

# Valorización de residuos de la vinificación: Semillas de uva como fuente de productos de interés para la industria alimentaria

Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos  
Trabajo Fin de Grado

Asier Gorostiza Sáez de Abad

## Índice:

<b>1.- INTRODUCCIÓN:</b> .....	<b>1</b>
<b>2.- OBJETIVOS:</b> .....	<b>4</b>
<b>3.- DESARROLLO:</b> .....	<b>5</b>
3.1.- RESIDUOS DE LA INDUSTRIA VITIVINÍCOLA: .....	5
3.2.- SUBPRODUCTOS DE LA SEMILLA DE UVA: .....	8
3.2.1.- <i>Compuestos fenólicos:</i> .....	8
3.2.1.1.- Metodología de extracción de compuestos fenólicos de las semillas de uva:.....	10
3.2.1.2.- Aplicaciones de los compuestos fenólicos extraídos de semillas de uva:.....	11
3.2.2.- <i>Aceite de semillas de uva:</i> .....	12
3.2.2.1.- Extracción del aceite de semillas de uva:.....	13
3.2.2.2.- Aplicaciones del aceite de semillas:.....	15
3.2.3.- <i>Harina de semillas de uva:</i> .....	15
3.2.3.1.- Métodos de obtención de harina de semillas de uva: .....	16
3.2.3.2.- Aplicaciones de la harina de semillas de uva: .....	16
<b>4.- CONCLUSIONES:</b> .....	<b>19</b>
<b>5.- BIBLIOGRAFÍA:</b> .....	<b>20</b>

## Resumen:

El desperdicio de alimentos y la generación de residuos de la industria alimentaria suponen un grave problema medioambiental, ya que las técnicas que se emplean para su tratamiento y/o eliminación no son sostenibles. En este sentido, una de las soluciones a estos problemas es la revalorización de los subproductos generados.

Muchos de los residuos de la industria vitivinícola son ricos en compuestos bioactivos, susceptibles de ser revalorizados para obtener subproductos. En este TFG se lleva a cabo una revisión bibliográfica acerca de los diferentes residuos que se generan en la industria vitivinícola, sobre su posible revalorización y aplicación en la industria alimentaria; poniendo especial atención en las semillas de uva y en los subproductos que derivan de estas. A partir de las semillas de uva, se pueden obtener tres subproductos principalmente: compuestos fenólicos, aceite y harina. Los primeros presentan una gran capacidad antioxidante, pueden utilizarse como colorantes naturales, tienen acción antimicrobiana y pueden considerarse nutraceuticos. El aceite, destaca por su perfil lipídico, principalmente ácido linoleico y ácido oleico, si bien actualmente su extracción sigue siendo costosa. Por último, la harina se utiliza para sustituir parcialmente otras harinas, aportando una mayor capacidad antioxidante y otras características como color, aroma y sabor.

Aunque en los últimos tiempos se ha avanzado mucho en el conocimiento sobre los subproductos que se generan en una de las industrias alimentarias con más residuos como es la vitivinícola y sobre su revalorización, es preciso continuar investigando con el fin de desarrollar nuevas estrategias que permitan un mejor aprovechamiento de los mismos.

## 1.- Introducción:

El desperdicio de alimentos está siendo un problema recurrente año tras año. Se estima que cada año entre 95 y 115 kg de alimentos per cápita son tirados a la basura en Europa y Norte América. La principal causa de este desperdicio se asocia por un lado al comportamiento y a los hábitos de los consumidores, y por otro a los residuos y desperdicios que generan las industrias del sector alimentario (1). Tanto Organismos Públicos como las empresas del sector llevan tiempo buscando soluciones que permitan minimizar el problema del desperdicio alimentario. En este sentido y dentro del sector de la industria alimentaria, una de las soluciones que está ganando terreno es la revalorización de los subproductos generados. Esta estrategia no sólo supone una reducción de los residuos que genera la industria alimentaria y por consiguiente la reducción del coste de su tratamiento y procesado, sino que también favorece el crecimiento económico, la instauración de la economía circular además de una mejora en la sostenibilidad de la industria.

El cultivo de la vid (*Vitis vinífera* L.) se extiende por todo el mundo y de ella se obtiene la uva, una de las frutas con mayor producción a nivel mundial, que se sitúa tan solo por detrás del plátano, sandía y manzana. Su producción en el año 2020 superó los 78 millones de toneladas, donde destaca China como principal productor mundial de uva de mesa fundamentalmente, seguida por países mediterráneos como Italia, España y Francia, que destacan por la producción de vino (2). La producción mundial de vino en 2020 fue de 260 millones de hectolitros, si bien un 60 % de la misma se da en países de la Unión Europea (3). En la Figura 1 se muestran los principales países productores de uva, y su producción en el año 2020.

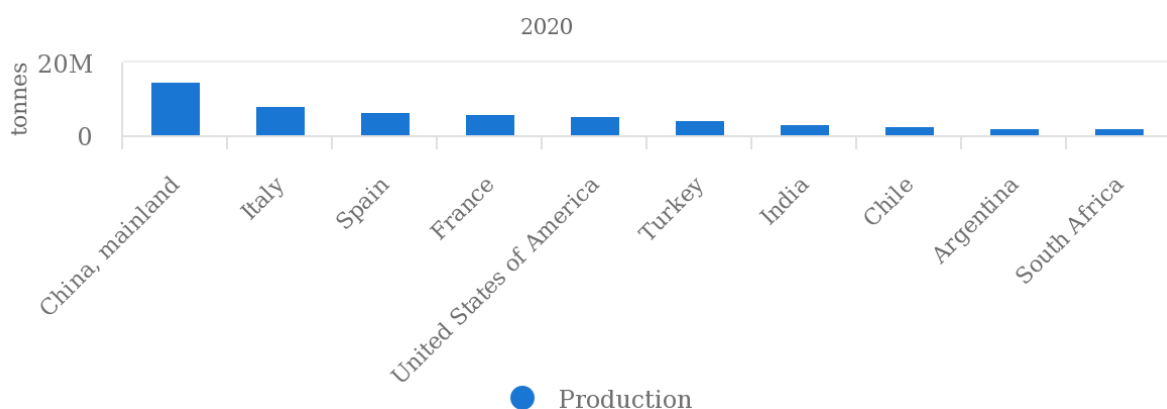


Figura 1 Principales productores de uva en 2020 por país en toneladas. Fuente: Faostat 2022 (2).

Hay dos tipos principales de bayas de uva: roja y blanca. Tienen una composición nutricional similar, siendo de media 80,5 % de agua, 18,1 % de carbohidratos (azúcares como glucosa y fructosa, además de pectinas y glucanos fundamentalmente), 0,72 % de proteínas

y 0,16 % de lípidos (ceras epicuticulares e intracuticulares, ácidos grasos y aceites en las semillas). En cuanto a micronutrientes, la baya de uva tiene elementos minerales como: calcio, hierro, magnesio, fósforo, potasio, sodio y zinc; y vitaminas C (ácido ascórbico), B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina), B6 (piridoxina), E ( $\alpha$ -tocoferol), A y K (filoquinona), además de antocianinas (polifenoles) que son las responsables del color y taninos del vino tinto que determinan su astringencia. Se sabe que muchos de estos compuestos como los polifenoles (proantocianidina) y las vitaminas A y E tienen importantes efectos antioxidantes y beneficiosos para la salud (4). En la Figura 2 se muestra la estructura química de las proantocianidinas.

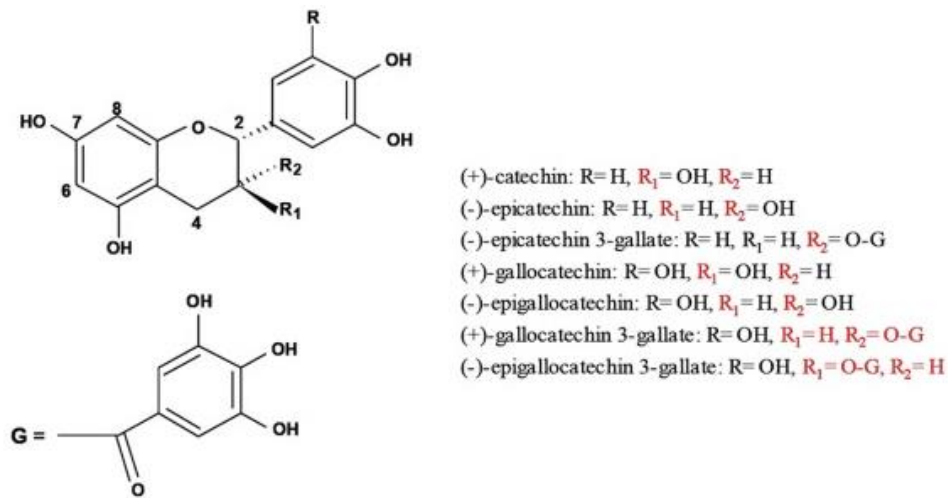


Figura 2 Estructura química de proantocianidinas. Fuente: Unusan, 2020 (5).

