



FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO:

**Aprovechamiento de los subproductos de la
industria vitivinícola**

Autor: Alicia Privado Irala

Fecha: Julio 2020

Tutor: Araceli Redondo Cuenca

Índice

RESUMEN	3
1.- INTRODUCCIÓN	4
1.1- HISTORIA DEL VINO	4
1.2.- INDUSTRIA DEL VINO	5
1.2.1. PRODUCCION	5
1.2.2. CONSUMO	6
1.3.- ELABORACIÓN DEL VINO.....	7
1.4. GENERACION DE SUBPRODUCTOS.....	9
2.- OBJETIVO.....	11
3.- METODOLOGIA	12
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
4.1.- Polifenoles del orujo de uva.....	12
4.2.- USOS ACTUALES DEL ORUJO DE UVA.....	13
4.3.- NUEVAS APLICACIONES DEL ORUJO DE UVA	14
4.3.1.- INDUSTRIA ALIMENTARIA	14
4.3.2.- COSMÉTICA E INDUSTRIA FARMACEUTICA.....	16
4.3.3.- AGRICULTURA	16
4.3.4.- PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL.....	17
CONCLUSION	17
BIBLIOGRAFIA	18

RESUMEN

El objeto del presente trabajo es el estudio del aprovechamiento de los subproductos de la industria vitivinícola. El vino es una bebida alcohólica que ha acompañado al hombre desde la Antigüedad hasta nuestros días. Por ello, con el paso del tiempo han ido apareciendo nuevas formas de elaboración así como nuevas variedades de uva con características muy diferentes. Actualmente los principales países productores son Italia, Francia y España. Dentro de la Unión Europea, destaca la producción de vinos con denominación de origen protegida. Sin embargo, respecto al consumo, Estados Unidos se sitúa en primera posición a nivel mundial.

El principal subproducto de la elaboración del vino se conoce bajo el nombre de orujo. Durante el proceso de vinificación se generan grandes cantidades del mismo. Esto provoca en los principales países productores dificultades para su almacenamiento. Entre los usos del orujo se encuentran los siguientes: obtención de alcohol y ácido tartárico, extracción de pigmentos y aceite de las semillas o su empleo como abono y pienso para el ganado.

Sin embargo, en los últimos años se han desarrollado estudios que demuestran que el orujo presenta propiedades beneficiosas debido a la presencia de polifenoles en su composición, que le confieren actividad antimutagénica y anticancerígena, capacidad de prevenir enfermedades cardiovasculares, actividad antilipogénica y antienvjecimiento y preventiva de enfermedades neurodegenerativas. Por este motivo, están apareciendo nuevas aplicaciones para el orujo de uva en la industria alimentaria, en cosmética, en agricultura y en el medio ambiente.

ABSTRACT

The purpose of this work is to study the use of by-products from the wine industry. Wine is an alcoholic drink that has accompanied man from Antiquity to the present day. For this reason, with the pass of time, new wine-making processes have appeared, as well as new varieties with very different characteristics.

Currently, in the wine market, the main producing countries are Italy, France and Spain. Within the European Union, the production of wines with a protected designation of origin stands out. However, regarding its consumption, United States are in the first position worldwide.

The main by-product of winemaking is known under the name of pomace. During the vitivinification process large quantities of it are generated. It causes difficulties in the main producing countries for its storage. Among the uses of pomace are the following: obtaining alcohol and tartaric acid, extraction of pigments and oil from the seeds or their use as fertilizer and feed for livestock.

However, in recent years, some developed studies have demonstrated that pomace has beneficial properties due to the presence of polyphenols in its composition, which gives it antimutagenic and anticancer activity, ability to prevent cardiovascular diseases, antilipogenic and antiaging activity, and preventive neurodegenerative diseases. For this reason, new applications are appearing in the food, cosmetic, agriculture and environmental industries.

1.- INTRODUCCIÓN

1.1 HISTORIA DEL VINO

En primer lugar, con el fin de justificar la relevancia del vino a lo largo de la Historia, haremos un breve comentario sobre su importancia en las diferentes etapas:

El vino se encuentra presente en el Imperio romano, donde era común festejar con vino en honor al dios Baco para agradecer las cosechas y pedir la protección de los cultivos. Con la expansión del Imperio y de sus costumbres, el vino llegó a muchos territorios conquistados por los romanos. En la Península Ibérica, tras la caída del Imperio, el cultivo de la uva pasó a llevarse a cabo por los visigodos, siendo los reyes y los monasterios los propietarios de los cultivos de la vid (1). Con la llegada de los árabes, el vino pasó a ser una bebida prohibida por tratarse de una bebida alcohólica. Sin embargo, se mantuvo el cultivo de vid para tomar la uva fresca, en forma de uva pasa o para su exportación a los mozárabes (2).

