
APROVECHAMIENTO DE LAS LÍAS DE FERMENTACIÓN PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS DE INTERÉS ALIMENTARIO.



Facultad de Ciencias. Grado en Enología

Curso 2016/2017

ALUMNO: PAU SANCHO GALÁN

TUTORES: ANTONIO AMORES ARROCHA Y ANA CONCEPCIÓN JIMÉNEZ CANTIZANO

Julio 2017

Índice

1.	Resumen.....	1
2.	Summary.....	2
3.	Introducción.....	3
4.	Objetivo y finalidad de la investigación.....	5
5.	Solución técnica.....	6
5.1.	Material y métodos.....	6
5.1.1.	Material.....	6
5.1.2.	Métodos.....	7
5.1.3.	Análisis de datos.....	14
5.2.	Resultados y discusión.....	15
5.2.1.	Acidez total, acidez volátil, pH y contenido en sulfuroso.....	15
5.2.2.	Humedad y actividad del agua.....	16
5.2.3.	Cenizas y minerales.....	17
5.2.4.	Estudio nutricional de las lías: grasas y proteínas.....	19
5.2.5.	Estudio del color de la muestra en sólido.....	20
5.2.6.	Contenido en antocianos.....	22
5.2.7.	Contenido en taninos.....	23
5.2.8.	Capacidad antioxidante de las lías.....	23
5.2.9.	Estudio tecnológico de las lías.....	24
5.2.10.	Desarrollo del producto.....	26
5.2.11.	Análisis reológico y del pH del producto.....	27
5.2.12.	Caracterización sensorial.....	28
5.2.13.	Resultados del análisis de conglomeración.....	32
6.	Conclusiones.....	34
7.	Bibliografía.....	35
8.	Apéndices.....	39

8.1.	Apéndice I: Ficha de cata	39
8.2.	Apéndice II: Matriz de datos	41

1. Resumen

Las lías de vinificación son un subproducto que se genera tras la fermentación del mosto de la uva. Estas lías tienen una composición variable y están formadas principalmente por levaduras. Una vez finalizada la fermentación, tiene lugar la autólisis de las levaduras, proceso que provoca la ruptura de las membranas y da lugar a la liberación de componentes intracelulares como polisacáridos, proteínas, aminoácido y lípidos. Esta gran variabilidad de compuestos presentes en las lías ha permitido que sean fuente de estudio para diversos usos en el campo de la enología.

Las lías de vinificación suponen alrededor de un 6% de cada tonelada de uva destinada a vinificación. Actualmente la mayoría de las bodegas destinan las lías de vinificación que generan a obtener alcohol por destilación.

El presente estudio pretende dar a conocer los resultados de la caracterización físico-química y nutricional de lías obtenidas de diferentes vinificaciones llevadas a cabo en tres bodegas diferentes de la provincia de Cádiz, así como su potencial tecnológico con la finalidad de poder utilizarlas como un nuevo ingrediente en el desarrollo de productos agroalimentarios.

La caracterización físico-química de las lías revela que la acidez total, el pH, la acidez volátil y la concentración de sulfuroso de éstas, puede estar influida por el tipo de vinificación y los tratamientos de conservación llevados a cabo en la bodega. Respecto a la caracterización nutricional de las siete muestras de lías analizadas, debe destacarse su heterogénea composición nutricional y su riqueza en proteínas y grasas, y a nivel tecnológico la alta capacidad de formar emulsión.

Con los resultados obtenidos en la caracterización físico-química, nutricional y tecnología se optó por el desarrollo de una emulsión a base de lías de vinificación. Los resultados de este trabajo pueden ser el inicio de una nueva línea de investigación dirigida al aprovechamiento de lías de vinificación para la elaboración de alimentos.

2. Summary

Wine lees are a by-product that is generated after the fermentation of the grape must. These lees have a variable composition and are mainly made up of yeasts. Once the fermentation is complete, autolysis of the yeasts takes place. This process causes the rupture of the membranes and the consequent release of intracellular components such as polysaccharides, proteins, amino acids and lipids. This great variability of compounds present in the lees has allowed them to be a source of study for various uses in the oenology field

These wine-lees are about the 6 % of each ton of grapes destined for vinification. Now, most of the wineries destine the lees to obtain alcohol by distillation.

The present study aims to present the results of the physical-chemical and nutritional characterization of lees obtained in different vinifications carried out in three different wineries of Cadiz, as well as their technological potential in order to try to use them as new ingredient in the development of agri-food products.

The physical-chemical characterization of the lees reveals that the total acidity, pH, volatile acidity and sulphur dioxide concentration of the wine lees can be influenced by the vinification style and the lees conservation treatments carried out in the winery. About the lees nutritional characterization, we can highlight their heterogeneous composition and the richness in proteins and fats; and at technological level, the wine lees high capacity to form emulsions.

With the results obtained in the physic-chemical, nutritional and technological characterization, we opted for the development of an emulsion based on vinification lees. The result of this work may be the beginning of a new line of research aimed at the use of winemaking lees for food processing.

3. Introducción

Las lías obtenidas de la fermentación del mosto de la uva o lías de vinificación, se definen según la regulación europea EEC No. 337/979 como: “*el sedimento formado en la base del depósito o barril que contiene el vino después de la fermentación, durante el almacenamiento o después de realizar tratamientos autorizados al producto, así como los residuos obtenidos de la filtración o centrifugación de dicho producto*”. Su composición es variable y están formadas por microorganismos (mayoritariamente levaduras), ácido tartárico, coloides, polifenoles y materia inorgánica (Pérez-Serradilla *et al.*, 2008).

Una vez finalizada la fermentación, ocurren procesos de autólisis de las levaduras que provocan la rotura de las membranas, y la consecuente liberación de componentes intracelulares, enzimas hidrolíticas y la hidrólisis de biopolímeros intracelulares (Guilloux-Benatier *et al.*, 2003; Martínez-Rodríguez *et al.*, 2000; Charpentier *et al.*, 1992). Por este motivo, la crianza de los vinos en contacto con las lías puede modificar el perfil sensorial del vino final. Además, la liberación de compuestos como polisacáridos, proteínas, aminoácidos y lípidos, enriquecen nutricionalmente el vino (Lubbers *et al.*, 1993; Waters *et al.*, 1993). Esta gran variabilidad de compuestos presentes en las lías ha permitido que éstas se utilicen como activadores fermentativos (Escot *et al.*, 2001) previo un tratamiento enzimático o térmico; o bien para la obtención de extractos purificados de manoproteínas, cuyo uso mejora la estabilización y cualidades sensoriales de los vinos (Fernández *et al.*, 2011).

Las lías de vinificación suponen alrededor de un 6 % de cada tonelada de uva destinada a vinificación (Pérez-Bibbins *et al.*, 2015). A nivel mundial se producen anualmente unos 37.5 millones de toneladas de uvas de vinificación (OIV, 2016), generándose 4.5 millones de toneladas de lías durante la elaboración de los vinos.

Actualmente la mayoría de las bodegas destinan las lías de vinificación a obtener alcohol por destilación (Dimou *et al.*, 2016) y ácido tartárico salificado por cristalización (Braga *et al.*, 2002). No obstante, hay otras que acumulan lías junto con otros subproductos vitivinícolas para la realización de compost. Este método permite la obtención de enmiendas orgánicas estables microbiológicamente a partir de la descomposición de la materia orgánica mediante un proceso termofílico (Ruggieri *et al.*, 2009).

A nivel de investigación, las lías han sido analizadas con distintos fines dada a su composición heterogénea. La presencia de compuestos de interés en las lías ha interesado a las industrias farmacéuticas y cosméticas. De este modo diversos autores reportan la posibilidad de extracción de polifenoles mediante técnicas microondas (Pérez-Serradilla *et al.*, 2011) o de fluidos supercríticos (Wu *et al.*, 2009) dado a sus beneficios a nivel cardiovascular (Louli *et al.*, 2004); o de lípidos de interés como el escualeno usado como adyuvante en vacunas (Naziri *et al.*, 2012). Además, la elevada carga nutricional de las lías de vinificación ha suscitado el interés de la investigación biotecnológica. De este modo Bustos *et al.*, (2004) reportan que un medio de cultivo basado en lías a una concentración de 20 g/L favorece el desarrollo de bacterias lácticas.

Por otro lado, su contenido en materia orgánica ha convertido las lías en sustrato de ensayo para biorefinerías. La industria química ha conseguido implantar a escala piloto un sistema que permite la obtención de etanol, tartratos y polifenoles, además de un subproducto de lías que puede convertirse en un suplemento nutricional de *Cupriavidus necator* para la producción de poli(3-hidroxiutarato) mediante vía fermentativa (Dimou *et al.*, 2015).

En los últimos años, otras investigaciones han permitido desarrollar un sistema de obtención de vino de calidad a partir de las propias lías (Fia *et al.*, 2016), generando un mayor volumen de vino final y aumentando el rendimiento y los beneficios de la bodega. Sin embargo, a diferencia de los usos dados a otros subproductos que se generan en la industria agroalimentaria, actualmente no está desarrollado el uso de las lías de vinificación en el campo de la alimentación humana. Cechini *et al.* (2016), Gómez *et al.* (2004) y Hwang *et al.* (2009) indican que las lías de vinificación presentan el potencial necesario para su incorporación en el procesado de alimentos y el aporte de sus propiedades beneficiosas a la alimentación.

Dado este precedente y siguiendo las directrices del Horizonte 2020, este trabajo formaría parte de una nueva línea de investigación enfocada al aprovechamiento de las lías de vinificación para el desarrollo de nuevos productos agroalimentarios.

4. Objetivo y finalidad de la investigación

El aumento de la población a nivel mundial y la necesidad de reducir los residuos agroalimentarios, llevan a la necesidad de desarrollar nuevos alimentos a partir de subproductos generados en la industria agroalimentaria. Por este motivo, se plantea como objetivo general de este trabajo el estudio del potencial de reutilización de las lías de vinificación en la elaboración de nuevos productos para la alimentación humana.

Para ello se establecieron los siguientes objetivos específicos:

1. Caracterización físico-química y nutricional de las lías gruesas producidas en diferentes vinificaciones llevadas a cabo en la provincia de Cádiz.
2. Estudio de las propiedades tecnológicas de las lías de vinificación.
3. Formulación de un nuevo producto alimentario de origen vínico.
4. Caracterización y evaluación tecnológica y sensorial del producto desarrollado.

5. Solución técnica

5.1. Material y métodos

5.1.1. Material

Para el desarrollo de esta investigación se han utilizado lías de distintas vinificaciones. En la tabla 1 se muestran los códigos de cada una de las muestras, la bodega de procedencia (1: bodega grande, 2 y 3: bodegas pequeñas), la fecha de recogida y la variedad de uva empleada en la elaboración del vino.

Tabla 1. Especificaciones de las muestras

Muestra	Bodega	Fecha de recogida	Variedad de uva (<i>Vitis vinifera</i>)
W1	1	3/11/16	Palomino Fino
W2	1	10/11/16	Palomino Fino
W3	2	27/10/16	Sauvignon Blanc
R1	1	3/11/16	Tempranillo
R2	1	10/11/16	Tempranillo
R3	2	27/10/16	Mezcla variedades tintas
R4	3	15/10/16	Tintilla de Rota

Para la realización de la toma de muestra se siguió la misma metodología en todas las bodegas. Las muestras de lías se recogieron en recipientes de 5 L y fueron trasladadas al laboratorio, donde se congelaron y almacenaron a -20 °C en ausencia de luz hasta su pretratamiento.

5.1.1.1. Pretratamiento de la muestra

Antes de iniciar los análisis pertinentes, las muestras recibieron un pretratamiento. Una vez descongeladas y atemperadas a temperatura ambiente, se decantaron por gravedad y a continuación fueron centrifugadas en una centrifuga TORNAX de OrtoAlresa para eliminar la mayor cantidad de vino posible. Las lías centrifugadas se almacenaron en toma-muestras de 100 mL y se ultracongelaron a -80 °C para su posterior liofilización en un equipo modelo Vitris Benchtop KTM durante un periodo de 48 horas. En el proceso de liofilización se han obtenido un rango de rendimientos entre el 8 % y el 14 %, ya que las muestras presentaban una elevada cantidad de líquido.

Obtenido el liofilizado, cada una de las muestras fueron homogeneizadas en Thermomix TM31 a velocidad 5 durante 1 minuto y almacenadas posteriormente en

bolsas zip conservadas en un desecador automatizado ScienceWare para controlar la humedad.

5.1.1.2. *Preparación de las muestras*

Debido a que algunas de las metodologías de análisis están adaptadas a muestras líquidas, se prepararon matrices de lías sólidas en disolución para poder aplicar dichos métodos. Para ello, en todos los casos se prepararon disoluciones de lías a una concentración del 2.5 % (p/v), las cuales se homogeneizaron durante 5 minutos con un agitador magnético Agimatic-N de P-Selecta a 500 rpm y posteriormente en un baño de ultrasonidos Ultrasons de P-Selecta durante 5 minutos. Para eliminar los conglomerados no disueltos, las disoluciones se centrifugaron durante 5 minutos a 5000 rpm a 20 °C en un equipo Microfriger-BL de P-Selecta y finalmente se filtraron con filtros de nylon de 0.45 µm de Asimô Corp.