La baya tiene una estructura con dos partes claramente diferenciadas, el pericarpio y las semillas. En el pericarpio pueden distinguirse tres tejidos, dispuestos en forma concéntrica alrededor de las semillas, el endocarpio (tejido que recubre el receptáculo de las semillas), el mesocarpio (pulpa) y el exocarpio (hollejo). Los dos primeros se consideran como la pulpa de la uva, mientras que el exocarpio, junto con la epidermis conforma el hollejo de la misma (6). En la Figura 3 se muestra la estructura detallada de la baya.

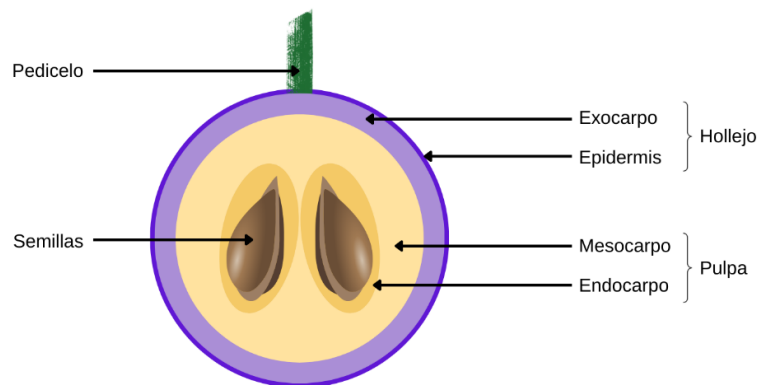


Figura 3 Estructura de la uva. Fuente: Elaboración propia.

Las uvas, pueden ser consumidas de muchas formas: como fruta fresca, zumos, vinagre, etc.; aun así, alrededor del 57 % de la producción de la misma se destina a la vinificación (7). Cabe señalar que en países como Francia y España este porcentaje se dispara pudiendo llegar a ser próximo al 100 %, ya que prácticamente la totalidad de su producción de uva es destinada a la elaboración de vino (8,9).

Durante el proceso de vinificación, se generan una gran cantidad de residuos orgánicos, pudiendo ser de hasta un tercio del peso (w/w) de la materia prima empleada para la elaboración del vino (10). Algunos de los residuos son exclusivos de la elaboración del vino, como las lías, mientras que otros como los sarmientos, también se generan al producir otros derivados de la uva.

Según la Ley 7/2022, del 8 de abril de 2022, referente a residuos y suelos contaminados para una economía circular, un *residuo* se define como “cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseché o tenga la intención o la obligación de desechar”. Atendiendo a esta definición, una vez que el productor del residuo piensa en revalorizarlo, éste deja automáticamente de ser un residuo y pasa a ser subproducto que se define como, “sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto” siempre y cuando “se tenga la seguridad de que la sustancia u objeto va a ser utilizado ulteriormente” (11).

Además de todos los residuos derivados de la planta o baya, durante la elaboración del vino se pueden generar otros residuos como es el agua que se emplea durante todo el proceso, la cual puede llegar a utilizarse en cantidades superiores al litro por litro de vino producido. Las aguas residuales de las bodegas son altamente contaminantes debido su elevado contenido de materia orgánica, su pH, salinidad, contenido en N, P, K y metales pesados; por lo que para poder ser liberadas al medio ambiente necesitan ser tratadas (8). Tras un tratamiento adecuado, como forma de aprovechamiento y disminución del desperdicio de residuos, estas aguas pueden ser reutilizadas para el riego de las vides (12).

El impacto ambiental negativo que puede provocar el proceso de vinificación sigue siendo notable, a pesar de que en los últimos tiempos se han mejorado los sistemas de gestión de los residuos que se generan, y es por ello que es necesario seguir trabajando en este sentido con la idea de conseguir una mejora de la sostenibilidad del sector vitivinícola. Como resultado de las investigaciones que se han llevado a cabo en el campo del tratamiento y eliminación de estos residuos, se está suscitando un creciente interés no solo en la eliminación segura de los desechos de la bodega, sino también en su revalorización, lo que podría representar una solución para la reducción del impacto ambiental que ocasiona la industria vitivinícola.

## 2.- Objetivos:

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado acerca de la gran cantidad de residuos que se generan en la industria vitivinícola y del impacto ambiental que pueden tener, frente a los beneficios que su revalorización puede aportar tanto a la industria como a la sociedad, el **objetivo principal** del presente Trabajo Fin de Grado (TFG) es: **Conocer los diferentes residuos** que se generan en la **industria vitivinícola** y **obtener una visión global actualizada** sobre la **valorización de los mismos** y de su **aplicación en la industria alimentaria**, poniendo **especial atención** en las **semillas de uva** y en los **subproductos** que derivan de estas.

Para alcanzar este objetivo principal, se han propuesto los siguientes *objetivos específicos*:

- Identificar los diferentes residuos y subproductos que se generan en la industria vitivinícola con idea de obtener un enfoque general de sus características y posibles usos.
- Identificar que productos derivados de las semillas de uva pueden ser de interés para la industria alimentaria por su alto valor añadido y conocer sus perspectivas de uso futuro.
- Presentar los principales avances en referencia a las técnicas de extracción y de obtención de los subproductos procedentes de la industria vinícola.

### 3.- Desarrollo:

#### 3.1.- Residuos de la industria vitivinícola:

En el proceso de elaboración del vino se distinguen dos etapas claramente diferenciadas. Por un lado, la *cosecha*, donde se generan la mayor parte de los residuos y de las aguas residuales; y por otro, la *elaboración en bodega*, donde la cantidad de residuos generada es menor, si bien, debido a su composición química y nutricional, estos, tienen un mayor interés para su revalorización (12). Durante la producción tanto del vino tinto como del vino blanco, los residuos que se generan son similares, sin embargo, debido a que en sus procesos de elaboración presentan diferencias, estos pueden generarse en distintas etapas. En la Figura 4 se muestra un esquema de las etapas más importantes de la elaboración de vinos blancos y tintos además de los residuos que se pueden generar en cada una de ellas.