Posteriormente, en la Edad Media, con la Reconquista de la Península Ibérica por parte de los pueblos cristianos, el vino se convierte en uno de los componentes básicos de la alimentación y su consumo se generaliza a cualquier edad. Era recomendado por la medicina culta y popular por su acción beneficiosa para la salud, y el precio y calidad del vino estaban garantizados por el Estado. Además, el consumo de vino se hacía en comunidad, de forma que invitaba a socializar y favorecía la creación de reuniones (3).

A continuación, al inicio de la Edad Moderna, el descubrimiento de América provocó la expansión del cultivo de la vid a este continente. Así aparecieron algunas variedades de uva como Moscatel, Albariño o Bastardo en América (4). A partir del siglo XVII se mejora la apariencia del vino y comerciantes del norte de Europa se interesan por este producto. Debido al creciente comercio del mismo, se emplean por primera vez las botellas de vidrio para conservar el vino y se inventa el tapón de corcho. En esta época aparece el vino espumoso en la región de Champagne (4).

A finales del siglo XVIII y principios del XIX el sector del vino tuvo que enfrentarse a la filoxera, un pulgón que afectaba a las raíces. El parásito procedía del continente americano, y llegó a los cultivos españoles por importación de plantas de vid americana a las que apenas afectaba esta enfermedad. Esta plaga provocó una gran crisis en el cultivo de vid, ya que las hectáreas de cultivo de vino se redujeron a la mitad. La solución a esta plaga fue utilizar como raíz un sarmiento de vid americana y sobre ella injertar la vid europea (2).

Tras esta crisis del siglo XIX, en el siglo XX el mundo del vino tuvo que esforzarse por mejorar la calidad y desarrollar avances para el cultivo. Se llevaron a cabo investigaciones sobre la vid, la fermentación y la crianza en bodega, de forma que se consiguieron mayores rendimientos en los cultivos y nuevas variedades (5).

1.2. INDUSTRIA DEL VINO

1.2.1. PRODUCCION: En 2016 se produjeron en todo el mundo un total de 260 millones de hectolitros de vino, siendo los principales países productores Italia, Francia, España y Estados Unidos que son responsables de más de la mitad de la producción total (6).

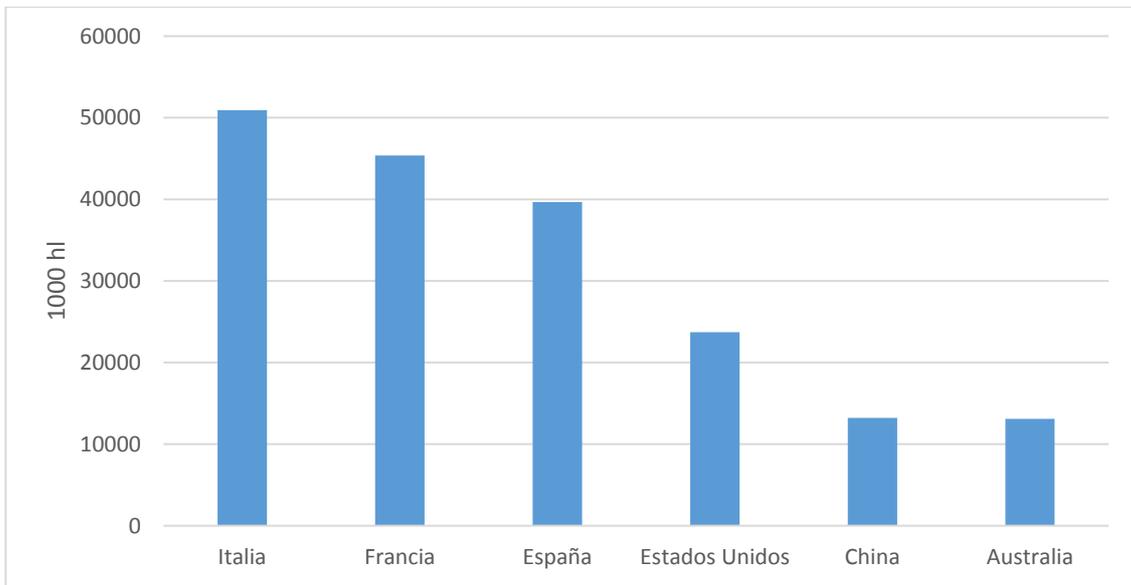


Gráfico 1.- Producción de vino en el mundo 2016. Elaborado a partir de datos de la Organización Internacional de la Viña y el vino (OIV)

La producción de vino en la Unión Europea

En el gráfico 2 se muestran los datos de producción de vino en la Unión Europea en los últimos 10 años. Por tipos de vino, se observa que la mayor parte, 80 millones de hectolitros, corresponde a vinos de denominación de origen protegida (DOP), seguidos de vinos sin ningún tipo de indicación (otros) que alcanzan los 50 millones de hectolitros, y por debajo se encuentran los vinos con indicación geográfica protegida (IGP) que alcanzan los 35 millones de hectolitros (7).