Para el resto de determinaciones (proteínas, grasas, actividad del agua, humedad, sulfuroso, cenizas y antocianos totales) se utilizó la cantidad indicada de muestra en cada método directamente.

5.1.2. Métodos

5.1.2.1. *Determinación del pH (en agua) y contenido en acidez total (A.T.), acidez volátil (A.V.) y sulfuroso*

Para determinar el pH de la muestra se ha realizado una lectura directa con el pH-metro modelo Basic20 de Crisson (Loveland, Estados Unidos) previamente calibrado con soluciones tampón a pH = 4 y pH = 7. Para la determinación de la acidez total se siguió el método de Tipo I del Compendio Internacional de Métodos Analíticos de la OIV (OIV-MA-AS313-01), (OIV, 2017).

Para la determinación de la acidez total se siguió el método empírico de destilación propuesto por García (1976) basado en la destilación fraccionada de una muestra de vino, calentada a llama con el mechero Bunsen y la valoración con NaOH 0,01 N de la fracción de destilado de 3.2 mL usando el volatímetro García-Tena (GAB Sistemática Analítica, Olerdola, España). La cuantificación de la acidez volátil se realizó mediante el cálculo en g/L de ácido acético con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$A_{VOL} \text{ (g/L HAc)} = N \times 3 \times 0.0545$$

Dónde: N es el valor de NaOH gastado en la valoración.

Para la determinación y cuantificación del contenido en sulfuroso libre y total se ha seguido la metodología Tipo I propuesta en el Compendio Internacional de Métodos Analíticos de la OIV (OIV-MA-AS323-04B) (OIV, 2017).

5.1.2.2. *Determinación del contenido en humedad y actividad del agua (Aw)*

Para la determinación del porcentaje de humedad se ha seguido el método de Matissek *et al.*, (1992) recogido en “Análisis de los alimentos. Fundamentos, métodos y aplicaciones”. La cuantificación de la humedad se ha llevado a cabo mediante el cálculo del porcentaje de humedad que contenían las muestras, aplicando las siguientes ecuaciones:

$$\% \text{ Humedad} = (W2/W1) \times 100$$

W1 = Peso de la muestra (g)

W2 = Peso de la muestra desecada

5.1.2.3. *Determinación del contenido en cenizas y minerales*

Para la determinación de las cenizas se siguió la metodología recogida por Matissek *et al.*, (1992) en “Análisis de los nutrientes de los alimentos. Fundamentos, métodos y aplicaciones”. Para realizar la carbonización se tomaron crisoles de porcelana de tamaño medio y se colocaron sobre la llama de un mechero Bunsen. La carbonización de las muestras fue llevada a cabo bajo campana extractora dada la alta cantidad de humo desprendido en este proceso. Una vez carbonizadas las muestras se llevan a incinerar al horno mufla Carbolite ELF 11/148 Sigma-Aldrich (Saint Louis, Estados Unidos), para así obtener el residuo blanco final que corresponde a las cenizas.

La cuantificación del contenido de cenizas de las muestras se realizó mediante el cálculo de la cantidad que contenían las muestras aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Cenizas} = A - B$$

A = Peso de crisol y cenizas tras incineración en horno mufla

B = Peso crisol vacío, antes de la carbonización en el Bunsen

Para la determinación del contenido mineral se siguió la metodología propuesta por Matissek *et al.*, (1992).

Las muestras incineradas se redisolviéron en una mezcla ácida. Una vez transcurrido el tiempo de digestión ácida, se sometieron a lavados con agua bidestilada y se filtraron con papel Watman nº 54 libre de cenizas para luego realizar las medidas de los metales de interés mediante la técnica ICP-AES con el equipo IRIS INTREPID de Thermo Elemental (Alcobendas, España).

5.1.2.4. *Determinación del contenido en proteínas y grasas*

Se determinaron las proteínas según el método Kjeldahl mediante la medición del nitrógeno total propuesto por la AOAC (2000). Se emplearon reactivos de Panreac (Barcelona, España) y equipamiento de Foss (Barcelona, España).

Para la digestión ácida de las muestras se utilizó el digestor automatizado de muestras Tecator™ con el recogedor de gases Scrubber SR210. Una vez finalizada la digestión se realizó la destilación por arrastre de vapor con el equipo Kjeltec™ 8200 y se valoró el destilado con el TitroLine™ 5000.

La cuantificación se realizó mediante el cálculo del porcentaje en nitrógeno total y aplicado a un factor de conversión a proteína mediante las siguientes ecuaciones:

$$\% \text{ Nitrógeno Total} = ((V2 - V1) \times N / W) \times 1.4$$

$$\% \text{ Proteína bruta} = ((V2 - V1) \times N / W) \times 1.4 \times F$$

Dónde:

- W: El peso en gramos de la muestra problema
- V1: Volumen en mL de ácido clorhídrico requerido en la valoración del blanco
- V2: Volumen en mL de ácido clorhídrico requerido en la valoración de la muestra
- N: Normalidad del ácido clorhídrico
- F= 6.25 factor general para productos cárnicos (FAO)

Para la determinación de las grasas se siguió el método recogido por Matissek *et al.*, (1992).

La extracción de las grasas se ha realizado con el equipo Soxtec™ ST255 de Labtec™ Line de Foss (Barcelona, España), permitiéndose optimizar el procedimiento de extracción. Este equipo permite realizar la extracción sólido-líquido en un tiempo menor que el rudimentario que aplica el cuerpo de un Soxhlet común con una muestra inserta en el interior del sifón.

La cuantificación se realizó mediante el cálculo de la cantidad en gramos y porcentaje de componentes grasos aplicando las siguientes ecuaciones.

$$\text{Componentes grasos (g)} = (P1 - P2)$$

$$\% \text{Componentes grasos} = (P2/P1) \times 100$$

Dónde:

- P1 = Peso del cartucho con muestra previo a la extracción
- P2 = Peso del cartucho con muestra tras la extracción

5.1.2.5. *Estudio del color en las muestras en sólido*

Se realizaron las medidas de color con un espectrofotómetro UV-Vis portátil modelo CM-2600d Konica Minolta (Osaka, Japón).

5.1.2.6. *Determinación del contenido en antocianos totales*

Se determinan los antocianos totales por el método propuesto por el Australian Wine Research Institute (AWRI). Se cuantificaron antocianos totales en mg de malvidin-3-glucosido/g de lías se ha usado la siguiente fórmula:

$$AT \left(\frac{\text{mg M3G}}{\text{g lías}} \right) = \frac{\text{Abs muestra} \times \text{FD} \times \text{V final} \times 1000}{500 \times 100 \times \text{peso de la muestra}}$$

Dónde:

- Abs muestra: Absorbancia de la muestra a 520 nm
- FD: factor de dilución que se ha aplicado a la muestra
- V final: el volumen final toma el valor de 10.5 según el método ya que nuestra muestra pesa entre 0.95 y 1.05 g
- 500: es el valor de la absorbancia de M3G al 1% p/v en una cubeta de 10 mm a 520 nm

5.1.2.7. *Pretratamiento de la muestra y determinación del contenido en taninos totales*

Para realizar la medida del contenido en taninos totales se decidió crear matrices de las lías liofilizadas en agua bidestilada, pero no se observaron resultados satisfactorios, ya que con este disolvente la extracción de la fracción polifenólica de las muestras era nula. Llegado este punto y después de revisar protocolos sobre la extracción de pigmentos en distintas matrices (Nawaz *et al.*, 2006, Carrera *et al.*, 2012) se procedió a la elaboración de una comparativa entre distintos disolventes a distintas concentraciones en función de medidas espectrofotométricas. En esta investigación se han comparado los valores del Índice de Polifenoles Totales (IPT, absorbancia a 280 nm) obtenidos en matrices de lías con etanol y metanol a distintas concentraciones. Se han creado matrices desde el 0 % de concentración de disolvente hasta el 100 %, en intervalos del 10 %, para poder observar la variación de un parámetro del color de la matriz de muestra creada como es el IPT. Los resultados obtenidos en los barridos de IPT se pueden observar en las figuras 1 y 2.

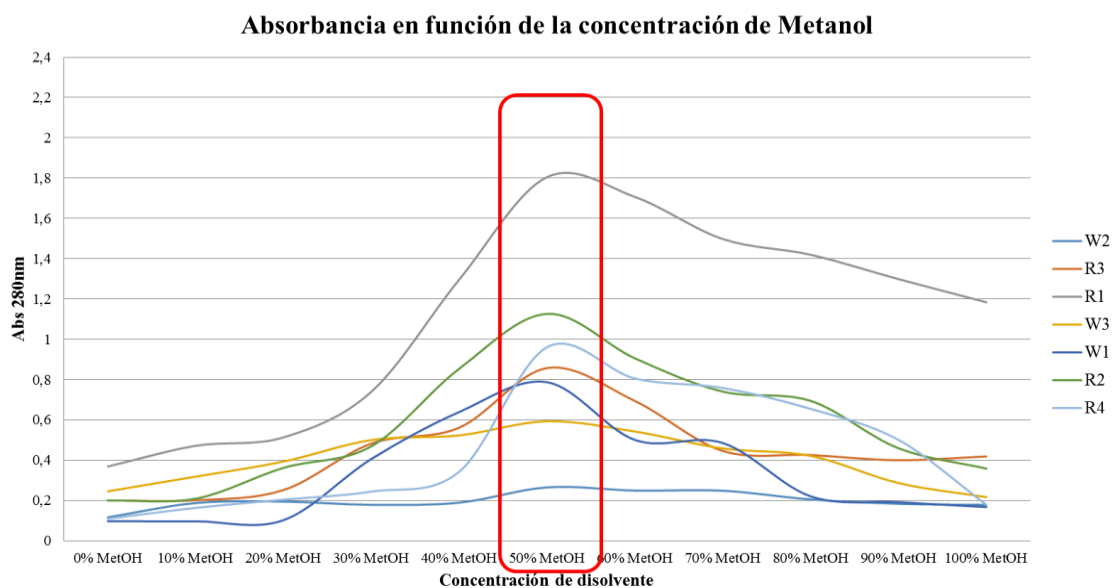


Figura 1. Resultado del barrido de IPT con metanol

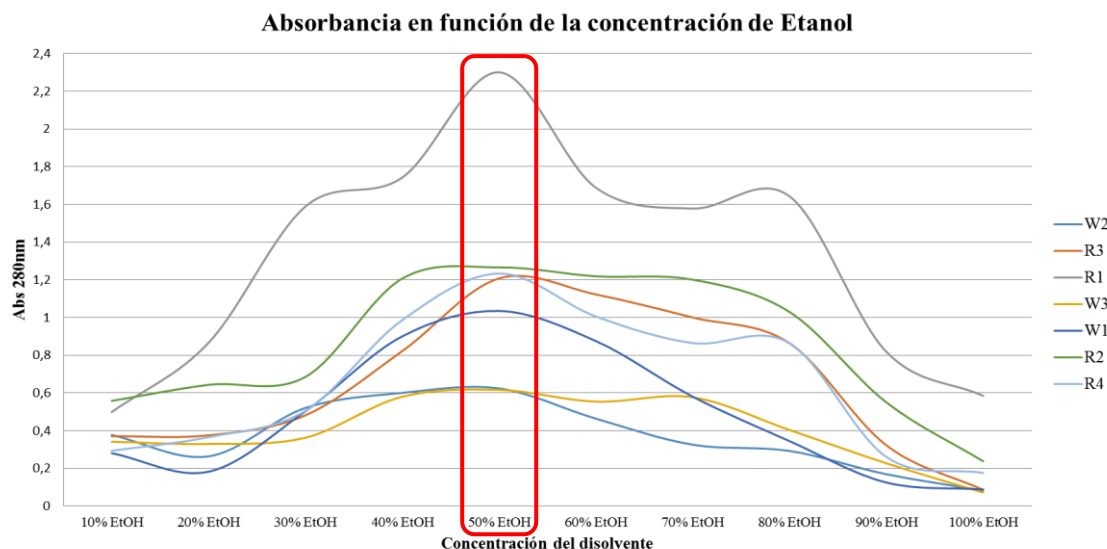


Figura 2. Resultado del barrido de IPT con etanol

Obtenidos estos resultados, para la determinación del contenido total en taninos se resuspendieron las muestras de lías liofilizadas en etanol al 50 % con agua bidestilada de manera previa al análisis.

