización tras finalizar esta fermentación. Los formatos utilizados fueron los siguientes:

- Astillas de roble francés; Gama Boisé – Bois Frais BF (AZE OENO)
 - Natural, sin tostado
- Cubos de roble francés: OEnobois 3D (LAMOTHE-ABIET)
 - Tostado en horno de convección: Highlight: beige
 - Dimensiones 1 cubo: lado 2 cm
- Barricas de roble francés: Fût Transport CLASSIQUE (Tonelería VICARD)
 - 300 litros de capacidad
 - Secado 100% natural (de 24 a 36 meses de maduración)
 - Tostado por radiación. Tipo de tostado: blanco



Figura 2. Astillas, cubos y barricas empleados en el experimento. Fuente: Propia.

4.3 Vinificación

Todo el proceso de vinificación, desde la vendimia hasta la decisión de las mezclas de vinos para su embotellado, pasando por el proceso de fermentación y siguientes mezclas de vinos, ha sido decidido por la enóloga de la bodega comercial. Todas estas decisiones han sido clave en el desarrollo de este TFG. La fecha de vendimia de cada una de las muestras se realiza de acuerdo con el criterio de la enóloga de la bodega, en base al momento óptimo de vendimia siguiendo los mismos criterios de maduración de la uva.

La fermentación del mosto de uva de la variedad Verdejo se ha llevado a cabo mediante la inoculación de la misma levadura comercial (Anchor Alchemy I) para todas las muestras, y se ha desarrollado a una temperatura no superior a los 15,5°C. En función de las características de la elaboración realizada en la bodega y el criterio de la enóloga, se han vinificado 4 vinos:

- Vinos llamados 1 y 2
 - Fermentación en depósito de acero inoxidable
 - Inicio de fermentación: 29 de Septiembre de 2016
 - Final de fermentación: 10 de Octubre de 2016

- Vino llamado 3
 - Fermentación en depósito de acero inoxidable
 - Inicio de fermentación: 12 de Octubre de 2016
 - Final de fermentación: 24 de Octubre de 2016

- Vino llamado B
 - Fermentación en barrica de roble francés de la tonelería "Vicard"
 - Inicio de fermentación: 28 de Septiembre de 2016
 - Final de fermentación: 9 de Octubre de 2016

4.4 Aditivos añadidos

Los productos utilizados han sido los siguientes:

- Estabilizante microbiológico: MICROSTAB (AGROVIN)
 - Estabilizante compuesto de fibras de quitosano
 - Composición: polisacárido natural de origen fúngico

- Enzima para acelerar la crianza: VINOTASTE PRO (LAMOTHE-ABIET)
 - Enzima declarada: Poligalacturonasa y (1-3)- β -D-glucanasa
 - Forma física: granulado

- Lías exógenas: NATUR'SOFT (LAMOTHE-ABIET)
 - Preparación específica de cortezas de levaduras
 - Aspecto: polvo amarillo claro
 - Nitrógeno: 5,5-7,5g/100g
 - Proteínas (Nx6,25): 35-45g/100g
 - Glúcidos: 37-48g/100g

4.5 Diseño experimental

Para el presente estudio se ha realizado, inicialmente, el seguimiento de 4 vinos formulados en la bodega con los vinos elaborados descritos en el apartado anterior de noviembre a abril de 2017. La dosis empleada de cada uno de los formatos de aplicación de madera y de los aditivos añadidos al finalizar la fermentación se ha realizado de acuerdo al criterio de la enóloga de la bodega.

- Al VINO 1 se le añaden:
 - En fermentación:
 - Astillas de roble francés sin tostar. Dosis: 1 g/L (16,29 cm²/L)
- Al VINO 2 se le añaden:
 - En fermentación:
 - Astillas de roble francés sin tostar. Dosis: 1 g/L (16,29 cm²/L)
 - En post-fermentación:
 - Estabilizante microbiológico: 20 g/Hl
 - Enzimas de aceleración de la crianza. Dosis: 6 g/Hl
 - Lías exógenas. Dosis: 30 g/Hl
- Al VINO 3 se le añaden:
 - En fermentación:
 - Astillas de roble francés sin tostar. Dosis: 0,8 g/L (13,03 cm²/L)
 - Cubos de roble francés tostado Highlight. Dosis: 0,24 g/L (0,85 cm²/L)
 - En post-fermentación:
 - Cubos de roble francés tostado Highlight. Dosis: 6 g/L (21,35 cm²/L)
 - Estabilizante microbiológico: 20 g/Hl
 - Enzimas de aceleración de la crianza. Dosis: 6 g/Hl
 - Lías exógenas. Dosis: 30 g/Hl
- Al VINO B se le añaden:
 - En fermentación:
 - Barrica de roble francés tostado blanco. Dosis: 89,33 cm²/L
 - En post-fermentación:
 - Barrica de roble francés tostado blanco. Dosis: 89,33 cm²/L
 - Estabilizante microbiológico: 20 g/Hl
 - Enzimas de aceleración de la crianza. Dosis: 6 g/Hl
 - Lías exógenas. Dosis: 30 g/Hl

De forma esquemática, se resume el diseño experimental en la siguiente tabla (Tabla 2):

Tabla 2: Tabla-resumen del experimento. Fuente: Propia

Vino	Producto	Dosis de madera				Dosis de lías exógenas
		fermentación (g/L)	post-fermentación (g/L)	Superficie por formato (cm ² /l)	Superficie total (cm ² /l)	post-fermentación (g/Hl)
1	Astillas	1	-	16,29	16,29	-
2	Astillas	1	-	16,29	16,29	30
3	Astillas Cubos	0,8 0,24	- 6	13,03 0,85 + 21,35	35,23	30
B	Barrica nueva	-	-	89,33	89,33	30

Tras realizar el seguimiento de la evolución de estos 4 vinos, el día 25 de enero de 2017 en la bodega se procede a la mezcla de dos depósitos (vinos 1 y 2) de acuerdo con el criterio de la enóloga, obteniéndose un nuevo tipo de vino Y (formado por un 97% del vino 1 y un 3% del vino 2) y conservándose los vinos 3 y B. Por lo que el trabajo continúa con 3 vinos, denominados Y, 3 y B.

Por tanto, los vinos finales del estudio que van a estar en contacto con madera son los siguientes (Tabla 3):

Tabla 3: Formato y dosis de madera de las muestras del experimento. Fuente: Propia

	Formato de aplicación de la madera	Superficie de madera total (cm ² /L)	Tiempo de contacto con la madera (días)
VINO Y	Astillas	16,29	230
VINO 3	Astillas + cubos	35,23	217
VINO B	Barrica nueva	89,33	231

A continuación, en la tabla 4 y la figura 3 se expone cronológicamente a modo de resumen los vinos utilizados y el periodo de análisis de los vinos:

Tabla 4: Vinos finales obtenidos para el estudio. Fuente: Propia

Vino 1	Vino 2	Vino3	Vino B
VINO Y			
		VINO3	
			VINO B

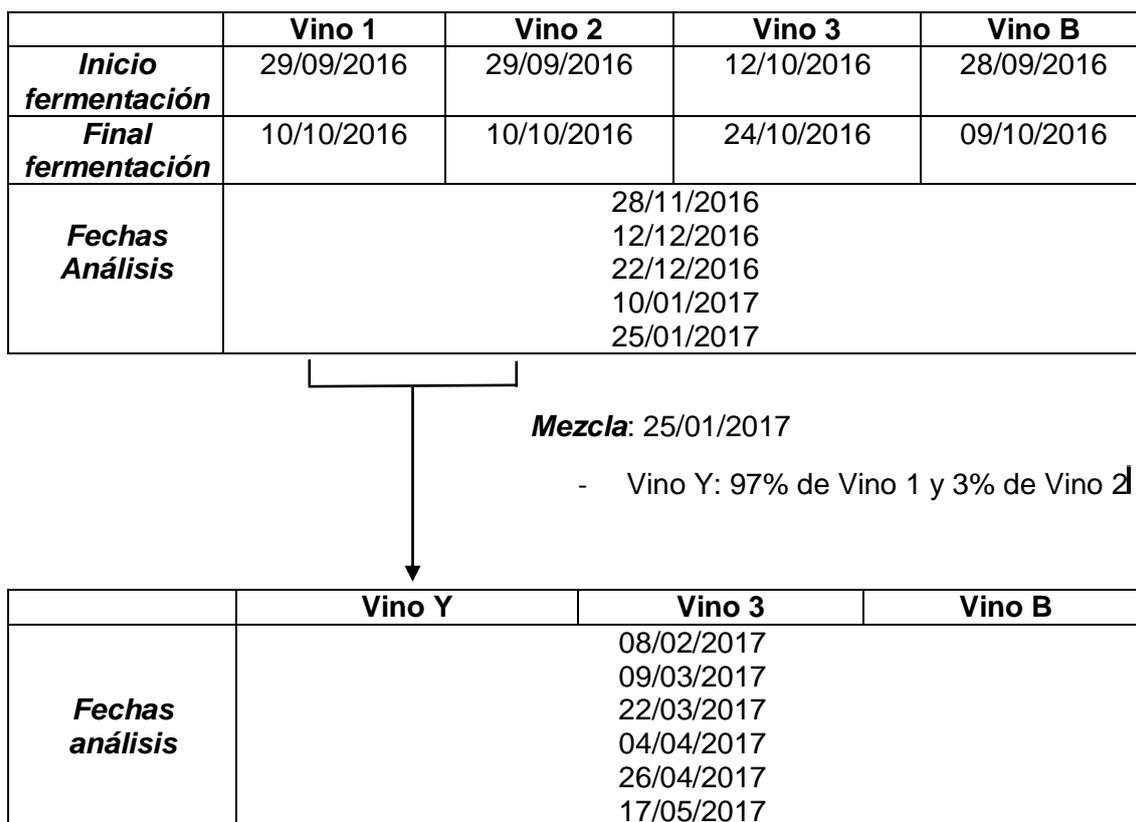


Figura 3: Esquema de los vinos utilizados y los tiempos de cada vino. Fuente: Propia