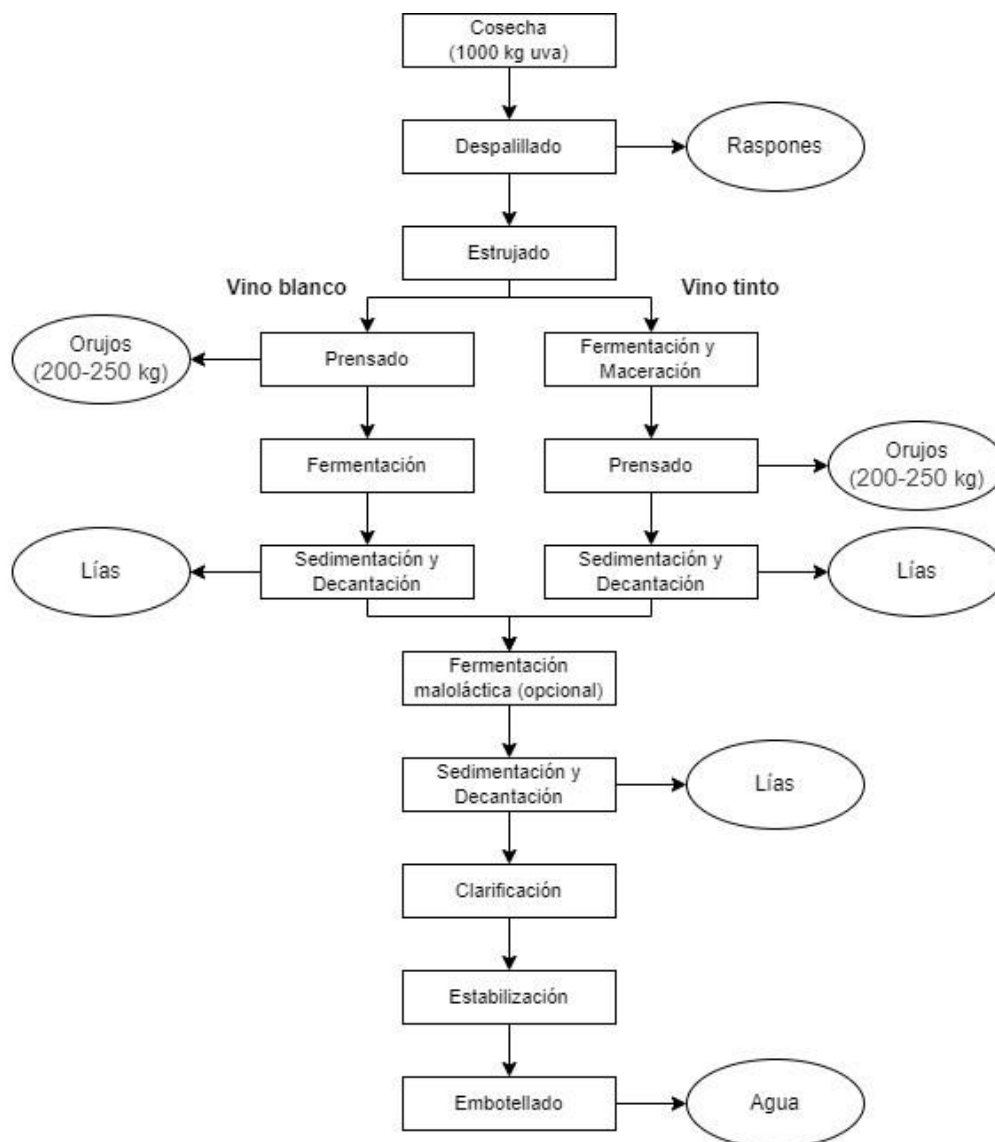


Figura 4 Residuos obtenidos en cada etapa de producción del vino. Elaboración propia adaptada de (13).



Entre los residuos que se generan durante el proceso de vinificación, desde que comienza en el campo hasta la fase final del embotellado, se producen: a) sarmientos, b) raspones o escobajos, c) orujos o bagazo, d) lías y e) tortas de filtrado. Para poder distinguir, reconocer y seleccionar cuáles de ellos pueden ser de interés para la obtención de subproductos de alto valor añadido, hay que estudiar y conocer su composición y las características que pueden proporcionar.

a) Sarmientos:

Estructura vegetal compuesta principalmente por lignocelulosa (94 %), de la cual algo más de la mitad consta de celulosa y hemicelulosa (14). La cantidad que se genera de este residuo depende básicamente de la estructura de la plantación, lo que se traduce en una gran variabilidad en la producción, desde menos de 1000 kg/ha hasta 4000-5000 kg/ha en algunos casos. Los sarmientos proceden de la poda, actividad que tiene gran implicación en el desarrollo de la planta ya que repercute tanto en la calidad como en cantidad de la uva obtenida. Por lo general, el residuo generado es mayor en los cultivos destinados a uva de mesa que el generado en cultivos de uva destinada a la producción de vino (15). Recientemente se ha publicado un estudio en el que con el fin de revalorizar los sarmientos se han propuesto para usos como: I) emplearlo en la producción de carbón activo, el cual puede ser utilizado para mejorar las características de color, olor y sabor de los vinos; II) obtener extractos de los mismos con el objetivo de modificar la composición química de las uvas y del vino, mejorando y diferenciando su calidad enológica (16).

b) Raspones:

Corresponden a alrededor del 7 % en peso de la uva y en la mayoría de los vinos suelen eliminarse antes de la fermentación, en la etapa de despalillado, para así evitar una astringencia excesiva en el producto final (17). Tienen una composición similar a la de los sarmientos, en la que destaca la celulosa como componente mayoritario, seguida de hemicelulosa, lignina y taninos (compuestos polifenólicos que pueden representar hasta un 20% de los polifenoles del racimo) (18). El raspón puede jugar un papel determinante en el estilo y tipo de un vino que se va a elaborar, debido fundamentalmente a que su empleo puede modificar parámetros como pH, cantidad de taninos, color, rendimiento de prensado y modificar la fermentación. Cabe señalar que, si el proceso de vinificación incluye una etapa de maceración carbónica, los raspones pueden ser considerados parte de los orujos.

c) Orujos:

El orujo o bagazo, es el residuo principal del procesado de uva para la producción de vino, este constituye alrededor del 60 % de todos los residuos generados en la vinificación. La cantidad de orujos generada puede llegar a ser de hasta un 20-25 % del peso inicial de las

uvas utilizadas en la producción del vino. El orujo, está compuesto a su vez por semillas, hollejos y restos de la pulpa que quedan tras la operación de prensado de la uva. En cuanto a la composición química, el orujo es el residuo más interesante de la vinificación, debido a que posee una cantidad significativa de lípidos, proteínas, fibra no digerible, minerales y compuestos bioactivos (19). Sus características físico-químicas varían notablemente en función del tipo de vino producido, de la variedad de uva y del tipo de proceso de separación utilizado. Se estima que la eliminación de los orujos de vino podría dar lugar a una emisión de CO<sub>2</sub> de más de 4,7 millones de toneladas, por ello su revalorización es de gran interés tanto a nivel económico como ecológico (20).

c1) Semillas: Las semillas a su vez representan entre un 38-52 % de los orujos, pesados sobre extracto seco (21). Su composición media es de 40 % fibra, 16 % aceite, 11 % proteína y 7 % compuestos fenólicos, además de otras sustancias como azúcares o minerales (22). Contienen básicamente ácidos grasos poliinsaturados, principalmente linoleico y oleico, y saturados como palmítico y esteárico. Las semillas de uva también son una fuente de compuestos bioactivos, debido a que, aun representando una pequeña proporción en peso de la uva, en ellas se encuentran entre el 60 y 70% de los polifenoles totales de la baya (21).

c2) Hollejos: Los hollejos, se encuentran en una proporción muy similar a las pepitas, y representan hasta un 50 % del orujo; si bien, la proporción de semillas y hollejos en los orujos es muy variable dependiendo de la variedad de las uvas utilizadas, existiendo una notable diferencia entre las variedades de uva rojas y blancas (20). Los hollejos son especialmente interesantes por su contenido en proteínas que oscila entre el 5 % y el 12 %, cenizas entre 2 % y 8 %, azúcares solubles entre 1 % y hasta más del 70 % (depende del proceso productivo) y, sobre todo, por su contenido en fibra que puede ser de hasta el 60 % (w/w) (98,5 % fibra insoluble) y compuestos fenólicos (taninos) (8).

d) Lías:

Las lías pueden representar hasta el 6% del volumen del vino (20). Se trata de un residuo sólido que se forma durante la elaboración del vino y que precipita y se deposita en el fondo de los contenedores de vino. Se generan en el proceso de clarificación tras la fermentación, o durante el almacenamiento o bien después de diferentes tratamientos. También se conoce como lía el residuo obtenido después de la filtración o centrifugación del vino. La composición de las lías es variable, por lo general, están compuestas principalmente por microorganismos (mayormente levaduras) y en menor proporción, por etanol, ácido tartárico y materia inorgánica (23). Por lo general las lías se destinan a la obtención de etanol tras someterlas a

destilación, pero también se pueden utilizar para obtener extractos de compuestos fenólicos (8).

e) Tortas de filtrado:

Se tratan del agente auxiliar utilizado para la filtración (como la tierra de diatomeas y la perlita) y las partículas suspendidas no deseadas que quedan retenidas en el proceso, como levaduras, tartratos, proteínas, pectinas y partículas coloidales (8).

### 3.2.- Subproductos de la semilla de uva:

Las semillas de uva son uno de los residuos más importantes de la industria vitivinícola debido por un lado a la bioactividad, la cual se atribuye a una parte de sus constituyentes, además de por su composición nutricional. Cabe señalar que un compuesto bioactivo se entiende como aquel “compuesto que suele aparecer en pequeñas cantidades en los alimentos y puede ser beneficioso para la salud. A diferencia de los macro y micronutrientes esenciales (como grasas, carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales) no son esenciales para la vida y el cuerpo puede funcionar correctamente sin ellos” (24).

Las semillas de uva están compuestas principalmente por fibra en un 40 %, aceite 10-20 %, proteína 11 % y un 7 % de compuestos fenólicos además de azúcar y minerales. Muchos de estos constituyentes son de interés para su revalorización. Además, en ellas se encuentran vitaminas con efecto antioxidante, específicamente C y E. Asimismo, las semillas de uva se valoran por las propiedades nutricionales de su aceite, el cual es rico en ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados (linoleico: 53,6-69,6 % y oleico: 16,2-31,2 %), y compuestos fenólicos, así como por sus propiedades funcionales.

Debido a esta composición, la semilla de uva es un residuo con un gran potencial a la hora de extraer de ella subproductos para la industria alimentaria y/o para la industria farmacéutica. A partir de las semillas de uva y teniendo como objetivo la revalorización de este residuo, se obtienen tres subproductos destinados principalmente a la industria alimentaria: los compuestos fenólicos, el aceite de semillas de uva y la harina.