Para cuantificar el contenido en taninos totales se emplea la metodología descrita por Ribéreau-Gayon y Stonestreet (1966). Para la cuantificación del contenido en taninos totales se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Taninos totales (g/L)} = (A1 - A2) \times 19.33$$

A1: Abs a 550nm de la muestra calentada

A2: Abs a 550nm de la muestra refrigerada

5.1.2.8. Determinación de la capacidad antioxidante de las lías

Para el pretratamiento de las muestras para la realización de este análisis se siguió la metodología propuesta por Hwang et al. (2009), para la estimación del porcentaje de secuestro del DPPH los protocolos propuestos por Blois (1958) y para la cuantificación de la actividad antioxidante la metodología de Vázquez (2007).

La recta de calibrado de TROLOX obtenida se extrapolará con los resultados obtenidos de las muestras para cuantificar en mg TROLOX/g lías. Se obtendrá el porcentaje de secuestro del DPPH del siguiente modo:

$$(\%) = \frac{A_0 - (A - A_b)}{A_0}$$

Dónde:

- Ao: Valor de absorbancia del DPPH
- Ab: Valor de absorbancia de la muestra sin DPPH
- A: Valor de absorbancia de la muestra con DPPH

5.1.2.9. Estudio tecnológico de las lías

La capacidad espumante (CE) y estabilidad de la espuma (EE) fueron determinadas según la metodología reportada por Puski (1975) consistente en la creación de una espuma añadiendo volúmenes perfectamente medidos de los reactivos, y comprobar posteriormente su evolución en función del tiempo transcurrido. Se determinaron la capacidad espumante (CE) y la estabilidad de la espuma (EE) del siguiente modo:

$$CE (\%) = \frac{\text{Volúmen total después de agitar} + \text{Volúmen de de espuma}}{\text{Volumen inicial} - 1} \times 100$$

$$EE (\%) = \frac{\text{Volúmen de espuma después del tiempo transcurrido}}{\text{Volumen inicial de la espuma}} \times 100$$

La actividad emulsionante (AEm) y estabilidad de la emulsión (EEm) se determinaron utilizando la metodología reportada por Yasumatsu *et al.* (1972) consistente en la creación de una emulsión añadiendo volúmenes perfectamente medidos de las fases acuosa y grasa, y comprobar posteriormente su evolución en función del tiempo transcurrido. Se determinaron la actividad emulsionante (AEm) y la estabilidad de la emulsión (EEm) del siguiente modo:

$$AEm (\%) = \frac{\text{Volúmen final de la emulsión}}{\text{Volumen inicial de la emulsión}} \times 100$$

$$EEm (\%) = \frac{\text{Volúmen de la emulsión después del tiempo transcurrido}}{\text{Volumen inicial de la emulsión}} \times 100$$

5.1.2.10. Análisis del producto

Para el análisis de la textura de los productos desarrollados con las lías de vinificación se ha seguido la metodología propuesta por Bourne (1982) que consiste en la medida de distintos parámetros reológicos de una muestra sometida a una fuerza aplicada por

distintos módulos. Se ha empleado un texturómetro Lloyd Material Testing Machine (West Sussex, Reino Unido).

En esta medida se ha empleado una sonda de fuerza de 250 N con un módulo de presión cilíndrico también del mismo fabricante. Se obtienen los resultados de consistencia (Nmm), dureza (N), rigidez (mm) y trabajo de penetración (Nmm) directamente a partir del software excepto los resultados de gomosidad que se obtendrán según la siguiente ecuación propuesta por Bourne (1978):

$$\text{Gomosidad} = \text{Dureza} \times \text{Cohesividad}$$

Se ha determinado también el pH de los productos elaborados con un pH-metro con una sonda Intelicall para semisólidos de Crison (Loveland, Estados Unidos).

5.1.2.11. Caracterización sensorial

Todos los productos desarrollados fueron evaluados mediante análisis sensorial. Para ello se realizaron catas descriptivas con un total de 20 catadores especializados. Mediante el uso de fichas de catas descriptivas, se evaluó la intensidad de atributos sensoriales básicos (acidez, amargor, dulzor y salado) junto con atributos aromáticos específicos (aromas cítricos, ahumados, lácteos, etc.) usando una escala de intensidad de 0 a 5. De igual modo se aplicó un test de preferencia (ISO 8587:2006, AENOR) para conocer el grado de aceptación del producto en comparación con uno comercial.

5.1.3. Análisis de datos

Para todos los resultados, fueron calculados los valores promedio y mediante análisis de ANOVA se evaluaron todas las diferencias significativas usando test de Fisher LSD con una confianza del 95% ($p < 0.05$) (GraphPad Prism version 6.01 for Windows, GraphPad Software, San Diego, Estados Unidos). Mediante el uso del paquete estadístico SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, Estados Unidos) se han obtenido los resultados para los análisis de clúster jerárquico (HCA, Hierarchical Cluster Analysis), de todas las muestras analizadas en este trabajo.

5.2. Resultados y discusión

5.2.1. Acidez total (A.T.), acidez volátil (A.V.), pH y contenido en sulfuroso

Se realizó una caracterización físico-química básica de las lías con el objetivo de poder establecer diferencias entre las distintas lías analizadas y comprobar si presentan valores similares de acidez total, acidez volátil, pH y sulfuroso a los del medio de donde proceden. Los resultados obtenidos para la acidez total, acidez volátil y pH se muestran en la figura 3, y los resultados del sulfuroso en la tabla 2.

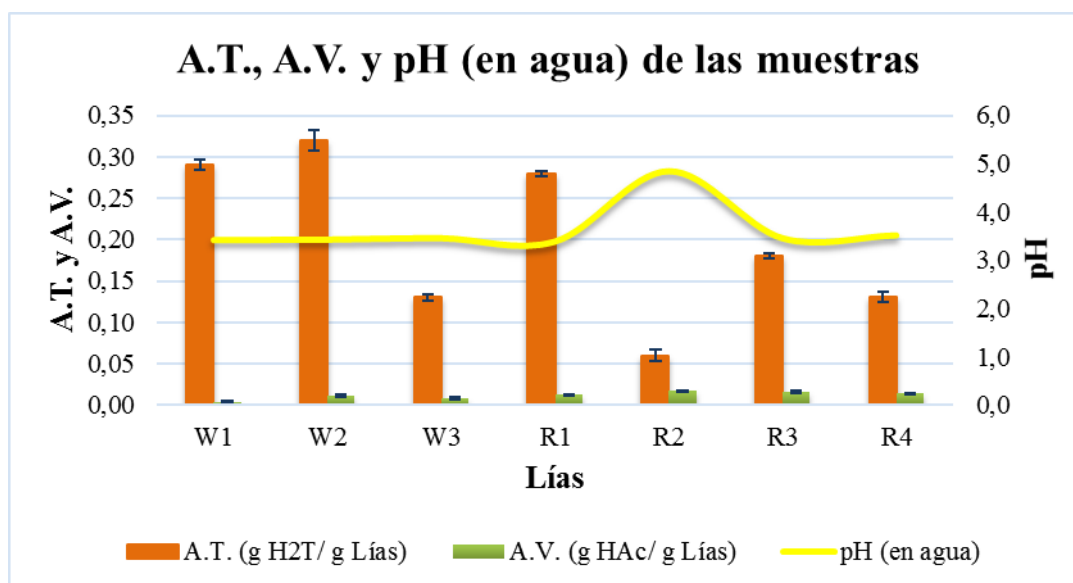


Figura 3. A.T., A.V. y pH (en agua) de las muestras

Tabla 2. Contenido en sulfuroso de las muestras

Código muestra	Sulfuroso (mg/g lías)		
W1	43,400	±	0,200
W2	57,800	±	0,700
W3	28,300	±	0,200
R1	22,100	±	0,900
R2	33,600	±	0,500
R3	28,500	±	0,500
R4	21,100	±	0,900

Los valores de acidez total obtenidos en las lías oscilan entre 0.32 gramos de ácido tartárico para W2 y 0.06 para R2, demostrando en este caso que al igual que sucede en los vinos, las lías blancas son más ácidas que las tintas.

Esta acidez se debe a la presencia de bitartrato potásico que ha ido precipitando durante la fermentación alcohólica junto con las levaduras (Pérez-Serradilla *et. al.*, 2008). Por lo tanto, la presencia de acidez en las lías depende del grado alcohólico del vino, de sus niveles de potasio y de la temperatura a la que se haya realizado la fermentación alcohólica. De todos estos factores parece que la temperatura juega un papel relevante, y puede ser la responsable de la relativa elevada acidez que presentan las lías de vinos blancos W1 y W2. Por todo ello, las lías presentan una componente ácida muy destacable desde el punto de vista gustativo, y que puede ser determinante a la hora de seleccionar en qué tipo de alimento se va a emplear como ingrediente.

La baja acidez volátil en las lías es un indicativo de una correcta conservación en bodega y que no se ha producido ninguna contaminación bacteriana durante la fase de almacenado. En esto ha podido contribuir en cierta medida la elevada presencia de sulfuroso, que se encuentra en un rango de concentración de 20 y 50 mg/g de lía (tabla 2). Generalmente el sulfuroso se añade a las lías para evitar la acetificación y la consecuente pérdida de grado alcohólico, teniendo en cuenta que la mayoría de grandes bodegas venden las lías a las alcoholeras o destilerías. Las bodegas pequeñas suelen aplicar menores dosis de sulfuroso, hecho que puede justificar que las lías W3 y R3 presenten los valores más bajos de este antioxidante. Por lo tanto, la concentración de sulfuroso va a depender fundamentalmente de la dosis de sulfuroso aplicada en la conservación de las lías.

Desde el punto de vista sensorial, el SO₂ se detecta en las lías de manera significativa tanto en la fase olfativa como en la fase gustativa, y esto puede afectar de manera significativa a sus aplicaciones alimentarias.

Comparando los resultados obtenidos en esta caracterización con los publicados por Bustamante *et al.*, (2008) se observa que los resultados obtenidos en esta investigación son décimas menores a los publicados. Dichas diferencias pueden deberse, entre otros, a la distinta procedencia de las lías o al tratamiento previo de liofilización de las lías que se ha aplicado en este trabajo.

5.2.2. Humedad y actividad del agua

En la tabla 3 se representan los resultados obtenidos en el análisis de la humedad y actividad del agua de las lías liofilizadas.

Tabla 3. Resultados de las medidas de humedad (%) y actividad del agua (A_w)

Código muestra	Humedad (%)	Actividad del agua (A_w) (T= 25°C)
W1	2.619 ± 0.033	0.174 ± 0.033
W2	4.098 ± 0.051	0.246 ± 0.001
W3	5.039 ± 0.027	0.238 ± 0.003
R1	3.582 ± 0.016	0.116 ± 0.002
R2	7.249 ± 0.080	0.061 ± 0.002
R3	6.055 ± 0.033	0.121 ± 0.001
R4	12.161 ± 0.160	0.255 ± 0.001

Se han obtenido para estos análisis bajos valores de humedad y actividad del agua tal y como se esperaba, ya que el análisis se ha realizado a un producto liofilizado conservado en un desecador. Estos resultados indican una correcta estabilidad microbiológica del producto, facilitando la conservación en todo momento del liofilizado de lías.

5.2.3. Cenizas y minerales

En la tabla 4 se observan las cantidades de cenizas obtenidas en este análisis (partiendo de aproximadamente un gramo perfectamente medido) y el porcentaje que representan frente a la muestra inicial.

Tabla 4. Resultados del análisis de cenizas

Código muestra	Cenizas (g)	Cenizas (%)
W1	0.349 ± 0.039	33.27
W2	0.346 ± 0.027	33.89
W3	0.108 ± 0.031	10.32
R1	0.311 ± 0.056	29.88
R2	0.118 ± 0.049	11.58
R3	0.209 ± 0.03	20.71
R4	0.181 ± 0.018	18.00

Los resultados obtenidos en este análisis indican la gran cantidad de cenizas que contienen las lías. En los resultados de este análisis se observan diferencias significativas entre todas las lías, siendo la muestra W2 la que presenta un mayor contenido en cenizas (33.89 %) y la muestra W3 la que presenta uno menor (10.32 %).

Comparando los resultados obtenidos con otro subproducto agroalimentario como es el bagazo de cerveza se observa que las lías presentan una mayor cantidad de cenizas, de promedio un 20 % en las lías frente a un 4.6 % en el bagazo (Mussatto *et al.*, 2006).

Las diferencias encontradas en el porcentaje de cenizas influyen significativamente en la concentración de minerales que presenta cada una de las muestras analizadas. En las tablas 5a, 5b, 6a y 6b se muestran los resultados de la determinación de la fracción mineral de las muestras.