4.6 Métodos de análisis

4.6.1 Análisis químicos

Desde el inicio del estudio, se han realizado mediciones de los parámetros enológicos básicos (figura 3) para la elaboración de vino de calidad en todo el proceso de elaboración de los vinos. Los análisis de los parámetros básicos enológicos, que corresponden a grado alcohólico, acidez volátil, pH y acidez total, se han realizado a través del equipo OenoFoss™ en la propia bodega localizada en la D.O. Rueda. Por otro lado, los parámetros de Índice de polifenoles totales (IPT) e Intensidad colorante (IC) se han analizado a través del equipo Perkin-Elmer, Mod. Lambda 25 en la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (Campus de Palencia, Universidad de Valladolid). Todos los análisis se han realizado tanto para los vinos iniciales 1, 2 3 y B como para los vinos finales Y, 3 y B tras realizarse la mezcla de los vinos 1 y 2 el 25 de enero de 2017. Por tanto, las mediciones se han realizado desde noviembre de 2016, final de fermentación de todos los vinos, hasta el 17 de mayo de 2017.

- Grado alcohólico, acidez volátil (AV), pH y acidez total (AT)

En la bodega se han analizado estos parámetros básicos en el analizador OenoFoss™, una sólida plataforma de análisis del vino que emplea la conocida y eficaz tecnología de análisis de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR). La tecnología FTIR se basa en el análisis de una muestra de mosto o vino en el espectro de infrarrojo medio completo. La muestra absorbe la luz en función de los constituyentes del vino, como los azúcares y los ácidos. La absorción se convierte, mediante el modelo matemático de transformada de Fourier, en una predicción de la concentración de distintos constituyentes. Por lo tanto, los parámetros obtenidos son grado alcohólico (°Alc, expresado el %), acidez volátil (AV, expresado en g/L ácido acético), pH y acidez total (AT, expresado en g/L ácido tartárico).

- Índice de polifenoles totales (IPT)

Método basado en la absorbancia que producen los anillos bencénicos característicos de los compuestos fenólicos, en la zona del ultravioleta, con un máximo entre 275-280nm. La medida de la absorbancia a 280 nm se realiza en un espectrofotómetro (Perkin-Elmer, Mod. Lambda 25) mediante una cubeta de cuarzo con un recorrido óptico de 1 cm, utilizando como referencia el aire (Ribéreau- Gayon, P. 1998).

- Espectro de absorbancia de vinos

Se ha realizado el espectro de absorbancia entre 220nm y 440nm de cada vino en diferentes momentos mediante un espectrofotómetro Perkin-Elmer, Mod. Lambda 25. Se ha empleado una cubeta de vidrio de 1 cm de espesor.

4.6.2 Análisis sensorial

Con intención de conocer las diferencias sensoriales que aportan los alternativos a la barrica respecto a éstas y las preferencias del consumidor, en la sala de catas de la ETS de Ingeniarías Agrarias se han desarrollado dos pruebas sensoriales basadas en las normas UNE:

- Cata de escala
- Cata de preferencia y aceptabilidad: prueba de comparación por parejas.
Prueba bilateral

Para ello, se formó un panel de 24 jueces, todos ellos relacionados con el ámbito enológico, tanto hombres como mujeres, siendo estudiantes o profesores del grado de Enología en la Universidad de Valladolid (España). El día 03/02/2017 se realizaron dos pruebas sensoriales:

- Cata de escala (UNE-EN ISO 4121, 2006)

En el documento entregado a los individuos, se pedía la valoración de parámetros visuales (intensidad de color, tonos amarillos y tonos verdes), olfativos (Intensidad, aromas varietales, aromas fermentativos, vainilla, especiados, tostados, balsámicos, coco, frutos secos) y gustativos (Acidez, amargor, tanicidad, astringencia, volumen en boca y persistencia en boca). En el documento entregado a los jueces, se pedía la valoración de dichos compuestos atendiendo a una escala del 1 al 7, donde el 1 se asociaba a “ausencia” y el 7 a “máxima presencia”.

- Cata de preferencia y aceptabilidad (UNE-EN ISO 5495, 2007)

En el documento entregado a los individuos, se les entregaba una tabla donde se realizaban tres tandas de pruebas por parejas para tres muestras, donde debían indicar su preferencia entre dos muestras. Esta es una prueba bilateral de comparación por parejas y a “juicio forzado”, ya que no se les permite elegir la opción de “no preferencia”: Mediante la recopilación de los datos, se puede determinar, según el número de respuestas consensuadas, si existe o no una diferencia significativa en la preferencia de las muestras.

4.6.3 Análisis estadístico

El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante el programa SPSS con la versión 21.0 para Windows (SPSS, Chicago, Estados Unidos). Se hicieron análisis de la varianza (ANOVA) para comparar las diferencias entre medias con el test de DUNCAN para una probabilidad de 0.05%. Este análisis de varianza se le aplicó a los parámetros enológicos evaluados y a los atributos sensoriales con el fin de comparar diferencias de cada uno de ellos entre los vinos procedentes de los diferentes contactos con madera. También, se realizó un análisis discriminante con los atributos de la cata sensorial con el fin de observar si finalmente los vinos podían ser diferenciados por los catadores dependiendo del tipo de contacto de madera que habían tenido los vinos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Parámetros enológicos básicos e IPT

Los análisis de los parámetros enológicos básicos de grado alcohólico, acidez volátil, pH y acidez total y los análisis de IPT se han recogido en las siguientes figuras, tanto para los vinos iniciales 1, 2, 3 y B (figura 4) como para los vinos finales Y, 3 y B (figura 5), tras realizar la mezcla de los vinos 1 y 2 de acuerdo con el criterio de la enóloga. Todos los vinos se han analizado mensualmente en un periodo de 6 meses que abarca desde noviembre hasta mayo. Las tablas 5 y 6 recogen los resultados del ANOVA corresponde a los resultados recopilados en las figuras 4 y 5 para cada uno de los parámetros enológicos básicos, se observa que tanto el tiempo de contacto con madera como el tipo de tratamiento recibido por el vino influyen en su composición.