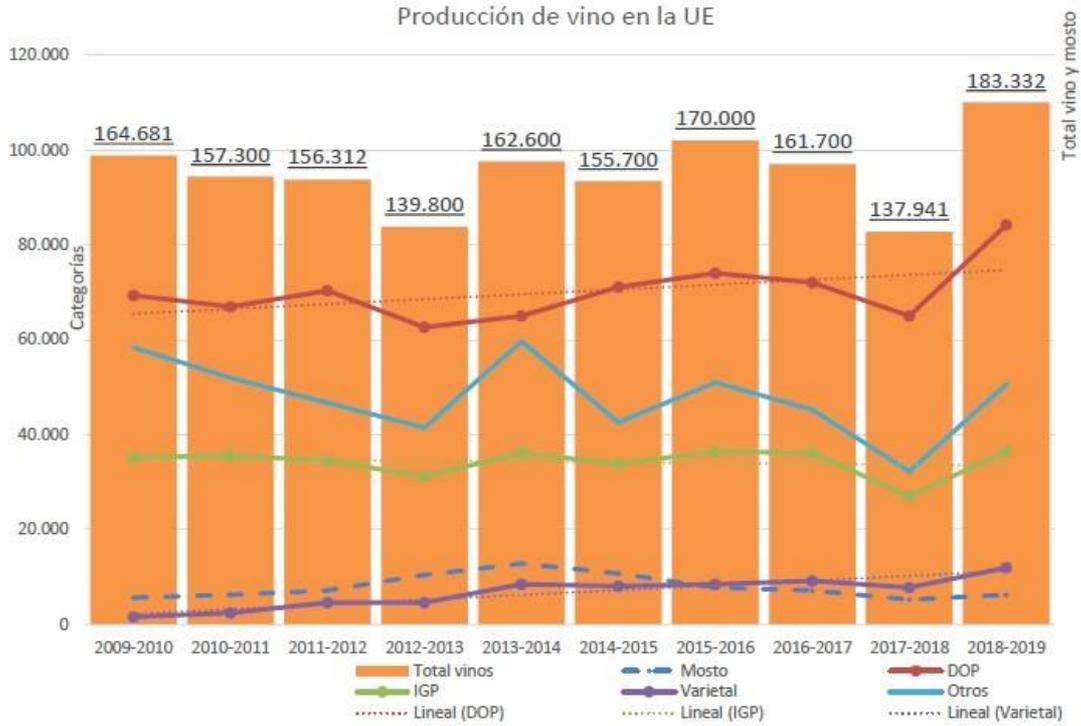


Gráfico 2.- Producción de vino en la UE. Obtenido de la página Vinetur (7)

1.2.2. CONSUMO: Respecto a los datos de consumo, el país que lidera es Estados Unidos, seguido de Francia, Italia, Alemania y China (Gráfico 3).