Tabla 5a. Contenido en macrominerales en las muestras

Código muestra	Ca (mg/L)		Mg (mg/L)		K (mg/L)	
W1	14,00	± 0,424	4,660	± 0,156	2270,5	± 136,472
W2	11,05	± 0,495	9,825	± 0,672	2305,0	± 83,439
W3	42,00	± 283,0	7,740	± 0,255	756,5	± 0,707
R1	18,85	± 3,748	6,495	± 0,983	2405,0	± 319,612
R2	65,55	± 0,354	12,95	± 0,354	805,0	± 43,841
R3	62,30	± 1,980	10,00	± 0,141	1392,5	± 26,163
R4	62,15	± 4,879	9,950	± 0,636	1187,0	± 11,314

Tabla 5b. Contenido en macrominerales en las muestras

Código muestra	Na (mg/L)		Fe (mg/L)		Cu (mg/L)		P (mg/L)	
W1	4,855	± 0,898	1,985	± 0,049	4,790	± 0,198	25,600	± 1,838
W2	10,940	± 2,517	8,835	± 0,516	3,440	± 0,113	23,550	± 0,636
W3	3,700	± 0,240	0,746	± 0,105	1,480	± 0,014	105,500	± 0,707
R1	3,010	± 1,047	1,195	± 0,177	4,115	± 0,700	6,250	± 0,100
R2	3,720	± 0,354	8,465	± 0,134	5,515	± 0,177	71,500	± 0,424
R3	4,415	± 3,260	2,605	± 0,064	0,473	± 0,014	74,350	± 2,758
R4	2,410	± 1,768	3,510	± 0,269	1,720	± 0,156	52,650	± 3,465

Tabla 6a. Contenido en microminerales en las muestras

Código muestra	Mn (µg/L)		Zn (µg/L)		Cr (µg/L)	
W1	106,500	± 3,536	170,000	± 28,284	14,300	± 2,687
W2	107,500	± 6,364	373,500	± 4,950	12,600	± 0,849
W3	121,500	± 28,991	151,000	± 12,728	8,605	± 2,397
R1	296,000	± 4,243	815,500	± 13,435	51,150	± 5,303
R2	142,500	± 0,707	143,000	± 5,657	12,950	± 2,333
R3	133,000	± 0,828	102,900	± 11,455	1,450	± 13,081
R4	189,000	± 18,385	166,000	± 7,071	14,635	± 3,444

Tabla 6b. Contenido en microminerales en las muestras

Código muestra	Co (µg/L)		Ni (µg/L)		Cd (µg/L)		Pb (µg/L)	
W1	1,22	± 0,792	12,73	± 4,059	0,1815	± 0,004	5,72	± 0,1
W2	1,26	± 0,24	10,53	± 1,796	0,256	± 0,124	11,885	± 3,415
W3	0,5805	± 0,127	7,67	± 0,594	0,1675	± 0,115	4,66	± 3,705
R1	4,35	± 0,325	23,65	± 2,192	0,279	± 0,016	11,95	± 0,212
R2	0,59	± 0,014	10,65	± 3,465	0,1325	± 0,018	8,565	± 0,912
R3	1,08	± 0,17	18,2	± 4,667	0,1745	± 0,012	3,565	± 0,021
R4	1,015	± 0,021	22,6	± 14,71	0,4675	± 0,036	33,4	± 37,052

Los contenidos en minerales en las lías fluctúan sin establecerse un patrón que permita clasificarlas según procedencia, modo de elaboración o tipo de uva. El valor más destacable es el contenido en potasio.

El potasio se presenta en las lías de manera muy superior al resto de cationes. Este hecho puede tener dos orígenes distintos. Dicho catión es el mayoritario en la uva y, por lo tanto, deberá de serlo en las lías dados los procesos de precipitación de los ácidos parcialmente salificados. De este modo, las lías reciben un elevado aporte de bitartrato potásico mientras están en contacto con el vino.

Las lías presentan gran variabilidad de minerales beneficiosos para la salud como el potasio (en gran cantidad), calcio, fósforo y magnesio, a la par que un bajo contenido en sodio (contraindicado en la dieta) y elementos tóxicos como el cadmio o plomo (tóxicos).

5.2.4. Estudio nutricional de las lías: grasas y proteínas

En la figura 4 se muestran los resultados del contenido en grasa y proteínas de cada muestra.

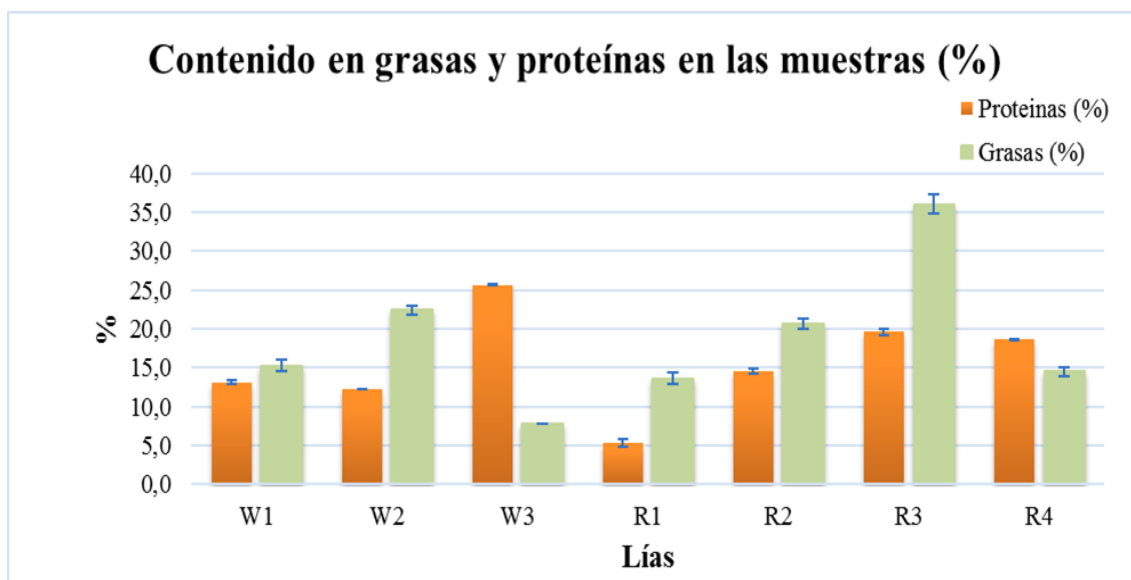


Figura 4. Contenido en grasas y proteínas de las muestras

Las muestras de esta investigación presentan un contenido en grasas con diferencias significativas entre todas ellas oscilando los valores encontrados entre un 35 % para R3 y un 7.5 % para W3, no existiendo un patrón que permita correlacionar los contenidos en grasas con el estilo de vinificación. Las grasas de las lías proceden principalmente de las membranas plasmáticas de las levaduras. De este modo, la gran variabilidad en el contenido en grasas en las muestras puede atribuirse a la cepa de levadura usada para realizar la fermentación alcohólica.

Dentro de una misma especie de levadura, el contenido de lípidos totales también varía con las condiciones de cultivo, así, aumenta normalmente al impedir la

multiplicación celular por falta de un factor esencial para el crecimiento. La deficiencia de un nutriente particular y un exceso de sustratos carbonados son los principales requerimientos para la acumulación de lípidos por la levadura, ya que la proliferación celular cesa cuando el nutriente limitante falta, mientras que el exceso de compuestos carbonados sigue siendo asimilado por la célula y canalizado hacia la síntesis de lípidos (Troton, 1989; Kessell, 1968).

Comparando los valores obtenidos en este análisis con otros alimentos se observa que las lías presentan cantidades similares a la carne baja en grasas (15 % de las lías frente a 12 % de la carne de gallina o 13.7 % de la carne de pavo) (Mataix Verdú 1998). El contenido en grasas será beneficioso para la inclusión de las lías en alimentos ya que se mejorarán la palatabilidad, suavidad y saciedad de los alimentos.

Como se muestra en la figura 4, los resultados obtenidos en la cuantificación de proteínas son heterogéneos, hecho que puede ser indicativo entre los distintos tipos de vinificación. El contenido en proteínas de las lías analizadas oscila en un rango de 26.66 % para la lía W3 y 5.28 % para la lía R1. El contenido en proteínas de las lías analizadas es mayor al obtenido en otros alimentos considerados ricos en proteínas como el huevo (12 %), cordero (15.6 %) o los frutos secos (14.4%) (Mataix Verdú, 1998). Por otro lado, durante el proceso de vinificación el contenido en proteínas se ve también afectado por tres factores: la aparición de alcohol, la temperatura, los tratamientos realizados en bodega y la existencia de proteasas exocelulares (Feuillat, 1980).

En este análisis no se puede apreciar un valor medio de proteínas en las lías, obteniéndose los mayores niveles en las muestras procedentes de la bodega 3. Al igual que sucede con los valores de grasas, la cantidad de proteínas en las lías puede venir dada por la cepa de levadura empleada en la fermentación.

5.2.5. Estudio del color de la muestra en sólido

Se llevó a cabo un estudio del color en fase sólida de las lías. En la figura 5, se muestra una imagen del aspecto visual de las lías liofilizadas. Como se puede observar las lías presentan una coloración muy variada de blanco a gris pasando por tonalidades violáceas. El color de la muestra de lía va a ser dependiente de la variedad de uva empleada en la vinificación (blanca o tinta).

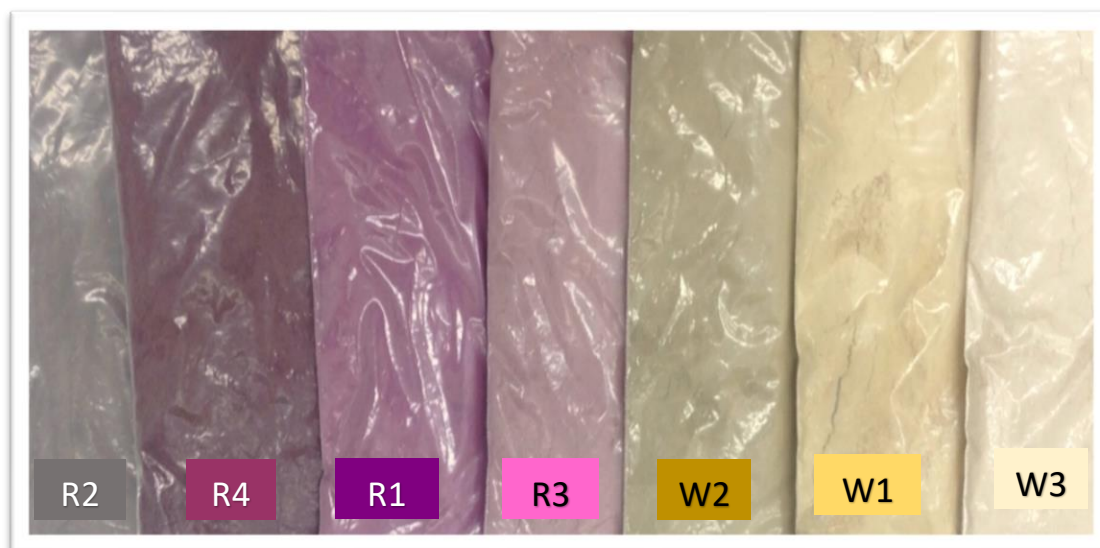


Figura 5. Aspecto inicial del liofilizado de lías

Los valores obtenidos en la medida de los parámetros de color CIELab se representan en las tablas 7a y 7b.

Tabla 7a. Valores de las muestras en la medida de los parámetros a^* , b^* y L

Código muestra	a		b		L	
W1	3,72	± 0,098	22,883	± 0,454	77,380	± 0,558
W2	2,487	± 0,04	18,103	± 0,217	63,027	± 0,246
W3	3,067	± 0,049	13,627	± 0,197	80,497	± 0,247
R1	18,37	± 0,07	-3,573	± 0,015	50,393	± 0,240
R2	3,38	± 0,13	4,23	± 0,096	47,843	± 1,430
R3	11,953	± 0,051	4,393	± 0,045	58,890	± 0,416
R4	11,847	± 0,477	2,787	± 0,006	37,057	± 0,476

Tabla 7b. Valores de las muestras en la medida de los parámetros H y C

Código muestra	H		C	
W1	80,763	± 0,064	23,183	± 0,464
W2	82,177	± 0,029	18,277	± 0,223
W3	77,303	± 0,071	13,967	± 0,145
R1	348,997	± 0,015	18,713	± 0,076
R2	51,393	± 1,578	5,417	± 0,064
R3	20,190	± 0,132	12,737	± 0,055
R4	13,227	± 0,469	12,170	± 0,466

En las lías tintas (R1, R2, R3 y R4) se puede observar claramente que la absorción de los polifenoles se realiza preferentemente sobre los antocianos (tonalidad violácea). Las muestras de lías R1 y R3 que muestran los colores más violáceos (figura 5), presentan valores elevados de a^* y menores de b^* situando las muestras en el espacio de color CIELab en la zona del morado. Según los resultados obtenidos, se puede deducir que la coloración morada de las muestras es la que influirá en que éstas tengan un mayor o menor

contenido en antocianos totales. La riqueza de estas muestras en compuestos polifenólicos como los antocianos puede ser de interés para su uso como colorante natural alimentario.

5.2.6. Contenido en antocianos

En la figura 6 se muestran los resultados obtenidos en el análisis del contenido en antocianos totales de las muestras (cuantificados en malvidin-3-glucósido ya que es el antociano mayoritario en la uva).