#### 3.2.1.- Compuestos fenólicos:

Los compuestos fenólicos representan uno de los componentes bioactivos naturales más numerosos e importantes de la uva. Estructuralmente, están formados por un anillo aromático (bencénico), con uno o más sustituyentes hidroxilo, formando así desde moléculas sencillas, hasta compuestos altamente polimerizados. Los fenoles contenidos en las uvas y el vino se pueden clasificar en general en tres grupos principales: ácidos fenólicos, flavonoides y taninos (25). Los compuestos fenólicos presentes en el vino y en sus residuos tienen un papel importante en las propiedades sensoriales de este, como el color, el aroma, el sabor, el

amargor y la astringencia. Además, a estos se les atribuyen varias propiedades beneficiosas tales como: antialérgicas, antiinflamatorias, anticancerígenas, antimicrobianas, antioxidantes, antitrombóticas, cardioprotectoras y vasodilatadoras (26).

Si se analiza la proporción de compuestos fenólicos en el *orujo*, es en las *semillas* en donde se encuentran entre el 60 y 70 % de todos los compuestos fenólicos que componen el orujo, mientras que en la pulpa representan un 10 % y en los hollejos un 28-35 %. Tras la extracción del aceite de las semillas, se obtiene un extracto rico en polifenoles, que está compuesto por el 77 % de los compuestos fenólicos que contiene la semilla; cuya concentración en estos compuestos es de en torno a 5-8 % (w/w) (25). Hay factores que condicionan la concentración fenólica que presenta la uva, como son: el estado de madurez de la uva, el suelo y el clima. Asimismo, cabe señalar que existe una notable diferencia en la concentración de compuestos fenólicos entre los orujos de las variedades de uvas rojas y blancas (27).

De entre los compuestos fenólicos que se han identificado en el *orujo de uva*, los más abundantes son *flavanoles*, que representan un 98-99 % del total, siendo la catequina la que se encuentra en la concentración más elevada, seguida de epicatequina y procianidinas. Las semillas y los hollejos presentan distintas composiciones de flavan-3-ol; en el hollejo se encuentran catequinas, galocatequinas y proantocianidinas, mientras que las semillas, contienen fundamentalmente catequinas y procianidinas (28). Se ha señalado que un extracto de semilla de uva contiene compuestos fenólicos *no flavonoides* como ácidos gálico y protocatequico; y *flavonoides monoméricos* como (+)-catequina, (-)-epicatequina, galocatequina, epigalocatequina, epicatequin 3-O-galato; y *polímeros*: dímeros, trímeros, y procianidinas con mayor grado de polimerización; y *flavanoles* como kaempferol, miricetina y quercetina (29). Las semillas de uva son ricas fundamentalmente en catequinas y procianidinas de tipo B o taninos condensados, aunque hay que señalar que la composición de polifenoles difiere según la variedad de uva y el lugar de cultivo (30,31). Respecto a las *procianidinas* en las semillas de uva, la PB1 se encuentra en mayor concentración que la PB2. Los *ácidos fenólicos* que se encuentran en mayor concentración en las semillas de uva tanto rojas como blancas son los ácidos protocatequico y gálico (32), en referencia a los ácidos hidroxicinámicos de las semillas de uva tinta están representados por el ácido clorogénico mientras que en las blancas no se han encontrado estos ácidos fenólicos (33). Las semillas de uva también contienen otros antioxidantes, como tocoferoles, tocotrienoles y esteroides (34).

### 3.2.1.1.- Metodología de extracción de compuestos fenólicos de las semillas de uva:

La obtención de compuestos de alto valor añadido a partir de residuos de la industria alimentaria como es el caso de los compuestos fenólicos sigue un proceso que puede dividirse en 5 etapas (35): *I)* Pretratamiento macroscópico, *II)* Separación de las moléculas de interés, *III)* Extracción, *IV)* Aislamiento y purificación y *V)* Formación del producto final. Si bien la etapa que más impacto tiene en el proceso es el punto *III)* los métodos de extracción.

Los *métodos de extracción* más utilizados a escala industrial son los tradicionales, principalmente la extracción *sólido-líquido* por: a) agitación mecánica o b) extracción Soxhlet utilizando soluciones de etanol y/o metanol como disolventes en diferentes concentraciones. Estos métodos tienen ciertos inconvenientes, principalmente la pérdida de compuestos debido a la hidrólisis y a la oxidación de estos durante el proceso de extracción. Otro inconveniente de estos métodos, es que por lo general requieren de calor para facilitar la transferencia de masa entre las distintas fases, lo que puede conllevar la degradación de muchos de los compuestos de interés, es por ello que la temperatura debe mantenerse por debajo de 60 °C; además hay que tener en cuenta que el hecho de tener que aplicar calor implica un elevado consumo energético. Otras desventajas del método son la contaminación ambiental producida debido a los grandes volúmenes de disolventes orgánicos utilizados y los largos tiempos de extracción requeridos sin obtener unos rendimientos reseñables (36,37).

Estudios acerca del rendimiento de extracción de diferentes disolventes en distintas proporciones: metanol al 80 %, etanol al 80 %, etanoato de etilo, acetona y metanol acidificado al 50 %; han concluido que con el etanoato de etilo se obtiene un mayor rendimiento de extracción en compuestos polifenólicos como flavononas, flavanoles y estilbenos entre otros (37).

Las nuevas tendencias hacen que sea necesario encontrar *métodos alternativos más sostenibles* para la extracción de estos compuestos. Uno de los principales focos de estudio está puesto en encontrar *nuevos disolventes no contaminantes y no tóxicos*, como ejemplo, la utilización de agua como disolvente de extracción *con la ayuda de otras operaciones auxiliares*, como la extracción asistida por ultrasonidos, por microondas o el uso de enzimas para potenciar la extracción, en este punto cabe señalar que se ha comprobado que la utilización de estas técnicas proporciona un mayor rendimiento de extracción y/o de recuperación de los compuestos fenólicos en un menor tiempo (37,38). Asimismo, se han buscado *otras técnicas más ecológicas y baratas* para la recuperación de compuestos fenólicos, como son los *campos eléctricos pulsados o las descargas eléctricas de alto voltaje* que producen la electroporación de las membranas celulares, facilitando la difusión de los compuestos fenólicos (39).

Otro método innovador es la *utilización de fluidos supercríticos* para la extracción de componentes bioactivos. Este método se desarrolló por el problema de seguridad que presentan alguno de los disolventes habituales, los cuales dejan trazas de compuestos tóxicos y/o carcinogénicos en el producto final (37). El fluido más estudiado es el *dióxido de carbono supercrítico*, consiste en someter al gas a una presión y temperatura determinadas, por encima de su punto crítico, condiciones en las cuales el fluido tiene propiedades tanto de líquido como de gas, pudiendo extraer las moléculas de interés de la matriz de la muestra. El CO<sub>2</sub> supercrítico, puede usarse también como método auxiliar para mejorar el rendimiento de extracción de métodos verdes, como la extracción con agua subcrítica (40). Una de las principales ventajas de esta técnica radica en que evita el uso de grandes cantidades de disolventes orgánicos, además, es un método rápido, automatizable y selectivo; asimismo asegura que los productos extraídos estén libres de residuos tóxicos. En cuanto a inconvenientes que presenta, el principal es que la extracción de compuestos polares no es total. Los compuestos fenólicos y los antioxidantes se pueden extraer de forma eficaz de las semillas de uva utilizando esta tecnología, si bien, se deben emplear las condiciones de presión y temperatura indicadas, 44-46 °C de temperatura y 153-161 bar de presión de CO<sub>2</sub>, pudiendo extraer satisfactoriamente ácidos fenólicos tales como ácido gálico, ácido protocatéuico y ácido *p*-hidroxibenzoico (41).

Cabe señalar que las tecnologías de extracción mencionadas se pueden emplear también de forma combinada, con lo que, en muchos casos, se consigue un mayor rendimiento de extracción (42). Los factores más importantes y que influyen más en la extracción de estos componentes activos son: a) la temperatura de extracción, b) el tiempo de extracción, c) la concentración de disolvente y d) la relación disolvente-producto. La temperatura es uno de los factores más críticos en la extracción de polifenoles, cuanto más elevada es, mayor es el rendimiento de extracción, si bien hay que tener en cuenta que los compuestos fenólicos son termosensibles, por lo que su rendimiento de extracción disminuye por encima de una temperatura límite donde los compuestos comienzan a degradarse (43). En cuanto al tiempo de extracción, se sabe que tiempos de extracción largos pueden causar la degradación de los compuestos fenólicos, reduciendo el contenido fenólico que se extrae de las semillas (44).