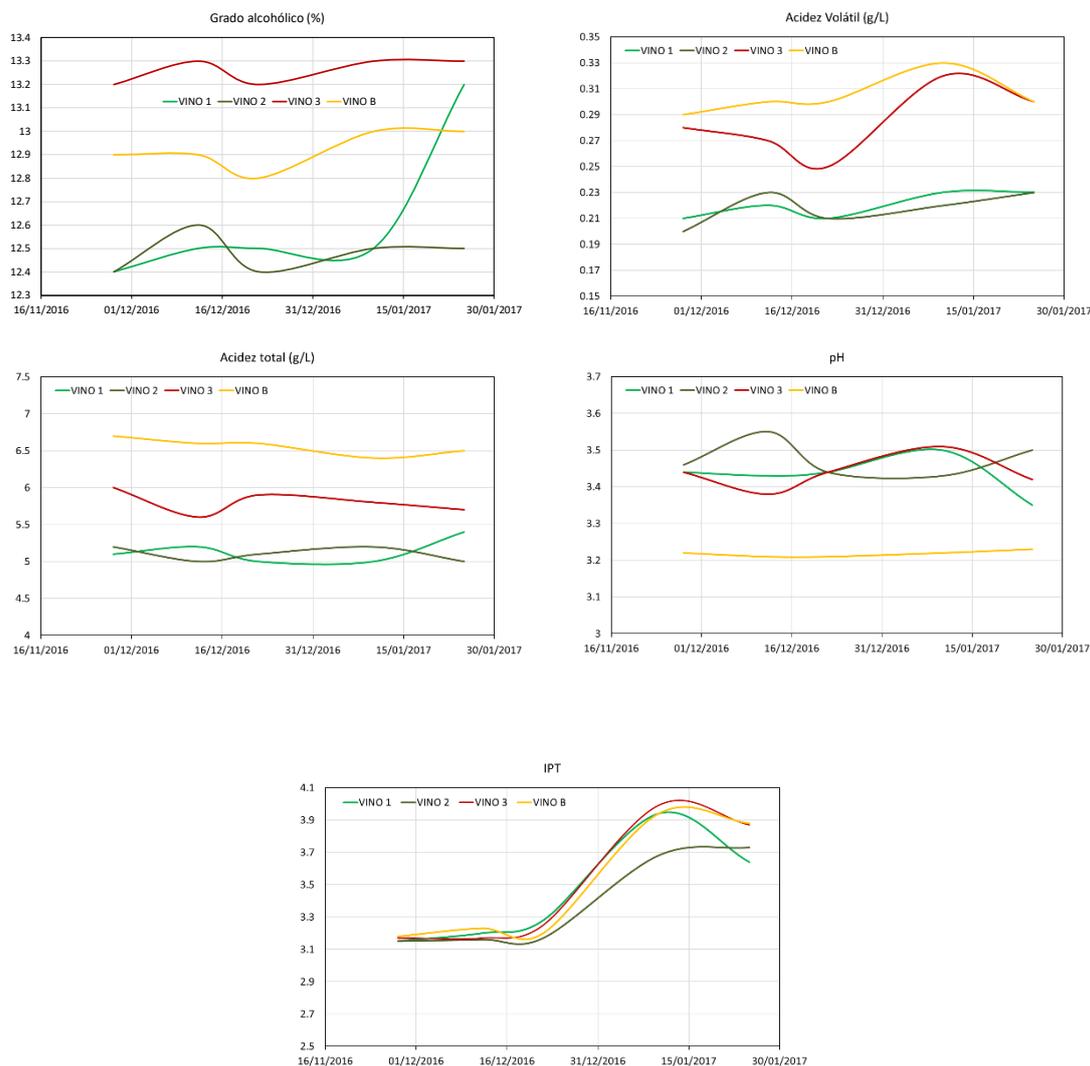


Figura 4. Evolución del grado alcohólico, acidez volátil, pH, acidez total e IPT en los 4 vinos elaborados. Fuente: propia

Tabla 5. Análisis de varianza (ANOVA) 4 vinos elaborados. Fuente: Propia

<i>Razón F (plevel)</i>	tiempo	tipo de vino	interacción
Grado alcohólico	1515 (0.000)	17960 (0.000)	735 (0.000)
Acidez total	450 (0.000)	70660 (0.000)	610 (0.000)
Acidez volátil	22.35 (0.000)	291 (0.000)	4.85 (0.0001)
pH	27.23 (0.000)	2052 (0.000)	66.83 (0.000)
IPT	15035 (0.000)	407 (0.000)	174 (0.000)

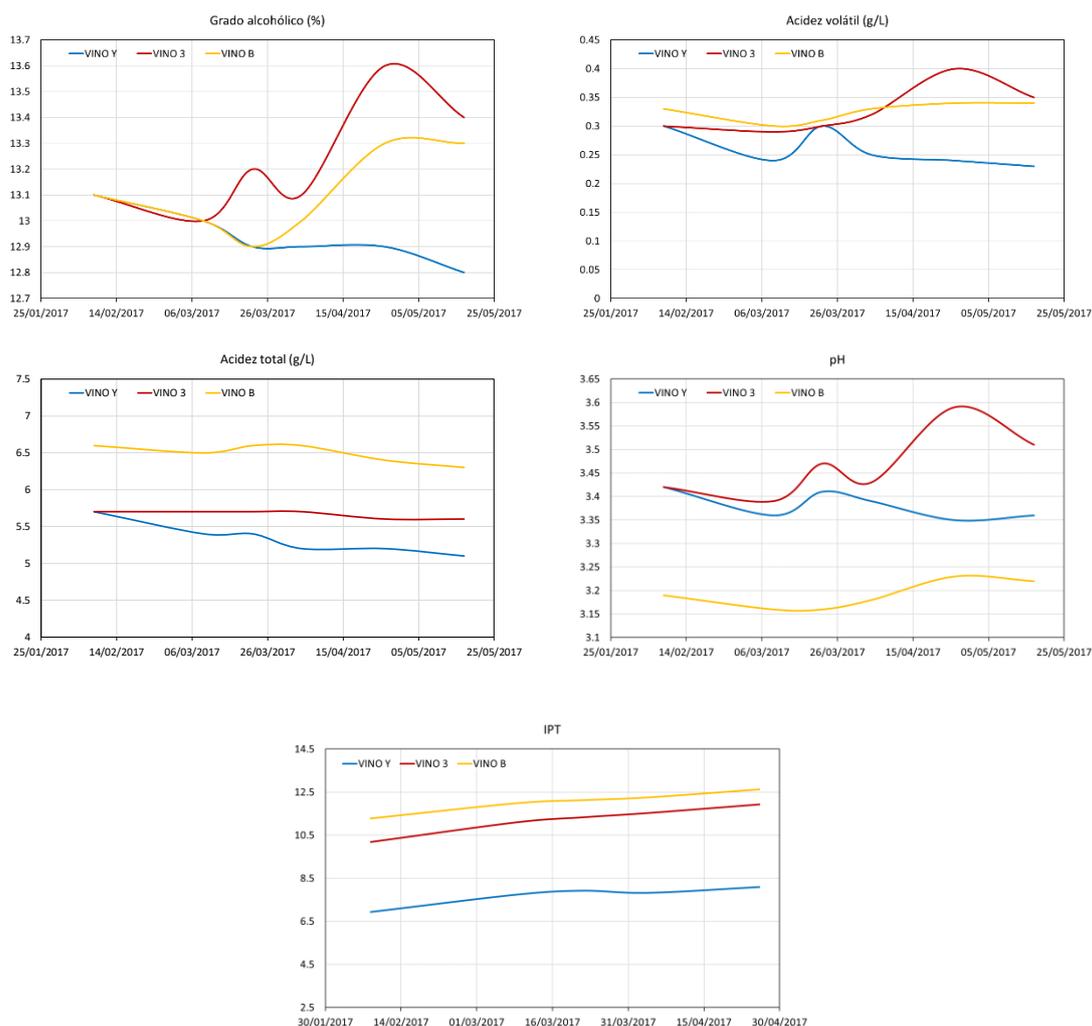


Figura 5. Evolución del grado alcohólico, acidez volátil, pH, acidez total e IPT en los 3 vinos finales. Fuente: propia

Razón F (plevel)	tiempo	tipo de vino	interacción
Grado alcohólico	3320 (0.000)	12200 (0.000)	2360 (0.000)
Acidez total	3840 (0.000)	19500 (0.000)	1020 (0.000)
Acidez volátil	71 (0.000)	780 (0.000)	100 (0.0001)
pH	228 (0.000)	10954 (0.000)	202 (0.000)
IPT	89576 (0.000)	29702 (0.000)	2435 (0.000)

Tabla 6. Análisis de varianza (ANOVA) 3 vinos finales. Fuente: propia

En las figuras 4 y 5 podemos observar las modificaciones que sufrieron estos parámetros enológicos básicos a lo largo del experimento en cada una de los vinos. Todos los parámetros se encuentran en valores normales en la elaboración de vino blanco Verdejo de la D.O. Rueda.