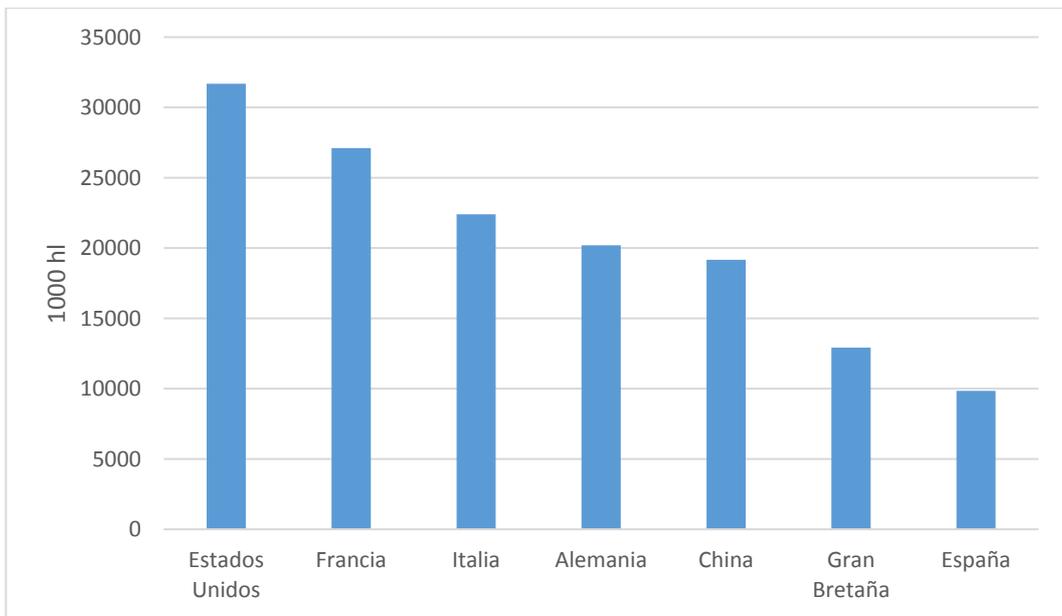


Gráfico 3.- Consumo de vino en el mundo 2016. Elaborado a partir de datos de la Organización Internacional de la Viña y el vino (OIV)

El consumo de vino en España

Aproximadamente el 60% de la población se declara consumidora de vino (22 millones de personas) (8).

El consumidor español prefiere el vino tinto al resto con mucha diferencia, de forma que el consumo de vino tinto supone el 72% , seguido de los vinos blancos (12%), el rosado y espumoso (6% cada uno) y por último los dulces, que solamente los prefiere el 2%.

En cuanto al perfil del consumidor en España, los hombres representan un 57% mientras que las mujeres refieren el 43%, porcentaje que ha ido creciendo en los últimos años.

El consumo de vino aumenta con la edad (Gráfico 4),

de forma que los jóvenes de 18 a 34 años suponen el 26% del total, seguido de un 36% correspondiente a los adultos entre 35 y 54 años , y el grupo que representa el mayor consumo es el de edad superior a 54 años (8).

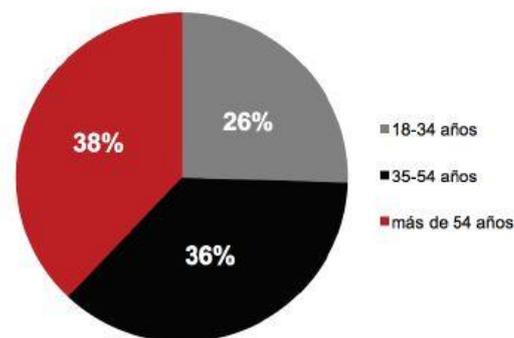


Gráfico 4.- Consumo de vino por rangos de edad en España.

1.3. ELABORACIÓN DEL VINO

El vino se define como un “alimento natural obtenido exclusivamente por fermentación alcohólica, total o parcial, de uva fresca, estrujada o no, o de mosto de uva” (Ley 24/2003 de 10 de julio, de la Viña y del Vino) (9). Hay que distinguir entre los diferentes procesos de elaboración, vinificación en tinto y vinificación en blanco, entre otras.

En la elaboración del **vino tinto** tienen lugar las siguientes etapas:

1) **Vendimia**: es el proceso de recolección de la uva. Se da en España entre los meses de septiembre y octubre. En este primer punto es clave la riqueza en azúcar presente en la uva en el momento de recogida, lo que se conoce como el grado de la uva y que da una idea del alcohol que resultará en el vino tras la fermentación (10).

2) **Despalillado**: este proceso tiene como objetivo separar las uvas del raspón. Esta etapa es importante ya que si no se realizara, aparecerían sabores y aromas amargos en el mosto durante la fermentación de la uva (10).

3) **Estrujado**: en este punto se hace pasar la uva por una máquina estrujadora con el fin de romper la piel de la uva. Así, se consigue extraer el mosto del interior y además que entre en contacto el mosto con los hollejos. En la elaboración del vino tinto este proceso es importante ya que el hollejo aporta el color al vino, es decir, es donde se encuentran los pigmentos. Otro punto de interés en el estrujado es que hay que evitar rasgar las semillas de la uva ya que aportarían amargor al vino (10).

4) **Maceración**: es un proceso de extracción sólido-líquido. Se pone en contacto el hollejo (piel) con el zumo de la uva, con el objetivo de que pasen los antocianos, taninos y otras sustancias presentes en el hollejo al mosto (11).