#### 3.2.1.2.- Aplicaciones de los compuestos fenólicos extraídos de semillas de uva:

Los compuestos fenólicos extraídos de los residuos de la uva tales como las semillas, pueden ser utilizados en diversas aplicaciones ya que son susceptibles de emplearse como antioxidantes naturales, colorantes naturales (antocianinas), compuestos antimicrobianos y alimentos nutracéuticos (45).

De todas ellas, la aplicación que despierta mayor interés, es el uso de los mismos como *antioxidantes naturales* ya que en la actualidad cada vez se demandan más este tipo de productos. Estos compuestos fenólicos suelen ser multifuncionales, su actividad y mecanismo de acción en un alimento en particular dependen por un lado de diversas condiciones externas, como son temperatura, oxígeno presente en el entorno y de la exposición a la luz, y por otro de las características propias del alimento, como pueden ser: su composición, su pH y su estado físico (45). Los principales alimentos a los que se les añaden este tipo de compuestos son algunos productos cárnicos y derivados de la pesca, en donde se busca que tengan una función antioxidante, en la mayoría de los casos con intención de alargar su vida útil.

Durante el cocinado de carne, como consecuencia de la reacción de Maillard, en los alimentos procesados térmicamente pueden generarse compuestos como *acrilamida*, *5-hidroxiacetilfurfural* y otras sustancias nocivas para el cuerpo humano (46). La adición de un extracto de compuestos fenólicos de la semilla de uva a estos alimentos, no solo inhibe la generación de este tipo de sustancias nocivas o tóxicas, sino que también fortalece su perfil nutricional. Asimismo, puede ejercer un efecto beneficioso durante el almacenamiento de productos cárnicos grasos como unas albóndigas, ya que permite que se alargue su vida útil (29).

Como se ha mencionado anteriormente, de las semillas de uva se pueden extraer antocianinas, que son compuestos que según el Reglamento (UE) 1129/2011 pueden utilizarse dentro de la categoría de colorantes alimentarios (47).

En referencia a su actividad antimicrobiana, hay estudios que demuestran que este tipo de compuestos además de tener cierta capacidad antioxidante poseen capacidad antibacteriana contra bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Campylobacter coli*, *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella infantis* y *Listeria monocytogenes* (48).

Finalmente, el uso de estos compuestos como nutracéuticos viene avalado por los resultados obtenidos en diferentes investigaciones en las que se han añadido polifenoles en alimentos como yogur, salchichas, pasta y pan con intención de incrementar la concentración de compuestos beneficiosos en el producto final y así aportar propiedades beneficiosas al consumidor cuando los ingiera (49).

### 3.2.2.- Aceite de semillas de uva:

El aceite de semilla de uva se caracteriza por su elevada composición en ácidos grasos poliinsaturados (ácido linoleico) y monoinsaturados (ácido oleico) y una pequeña cantidad de ácidos saturados (ácidos esteárico y palmítico). Los ácidos grasos insaturados pueden

representar hasta un 90 % del total de ácidos grasos presentes en el aceite. Estudios realizados en 21 variedades de uva (*Vitis* spp.), para determinar los perfiles de ácidos grasos del aceite de sus semillas, dieron como resultado, en primer lugar, que existe una gran variabilidad en el contenido de aceite en las semillas de diferentes variedades de uva (7,3-22,4 %); si bien el perfil de ácidos grasos es similar para todas ellas, además, en todos los casos el ácido graso mayoritario es el ácido linoleico (omega-6) (18:2) (53,6-69,6 % de los lípidos totales), seguido del ácido oleico (omega-9) (18:1) (16,2-31,2 %), ácido palmítico (16:0) (6,9-12,9 %) y ácido esteárico (18:0) (1,4-4,7 %) (50).

Este aceite, también contiene otras *moléculas lipofílicas como la vitamina E (tocoferol y tocotrienol)*, y algunos *esteroles o fitoesteroles*. En referencia a la *Vitamina E*, el aceite es sin duda una fuente de vitamina E, ya que presenta cantidades relativamente elevadas de tocoferoles y tocotrienoles, en concentraciones del orden de 50 mg/100 g de aceite (51). Con respecto a *fitoesteroles* destaca el  $\beta$ -sitosterol como componente mayoritario, entorno al 67-70 % de los fitoesteroles presentes en el aceite de uva, además están presentes Campesterol, Estigmasterol y Campestanol en menor proporción (52).

El aceite de semillas de uva contiene algunos componentes *hidrofílicos*, entre los que los mayoritarios son *compuestos fenólicos*, que representan un 60-70 % del total de los compuestos hidrofílicos. Son componentes bioactivos y destacan principalmente por su capacidad antioxidante. La cantidad de compuestos fenólicos que presentan los aceites de semillas de uvas rojas es muy superior a la de las variedades blancas; además, se ha comprobado que las semillas de uvas que se obtienen después del proceso de fermentación tienen una mayor cantidad de estos compuestos, lo cual puede deberse a que durante este proceso el mosto y los hollejos cedan parte de los que contienen (38).

Dependiendo de la variedad de uva de la que proceda el aceite, presenta distintas concentraciones de vitaminas liposolubles como la vitamina E, ácidos grasos y proantocianidinas, una familia de compuestos fenólicos con potenciales efectos anticancerígenos y antimetastásicos, y que también actúan de manera favorable en enfermedades como la diabetes (53).

El aceite de semilla de uva se caracteriza por un sabor ligero con notas afrutadas, tiene un punto de humo alto (216 °C) y alta digestibilidad, y es apto para cocinar a altas temperaturas (54).

#### 3.2.2.1.- Extracción del aceite de semillas de uva:

Tradicionalmente, los aceites de semillas se extraen mediante *extracción sólido-líquido* con ayuda de disolventes orgánicos, o por *técnicas mecánicas* o una combinación de ambas.



La *extracción sólido-líquido* con disolventes orgánicos es de las dos la que proporciona un mayor rendimiento de extracción, si bien se puede llevar a cabo con diferentes métodos como son: a) una simple agitación, b) una extracción en Soxhlet con calentamiento, c) aplicación de ultrasonidos y d) la aplicación de microondas. La elección del método de extracción depende de las condiciones que se vayan a emplear como temperatura, acción mecánica (presión, agitación) y el tipo de disolvente. Presenta varios inconvenientes: uno de ellos es que requiere de la recuperación de los disolventes orgánicos utilizados para la extracción a través de la destilación, no obstante, estos disolventes pueden encontrarse de forma residual en el producto final, algo que no se desea desde el punto de vista sanitario; además, durante el proceso se puede degradar alguno de los compuestos termolábiles. Por el contrario, en la extracción mecánica, se obtiene un producto de mayor calidad, si bien la técnica proporciona un rendimiento menor a la extracción por disolventes orgánicos (55).

La técnica más extendida es la extracción sólido-líquido, y el disolvente más usado es el *n*-hexano. Se trata de una técnica con alto rendimiento de extracción (95 %) pero también presenta algunas desventajas, como pérdidas del disolvente durante el procesado, además hay que tener en cuenta la toxicidad que presenta, es por ello que su uso está limitado en alimentos tal y como recoge el Real Decreto 1101/2011, de 22 de julio, por el que se aprueba la lista positiva de los disolventes de extracción que se pueden utilizar en la fabricación de productos alimenticios y de sus ingredientes (56,57). La elección del disolvente es un punto crítico del proceso, debido a que es el factor que más impacto tiene en el rendimiento de la extracción, seguido de la temperatura y la cantidad de ciclos de extracción (58).

Entre las *extracciones mecánicas*, la *extracción por prensado en frío* es la que mejores resultados da, ya que el aceite resultante mantiene componentes termolábiles como las vitaminas A y E, además del sabor característico del aceite de semillas de uva (59). El aceite obtenido por este método puede comercializarse tras una filtración sin necesidad de ser refinado, por lo que es un proceso sencillo y rentable para la industria alimentaria. Aunque el rendimiento de extracción suele ser menor que el de la extracción con disolventes, hay que poner en valor que el aceite que se obtiene no presenta residuos, lo que lo convierte en un producto más seguro y por ende más buscado y deseado por el consumidor.

Existen estudios en donde se ha utilizado la metodología de *extracción de aceite de semillas de uva con CO<sub>2</sub> supercrítico*, esta operación produce aceite de semilla de uva de alta calidad con rendimientos similares al aceite obtenido por extracción con disolventes orgánicos (60), además cabe destacar que en este método al no utilizar disolventes, la etapa de destilación puede omitirse, lo que conlleva que sea una metodología más económica y evita la contaminación del producto final con residuos de disolventes orgánicos. Este enfoque

de extracción se ha popularizado en los últimos años como tecnología de procesamiento verde y emerge como una prometedora técnica de extracción y fraccionamiento para reemplazar los métodos tradicionales.