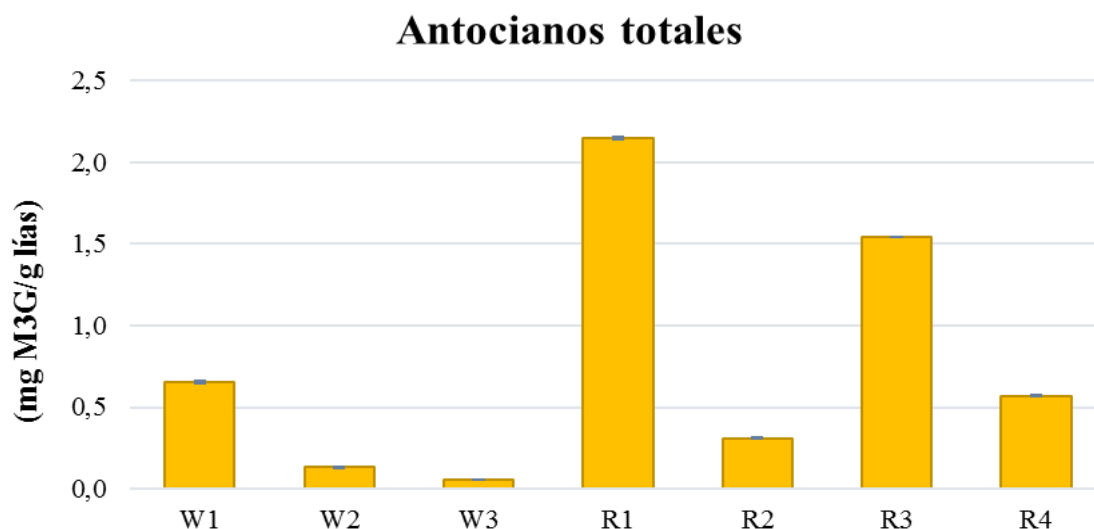


Figura 6. Contenido en antocianos totales en las muestras

Se pueden agrupar las muestras en dos grupos homogéneos, el primero con las muestras R1 y R3, y el segundo grupo con el resto de muestras. Las primeras presentan un contenido en antocianos totales igual o superior en algunos casos a uvas de vinificación como la Tintilla de Rota o la Petit Verdot (Carmona-Jiménez, 2015).

Destaca el contenido en antocianos totales de las muestras W1 y W2. Dichas muestras procedentes de un proceso de vinificación en blanco no deberían de dar resultados positivos en el análisis de los antocianos totales, ya que la cantidad en antocianos totales en la uva blanca es ínfima. Esta aparición de 0.665 y 0.133 mg de malvidin-3-glucósido para las muestras W1 y W3 respectivamente, puede deberse a que la bodega ha conservado las muestras en un depósito donde se han vertido tanto lías blancas como tintas sin discriminar. La mezcla de dichos tipos de lías podría haber sido la causante de un resultado positivo en este análisis.

5.2.7. Contenido en taninos

En la figura 7 se muestra la concentración (g/L) de taninos para cada una de las muestras analizadas.

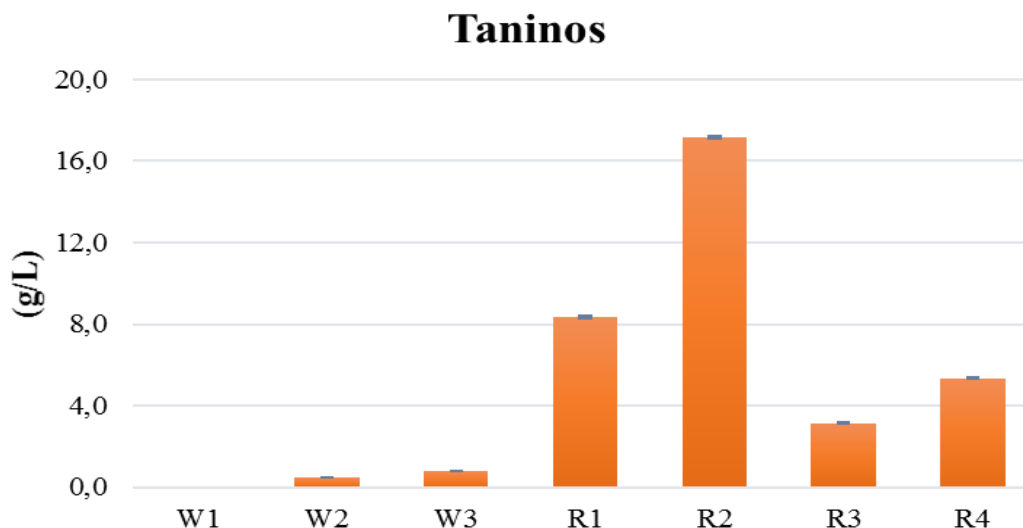


Figura 7. Contenido en taninos en las muestras

Por lo referente contenido en taninos, se obtienen resultados mayores en lías tintas (R1, R2, R3 y R4) que en las blancas (W1, W2 y W3) con diferencias significativas muy marcadas. Dentro del grupo de lías tintas, los resultados entre ellos también presentan diferencias destacables. Las muestras de lías con mayor cantidad en taninos fueron R1 y R2, procedentes de la bodega denominada como 1. Esta bodega produce grandes volúmenes de vino en un proceso mecanizado con máximas extracciones y rendimientos, lo que explicaría la alta concentración de taninos presentes en las lías tintas que genera.

Algunas de las muestras presentan valores similares a los que presentan las uvas en su estado de maduración. De este modo la muestra R1 presenta un contenido en taninos similar a la variedad Petit Verdot (8.95 g/L) (Carmona-Jiménez, 2015). La presencia de un elevado contenido en taninos puede aportar sensaciones astringentes y de sequedad, alterándose así el perfil gustativo. Así pues, habrá que tener en consideración los resultados de este análisis a la hora de formular el producto.

5.2.8. Capacidad antioxidante de las lías

Los compuestos antioxidantes poseen propiedades beneficiosas para el organismo, ya que son capaces de proteger los sistemas biológicos frente a la acción de radicales libres, reduciendo así la incidencia de diversas enfermedades con las que estos radicales están relacionados (De Gaetano *et al.*, 2005). Por estos motivos se ha considerado de interés

determinar la cantidad de compuestos antioxidantes presentes en las muestras dado el color que mostraban las lías.

Los resultados de la capacidad antioxidante de las lías se muestran en la tabla 6 y se expresan de tres formas posibles; en porcentaje de secuestro del radical libre o porcentaje de barrido según la ecuación de Blois ^(a) y en concentraciones de TROLOX a partir de una recta de calibrado ^(b,c).

Tabla 8. Resultados de la capacidad antioxidante. Se expresan en porcentaje de barrido (a), y en unidades de TROLOX obtenidas a partir de una recta de calibrado (b,c)

Código muestra	Scavenging effect (%) ^a	Capacidad antioxidante (g/L TROLOX) ^b	Capacidad antioxidante (mgTROLOX/g lías) ^c
W1	70.931 ± 2.333	52.189 ± 2.586	153.346 ± 7.599
W2	96.444 ± 1.192	80.923 ± 1.321	242.123 ± 3.956
W3	93.842 ± 0.104	76.046 ± 0.1149	225.729 ± 0.341
R1	147.874 ± 0.104	80.029 ± 0.1149	239.766 ± 0.344
R2	102.163 ± 1.089	72.916 ± 1.207	218.458 ± 3.616
R3	125.220 ± 0.778	78.403 ± 0.862	234.661 ± 0.341
R4	125.086 ± 0.337	80.937 ± 0.037	242.085 ± 0.112

Se puede observar que las lías presentan un efecto de barrido superior al 70 % en todos los casos, no presentando diferencias significativas entre ellas. Destacan las lías tintas con valores superiores al 100 %. Hwang *et al.* (2009) reporta en publicaciones que el efecto de barrido de las lías de la variedad Queen (Taiwan) presenta valores cercanos al 90 %.

Por otro lado, Vázquez *et al.* (2011) reportan que los arándanos contienen entre 15 y 25 mmoles de TROLOX por cada gramo de arándanos (peso fresco). De este modo, y después de realizar las conversiones de unidades, se puede establecer que por cada tres gramos de liofilizado de lías consumido se ingiere la misma cantidad de antioxidantes que por cada gramo de arándanos. De este modo, la inclusión de las lías en la alimentación puede ser una fuente importante de antioxidante que puede tener un gran interés alimentario como ingrediente funcional en el enriquecimiento de nuevos alimentos.

5.2.9. Estudio tecnológico de las lías

Para comprobar si las lías son capaces de sustentar una emulsión se les ha aplicado las pruebas de capacidad emulsionante y estabilidad de la emulsión propuestas por distintos autores (Yasumatsu *et al.*, 1972; Ferreyra *et al.*, 2007).

Todas las muestras analizadas en este estudio han sido capaces de formar una emulsión a excepción de la muestra R4 procedente de la bodega 3. Una vez formada la

emulsión todas han presentado una correcta estabilidad. Dichas muestras han mostrado diferencias significativas entre ellas.

A las seis emulsiones realizadas se les ha testeado su estabilidad, siendo la máxima para las todas muestras en todos los intervalos de tiempo analizados. A su vez, se ha empleado un testigo emulsionante como es la lecitina de soja para poder observar diferencias entre un emulsionante muy presente en el mercado y las lías de vinificación. Los resultados obtenidos se detallan en la figura 8.

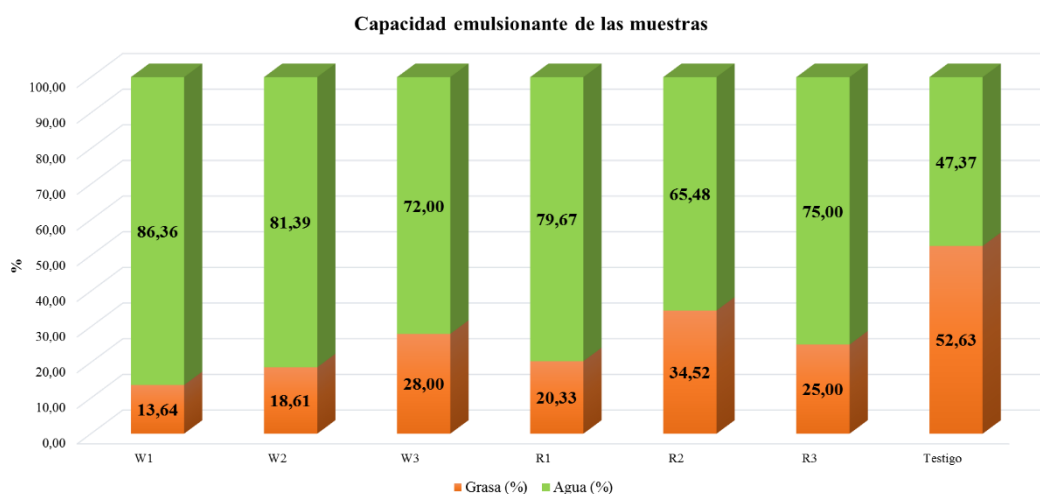


Figura 8. Estudio porcentual de las emulsiones de lías frente a un testigo

En la figura 8 se puede observar como las emulsiones de lías están formadas por una fase grasa incluso tres veces menor a una emulsión con un emulsionante comercial como es la lecitina de soja. Este hecho es beneficioso para el desarrollo de emulsiones con lías ya que permitirán la formulación de productos light. A parte, el uso de lías como emulsionantes conferirá al producto carácter antioxidante en el caso de las muestras R1 y R3.

Las emulsiones tipo mahonesa del mercado actual presentan entre un 48 % y un 64 % de contenido en grasa, por lo tanto, estos resultados favorecen al desarrollo de la investigación de emulsiones con lías dado que el contenido final en grasa es mucho menor.

Paralelamente, se realizaron pruebas de capacidad espumante y estabilidad de la espuma con el objetivo de comprobar si las lías podían presentar aptitudes positivas en las elaboraciones de alimentos como masas frescas, panes, etc. pero no se han obtenido

resultados satisfactorios, con lo que se descartó la inclusión de lías en alimentos que precisen de la formación de espumas.

5.2.10. Desarrollo del producto

Dado el conjunto de antecedentes estudiados en la caracterización de las lías se decide elaborar un producto suplementado con lías que presente las siguientes características: fácil de elaborar, para un público inespecífico y de consumo habitual, que presente la menor manipulación posible y que pueda soportar el aporte sensorial ácido de las lías. Siguiendo las premisas fijadas y dado el contenido en grasas y proteínas que presentan las muestras, en este trabajo se optó por la elaboración de una emulsión tipo mahonesa sustituyendo el aporte proteico del huevo de gallina por el de las lías. Previa a la elaboración del producto final, se realizaron ensayos preliminares para determinar las proporciones adecuadas de cada fase (acuosa y grasa) como se ilustra en la figura 9.