5) **Fermentación alcohólica**: en los mismos depósitos en los que tiene lugar la maceración se lleva a cabo la fermentación por acción de las levaduras. En esta fermentación, el azúcar presente en la uva se transforma en alcohol etílico por acción de levaduras de la familia Saccharomycetaceae, como *Saccharomyces cerevisiae* (o *S. ellipsoideus*),

Saccharomyces bayanus o *Saccharomyces uvarum* (12). En este punto es importante la adición de anhídrido sulfuroso (sulfitado), que se realiza para proteger el mosto de la oxidación por el oxígeno del aire y para seleccionar el medio fermentativo eliminando los microorganismos presentes de forma natural en el mosto. De esta manera, las levaduras presentes en el mosto son inhibidas, por lo que se retrasa el comienzo de la fermentación y en este tiempo se produce una decantación natural de los materiales en suspensión (clarificación natural); y a continuación se procede a la adición de levaduras seleccionadas que llevan a cabo una mejor fermentación alcohólica(13).

En el proceso de fermentación se liberan gases como CO₂ que tienden a subir hacia la superficie de los depósitos arrastrando con ellos las partículas sólidas (pepitas, hollejo y pulpa). De este modo, se crea en la superficie una capa sólida que se conoce como 'sombbrero' que contiene el hollejo, pepitas y pulpa. Como el objetivo es mantener las partículas sólidas en contacto con el mosto para que sigan transfiriendo el color y otros componentes, hay que realizar una tarea de remontado que consiste en extraer el mosto por la parte inferior y añadirlo por la parte superior del depósito para que todos los componentes vuelvan a estar en contacto. Existe otra opción para evitar la presencia del 'sombbrero' que consiste en la ruptura manual mediante la utilización de una vara o bazuqueo para obligar a las partículas sólidas de la superficie a mezclarse con el mosto. El proceso de fermentación tiene una duración variable en función del tipo de vino, aunque suele darse entre 10 y 14 días. Se realiza a temperaturas por debajo de los 29°C. Una vez transcurrido el tiempo de fermentación, se procede al descube, que consiste en transferir el líquido a otro recipiente (10).

6) **Prensado:** tras el descube, en los depósitos queda gran cantidad de productos sólidos. Éstos son trasladados a la prensa para obtener vino de prensa, caracterizado por su baja graduación, fuerte coloración y sabor astrigente(10).

7) **Fermentación maloláctica:** cuando la fermentación alcohólica termina y las levaduras mueren, algunas bacterias lácticas crecen y tiene lugar la fermentación maloláctica que consiste en la producción de ácido láctico a partir de ácido málico (reacción que requiere de la presencia de Mn⁺⁺ y NAD⁺). Las bacterias lácticas que se encuentran en los mostos y vinos son de los géneros *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Weissella* y, sobre todo, *Oenococcus*. Con esta fermentación se consigue rebajar la acidez del vino y debido al cambio de pH, los antocianos como la malvidina, adquiere un color rojo menos intenso (14).

8) **Crianza:** Tras las dos fermentaciones, se somete al vino a un proceso de envejecimiento en bodega. Habitualmente se emplean bodegas de roble (francés, americano o de Europa del este) debido a que es un material duro, permeable y poroso. Estas bodegas se moldean con calor de fuego para que adopten una forma característica liberando aromas que transmitirán al vino. Además, el roble presenta unos microporos que permiten la oxidación lenta del vino, lo que suaviza los ácidos y los taninos adquiriendo unas características organolépticas más agradables (15).

En paralelo a la crianza del vino, se llevan a cabo dos procesos que permiten eliminar impurezas y sedimentos: el trasiego (consiste en cambiar de recipiente el vino varias veces para eliminar los sedimentos sólidos) y el clarificado (se realizan filtraciones para evitar impurezas) (10).

9) **Embotellado:** se considera la segunda parte del proceso de crianza. Una vez el vino ha madurado y adquirido distintas propiedades en la barrica, se procede al embotellado. En este punto se revisan las cantidades de ácido sulfuroso que es el encargado de que las levaduras y bacterias presentes en el vino no tengan actividad y el vino no sufra alteraciones en botella (16). Este proceso de envejecimiento es esencial ya que permite al vino estabilizarse y equilibrar las propiedades y aromas adquiridos en la barrica. En función de los tiempos de crianza en barrica y en botella, se diferencia el vino crianza, reserva o gran reserva.