Asimismo, se han estudiado *otros métodos* como el prensado con pretratamiento enzimático para facilitar la extracción por la hidrólisis de las paredes celulares de las semillas y así mejorar el rendimiento, si bien los resultados por el momento no han sido del todo satisfactorios (61).

#### 3.2.2.2.- Aplicaciones del aceite de semillas:

El aceite de semillas de uva es un producto de gran valor, con aplicaciones en las industrias cosmética, farmacéutica y alimentaria.

En la industria alimentaria, puede utilizarse como aceite como tal sin necesidad de realizarle ningún proceso de transformación previo a su consumo. De hecho, este aceite puede destinarse a usos como: aceite de mesa, para salsas, como aceite para aliños de ensaladas o como base para infusiones o para aromatizar con hierbas o especias, además de como ingrediente en la elaboración de productos de pastelería. También puede utilizarse de forma individual o mezclado con otros aceites aprovechando su gran resistencia a la oxidación, además puede ser adecuado para cocinar a altas temperaturas, debido a su alto punto de ebullición (216 °C). Hay que destacar que su uso en la industria alimentaria, en la actualidad, es escaso debido fundamentalmente a su elevado precio, si bien, está ganando mercado como producto gourmet (62).

#### 3.2.3.- Harina de semillas de uva:

La harina de semillas de uva es el subproducto obtenido a partir de las semillas de uva tras la extracción del aceite y la molienda del residuo resultante (63). Una alternativa a este procedimiento de obtención de harina es la utilización de la semilla al completo, sin previa extracción del aceite, con lo que se puede obtener un producto más rico en lípidos, lo que confiere una mayor capacidad antioxidante (64).

La harina de semilla de uva presenta un color marrón y un olor afrutado, es una harina libre de gluten y contiene de media entre el 10 % y el 11 % de proteínas, en base seca, además presenta entre el 60 y el 70 % de los flavonoides extraíbles de la uva, incluidos catequina, epicatequina y epicatequin 3-O-galato. Aunque la cantidad de fibra en la harina de semilla de uva varía según la variedad de uva empleada, la semilla de uva contiene hasta un 40% de fibra (65,66).

### 3.2.3.1.- Métodos de obtención de harina de semillas de uva:

Para la producción de harina de semilla de uva, se recoge el orujo y se voltea en una criba para separar las partículas más grandes (hollejos) de las más pequeñas (semillas). Las semillas se recogen y se trasladan a un secador de lecho fluidizado donde se suspenden en aire a alta velocidad a 90 °C. A continuación, las semillas secas se prensan en frío, a temperaturas que no superen los 40 °C. La prensa produce dos productos separados, el *aceite* y la *torta de prensa*. Para la *producción de harina* se utiliza la torta de prensa, esta se muele y el producto obtenido se tamiza separándolo en varios tamaños de partículas, para su uso en diferentes productos dependiendo de las necesidades (67).

### 3.2.3.2.- Aplicaciones de la harina de semillas de uva:

La harina de semillas de uva puede utilizarse para muchas elaboraciones, siendo algunas de las más interesantes los productos de panadería y pastelería, preparados parcial o totalmente con esta harina.

La sustitución de la harina de trigo por harinas alternativas está presente en varios estudios que pretenden ofrecer al consumidor productos diferenciados desde el punto de vista tecnológico y funcional. La utilización de la harina de semilla de uva, aumenta el valor nutricional de los alimentos y les confiere características especiales de color, sabor y textura. En este sentido, puede ser utilizada para la preparación de distintos panificados (pan, galletas, muffins, pastas), agregarla en yogures, licuados o también utilizarla como aditivo en la preparación de alimentos cárnicos y lácteos, entre otros. En la Tabla 1 se muestran algunos de los estudios más recientes realizados con este subproducto, junto con los resultados y conclusiones de cada uno de ellos.

Tabla 1 Productos elaborados a partir de harina de semillas de uva, sus características y las conclusiones obtenidas durante su producción.

Producto	Descripción y características	Resultados y conclusiones	Referencia
Pan	Elaboración de masas para pan utilizando diferentes niveles de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de uva (0 a 9 %) y se evaluó la aceptación del consumidor y las propiedades físicas del pan resultante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La adición de harina de semillas de uva al pan aumenta su contenido en fibra y minerales en el producto final.</li> <li>- Una sustitución del 5% de la harina de trigo por harina de semillas de uva da como resultado características sensoriales similares a las del pan negro.</li> </ul>	(68)
Waffles	Adición de harina de semilla de uva en proporción de 1, 3, 5 y 10 %, a harina de trigo para la producción de waffles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El contenido fenólico total y la actividad antioxidante se transfirieron al producto final.</li> <li>- Diferencias entre las muestras en color, consistencia y dulzor.</li> <li>- Con la adición al 10 % obtuvieron los cambios más notables en sus propiedades físicas, si bien el producto final fue calificado como aceptable para los consumidores.</li> </ul>	(63)
Galletas	Elaboración de galletas con harina de semillas de uva en concentraciones de 1, 3, 5 y 10 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La adición de la harina y algunas especias aumentan el contenido de polifenoles, lo que a su vez aumenta la capacidad antioxidante en galletas.</li> <li>- En la evaluación sensorial las galletas con concentración de 10 % no fueron bien aceptadas por los consumidores.</li> </ul>	(69)
Muffins	Elaboración de muffins con harinas de trigo y avena integral a las que se les añade harina de semilla de uva en una proporción variable entre 7,5 % y 15 %.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La humedad y los contenidos en proteínas y lípidos de los muffins aumentaron proporcionalmente a la cantidad de harina de semilla de uva añadida.</li> <li>- El contenido fenólico también aumenta con la proporción de harina de semillas añadida, y por consiguiente también la capacidad antioxidante.</li> <li>- No hubo diferencias significativas en los resultados del análisis sensorial entre los muffins (<math>p &gt; 0,05</math>) en sus análisis de: color de la corteza, color de la miga, olor, sabor, suavidad, humedad, desmenuzabilidad, elasticidad, porosidad, volumen y los valores de preferencia general.</li> </ul>	(70)
Salchichas vegetarianas	Elaboración de seis lotes de salchichas vegetarianas con diferentes concentraciones de harina de semilla de uva (0, 1, 3, 7, 10 y 20 %).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La adición de harina de uva a las salchichas veganas aumentó su capacidad antioxidante y contenido de polifenoles.</li> <li>- Las concentraciones más altas de la harina deterioraron las propiedades sensoriales de las salchichas.</li> </ul>	(71)
Salami	Elaboración de salami con adición de 1,8-3 % de harina de semilla de uva que reemplaza el extracto de proteína de soja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El efecto emulsionante de la harina de semilla de uva mejora en gran medida la textura del salami.</li> <li>- Aumento de la gomosidad y la masticabilidad del salami.</li> </ul>	(72)

En lo que refiere a *productos de panadería y pastelería*, se han realizado estudios con diversos productos, principalmente en panes y galletas. En todos ellos se ha utilizado una proporción nunca superior al 20 % de harina de semilla de uva para elaborar el alimento. El empleo de proporciones más altas en las formulaciones de los alimentos, en muchos de los casos generaron rechazo del consumidor debido a que se produce un deterioro de las propiedades organolépticas del producto final. Por el contrario, el empleo de menores proporciones de harina de semilla de uva fue aceptado por los consumidores. Estos productos, además presentaron concentraciones significativamente superiores de compuestos con capacidad antioxidante a las de productos tradicionales. Los resultados también mostraron que el pan elaborado con diferentes proporciones de harina de semillas de uva tenía una actividad antioxidante mayor que la del pan control, y el aumento del nivel de adición de extracto de semilla de uva mejoró aún más su capacidad antioxidante. Mientras tanto, a excepción de un cambio de color que es aceptado por el consumidor, agregar extracto de semilla de uva al pan solo tuvo un ligero efecto sobre los atributos de calidad (73).

En términos generales el uso de harina de semilla en productos de panadería requiere la adaptación de recetas y condiciones de procesamiento para preservar la calidad de los productos horneados ya que este tipo de harina produce modificaciones en el producto final debido a que pueden dar como resultado una consistencia más débil de la masa, una mayor viscosidad y una gelatinización retardada del almidón.

En cuanto a los *productos o sucedáneos cárnicos*, la harina de semilla de uva se utiliza fundamentalmente en productos picados y emulsiones. Estos productos suelen tener un elevado contenido de grasa, por lo que la adicción de la harina se realiza con un fin antioxidante, con idea de evitar la pérdida de calidad de estos productos debido a la oxidación de la grasa y con ello evitar de las modificaciones que se producen en el aroma y el sabor del producto.