- Inicialmente, podemos observar que tras finalizar la fermentación, en noviembre, nos encontramos con valores de grado alcohólico superiores en los vinos 3 y B frente a los vinos 1 y 2. A medida que pasa el tiempo, el valor del grado alcohólico aumenta lentamente en todos los vinos. Tras realizarse la mezcla de los vinos 1 y 2 el 25/01/2017, en el primer análisis nos encontramos con valores muy similares de grado alcohólico para los vinos Y, 3 y B. Con el paso del tiempo, el valor del grado alcohólico del vino Y con tratamiento de astillas de roble continúa estable e incluso disminuye en los últimos análisis. Por el contrario, en las muestras 3 y B continúa en ascenso, especialmente para el vino B con crianza en barrica tradicional, que finalmente el 17/05/2017 obtiene el valor más elevado de grado alcohólico (13,4%vol) y el mayor aumento global de este parámetro desde el primer análisis. Existen estudios (Blazer, 1991) que demuestran que el agua y el etanol se evaporan a través de las barricas durante la crianza del vino. Sin embargo, un aumento del grado alcohólico en la crianza puede deberse a una baja humedad relativa de la sala de crianza, lo cual acelera la velocidad de evaporación del agua, aumentando así las mermas en la barrica (Philip, 1989).
- El valor de la acidez volátil resulta significativamente superior para las muestras 3 y B desde el primer análisis en noviembre al finalizar la fermentación, y esta aumenta muy lentamente en los cuatro vinos hasta el 25/01/2017. Tras realizarse la mezcla de los vinos 1 y 2, se observan valores muy similares en el primer análisis, y a medida que pasa el tiempo se observa que la acidez volátil de las muestras 3 y B sigue aumentando progresivamente, mientras que el valor de la muestra Y se estabiliza e incluso decrece en el último análisis, teniendo un valor final de 0,23 g/l frente a los superiores valores finales de 3 y B, de 0,35 y 0,34 respectivamente. Esta diferencia puede ser debida a que en la superficie de la madera existe este compuesto, procedente de la degradación y despolimerización de la hemicelulosa durante los procesos de tostado de la madera (Zamora, 2003). Además, de acuerdo con el criterio de la enóloga, a los vinos 3 y B se les han realizado aireaciones cada menos tiempo con el fin de realizar una correcta gestión del oxígeno en la crianza de estos vinos. Este hecho también influye en el aumento del ácido acético del vino, lo cual fue comprobado por Wilker y Gallander, 1998, tras observar un aumento de la acidez volátil durante el envejecimiento en barrica de vino blanco frente a su valor inicial.
- En el primer análisis una vez finalizada la fermentación alcohólica de los vinos, podemos ver que el valor de la acidez total tiene un valor inferior en los vinos 1 y 2, el vino 3 tiene un valor algo superior y finalmente el vino B recibe el mayor valor para este parámetro. Ello es debido a las correcciones de ácido tartárico que se realizaron en bodega de acuerdo con el criterio de la enóloga, especialmente en el caso del vino B que realiza su estancia en barrica, cuya corrección de acidez fue superior a la de los vinos Y y 3, con la intención de suplir las futuras pérdidas de este ácido por precipitación en forma de bitartrato potásico durante su estancia en barrica. Coulter et al., 2015, habla sobre esta reacción de cristalización y realiza una revisión sobre sus causas y posibles soluciones. Los valores de acidez total son constantes hasta el último análisis, sufriendo únicamente una leve disminución que puede deberse a las precipitaciones anteriormente descritas.

- En los valores de pH nos encontramos el caso contrario a la acidez total, siendo el valor del vino B significativamente menor a lo largo de todo el experimento hasta el último análisis el 17/05/2017, con un valor final de 3,22. Ello es debido tanto a la corrección de ácido tartárico expuesta anteriormente como a los “refrescos” que se realizan en la barrica: rellenos con vino base que se han ido realizando a lo largo de todo el experimento a este vino de acuerdo con el criterio de la enóloga, con el objetivo de suplir las pérdidas que se producen por evaporación durante la crianza en barrica.
- Por último, los valores de IPT iniciales tras finalizar la fermentación en noviembre son similares para todos los vinos y no muestran cambios hasta el análisis del día 10/01/2017, donde los IPT comienzan a aumentar ligeramente hasta el 25/01/2017, cuando se mezclan los vinos 1 y 2. Los valores de IPT siguen aumentando significativamente en todos los vinos, obteniéndose finalmente unos IPT máximos el 17/05/2017 de 8,21 para la muestra Y, 12,29 para la muestra 3 y 12,91 para la muestra B. En los vinos 3 y B se obtienen finalmente valores de IPT muy superiores al vino Y, debido a su mayor dosis de madera y al tostado de esta. Cabe destacar que, aunque el vino B elaborado en barrica tradicional tiene una dosis de madera de 89,33 cm²/L, considerablemente superior al vino 3, que contiene una dosis de 35,23 cm²/L, los análisis finales de IPT de estos vinos no reflejan esta gran diferencia de dosis de madera, ya que el valor del vino 3 resulta ligeramente inferior al del vino B. Fijándonos en otros estudios con vinos blancos, Guchu et al. (2006) pudo observar cómo al tratar vino de la variedad Chardonnay con astillas de roble sin tostar y tostadas en periodos de 4, 8, 15 y 25 días, los valores de compuestos como eugenol, guaiacol, syringol y furfural eran significativamente superiores en el día 8 de contacto con la madera, y a partir del día 15 de tratamiento aumentaban más lentamente. Todo ello nos sugiere que los alternativos permiten una cesión de compuestos de la madera más rápida que la que nos ofrece la barrica tradicional, y pudiendo obtener un perfil polifenólico similar al que ésta utilizando una dosis de madera muy inferior, ya que viene definido por la degradación térmica de los aldehídos fenólicos en el proceso de tostado de la madera (Chatonnet, 1999; Singleton, 1995).

5.2 Compuestos fenólicos cedidos por la madera. Evolución de los vinos

El contacto del vino blanco con la madera supone la extracción de compuestos de la madera que se transfieren al vino modificando tanto su color como su aroma y composición química. El espectro realizado a los vinos, desde 220 nm a 440 nm, durante su contacto con madera permite evaluar el proceso de extracción de los componentes de la madera, principalmente compuestos fenólicos de tipo tánico.

El espectro propio de un vino blanco presenta un máximo cerca de los 280 nm que refleja fundamentalmente la composición fenólica del vino. Además, durante el proceso de contacto con madera, la extracción de los compuestos de la madera puede provocar una modificación del espectro debido a la aparición de nuevos compuestos o a la formación de nuevas moléculas procedentes de la interacción vino-madera.

La figura 6 presenta los resultados obtenidos en el último análisis realizado el día 17-05-2017 tras casi 7 meses de los vinos en bodega en contacto con madera desde sus inicios de fermentación en octubre.

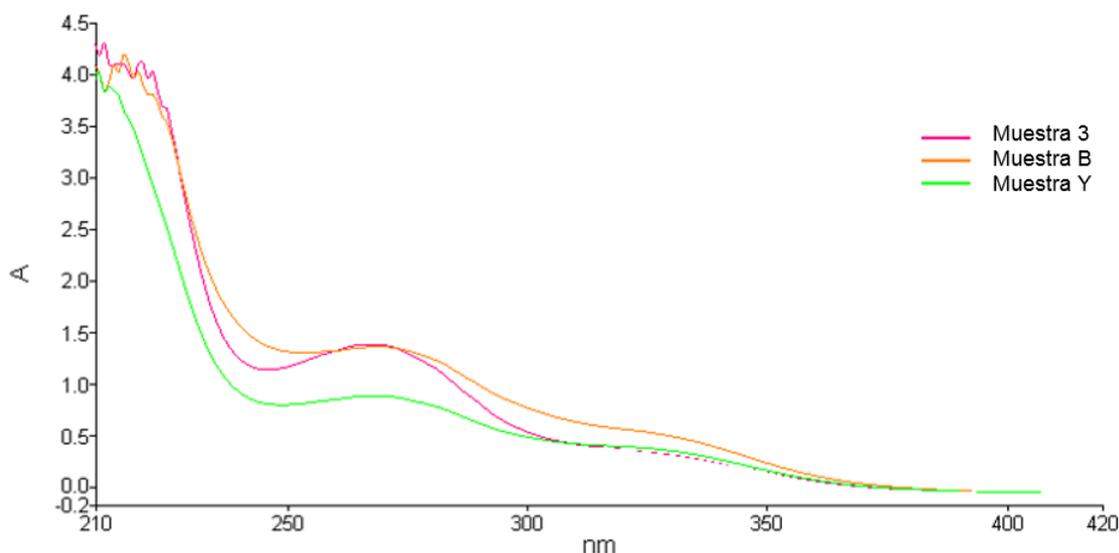


Figura 6. Espectros obtenidos el 26-04-2017. Fuente: Propia.

En la figura 6 se observa que los vinos procedentes de las barricas y los tratados con cubos presentan un máximo entre los 275 y 280 nm cuya intensidad es muy semejante. Además, se ha obtenido que son los vinos de bodega los que presentan mayor absorbancia en la zona del espectro estudiada, especialmente entre los 230 nm y los 350 nm, lo que se deberá ver reflejado en una mayor intensidad colorante de estos vinos. Además, se puede observar la notable diferencia que existe en esta zona del espectro del vino Y definido por el tratamiento con astillas frente a los vinos 3 y B, mostrando una menor intensidad. A la vista de estos resultados, cabe esperar que los vinos finales tratados con cubos muestren propiedades próximas a los tratados en barricas.

A continuación, en las figuras 7, 8 y 9 se presentan los resultados de la evolución de las muestras Y, 3 y B, tratados con astillas, cubos y bodega respectivamente, tras casi 7 meses del primer contacto de las muestras de vino con madera. Podemos observar la cesión final de los compuestos de la madera varía en función del formato de aplicación de la madera, y al compararlo con el espectro de los patrones de los diferentes compuestos, podemos evaluar la naturaleza de los espectros obtenidos (figura 10).