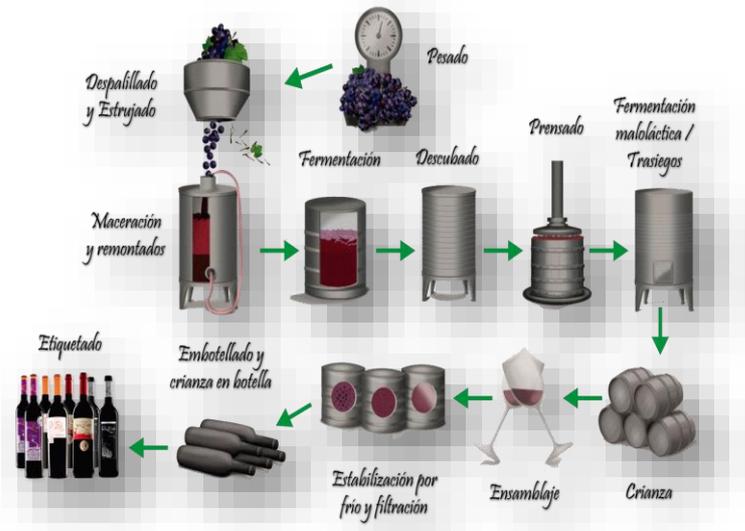


Figura 1.- Etapas de elaboración del vino

La elaboración del **vino blanco** tiene lugar en las siguientes etapas:

1) **Separación de mostos:** tras la vendimia, la uva es llevada a la bodega, donde tiene lugar una extracción rápida de la primera fracción del mosto, que es lo que se conoce como 'mosto flor' (primer mosto resultante del estrujado de las uvas por gravedad al ser vaciadas en la prensa). Estos mostos se caracterizan por ser ligeros, aromáticos y afrutados(17).

2) **Ecurrido y prensado:** la pasta sobrante del proceso anterior se somete a más altas presiones para extraer mostos con diferentes características. Los restos que permanecen en la prensa tras la obtención de estos mostos, son el orujo, sin fermentar que continúa teniendo azúcares(18).

3) **Fermentación alcohólica,** se diferencia del de elaboración del vino tinto porque en éste se retira la piel de la uva para evitar la transferencia de pigmentos, es decir, que la fermentación tiene lugar sobre mosto limpio (sin pieles). En el fermentador no se forma sombrero ya que hay muy poca cantidad de orujo presente. La fermentación se inicia agregando levaduras y dióxido de azufre (sulfitado) para evitar su futura oxidación(19).

4) **Trasiego y clarificación:** se realiza con el objetivo de eliminar sustancias sólidas derivadas de la fermentación (18).

1.4. GENERACION DE SUBPRODUCTOS

En primer lugar, es importante diferenciar entre los términos "residuo" y "subproducto", de forma que según la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, se considera "residuo" a cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse; mientras que un "subproducto" es cualquier sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto cuando se cumplan las siguientes condiciones: que se tenga la seguridad de que la sustancia u objeto va a ser utilizado ulteriormente, que la sustancia u objeto se pueda utilizar directamente sin tener que someterse a una

transformación ulterior distinta de la práctica industrial habitual, que la sustancia u objeto se produzca como parte integrante de un proceso de producción, y que el uso ulterior cumpla todos los requisitos pertinentes relativos a los productos así como a la protección de la salud humana y del medio ambiente, sin que produzca impactos generales adversos para la salud humana o el medio ambiente (20).

El principal subproducto de la elaboración del vino es el **orujo** y su composición varía dependiendo del tipo de uva, el método de elaboración de vino y la proporción de semillas, pulpa, piel y tallos. Así, en la elaboración del vino tinto, el jugo y el orujo de uva son fermentados juntos para que la piel aporte los pigmentos que darán color al vino, mientras que en la elaboración del vino blanco, el orujo no se incluye en la fermentación, sólo se fermenta el jugo de uva; por este motivo, el orujo que procede de la elaboración del vino blanco presenta más pulpa y más azúcares residuales que el orujo generado en el vino tinto(21).

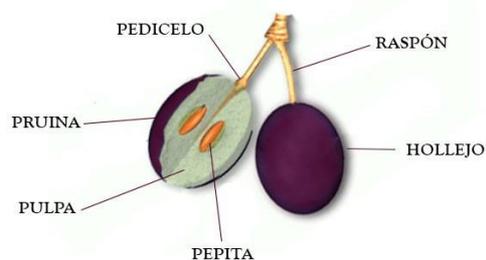


Figura 2: Partes de la uva

El orujo está compuesto principalmente por los siguientes elementos:

- **La piel u hollejo:** constituye la parte externa de la uva y representa el 20% de la masa del fruto. La piel actúa como una barrera protectora de la pulpa y las semillas frente al exterior y evita la pérdida de nutrientes. Es de gran importancia ya que en el proceso de elaboración del vino tinto será la piel la que aporta el color y el aroma del mismo.