## 4.- Conclusiones:

Las principales conclusiones obtenidas en el desarrollo de este TFG son:

- I. Los residuos de la industria vitivinícola son ricos en compuestos de gran valor añadido, susceptibles de ser revalorizados para obtener subproductos que permitan diseñar nuevas fórmulas de alimentos que presentan propiedades promotoras de la salud, las cuales permiten satisfacer la demanda de los consumidores de productos saludables y sostenibles.
- II. Los resultados de los estudios realizados hasta ahora revelan que, las semillas de uva son una fuente de compuestos fenólicos. La información encontrada sugiere que estos compuestos de alto valor añadido y de bajo coste de producción, tienen funciones antioxidantes, beneficios nutricionales, además de extender la vida útil de los productos.
- III. Entre las técnicas de extracción de compuestos fenólicos de las semillas de uva caben destacar las emergentes, como la extracción con fluidos supercríticos, la extracción asistida por microondas y el campo eléctrico pulsado, las cuales resultan más eficientes y sostenibles y menos nocivas que las técnicas convencionales.
- IV. El aceite de semillas de uva tiene unas características nutricionales y sensoriales muy interesantes para la industria alimentaria (sabor, capacidad antioxidante, punto de humo, ...), es por ello que se han buscado métodos de extracción que no alteren estas cualidades.
- V. En la mayoría de los estudios realizados con harina de semillas de uva sobre alimentos, el principal foco de investigación es la capacidad antioxidante. Puede afirmarse, que la sustitución parcial de harinas convencionales por esta harina aumenta la capacidad antioxidante, los compuestos fenólicos y la calidad nutricional de los productos elaborados. Aun así, se requiere mayor investigación acerca de su estabilidad térmica.
- VI. Aunque hasta la fecha se han estudiado algunas aplicaciones de estos subproductos agroindustriales, su valorización necesita un compromiso adicional de búsqueda en relación con el desarrollo de nuevos procedimientos de extracción, aislamiento, purificación y recuperación.
- VII. Durante las últimas décadas se ha adquirido gran cantidad de conocimiento sobre la bioactividad, biodisponibilidad y toxicología de los compuestos bioactivos, si bien es necesario llevar a cabo estudios en condiciones de *in vitro* e *in vivo* para llegar a conocer su biodisponibilidad cuando se incorporan en diferentes matrices alimentarias.

## 5.- Bibliografía:

- (1) Vaqué LG. El insostenible desperdicio de alimentos: ¿Qué podemos hacer los consumidores? Revista CESCO de Derecho de Consumo 2015(14):203-216.
- (2) FAOSTAT [Internet]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2020 [consulta, 14/04/22]; Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/>.
- (3) Actualidad de la coyuntura del sector vitivinícola mundial en 2021. Organización Internacional de la Viña y el Vino.
- (4) Gupta M, Dey S, Marbaniang D, Pal P, Ray S, Mazumder B. Grape seed extract: Having a potential health benefits. J Food Sci Technol 2020;57(4):1205-1215.
- (5) Unusan N. Proanthocyanidins in grape seeds: An updated review of their health benefits and potential uses in the food industry. J Funct Foods 2020;67:103861.
- (6) Bejerano PC, Zapater JMM. Estructura y composición de la uva y su contribución al vino. Revista de Enología Científica y Profesional 2013;139(8).
- (7) García-Lomillo J, González-SanJosé ML. Applications of Wine Pomace in the Food Industry: Approaches and Functions. Compr Rev Food Sci Food Saf 2017;16(1):3-22.
- (8) Spigno G, Marinoni L, Garrido GD. 1 - State of the Art in Grape Processing By-Products. In: Galanakis CM, editor. Handbook of Grape Processing By-Products: Academic Press; 2017. p. 1-27.
- (9) 2019 Statistical Report on World Vitiviniculture. Organización Internacional de la Viña y el Vino. 2019.
- (10) Makris DP, Boskou G, Andrikopoulos NK. Polyphenolic content and *in vitro* antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. J Food Compost Anal 2007;20(2):125-132.
- (11) Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Boletín Oficial del Estado, N 85 (09/04/2022).
- (12) Oliveira M, Duarte E. Integrated approach to winery waste: waste generation and data consolidation. Front Environ Sci Eng 2016;10(1):168-176.
- (13) Devesa-Rey R, Vecino X, Varela-Alende JL, Barral MT, Cruz JM, Moldes AB. Valorization of winery waste vs. the costs of not recycling. Waste Manage 2011;31(11):2327-2335.
- (14) Cristina Cebrián Tarancón. Evaluación de los sarmientos de poda para ser usados como una nueva fuente de aditivos enológicos. Universidad de Castilla-La Mancha; 2019.
- (15) Velázquez-Martí B, Fernández-González E, López-Cortés I, Salazar-Hernández DM. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of vineyards in Mediterranean area. Biomass Bioenergy 2011;35(8):3453-3464.

- (16) Calderón-Martín M, Valdés-Sánchez E, Alexandre-Franco MF, Fernández-González MC, Vilanova de la Torre, Mar, Cuerda-Correa EM, et al. Waste valorization in winemaking industry: Vine shoots as precursors to optimize sensory features in white wine. *LWT-Food Sci. Technol* 2022;163:113601.
- (17) Troilo M, Difonzo G, Paradiso VM, Summo C, Caponio F. Bioactive compounds from vine shoots, grape stalks, and wine lees: Their potential use in agro-food chains. *Foods* 2021;10(2):342.
- (18) Prozil SO, Evtuguin DV, Silva AM, Lopes LP. Structural characterization of lignin from grape stalks (*Vitis vinifera* L.). *J Agric Food Chem* 2014;62(24):5420-5428.
- (19) Yu J, Ahmedna M. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. *Int J Food Sci Tech* 2013;48(2):221-237.
- (20) Contreras MdM, Romero-García JM, López-Linares JC, Romero I, Castro E. Residues from grapevine and wine production as feedstock for a biorefinery. *Food Bioprod Process* 2022;134:56-79.
- (21) Maier T, Schieber A, Kammerer DR, Carle R. Residues of grape (*Vitis vinifera* L.) seed oil production as a valuable source of phenolic antioxidants. *Food Chem* 2009;112(3):551-559.
- (22) Garcia-Jares C, Vazquez A, Lamas JP, Pajaro M, Alvarez-Casas M, Lores M. Antioxidant white grape seed phenolics: pressurized liquid extracts from different varieties. *Antioxidants* 2015;4(4):737-749.
- (23) Pérez-Serradilla JA, Luque de Castro MD. Role of lees in wine production: A review. *Food Chem* 2008;111(2):447-456.
- (24) Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación (EUFIC) [Internet]; [consulta, 01/06/2022] Compuestos bioactivos. Disponible en: <https://www.eufic.org/es/que-contienen-los-alimentos/categoria/compuestos-bioactivos>.
- (25) Beres C, Costa GNS, Cabezudo I, da Silva-James NK, Teles ASC, Cruz APG, et al. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review. *Waste Manage* 2017;68:581-594.
- (26) Peixoto CM, Dias MI, Alves MJ, Calhelha RC, Barros L, Pinho SP, Ferreira IC. Grape pomace as a source of phenolic compounds and diverse bioactive properties. *Food Chem* 2018;253:132-138.
- (27) Alvarez-Casas M, Pajaro M, Lores M, Garcia-Jares C. Polyphenolic Composition and Antioxidant Activity of Galician Monovarietal Wines from Native and Experimental Non-Native White Grape Varieties. *Int J Food Prop* 2016;19(10):2307-2321.
- (28) González-Manzano S, Rivas-Gonzalo JC, Santos-Buelga C. Extraction of flavan-3-ols from grape seed and skin into wine using simulated maceration. *Anal Chim Acta* 2004;513(1):283-289.