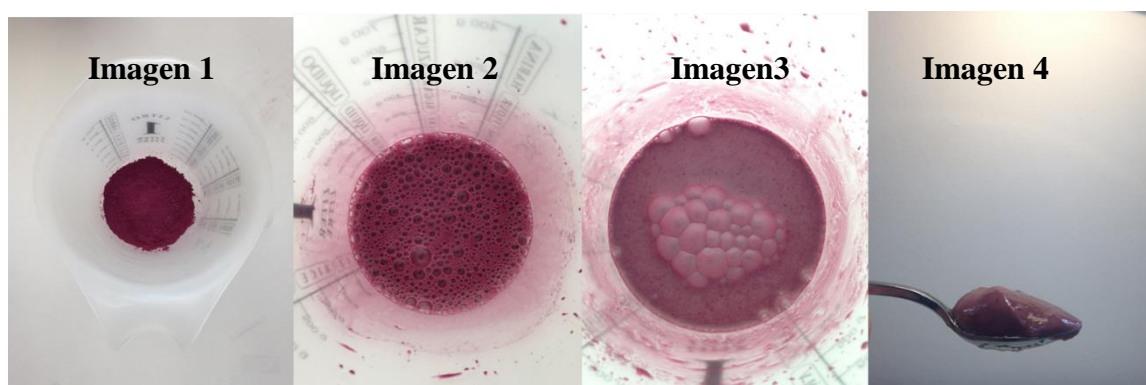


Figura 9. Ensayo preliminar de formación de emulsiones

En la figura 9 de izquierda a derecha se observa como a partir del producto liofilizado de lías (imagen 1), y añadiendo la fase acuosa y grasa (imágenes 2 y 3 respectivamente) se puede obtener una emulsión de lías de textura similar a las presentes en el mercado actual (imagen 4). En esta fase del trabajo se descartaron las muestras R4 (no presentaba capacidad emulsionante), R2 y W2 (aromas muy marcados a sulfito) y W1 (no presentaba un color agradable para formular una emulsión de tipo mahonesa).

Escogidas las muestras para la realización de emulsiones, se propusieron dos elaboraciones distintas: una primera elaborada como una mahonesa tradicional, intercambiando el huevo por muestra de lías (codificadas como código de la muestra.2); y otra elaborada del mismo modo, pero añadiendo un edulcorante natural para minimizar las sensaciones ácidas y mejorar la estabilidad de la emulsión (codificadas como código de la muestra.1). El resto de ingredientes se han añadido en la misma proporción y orden

para mantener la reproducibilidad en las medidas. Obtenidas las formulaciones finales de los productos, se analizaron en el texturómetro, pH-metro y sensorialmente.

5.2.11. Análisis reológico y del pH del producto.

Los productos formulados se analizaron en el texturómetro para comprobar si existían diferencias reológicas entre las distintas formulaciones, a la par que se les midió el pH. La figura 10 muestra los resultados del análisis de los parámetros consistencia, dureza, rigidez, trabajo de penetración y pH, además del nivel de significancia de cada uno de ellos mediante el análisis de ANOVA.

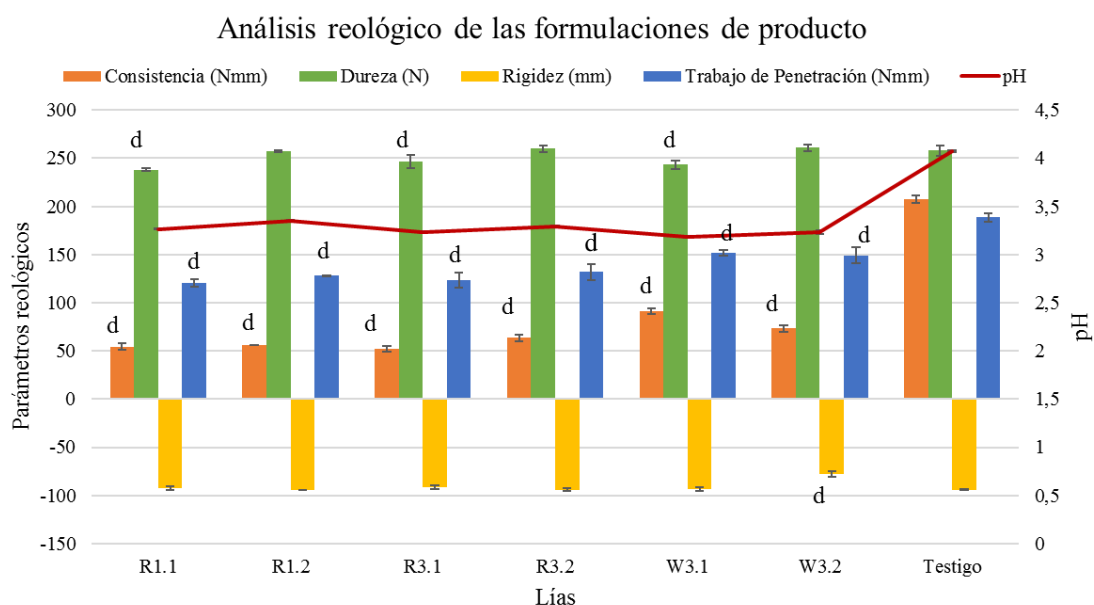


Figura 10. Diagrama de barras de los resultados del análisis reológico de los atributos de consistencia, dureza, rigidez y trabajo de penetración, en comparación con un testigo. La letra indica el grado de significancia ANOVA mediante el test de Fisher LSD ($p < 0.05$). Nivel de significancia $d < 0.0001$

En este análisis no se han encontrado diferencias significativas entre el testigo y las muestras por lo referente al pH, pero si en el resto de parámetros analizados. Todas las muestras han mostrado diferencias significativas en cuanto a trabajo de penetración y consistencia ya que la textura general de las formulaciones con lías era menos compacta que la del testigo comercial. Este hecho viene dado por la presencia de gelificantes y espesantes artificiales en el testigo, hecho que aumenta la consistencia y lo hace distinto a las emulsiones de lías.

En cuanto a dureza, solamente las muestras R1.1, R3.1 y W3.1 mostraron diferencias; pudiéndose deducir de este modo que la adición de edulcorante (muestras R1.2, R3.2 y W3.2) aumenta la dureza de las muestras, haciéndolas más similares al testigo comercial.

5.2.12. Caracterización sensorial

La caracterización sensorial se desarrolló mediante el uso de fichas de cata (Apéndice I) a través de las cuales, un panel de expertos catadores (n = 20) y habituales consumidores de productos similares, compararon cada una de las elaboraciones con respecto a un testigo comercial. Los atributos que se evaluaron fueron, uniformidad del color, presencia de grumos y fluidez, como atributos de aspecto visual. En olfato, los atributos analizados fueron, rancio, ácido acético (aroma a vinagre), acetato de etilo (aroma de vino o vinagre de jerez), aroma a vino, frutos secos, cítrico, ahumado y lácteo. Respecto al sabor, se evaluaron los atributos, acidez, dulzor, salado y astringencia. Por último, los catadores evaluaron los parámetros, sensación grasa, pesadez en boca, adhesividad y granulosidad, respecto a la textura en boca.

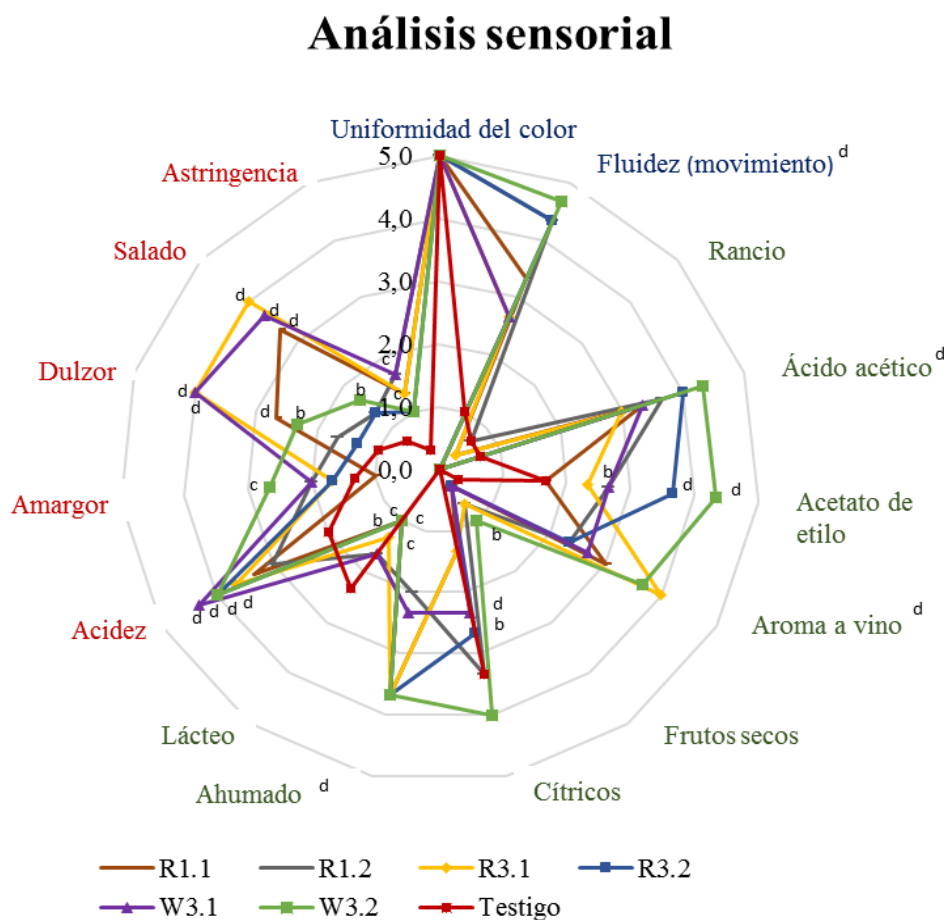


Figura 11. Diagrama de araña de los resultados del análisis sensorial de los atributos de aspecto, aroma y sabor, en comparación con un testigo. Las letras indican el grado de significancia aplicando ANOVA mediante el test de Fisher LSD ($p < 0.05$). Nivel de significancia $b < 0.01$, $c < 0.001$ y $d < 0.0001$

En la figura 11 se muestran los resultados del análisis sensorial perteneciente a los atributos de aspecto, aroma y sabor, para todos los productos y el testigo, representados en forma de diagrama de araña. Como se puede observar, todas las muestras presentan uniformidad en su composición y no difieren del testigo, mientras que, respecto a la fluidez, todos los productos presentan significativamente más intensidad. Esto es debido a que el producto comercial incluye en su composición espesantes y gelificantes en dosis elevadas, que le confieren la textura y fluidez deseada de forma artificial.

En relación al aroma, cabe destacar las notas de acético y aroma de vino en todos los casos, con respecto al testigo. Este hecho puede asociarse al origen vínico de las lías y a los pequeños niveles de acidez volátil, que se potencian en conjunto en el producto. En todos los casos, el aporte de un edulcorante natural al producto, reduce las notas de acético al igual que las de acetato de etilo suavizando los aromas punzantes. Cabe señalar, que todos los productos elaborados con las lías presentan notas de frutos secos y ahumado, igualmente asociadas con el origen vínico de las lías. Esta sensación de ahumado, es muy bien apreciada por los catadores ya que asocia al producto la madera usada en las bodegas, lo cual lo hace más interesante y diferenciador las emulsiones con lías de otras elaboraciones comerciales. Respecto a la presencia de ciertas notas lácteas, se puede indicar que las lías aportan muy poco en comparación con el testigo. Esto puede deberse a la presencia de leche como ingrediente en la elaboración del testigo a nivel comercial.

Los resultados de los atributos del sabor, indican que todos los productos presentan más acidez de forma significativa. Este hecho puede asociarse a la fracción ácida que aportan las lías, tal como se observa en la figura 3, que junto a los demás ingredientes de la formulación pueden formar un efecto sinérgico intensificando los sabores ácidos. Respecto al amargor, no se puede decir que las lías aporten sabores amargos, salvo en el producto que utiliza en su formulación la lía W3, aunque en todos los casos la intensidad percibida es muy baja y por ello no se puede considerar como un atributo que esté alterando la calidad sensorial del producto. Por otro lado, este efecto puede asociarse a la presencia del edulcorante natural, que en cierto modo está cubriendo esa sensación amarga. La decisión de incorporar un edulcorante natural, fue tomada con el sentido de equilibrar la sensación ácida que algunas de las lías aportaban al producto. Sin embargo, las formulaciones elaboradas con aquellas lías que presentaron menor acidez, fueron las que más intensidad dulce obtuvieron en la cata hecho que puede ser debido al exceso de azúcares contenidos en el edulcorante. De igual modo se comportó este edulcorante con

respecto a la sensación salada, siendo las muestras R1, R3 y W3, las que mayor intensidad salada mostraron. Respecto a la sensación de astringencia, cabe señalar que todos los casos presentaron valores muy bajos y en concreto todos los casos con adición del edulcorante natural fueron los más significativos junto a R1, ya que presentaron más astringencia en comparación con el testigo.