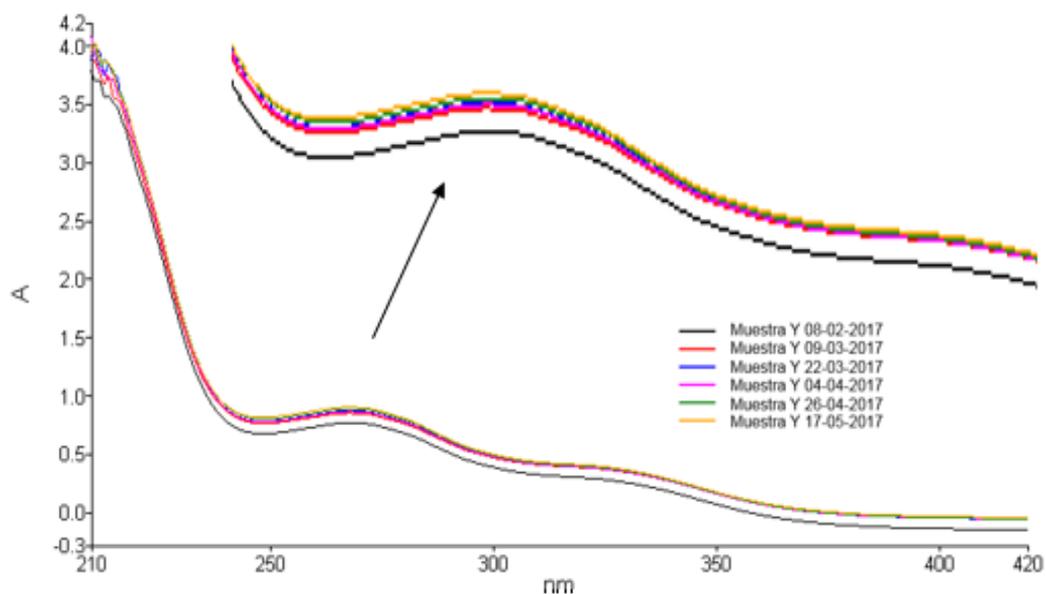


Figura 7. Evolución de los espectros de la muestra Y desde 08-02-2017 a 17-05-2017. Fuente: Propia.

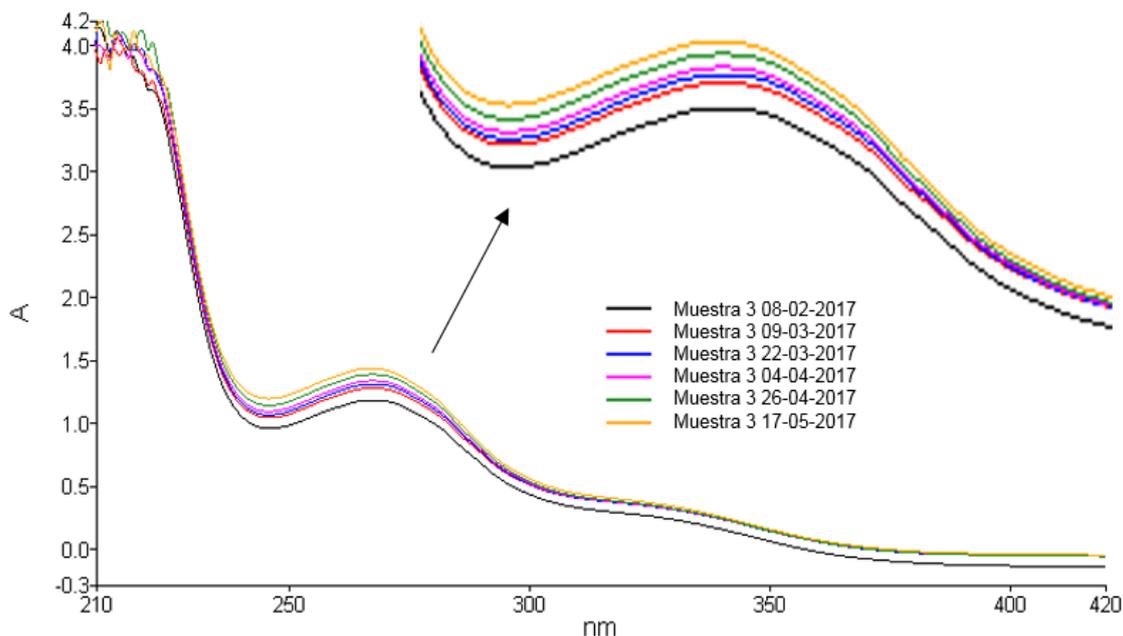


Figura 8. Evolución de los espectros de la muestra 3 desde 08-02-2017 a 17-05-2017. Fuente: Propia

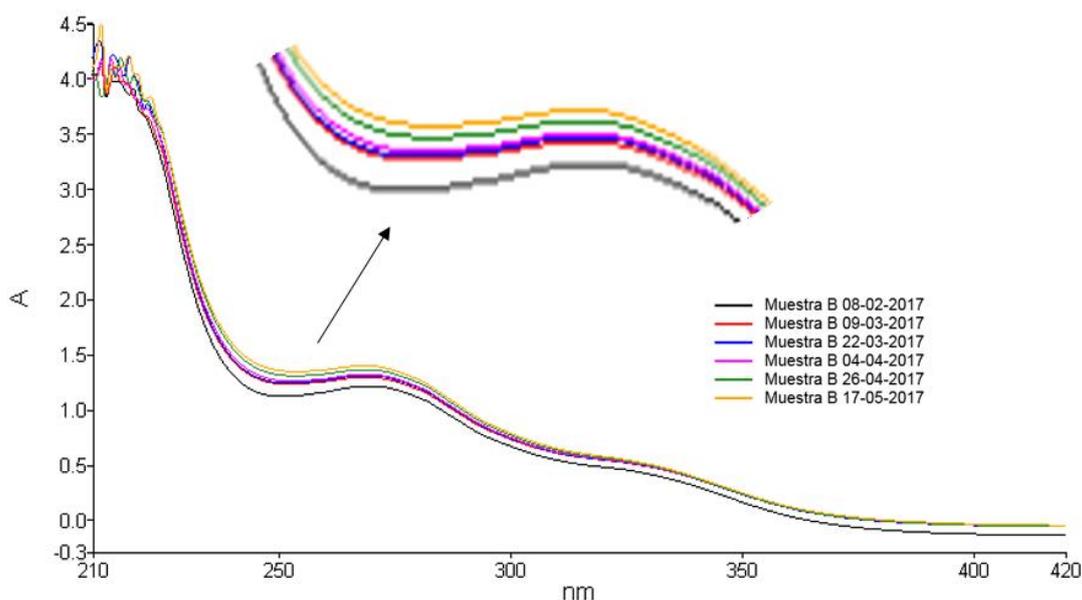


Figura 9. Evolución de los espectros de la muestra B desde 08-02-2017 a 17-05-2017. Fuente: Propia.

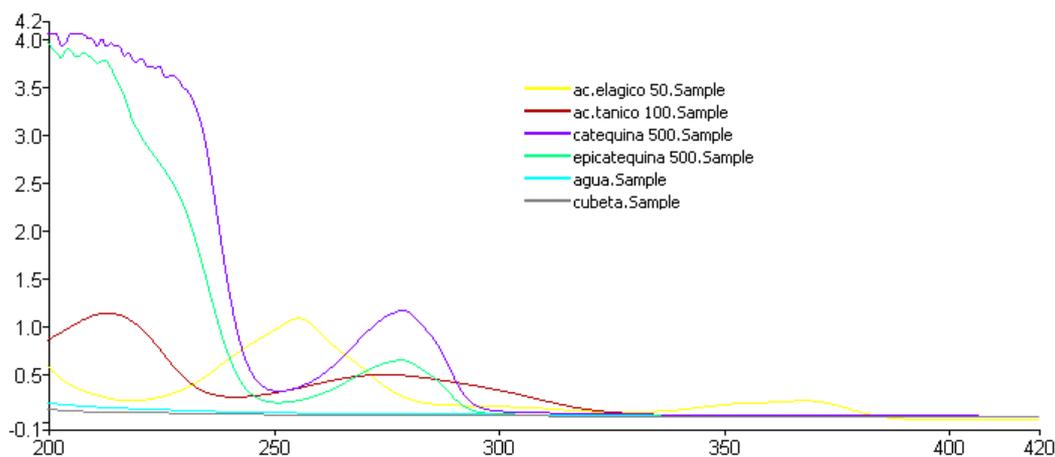


Figura 10. Espectros patrones de compuestos fenólicos. Fuente: propia

Si comparamos los espectros obtenidos de las muestras con el espectro de los patrones de compuestos fenólicos (Figura 10), podemos observar que existe una cesión de compuestos de la madera cuyo perfil presenta un máximo a 275 nm coincidiendo con el ácido gálico y sus derivados. En el caso de la extracción de ácido tánico de la madera, que presenta un máximo a 220 nm, podemos observar que no existe apenas diferencia entre el uso de astillas, cubos o vinificación tradicional en barrica.