La piel presenta una película de cera que se conoce como pruina que actúa recogiendo y acumulando las levaduras del entorno (22). Respecto a su composición química, las principales proantocianidinas que encontramos en la piel son : 3-O-glicósidos de malvidina, petunidina, cianidina, peoninina y delphinidina (21).

- **El escobajo o raspón:** es el elemento de soporte del racimo de uva, además sirve para nutrir los frutos ya que en su interior se encuentran los vasos conductores de nutrientes. Químicamente está compuesto por agua y taninos principalmente, por lo que si se incorpora en la fermentación aporta una mayor astringencia(23).

- **Las semillas o pepitas:** se encuentran en el interior de la uva y representan un 5% de su masa total. Su composición química varía durante la maduración, ya que al inicio presentan un alto contenido en taninos que al final del proceso de maduración disminuye debido a la migración de estos componentes al hollejo (24). Las semillas se valoran principalmente por las propiedades nutricionales del aceite, que es rico en ácidos grasos insaturados (oleico y linoléico) y por la presencia de compuestos fenólicos (21).

Cabe destacar que el proceso de elaboración de vino tiene un alto impacto en el medio ambiente ya que se genera una gran cantidad de residuos. Según datos de la Organización de la Viña y el vino (OIV), se produce una media de 25 kg de subproducto por cada 100 kg de uva procesada (25). Esto provoca que en los países con mayor producción de vino como España, Francia o Italia se lleguen a producir hasta 1.200 toneladas al año. A continuación se adjunta la producción de orujo de uva en los principales países productores:

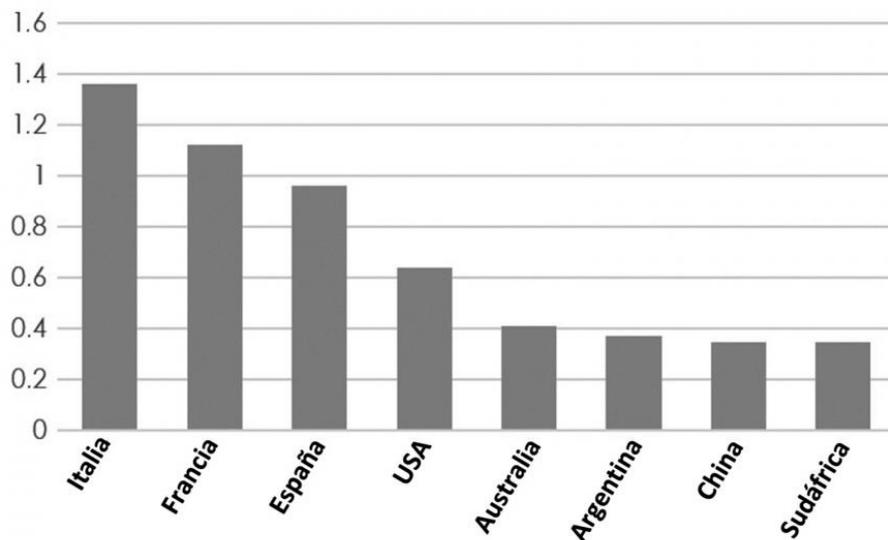


Gráfico 5.-. Producción mundial de orujo de uva en millones de toneladas. Imagen tomada de Bordiga et al. (2015).

El subproducto de la elaboración vitivinícola conocido con el nombre de orujo de uva, presenta dos características que lo convierten en un problema importante: contienen alta cantidad de materia orgánica lo que provoca que sea más difícil su degradación y presentan carácter estacional, es decir, se generan en las mismas fechas, lo que provoca una acumulación intensiva durante los meses de producción del vino. Debido a estas características, en los últimos años, el aprovechamiento y gestión de este residuo se ha convertido en un aspecto de gran interés (25).

Para la aplicación del subproducto de la elaboración del vino en áreas como la cosmética, la alimentación o la industria energética tiene mucha relación la economía circular. Ésta se define como "un nuevo sistema económico y social que tiene como objetivo la producción de bienes y servicios al tiempo que se reduce el consumo y desperdicio de materias primas, agua y fuentes de energía". El objetivo de la economía circular es cambiar el modelo de economía lineal que se ha aplicado hasta ahora, basado en la extracción, producción, consumo y eliminación. La economía circular pretende optimizar los materiales y residuos para alargar su vida útil (26).

2.- OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es el estudio del posible aprovechamiento del subproducto de la industria vitivinícola en función de su composición y propiedades.

3.- METODOLOGIA

Para la elaboración de este trabajo se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica mediante la búsqueda en fuentes como Science Direct, PubMed, Google Scholar de artículos que incluyeran los términos “orujo”, “subproductos”, “vino” y “uva”.