La figura 11 muestra los resultados de las puntuaciones obtenidas en los atributos de textura pesadez en boca, adhesividad, sensación grasa y granulosis, evaluados en el

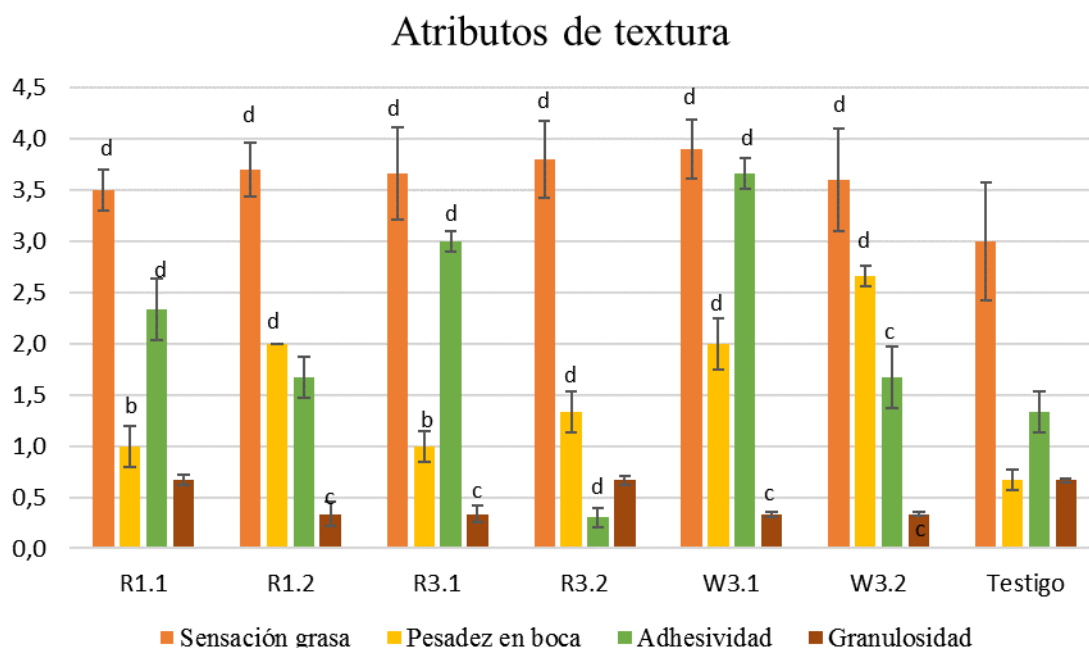


Figura 12. Resultados de los atributos de textura obtenidos en el análisis sensorial en comparación con un testigo. Grado de significancia ANOVA mediante test de Fisher (LSD)) $p < 0.05$; nivel de significancia $b < 0.05$, $c < 0.01$ y $d < 0.001$

análisis sensorial. La pesadez en boca es un parámetro que va a relacionar la percepción del producto sobre el paladar, la masticación, deglutación y el retrogusto. En este sentido, podría asemejarse a la textura en boca en el caso de las catas de vinos.

En primer lugar, hay que indicar que todos los productos presentaron más sensación grasa en boca de manera significativa, en comparación con el producto comercial. Sin embargo, debemos señalar que este factor fue evaluado en sentido positivo, al comparar analizar los resultados del test de preferencia. Esta sensación grasa puede ser aportada tanto por la propia lía como por algunos de los demás ingredientes de la formulación. Al comparar la pesadez en boca con respecto al testigo, se puede observar como este parámetro es mayor en los productos elaborados con las lías. Podría asociarse al aporte de proteínas por parte de las lías de vinificación, que en boca generan una sensación

perceptible y física y por lo tanto se asocia a que la porción catada presenta más cuerpo o textura. Este parámetro, no está asociado a la adición del edulcorante en la formulación, ya que como puede observarse en la figura 11, la elaboración W3 sin edulcorante fue la que mayor intensidad presentó. En cuanto a la adhesividad, es un parámetro que se puede asociar a cuan adhesivo al paladar es el producto en el momento de la fase gustativa. Este atributo es mucho más intenso en todos los casos en los que se adiciona edulcorante, y esto es debido al contenido en azúcares que presenta. Sin embargo, es un atributo que se relacionó con sensación agradable en boca, al analizar los resultados del test de preferencia. Por lo que podríamos decir que añadir este edulcorante natural al producto le confiere mejor sensación en boca y lo hace más complejo y atractivo al consumidor. Respecto a la granulosidad, es un parámetro que presentó muy baja intensidad en todos los casos, en comparación con el testigo y por lo tanto no afectó al análisis sensorial.

Los resultados del test de preferencia realizado, mostraron que un 90% de los catadores preferían los productos elaborados con lías frente al producto comercial, seleccionando las formulaciones R1.1 y R3.1 como las preferidas.

Podemos concluir indicando que a nivel sensorial la utilización de lías de vinificación para elaborar productos alimentarios presenta ciertas cualidades que permiten modular productos ya existentes o crear nuevos productos con marcadas diferencias en cuanto a calidad aromática y gustativa. Por ello, podría decirse que las lías de vinificación se presentan como una posible alternativa a la posibilidad de realizar emulsiones sin huevo. Estos resultados crean la posibilidad de profundizar más en el tema y seguir investigando en su uso para el desarrollo de productos alimentarios.

5.2.13. Resultados del análisis de conglomeración

Analizando la matriz de resultados obtenida en este trabajo de investigación (Apéndice II), se ha realizado un estudio de conglomeración para observar si las muestras presentan alguna tendencia en su comportamiento. Para este estudio se han utilizado únicamente aquellos parámetros de mayor interés para el desarrollo de una formulación de producto alimentario (físico-químicos, nutricionales y tecnológicos).

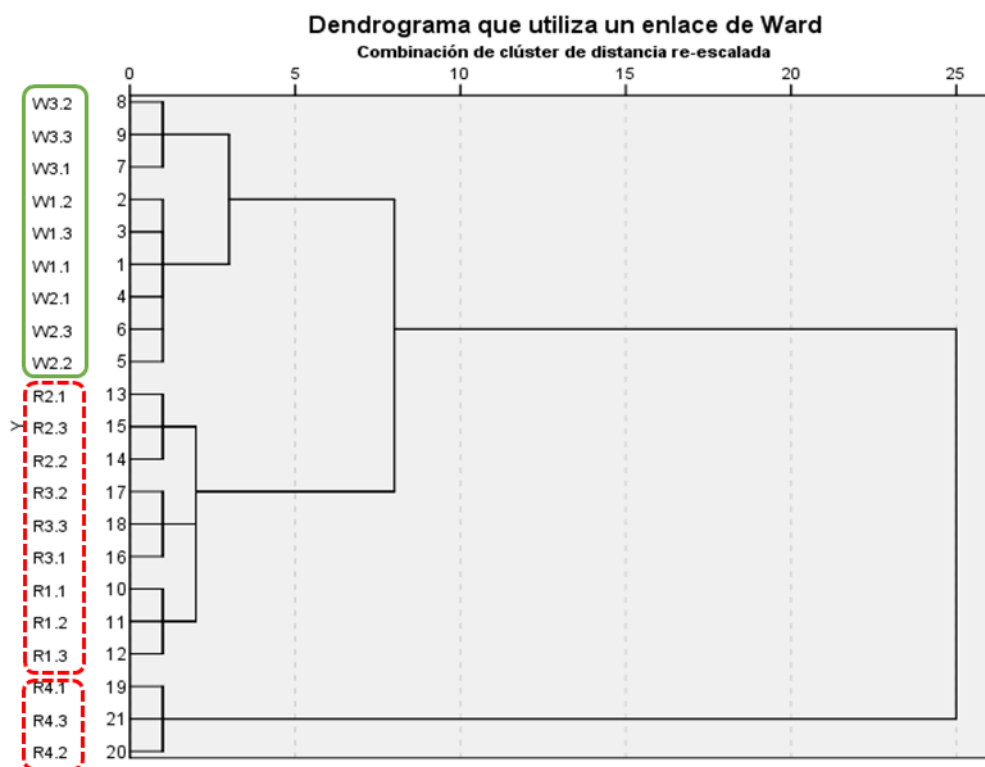


Figura 10. Dendrograma de clasificación para las lías mediante análisis de clúster jerárquico.

Se realizó un análisis exploratorio de conglomerados, conocido como análisis jerárquico de clúster o racimo, con el objetivo de clasificar las muestras en diferentes grupos, utilizando 18 variables de estudio (pH, acidez total, acidez volátil, a_w , grasas, proteínas, etc...) como factor respuesta y 7 lías diferentes, como muestras. Para conseguir la mejor agrupación de muestras, se utilizó el método de Ward como agrupación de clúster y la distancia euclídea al cuadrado como intervalo de unión entre las diferentes muestras. La figura 10, muestra el resultado del estudio de conglomerados representado en forma de dendrograma, donde se puede observar como las lías muestran una tendencia clara a formar tres grupos diferenciados.

Tal como se observa en el dendrograma (Fig. 10), hay dos grupos claramente diferenciados. Por una parte, se encuentran las muestras R 4 agrupadas y en otro grupo,

mayoritario, se encuentran contenidas todas las demás muestras de lías. Este segundo grupo, se divide a su vez en dos subgrupos donde se pueden ver claramente diferenciadas las muestras pertenecientes a lías de vino blanco (W1, W2 y W3) y las lías de vino tinto (R1, R2 y R3).

Atendiendo a los resultados obtenidos del análisis de clúster y teniendo en cuenta que se trata de un análisis no supervisado, podemos concluir indicando que existe una tendencia a que las lías se agrupen en función del tipo de vinificación de origen (blanco y tinto). Además, el comportamiento de las muestras R4, deja ver que también pudiera existir alguna relación entre el agrupamiento de las muestras y el tipo de bodega. Observando los resultados de la matriz de parámetros estudiada (Apéndice II), los resultados de la lía R.4, muestran un comportamiento muy diferente en la capacidad emulsionante en comparación con las demás lías.

En base a las respuestas obtenidos en el análisis de conglomerados, podríamos indicar que queda abierta una nueva línea de investigación en la que poder investigar y seguir profundizando para obtener mejores resultados y conclusiones con respecto al potencial que presentan las lías en el desarrollo de productos alimentarios.

6. Conclusiones

Las principales conclusiones que se obtienen tras este trabajo son las siguientes:

- 1) El tipo de vinificación y el tratamiento de conservación de las lías en bodega puede afectar a sus características físico-químicas y sensoriales, y consecuentemente a sus propiedades como ingrediente alimentario.
- 2) Las lías de vinificación generadas en bodega presentan una composición nutricional heterogénea, rica en proteínas y grasas y muy dependiente de la cepa de levadura empleada en la fermentación alcohólica.
- 3) Las lías son ricas en minerales destacando en su composición elementos como el potasio, que puede ser muy beneficioso desde el punto de vista nutricional.
- 4) Las lías de vinificación en tinto presentan una alta capacidad antioxidante debido a su riqueza en compuestos polifenólicos (antocianos y taninos), que puede ser de interés para su uso como ingrediente funcional.
- 5) Las lías de fermentación tienen una buena capacidad emulsionante y las hace aptas para la formulación de emulsiones alimentarias.
- 6) Se ha desarrollado con éxito una formulación de emulsión tipo mahonesa empleando lías de fermentación en vez de huevo. El producto obtenido presenta valores de textura (gomosidad y rigidez) muy parecidos a los testigos comerciales y los resultados de la evaluación sensorial han sido muy satisfactorios y han motivado la solicitud de protección bajo patente de dicha formulación.
- 7) Los resultados obtenidos en este trabajo pueden ser el inicio de una nueva línea de investigación futura dirigida al aprovechamiento de subproductos o residuos de vinificación para elaboración de nuevas formulaciones alimentarias.

7. Bibliografía

AOAC Internacional (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales), *Official Methods of Analysis*, 17ª edición. (2000).

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

Australian Wine Research Institute. AWRI standard methods, 2009. URL: https://www.awri.com.au/information_services/fact_sheets/ [Consulta: abril de 2017].

Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature*, 26, 1199–1200.

Bourne, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 32,62–72.

Braga, F. G., Lencant e Silva, F. A., Alves, A. (2002). Recovery of winery by-products in the Douro demarcated region: Production of calcium tartrate and grape pigments. *American Journal of Enology Viticulture*, 53, 41–45.

Bustos G., Moldes A.B., Cruz J.M., Dominguez J.M.. Formulation of low-cost fermentative media for lactic acid production with *Lactobacillus rhamnosus* using vinification lees as nutrients, *J. Agric. Food Chem.* 52 (2004) 801–808.

Carmona-Jiménez, Y. (2015). Subproductos de la industria vitivinícola y su aplicabilidad en cosmética (Tesis doctoral). Universidad de Cádiz. Cádiz, España.