En el caso de la figura 8, correspondiente al espectro en el tiempo de la muestra Y de tratamiento con astillas de madera, podemos ver que la absorción en el máximo a 275 nm es menor que en las figuras 8 y 9, correspondientes al vino tratado con cubos y

barrica respectivamente. Ello nos indica que el tratamiento del vino con astillas, unido a una menor dosis de madera, supone una extracción mucho menor de ácido gálico de la madera, y por tanto una composición fenólica y un perfil sensorial más suaves.

En las figuras 8 y 9, podemos observar como la absorbancia de los anillos bencénicos característicos de los compuestos fenólicos en el máximo a 280 nm es mayor, y por tanto podemos suponer una mayor complejidad fenólica de los vinos 3 y B, tratados con cubos y barrica respectivamente. También presentan mayor absorbancia entre 230 y 350 nm, lo cual no indica que los vinos tratados con cubos y mediante la barrica tradicional van a tener mayor intensidad colorante. Por tanto, el uso de alternativos nos permite obtener vinos con perfiles fenólicos similares a los que nos ofrece la barrica tradicional, incluso Espitia-López, 2014, afirma en su estudio que la extracción de compuestos fenólicos de la madera de roble fue mayor en el vino tratado con chips de roble francés utilizando una dosis de 3 g/l frente a la extracción que proporcionó una barrica de roble francés de 200 L.

5.3 Análisis sensorial y estadístico

5.3.1 Cata de escala

En la figura 11 podemos observar los gráficos obtenidos de los resultados analizados para cada una de las fases del análisis sensorial:

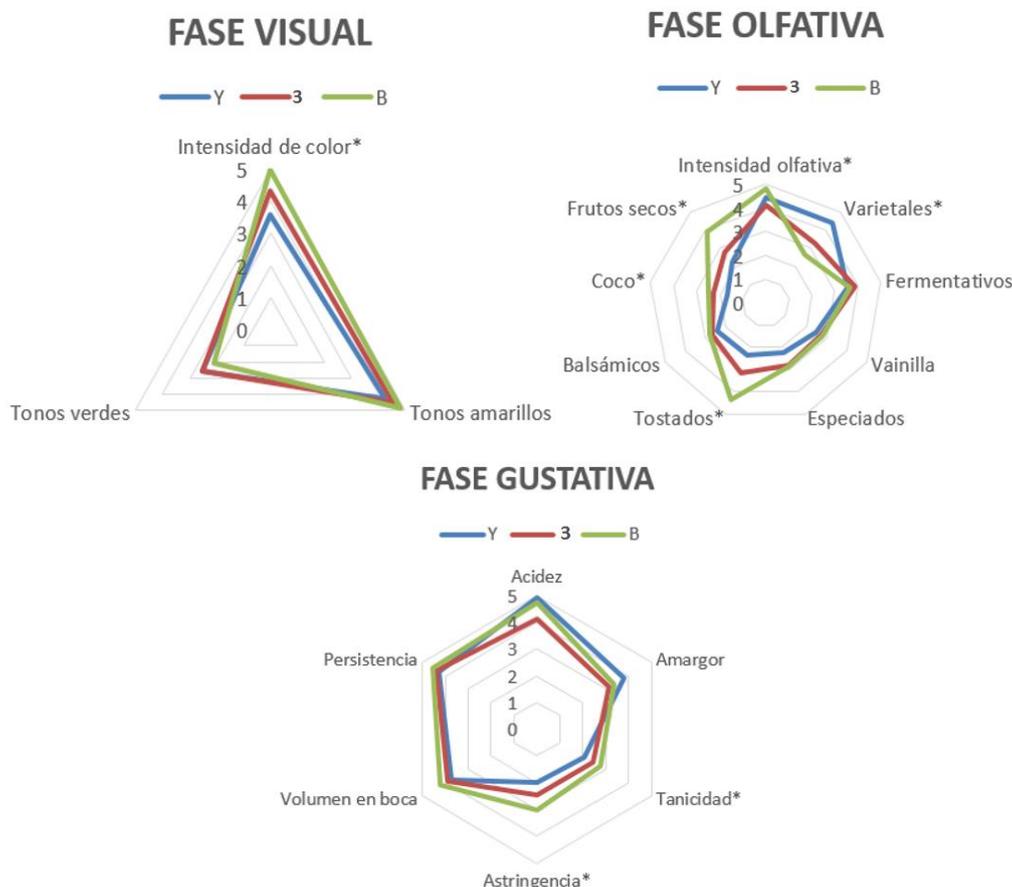


Figura 11: Resultados gráficos de la cata de escala por fases. Fuente: Propia.

Basándonos en la figura 11 y los resultados estadísticos obtenidos al realizar SPSS-Anova recogidos en la tabla 7, podemos observar lo siguiente:

En la fase visual, no se observan diferencias significativas pen los tonos amarillos y verdes, pero sí se observan diferencias significativas en la intensidad de color de los 3 vinos.

- La intensidad colorante de los vinos viene definida por los compuestos fenólicos que presenta, y por ello podemos observar que existen diferencias significativas entre las 3 muestras debidas a los diferentes tratamientos de madera que tiene cada una de ellas, como ya podíamos intuir tras analizar el espectro de la figura 6. El vino Y ha sido tratado con astillas naturales sin tostar y con una dosis de madera más baja, cuya aportación polifenólica es mucho más escasa, por tanto, su intensidad colorante resulta inferior a los vinos 3 y B, cuyo tratamiento consiste en mayor aporte de madera tostada. Por su parte, aunque el vino 3 ha sido tratado con cubos de madera de roble tostado, la dosis empleada es menos de la mitad de la dosis de madera que supone el empleo de una barrica de roble de 300 litros, por tanto, también se observan diferencias significativas de este frente al vino 3.

En la fase olfativa encontramos diferencias significativas para los parámetros de intensidad olfativa, varietales, tostados, coco y frutos secos. En ello va a influir notablemente tanto el grado de tostado de la madera debido a los distintos compuestos que aporta como la dosis de madera empleada:

- El vino tratado con barrica fue el que se percibió por parte de los catadores con mayor intensidad olfativa, mostrando diferencias significativas frente al vino tratado con cubos, que recibe el menor valor. Por su parte, el vino tratado con astillas recibe un valor intermedio a los anteriores y sin diferencias significativas con ninguno de ellos. Como veremos posteriormente esta intensidad olfativa en el caso de las barricas viene definida por aromas típicos de la madera y en el caso del vino con las astillas por aromas procedentes de la variedad y de la vinificación.
- El vino tratado con astillas recibe un valor superior y con diferencias significativas para los aromas varietales frente a los vinos tratados con cubos y barrica. Ello se debe a que es el vino con menor dosis de madera y al no tostado de las astillas, por lo que carece de la aportación fenólica tanto de la propia la madera como la procedente de la degradación de compuestos en el proceso de tostado de la madera que tienen los vinos 3 y B . Ello supone que no se enmascaren los aromas propios de la variedad, y sean los más perceptibles y predominantes. La mayor intensidad varietal en los vinos carentes de tratamiento con madera también se observó en otros estudios como el de Perez-Coello et Al., (2000), donde los vinos fermentados con astillas tanto de roble americano como francés perdían los aromas frutales típicos de la variedad Airén que sí existían en el vino control, o como el de Chatonnet & Dubourdieu, (1998), donde las dosis de madera utilizadas jugaron un importante papel sensorial aportando mucha complejidad fenólica frente al vino control, en el que predominaban los aromas varietales.