- (29) Chen Y, Wen J, Deng Z, Pan X, Xie X, Peng C. Effective utilization of food wastes: Bioactivity of grape seed extraction and its application in food industry. *J Funct Foods* 2020;73:104113.
- (30) Shi J, Yu J, Pohorly JE, Kakuda Y. Polyphenolics in grape seeds—biochemistry and functionality. *J Med Food* 2003;6(4):291-299.
- (31) Mandić AI, Đilas SM, Četković GS, Čanadanović-Brunet JM, Tumbas VT. Polyphenolic Composition and Antioxidant Activities of Grape Seed Extract. *Int J Food Prop* 2008;11(4):713-726.
- (32) Kallithraka S, Salacha MI, Tzourou I. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of white wine during bottle storage: Accelerated browning test versus bottle storage. *Food Chem* 2009;113(2):500-505.
- (33) Rockenbach II, Rodrigues E, Gonzaga LV, Caliani V, Genovese MI, Gonçalves, AEDSS, Fett R. Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (*Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L.) widely produced in Brazil. *Food Chem* 2011;127(1):174-179.
- (34) Lee J, Rennaker C. Influence of extraction methodology on grape composition values. *Food Chem* 2011;126(1):295-300.
- (35) Galanakis CM. Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications. *Trends Food Sci Technol* 2012;26(2):68-87.
- (36) Barba FJ, Zhu Z, Koubaa M, Sant'Ana AS, Orlie V. Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review. *Trends Food Sci Technol* 2016;49:96-109.
- (37) Sirohi R, Tarafdar A, Singh S, Negi T, Gaur VK, Gnansounou E, Bharathiraja B. Green processing and biotechnological potential of grape pomace: Current trends and opportunities for sustainable biorefinery. *Bioresour Technol* 2020;314:123771.
- (38) Tsiviki M, Goula AM. Chapter 16 - Valorization of grape seeds. In: Bhat R, editor. *Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products*: Academic Press; 2021. p. 331-346.
- (39) Muhlack RA, Potumarthi R, Jeffery DW. Sustainable wineries through waste valorisation: A review of grape marc utilisation for value-added products. *Waste Manage* 2018;72:99-118.
- (40) Pedras BM, Regalin G, Sá-Nogueira I, Simões P, Paiva A, Barreiros S. Fractionation of red wine grape pomace by subcritical water extraction/hydrolysis. *J Supercrit Fluids* 2020;160:104793.
- (41) Ghafoor K, Al-Juhaimi FY, Choi YH. Supercritical fluid extraction of phenolic compounds and antioxidants from grape (*Vitis labrusca* B.) seeds. *Plant Foods Hum Nutr* 2012;67(4):407-414.

- (42) Cascaes Teles AS, Hidalgo Chávez DW, Zarur Coelho MA, Rosenthal A, Fortes Gottschalk LM, Tonon RV. Combination of enzyme-assisted extraction and high hydrostatic pressure for phenolic compounds recovery from grape pomace. *J Food Eng* 2021;288:110128.
- (43) Vural N, Algan Cavuldak Ö, Anlı R,E. Multi response optimisation of polyphenol extraction conditions from grape seeds by using ultrasound assisted extraction (UAE). *Sep Sci Technol* 2018;53(10):1540-1551.
- (44) Yang L, Jiang J, Li W, Chen J, Wang D, Zhu L. Optimum extraction Process of polyphenols from the bark of *Phyllanthus emblica* L. based on the response surface methodology. *J Sep Science* 2009;32(9):1437-1444.
- (45) Lavelli V, Kerr WL, García-Lomillo J, González-SanJosé ML. 10 - Applications of Recovered Bioactive Compounds in Food Products. In: Galanakis CM, ed. *Handbook of Grape Processing By-Products*: Academic Press; 2017. p. 233-266.
- (46) Arihara K, Yokoyama I, Ohata M. Bioactivities generated from meat proteins by enzymatic hydrolysis and the Maillard reaction. *Meat Sci* 2021;180:108561.
- (47) REGLAMENTO (UE) No 1129/2011 DE LA COMISIÓN de 11 de noviembre de 2011 por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) no 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo para establecer una lista de aditivos alimentarios de la Unión. *Diario Oficial de la Unión Europea*, N 295/1 (12/11/2011).
- (48) Katalinić V, Možina SS, Skroza D, Generalić I, Abramovič H, Miloš M, et al. Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extracts of 14 *Vitis vinifera* varieties grown in Dalmatia (Croatia). *Food Chem* 2010;119(2):715-723.
- (49) Sant'Anna V, Christiano FDP, Marczak LDF, Tessaro IC, Thys RCS. The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties. *LWT - LWT-Food Sci Technol* 2014;58(2):497-501.
- (50) Sabir A, Unver A, Kara Z. The fatty acid and tocopherol constituents of the seed oil extracted from 21 grape varieties (*Vitis* spp.). *J Sci Food Agric* 2012;92(9):1982-1987.
- (51) Martin ME, Grao-Cruces E, Millan-Linares MC, Montserrat-De la Paz S. Grape (*Vitis vinifera* L.) seed oil: A functional food from the winemaking industry. *Foods* 2020;9(10):1360.
- (52) Matthäus B. Virgin grape seed oil: Is it really a nutritional highlight? *Eur J Lipid Sci Technol* 2008;110(7):645-650.
- (53) Crews C, Hough P, Godward J, Brereton P, Lees M, Guiet S, et al. Quantitation of the main constituents of some authentic grape-seed oils of different origin. *J Agric Food Chem* 2006;54(17):6261-6265.
- (54) Dankowska A, Małecka M. Application of synchronous fluorescence spectroscopy for determination of extra virgin olive oil adulteration. *Eur J Lipid Sci Technol* 2009;111(12):1233-1239.

- (55) Duba KS, Fiori L. Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of grape seed oil: Effect of process parameters on the extraction kinetics. *J Supercrit Fluids* 2015;98:33-43.
- (56) Real Decreto 1101/2011, de 22 de julio, por el que se aprueba la lista positiva de los disolventes de extracción que se pueden utilizar en la fabricación de productos alimenticios y de sus ingredientes. *Boletín Oficial del Estado*, N 208 (30/08/2011).
- (57) Coelho JP, Filipe RM, Robalo MP, Stateva RP. Recovering value from organic waste materials: Supercritical fluid extraction of oil from industrial grape seeds. *J Supercrit Fluids* 2018;141:68-77.
- (58) Freitas LdS, Dariva C, Jacques RA, Caramão EB. Effect of experimental parameters in the pressurized liquid extraction of brazilian grape seed oil. *Sep Purif Technol* 2013;116:313-318.
- (59) Yang C, Shang K, Lin C, Wang C, Shi X, Wang H, et al. Processing technologies, phytochemical constituents, and biological activities of grape seed oil (GSO): A review. *Trends Food Sci Technol* 2021;116:1074-1083.
- (60) Fariás-Campomanes AM, Rostagno MA, Meireles MAA. Production of polyphenol extracts from grape bagasse using supercritical fluids: Yield, extract composition and economic evaluation. *J Supercrit Fluids* 2013;77:70-78.
- (61) Azmir J, Zaidul ISM, Rahman MM, Sharif KM, Mohamed A, Sahena F, et al. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *J Food Eng* 2013;117(4):426-436.
- (62) Dwyer K, Hosseinian F, Rod MR. The market potential of grape waste alternatives. *J Food Res* 2014;3(2):91.
- (63) Antonic B, Dordevic D, Jancikova S, Holeckova D, Tremlova B, Kulawik P. Effect of grape seed flour on the antioxidant profile, textural and sensory properties of waffles. *Processes* 2021;9(1):131.
- (64) Bogoeva AL, Durakova AG. Sorption characteristics of full-fatted grape seeds flour of Bulgarian origin. *J Agric Food Res* 2020;2:100026.
- (65) Cho Y, Kim D, Jeong D, Seo K, Jeong HS, Lee HG, et al. Characterization of yeasts isolated from kefir as a probiotic and its synergic interaction with the wine byproduct grape seed flour/extract. *LWT-Food Sci. Technol* 2018;90:535-539.
- (66) Alvarez-Ossorio C, Orive M, Sanmartín E, Alvarez-Sabatel S, Labidi J, Zufia J, et al. Composition and Techno-functional Properties of Grape Seed Flour Protein Extracts. *ACS Food Sci Technol* 2022.
- (67) Clifford Hoye. Value-added product development utilizing Washington state grape seed flour. Washington State University; 2009.
- (68) Consumer acceptance and sensorial analysis of bread with grape seed flour. *E3S Web of Conferences*: EDP Sciences; 2020.

- (69) Král O, Javůrková Z, Dordevic D, Pospiech M, Jančíková S, Fursova K, et al. Biscuits Polyphenol Content Fortification through Herbs and Grape Seed Flour Addition. *Processes* 2021;9(8):1455.
- (70) Yalcin E, Ozdal T, Gok I. Investigation of textural, functional, and sensory properties of muffins prepared by adding grape seeds to various flours. *J Food Process Preserv* 2021; n/a: e15316.
- (71) Tremlova B, Havlova L, Benes P, Zemancova J, Buchtova H, Tesikova K, et al. Vegetarian “Sausages” with the Addition of Grape Flour. *Appl Sci* 2022;12(4):2189.
- (72) Amariei S, Norocel L, Pădureț S, Gutt G. Effect of grape seed flour on the quality of summer salami. *J Food Process Preserv* 2018;42(5): e13601.
- (73) Peng X, Ma J, Cheng K, Jiang Y, Chen F, Wang M. The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread. *Food Chem* 2010;119(1):49-53.