Cechini, F., Bevilacqua, N., Giannini, M., Morassut, M. (2016). The potential use of yeast lees (1-3, 1-6)-B-Glucans as functional food ingredients. *InfoWine*, 3–7.

Charpentier, C., & Feuillat, M. (1992). Yeast autolysis. En: *Wine microbiology and biotechnology* (pp. 225–242). Chur, Switzerland: Harwood Academic Publishers.

De Gaetano, G., Di Castelnuovo, A., Rotondo, S. (2005). Cardiovascular protective effect of moderate wine consumption: Evidence after the French Paradox. *Sang Thrombose Vaisseaux*, 17(1), 47-60.

Dimou, C., Kopsahelis, N., Papadaki, A., Papanikolaou, S., Kookos, I. K., Mandala, I., & Koutinas, A. A. (2015). Wine lees valorization: Biorefinery development including production of a generic fermentation feedstock employed for poly(3-hydroxybutyrate) synthesis. *Food Research International*, 73, 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.02.020>.

Dimou, C., Vlysidis, A., Kopsahelis, N., Papanikolaou, S., Koutinas, A. A., & Kookos, I. K. (2016). Techno-economic evaluation of wine lees refining for the

production of value-added products. *Biochemical Engineering Journal*.
<https://doi.org/10.1016/j.bej.2016.09.004>.

Escot, S., Feuillat, M., Dulau, L., Charpentier, C. 2001. Release of polysaccharides by yeasts and the influence of released polysaccharides on colour stability and wine astringency. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 7, 153-159.

Fernández O., Martínez O., Hernández Z., Guadalupe Z. & Ayestarán B. (2011). Effect of the presence of lysated lees on polysaccharides, color and main phenolic compounds of red wine during barrel ageing. *Food Research International*.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.11.008>.

Ferreyra, J. C., Kuskoski, E. M., Bordignon, M., Fett, R. (2007). Propiedades emulsificantes y espumantes de las proteínas de harina de cacahuete (*Arachis hypogaea* Lineau). *Grasas Y Aceites*, 58(3), 264–269.

Fia, G., Zanoni, B., & Gori, C. (2016). A New Technique for Exploitation of Wine Lees. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 8, 748–754.
<https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.060>.

Feuillat, M. (1980). Mise en evidence d'une production de proteases exocellulaires par les levures au cours de la fermentation alcoolique de moût de raisin. *Connaiss Vigne Vin*, 14, 37-52.

Ferry M. (2012). 18- Les oligoéléments et les minéraux, En : Nutrition De la Personne âgée. (4e édition) (pp. 81-89). París, Francia. Ed. Elsevier Masson,
<https://doi.org/10.1016/B978-2-294-71125-1.00018-X>.

García, B. J. (1976). Acidez volátil. En: Metodología de Análisis de Vinos y Derivados. P. 92. Vilafranca del Penedés. España. Editorial Sepsa.

Gil A. 2010. Tratado de nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos tomo 2. Editorial Medica Panamericana.

Gómez, M. E. (2000). Estudio de las lías del vino de Jerez (Tesis doctoral). Universidad de Cádiz. Cádiz, España.

Guilloux-Benatier, M., Chassagne, D. (2003). Comparison of components released by fermented or active dried yeasts after aging on lees in a model wine. *J. Agric. Food Chem.* 51, 746–751.

Hidalgo, J. (2002). Transformaciones microbianas. Levaduras, bacterias y virus. En: Tratado de Enología (2ª Ed). P. 583. Madrid, España. Editorial Mundi-Prensa.

Hwang, J. Y., Shyu, Y. S., & Hsu, C. K. (2009). Grape wine lees improves the rheological and adds antioxidant properties to ice cream. *LWT - Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.03.008>.

Kessell, R.H.J. (1968). Fatty acids of *Rhodotorula gracilis*: fat production in submerged culture and the particular effect of pH value. *J. Appl. Bacteriol.* 31, 220-231.

Louli, V., Ragoussis, N., & Magoulas, K. (2004). Recovery of phenolic antioxidants from wine industry by-products. *Bioresource Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.06.002>.

Lubbers, S., Lèger, B., Charpentier, C., & Feuillat, M. (1993). Effect colloide protecteur d'extraits de parois de levures sur la stabilité tartrique d'une solution hydro-alcoololique modèle. *Journal internationale des sciences de la vigne et du vin*, 27, 13–22.

Martínez-Rodríguez, A. J., & Polo, M. C. (2000). Characterization of the nitrogen compounds released during yeast autolysis in a model wine system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(4), 1081–1085.

Mataix Verdú, J. (1998). Huevos. En: Tabla de composición de los alimentos españoles (3ª Ed.). p. 139. Universidad de Granada. Granada, España.

Matissek, R., Schnepel, F.M. & Steiner, G. (ed.) (1992). Determinaciones generales en los alimentos. En: Análisis de los alimentos. Fundamentos, métodos, aplicaciones. (2ª Ed.). pp. 1-31. Zaragoza, España. Editorial Acribia S.A.

Mussatto, S.I., Dragone, G. & Roberto, I.C. (2006). Brewers spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of cereal science*, (43), 1-14.

Naziri, E., Mantzouridou, F., & Tsimidou, M. Z. (2012). Recovery of squalene from wine lees using ultrasound assisted extraction-A feasibility study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(36), 9195–9201. <https://doi.org/10.1021/jf301059y>.

Nawaz, H., Shi, J., Mittal, G. S., & Kakuda, Y. (2006). Extraction of polyphenols from grape seeds and concentration by ultrafiltration. *Separation and Purification Technology*, 48(2), 176–181. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2005.07.006>.

Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV). 2017. Press release; bilan 2017. 40th World Congress of Vine and Wine. Sofia, Bulgaria.

Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV). 2017. Recueil de methodes internationales d'analyse des vins et des mouts.

Pérez-Serradilla, J.A., Luque de Castro, M.D., 2008. Role of lees in wine production: a review. *Food Chem.* 111, 447–456.

Pérez-Serradilla, J. A., & Luque de Castro, M. D. (2011). Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from wine lees and spray-drying of the extract. *Food Chemistry*, 124(4), 1652–1659.

Pérez-Bibbins, B., Torrado-Agrasar, A., Salgado, J.M., Pinheiro de Souza Oliveira, R., Domínguez, J.M., 2015. Potential of lees from wine, beer and cider manufacturing as a source of economic nutrients: an overview. *Waste Management*, 40, 72–81.

Puski G. 1975. Modification of functional properties of soy proteins by proteolytic enzyme treatment. *Cereal Chem.*, 54, 655-664.

Ribéreau-Gayon, J., Stonestreet, E. (1966). Dosage des tanins du vin rouge et détermination de leur structure. *Chim. Anal.*, 48, 188-196.

Ruggieri, L., Cadena, E., Martínez-Blanco, J., Gasol, C. M., Rieradevall, J., Gabarrell, X., ... Sánchez, A. (2009). Recovery of organic wastes in the Spanish wine industry. Technical, economic and environmental analyses of the composting process. *Journal of Cleaner Production*, 17(9), 830–838. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.12.005>

Saint- Cricq, N., Vivas, N & Glories, Y. (1998). Maturité phénolique: définition et contrôle. *Revue Francaise d'Œnologie* 173, 22-25.

Troton, D. (1989). Evolution of the lipid contents of Champagne wine during the second fermentation of *Saccharomyces cerevisiae*. *Am. J. Enol. Vitic*, 40(3), 175-182.

Vázquez-Castilla S., Guillén-Bejarano R., Jaramillo-Carmona S. (2005). Funcionalidad de distintas variedades de arándanos.

Waters, E. J., Wallace, W., Tate, M. E., & Williams, P. J. (1993). Isolation and partial characterization of a natural haze protective factor from wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41, 724–730.

Wu, J. J., Lin, J. C., Wang, C. H., Jong, T. T., Yang, H. L., Hsu, S. L., & Chang, C. ming J. (2009). Extraction of antioxidative compounds from wine lees using supercritical fluids and associated anti-tyrosinase activity. *Journal of Supercritical Fluids*, 50(1), 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2009.04.010>.

Yasumatsu, K., Sawada, K., Moritaka, S., Misaki, M., Toda, J., Wada, T., & Ishii, K. (1972). Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agricultural and Biological Chemistry*, 36(5), 719–727.
<https://doi.org/10.1080/00021369.1972.10860321>.

8. Apéndices

8.1. Apéndice I: Ficha de cata

Aspecto	1	2	3	4	5	NS/NC
Uniformidad del color						
Presencia de grumos						
Fluidez (movimiento)						
Aroma						
Rancio						
Ácido acético (aroma vinagre)						
Acetato de etilo (vino jerez)						
Vino						
Frutos secos (pipas, avellanas, etc.)						
Cítrico						
Ahumado						
Lácteo						
Otros:						
Sabor						
Acidez						
Amargor						
Dulzor						
Salado						
Astringencia						
Textura (en boca)						
Sensación grasa						
Pesadez en boca						
Adhesividad						
Granulosidad						
Otros:						

- 1) ¿Coincide el sabor con el aroma?
 - Si
 - No
- 2) Indique una de las siguientes opciones:
 - La formulación del producto catado...
 - No me gusta nada
 - No me gusta
 - Ni me gusta ni me disgusta
 - Me gusta
 - Me gusta mucho
- 3) Indique aquí cualquier observación que quiera realizar sobre el producto:

8.2. Apéndice II: Matriz de datos

Matriz de resultados del proceso de caracterización de las lías.

	W1	W2	W3	R1	R2	R3	R4
pH	3,41 ± 0,01	3,42 ± 0,01	3,45 ± 0,01	3,38 ± 0,05	4,28 ± 0,02	3,45 ± 0,04	3,51 ± 0,02
Atot (g H2T/g lías)	0,29 ± 0,01	0,32 ± 0,01	0,13 ± 0,00	0,28 ± 0,00	0,06 ± 0,01	0,18 ± 0,00	0,13 ± 0,01
Avol (g Hac/g lías)	0,00 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,01 ± 0,00
Aw	0,26 ± 0,00	0,24 ± 0,00	0,12 ± 0,00	0,25 ± 0,00	0,12 ± 0,00	0,06 ± 0,00	0,17 ± 0,00
Grasas (%)	15,13 ± 0,12	22,47 ± 0,05	7,83 ± 0,06	13,15 ± 0,05	20,66 ± 0,02	36,06 ± 0,01	14,55 ± 0,00
Proteínas (%N)	2,11 ± 0,01	1,99 ± 0,02	4,11 ± 0,01	0,85 ± 0,00	2,33 ± 0,01	3,14 ± 0,02	2,97 ± 0,01
Cenizas (g)	0,35 ± 0,00	0,35 ± 0,00	0,11 ± 0,00	0,31 ± 0,00	0,43 ± 0,54	1,02 ± 0,02	1,00 ± 0,01
Taninos (g/L)	0,00 ± 0,00	0,48 ± 0,00	0,79 ± 0,02	8,34 ± 0,06	17,16 ± 0,07	3,14 ± 0,03	5,35 ± 0,02
AT (mg M3G/g lías)	0,65 ± 0,01	0,13 ± 0,00	0,05 ± 0,00	2,15 ± 0,01	0,31 ± 0,00	1,55 ± 0,00	0,57 ± 0,00
Sulfuroso (mg/gLias)	43,43 ± 0,12	58,11 ± 0,12	28,59 ± 0,37	22,05 ± 0,64	33,66 ± 0,33	21,09 ± 0,64	28,30 ± 0,17
A	3,72 ± 0,10	2,49 ± 0,04	3,07 ± 0,05	18,37 ± 0,07	3,38 ± 0,13	11,95 ± 0,05	11,85 ± 0,48
B	22,88 ± 0,45	18,10 ± 0,22	13,63 ± 0,14	-3,57 ± 0,02	4,23 ± 0,10	4,39 ± 0,05	2,79 ± 0,01
C	23,18 ± 0,46	18,28 ± 0,22	13,97 ± 0,14	18,71 ± 0,08	5,42 ± 0,06	12,74 ± 0,06	12,17 ± 0,47
L	77,38 ± 0,56	63,03 ± 0,25	80,50 ± 0,25	50,39 ± 0,24	47,84 ± 1,43	58,89 ± 0,42	37,06 ± 0,48
IC	0,28 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,06 ± 0,00	0,78 ± 0,00	0,12 ± 0,00	0,27 ± 0,00	0,22 ± 0,00
Antiox (gTRX/L)	0,15 ± 0,01	0,24 ± 0,00	0,23 ± 0,00	0,24 ± 0,00	0,22 ± 0,00	0,24 ± 0,00	0,24 ± 0,00
Cap Emulsionante (%)	55,00 ± 0,00	54,17 ± 1,44	62,50 ± 0,00	61,67 ± 1,44	68,33 ± 1,44	60,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Estb. Emulsión (%)	55,00 ± 0,00	54,17 ± 1,44	62,50 ± 0,00	61,67 ± 1,44	68,33 ± 1,44	60,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00