- Los tostados reciben el mayor valor en el caso del vino tratado con barrica, que tiene diferencias significativas frente a los vinos tratados con cubos y astillas. Estos aromas son proporcionados por fenoles volátiles como guayacol y eugenol (Zamora, 2003) derivados de la reacción de Maillard que tiene lugar en la degradación térmica de la madera de la barrica (Chatonnet & Dubourdieu, 1998). Al tratarse el vino B del vino con mayor dosis de madera y además estar tostada, estos aromas tostados son mucho más perceptibles que en el caso del vino tratado con cubos, cuya dosis de madera tostada es menor. En su estudio sobre las distintas características sensoriales de la variedad Chardonnay tratada con astillas de roble, Guchu. E. et al., (2006) observaron que los vinos tratados con madera tostada presentaban aromas a tostado, clavo y ahumado, derivados de los compuestos de la madera de roble, que no se detectaban en el vino control, cuya madera carecía de tostado.
- Los aromas a coco reciben el mayor valor en el vino tratado con la barrica y con diferencias significativas frente al vino tratado con astillas. El vino tratado con cubos recibe un valor intermedio sin diferencias significativas con los otros dos. El compuesto encargado de proporcionar al vino este descriptor es el β -metil γ -octolactona, especialmente el isómero cis, cuyo umbral de percepción es menor que el del isómero trans (92 $\mu\text{g/l}$ para cis-lactona y 460 $\mu\text{g/l}$ para trans-lactona) (Gomez-Miguez et al 2007, Wilkinson et al., 2004), y su origen está relacionado con la degradación térmica de los lípidos de la madera durante el proceso de tostado (Zamora, F., 2003). En su estudio, Chatonnet et al., (1993) afirma que la concentración del isómero cis de este compuesto en la madera puede variar en función del tratamiento térmico que esta reciba, ya que un tostado fuerte puede degradar estos compuestos, reduciendo su concentración. Aunque en este estudio es el vino B, el que contiene la madera más tostada, el que mayor intensidad recibe para este atributo, cabe destacar que la tonelería lo designa como “tostado blanco”, lo cual indica que no es un tostado fuerte, y por tanto el isómero cis del compuesto β -metil γ -octolactona no ha debido haberse visto afectado en el proceso de tostado de la madera.
- Los aromas a frutos secos son similares e inferiores en los vinos tratados con cubos y astillas, mientras que en el vino tratado con barrica son significativamente superiores. Los aromas a frutos secos se obtienen de compuestos furánicos como el furfural, compuesto generado durante la etapa de tostado de la barrica como consecuencia de la reacción de Maillard de los compuestos glucídicos de la madera (Towey, J.P., 1996;). Por ello el vino B es el que mayor intensidad recibe en este atributo, por ser el vino de mayor dosis de madera tostada frente a los vinos Y y 3. Lo mismo fue observado por Guchu et al., 2006, cuando al poner en contacto vino de a variedad Chardonnay con astillas sin tostar y tostadas, a los 25 días obtuvieron un valor de 23,2 $\mu\text{g/l}$ para las astillas sin tostar, frente al valor muy superior de las astillas tostadas, de 130 $\mu\text{g/l}$.

Finalmente, en la fase gustativa, se observan diferencias significativas para los parámetros de tanicidad y astringencia:

- Tanto la tanicidad como la astringencia reciben el mayor valor en el vino tratado con barrica, con diferencias significativas frente al menor valor del vino tratado con astillas. Por su parte, el vino tratado con cubos recibe un valor intermedio sin diferencias significativas frente a los otros dos vinos. Ambos parámetros van

a depender fundamentalmente de los compuestos fenólicos presentes en la madera, principalmente de los elagitaninos, taninos hidrolizables termosensibles, por lo que su presencia va a depender de las temperaturas de secado y quemado de la madera. (Zamora, F. 2003), Por lo tanto, estos descriptores han sido más significativos en función de la mayor dosis de madera de los vinos, teniendo más presencia en el vino B, después en el 3 y finalmente en el Y, daba su baja dosis de madera.

Tabla 7: Resultados SPSS para cata de escala. Fuente: Propia

	Diferencias significativas		
	Y	3	B
Intensidad de color	a	b	c
Tonos amarillos	a	a	a
Tonos verdes	a	a	a
Intensidad olfativa	ab	a	b
Varietales	b	a	a
Fermentativos	a	a	a
Vainilla	a	a	a
Especiados	a	a	a
Tostados	a	a	b
Balsámicos	a	a	a
Coco	a	ab	b
Frutos secos	a	a	b
Acidez	a	a	a
Amargor	a	a	a
Tanicidad	a	ab	b
Astringencia	a	ab	b
Volumen en boca	a	a	a
Persistencia en boca	a	a	a

Finalmente, podemos observar en la figura 12 que existen diferencias significativas entre las 3 muestras al fijarnos en la función 1, que explica el 90.07% de la varianza de los datos y permite diferenciar a los 3 vinos en estudio. Se ha encontrado que los vinos de astillas, situados en el eje negativo de la Función 1 están definidos por los aromas varietales y fermentativos. Mientras, los vinos procedentes de las barricas situados en el eje positivo de la función 1 están definidos sobre todo por los atributos de intensidad de color, notas aromáticas a frutos secos y tostadas. Mientras que el vino procedente de tratamiento con cubos se sitúa entre los vinos de astillas y de las barricas, confirmando los resultados discutidos anteriormente.

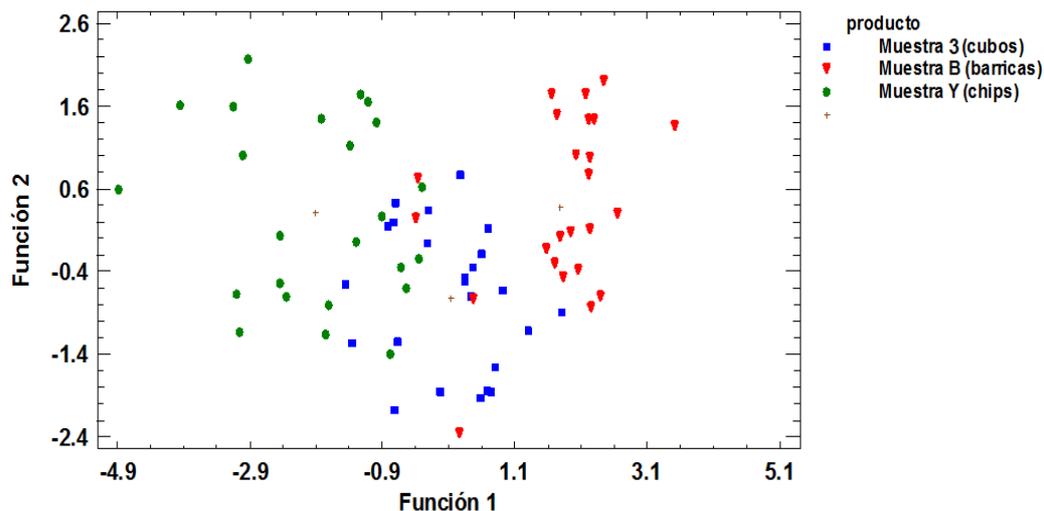


Figura 12. Análisis discriminante canónico del análisis sensorial (cata de escala). Fuente: Propia

5.3.2 Cata de preferencia y aceptabilidad

Para analizar e interpretar los resultados obtenidos en esta prueba bilateral de comparación por parejas, se han recopilado los datos obtenidos en la tabla 8, para determinar el número mínimo de respuestas consensuadas necesarias para concluir que existe una diferencia perceptible entre ellas y por tanto en qué intervalo de confianza podemos asegurar que es la muestra es la preferida por los jueces.

Tabla 8. Recopilación resultados obtenidos tras las tres pruebas bilaterales para las muestras Y, 3 y B. Fuente: Propia

Prueba bilateral entre Muestra Y – Muestra 3	
Jueces con preferencia por Y	7
Jueces por preferencia por 3	17
Total jueces	24

Prueba bilateral entre Muestra Y – Muestra B	
Jueces con preferencia por Y	16
Jueces por preferencia por B	8
Total jueces	24

Prueba bilateral entre Muestra 3 – Muestra B	
Jueces con preferencia por 3	15
Jueces por preferencia por B	9
Total jueces	24

- Prueba bilateral entre las muestras Y y 3

En esta prueba participan 24 jueces, de los cuales 7 designaron la muestra Y como su preferida y los 17 restantes la muestra 3. Según establecen las normas ISO 5495:2005 e ISO 5495:2005/Cor 1:2006, para este número de jueces y basándonos en el más alto de los números obtenidos, podemos utilizar un nivel de significación de 0,10 para afirmar que las dos muestras son significativamente diferentes, con un intervalo de confianza del 90% de preferencia por la muestra 3.

- Prueba bilateral entre las muestras Y y B

En esta prueba participan 24 jueces, de los cuales 16 designaron la muestra Y como su preferida y los 8 restantes la muestra B. Según establecen las normas ISO 5495:2005 e ISO 5495:2005/Cor 1:2006, para este número de jueces y basándonos en el más alto de los números obtenidos, podemos utilizar un nivel de significación de 0,20 para afirmar que las dos muestras son significativamente diferentes, con un intervalo de confianza del 80% de preferencia por la muestra Y.

- Prueba bilateral entre las muestras 3 y B

En esta prueba participan 24 jueces, de los cuales 15 designaron la muestra 3 como su preferida y los 9 restantes la muestra B. Según establecen las normas ISO 5495:2005 e ISO 5495:2005/Cor 1:2006, para este número de jueces y basándonos en el más alto de los números obtenidos, no podemos utilizar el nivel de significación de 0,20 para afirmar que las dos muestras son significativamente superiores, puesto que para ello necesitaríamos un valor de 16 respuestas consensuadas para la muestra 3. Por tanto, no existe preferencia clara de los jueces por ninguna de las dos muestras.

Esta prueba resulta especialmente importante desde el punto de vista comercial para la bodega, que ha prestado su materia prima e instalaciones, ya que nos permite ver las percepciones y preferencias de los posibles consumidores de los vinos. Tras analizar los resultados, podemos observar que la tradicional vinificación en barrica no ha resultado ser la preferida como cabría esperar, puesto que podemos asegurar que se prefiere la muestra Y frente a la B en un 80%, y frente a la muestra 3 no ha habido una preferencia significativa. Por su parte, entre las muestras Y y 3, podemos afirmar que se prefiere la muestra 3 en un 90%, lo cual invita a valorar positivamente el uso de cubos de madera de roble francés en la vinificación. Por lo tanto, podemos garantizar que se pueden obtener buenos resultados sensoriales realizando una buena gestión de los alternativos a la barrica tradicional, sin disminuir la calidad del producto y reduciendo el coste de producción.

6. CONCLUSIONES

Tras analizar los resultados obtenidos se puede observar lo siguiente:

- ✓ Los parámetros enológicos básicos no sufren alteraciones significativas en cuanto al formato de aplicación de madera en los vinos.
- ✓ Los vinos tratados con cubos presentan mayor intensidad colorante que los vinos tratados con astillas, y por ello más similares a las características que nos ofrece un vino tratado de forma tradicional con barrica. Ello puede verse reflejado tanto en los máximos de absorción en los espectros entre 230 y 350 nm de como en los resultados de la fase visual de la cata de escala, donde el valor superior para la intensidad colorante fue para el vino tratado con barrica, el valor intermedio para el vino tratado con cubos y el valor inferior para el vino tratado con astillas.
- ✓ Los vinos tratados con cubos presentan mayor composición fenólica que los vinos tratados con astillas, y por ello más similares a las características que nos ofrece un vino tratado de forma tradicional con barrica. Ello puede verse reflejado tanto en el máximo de absorción a 280nm de los espectros, correspondiente a la extracción de ácido gálico y sus derivados, como en los resultados de la fase gustativa de la cata de escala, donde los parámetros de astringencia y tanicidad reciben valores superiores en los vinos tratados con barrica tradicional y con cubos que frente al vino tratado con astillas.
- ✓ En base a los resultados obtenidos en la prueba de cata de preferencia y aceptabilidad, se puede observar que los vinos tratados con cubos tienen una buena aceptación por parte de los catadores, siendo esta preferida frente al vino tratado con astillas y sin diferencias significativas frente al vino tratado con barrica.

Por lo tanto, a la hora de valorar la utilización de formatos de madera alternativos a la barrica de roble tradicional en la vinificación de vino blanco, es importante tener en cuenta tanto el formato de aplicación como la dosis. Ello, nos va a permitir no sólo abaratar los costes de producción, sino además obtener unos buenos resultados tanto analíticos como organolépticos, que han sido valorados positivamente por posibles consumidores.

7. BIBLIOGRAFÍA

Blazer, R.M., 1991. Wine evaporation from barrels. *Prac. Wine. Vineyard* 12: 20-23.

Chatonnet P, Boidron JN, Duboudieu D. 1993. Maîtrise de la chauffe de brûlage en tonnellerie. Application à la vinification et à l'élevage des vins en barriques. *Revue Française d'Oenologie* 144:41-53.

Chatonnet, P., 1998. Volatile and odoriferous compounds in barreled wines: impact of cooperage techniques and aging conditions. In A. L. Waterhouse & S. E. Ebeler (Eds.), *Chemistry of wine flavour* (pp. 180–207). Washington, DC, USA: American Chemical Society.

Chatonnet, P., & Dubourdieu, D. (1998). Comparative study of the characteristics of American white oak (*Quercus alba*) and European oak (*Quercus petraea* and *Q. robur*) for production of barrels used in barrel aging of wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 49, 79–85.

Chatonnet, P. (1999). Discrimination and control of toasting intensity and quality of oak wood barrels. *American Journal of Enology and Viticulture*, 50, 479–494.

Coulter, A. D.; Holdstock, M. G.; Cowey, G. D.; 2015. Potassium bitartrate crystallisation in wine and its inhibition *AUSTRALIAN JOURNAL OF GRAPE AND WINE RESEARCH*, 21, 627-641.

Cutzach, I., Chatonnet, P., Henry, R., & Dubourdieu, D., 1997. Identification of volatile compounds with a “toasty” aroma in heated oak used in barrelmaking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 2217–2224.

Del Alamo Sanza, M., 2006. Sistemas alternativos al envejecimiento en barrica. *ACE Revista de Enología - investigación ace*, Nº 74.

Del Álamo, M; Nevares, I.; Gallego, L.; Martín, C. y Merino, S. 2008. Aging markers from bottled red wine aged with chips, staves and barrels. *Analytica Chimica Acta*, 62, 86-99.

E. Sánchez-Palomo, R. Alonso-Villegas, J.A. Delgado, M.A. González-Viñas., 2017. Improvement of Verdejo White wines by contact with oak chips at different winemaking stages. *LWT – Food Science and Technology*, 79, 111-118.

Eiriz N., Santos-Oliveira J.F., Clímaco M.C., 2007. Fragmentos de madeira de carvalho no estágio de vinhos tintos. *Ciência e Técnica Vitivinícola.*, 22, 63-71

Espitia-Lopez, J.; Escalona-Buendia, H. B.; Luna, H.; et ál., 2014. Multivariate study of the evolution of phenolic composition and sensory profile on mouth of Mexican red Merlot wine aged in barrels vs wood chips ., 13, 26-31.

Fernandez de Simon, B.; Cadahia, E.; Muino, I.; Del Alamo, M.; Nevares, I., 2010a. Volatile Composition of Toasted Oak Chips and Staves and of Red Wine Aged with Them. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61, 157-165.

Fernández de Simón, B.; Cadahía, E.; del Álamo, M.; Nevares, I., 2010b. Effect of size, seasoning and toasting in the volatile compounds in toasted oak wood and in a red wine treated with them. *Analytica Chimica Acta*, 660, 211-220.

- Gómez-Miguez, M.J., Cacho, J.F., Ferreira, V., Vicario, M.I., Heredia, F.J. 2007. Volatile components of Zalema White wines. *Food Chemistry*, 100, 1464–1473
- Guchu, E., Díaz-Maroto, M.C., Pérez-Coello, M.S., González-Viñas, M.A., Cabezudo-Ibáñez, M.D., 2006. Volatile composition and sensory characteristics of Chardonnay wines treated with American and Hungarian oak chips. *Food Chemistry*, 99, 350–359
- Hidalgo, J. 2003. *Tratado de Enología. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España.*
- Normas UNE, 2010. Análisis sensorial. 2ª edición. AENOR ediciones
- Pérez-Coello, M.S., Sánchez, M.A., García, E., González-Viñas, M.A., Sanz, J., Cabezudo, M.D. 2000. Fermentation of white wines in the presence of wood chips of American and French oak. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48, 885-889.
- Philip, J.M., 1989. Cask quality and warehouse conditions. *The Science and Technology of Whiskerys*, J.r. Piggott, R. Sharp, R.E.B. Duncan, (Eds.), 264-294.
- Ribéreau- Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D. 1998. *Traité d'oenologie: chimie du vin. Stabilisation et traitements.* Francia: Dunod; p.185-214
- Singleton V.L. Draper D.E., 1961. Wood chips and wine treatment; The nature of aqueous alcohol extracts. *American Journal of Enology and Viticulture*, 12, 152–158.
- Singleton, V. L. (1995). Maturation of wines and spirits: comparisons, facts, and hypotheses. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46, 98–115.
- Towey, J.P., Waterhouse, A.L., 1996. The Extraction of Volatile Compounds From French and American Oak Barrels in Chardonnay During Three Successive Vintages. *American Journal of Enology and Viticulture*; 47 (2): 163-172.
- UNE-EN ISO 5495 (2007). Análisis sensorial. Metodología. Prueba de comparación por parejas. *Normas UNE. AENOR ediciones.*
- UNE-EN ISO 4121 (2006). Análisis sensorial. Directrices para la utilización de escalas de respuestas cuantitativas. Normas UNE. AENOR ediciones.
- Wilker K.L., Gallander J.F. 1988. Comparison of Seyval blanc wine aged in barrels and stainless steel tanks with oak chips. *Am. J. Enol. Vitic.* 39(1), 38-43. 5.
- Wilkinson, K.L., Eisey, G.M., Prager, R.H., Tanaka, T y Sefton, M.A. 2004. Precursors to oak lactone. Part 2: Synthesis, separation and cleavage of several β -glucopyranosides of 3-methyl-4-hydroxyoctanoic acid. *Tetrahedron*, 60: 6091-6100.
- Zamora, F. 2003. *Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.*