Para la búsqueda de datos sobre la producción y consumo se ha consultado la página de la Organización Internacional de la Viña y el vino (OIV).

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Polifenoles del orujo de uva

Las propiedades beneficiosas del orujo de uva son debidas en gran parte a la presencia de compuestos fenólicos antioxidantes como ácidos fenólicos, proantocianidinas y resveratrol (27). Entre las numerosas cualidades que se le atribuyen a estos compuestos se encuentran los siguientes:

- **Antimutagénica y anticancerígena:** el extracto de semillas de uva contiene proantocianidinas que actúan como protección frente a radicales libres, la oxidación lipídica, el daño en la cadena de ADN y disminuyen la apoptosis en células sanas. Además, hay estudios sobre su actividad anticancerígena en los que ha demostrado que ayuda a prevenir el cáncer de piel mediante un mecanismo basado en la inhibición del estrés oxidativo que desencadena la radiación ultravioleta procedente del sol (27). Otro estudio realizado *in vitro* con extracto de semillas de uva ha demostrado mejorar la acción antitumoral del fármaco 5- fluorouracilo en el tratamiento de cáncer de colon (28).
- **Prevención de enfermedades cardiovasculares:** muchas enfermedades cardiovasculares tienen su origen en una alteración del metabolismo de los ácidos grasos y en una excesiva oxidación del LDL. Estos productos de oxidación están implicados en la formación de tromboxano. El tromboxano es el responsable de la agregación plaquetaria que puede dar lugar al bloqueo de las arterias y a trombosis. El extracto de semillas de uva, al presentar actividad antioxidante, impiden la oxidación del LDL y con ello disminuye el riesgo de enfermedad cardíaca. Hay estudios que demuestran que el extracto de semilla de uva puede evitar la aterosclerosis por distintos mecanismos como por ejemplo: la mejora de la función endotelial, la disminución de la presión arterial y la inhibición de la agregación plaquetaria (27).
- **Propiedades antilipogénicas:** el extracto de semillas de uva ha demostrado que provoca la inhibición de la lipasa pancreática, la lipoproteína lipasa y la lipasa sensible a hormonas de forma que actúa en la digestión de las grasas y en su metabolismo (29). Se han realizado estudios que demuestran que modifica la dislipemia provocada por una dieta alta en grasas(30).
- **Antienvejecimiento:** presenta mejores propiedades antioxidantes que la vitamina C, E y el betacaroteno. Este poder antioxidante actúa controlando la oxidación que se produce en el ADN con la edad (27). Además, el extracto de orujo de uva ha

demostrado tener efecto inhibitorio sobre las enzimas colagenasa y elastasa, lo que podría prevenir el envejecimiento de la piel (31).

- **Prevención de las enfermedades neurodegenerativas:** en el caso del Alzheimer, es característica la presencia de placas beta amiloide, que son depósitos de proteína que actúan provocando hipoxia en las células del cerebro y contribuyendo a la degeneración de las neuronas. El extracto de semillas de uva presenta resveratrol, un compuesto que reduce la muerte celular por inhibición de la señalización del factor nuclear NF-kB (32).

4.2.- USOS ACTUALES DEL ORUJO DE UVA

Entre las aplicaciones que se conocen del orujo de uva en la actualidad se encuentran:

- **Obtención de alcohol:** en esta aplicación es importante la conservación del orujo de uva, hay que evitar las pérdidas de alcohol en el contenido del orujo, evitar el desarrollo de fermentaciones y de mohos que pueden provocar la aparición de malos olores y sabores. Para llevar a cabo un correcto almacenamiento hay que mantener el orujo en tanques de hormigón o acero inoxidable con bajo grado de humedad y temperaturas inferiores a 30 ° C. La obtención de alcohol a partir del orujo se puede realizar por distintos procedimientos: por difusión semicontinua del alcohol por lavado en frío con agua en una batería de cubas, que es el proceso más antiguo; ó por extracción continua en caliente: se rocía el orujo situado sobre unas cintas transportadoras con agua caliente.
Tras estos procesos, el líquido que se obtiene se hace pasar a una columna de destilación para conseguir el alcohol que servirá para fabricar bebidas como aguardiente de orujo (23).
- **Obtención de ácido tartárico:** se extrae después de haber obtenido el alcohol del orujo. La extracción se lleva a cabo mediante una acidificación con ácido sulfúrico o nítrico, una posterior neutralización con hidróxido cálcico y finalmente se enfría para obtener cristales de tartrato cálcico (23).
- **Extracción de pigmentos:** se realiza a partir de los hollejos de la uva tinta, que está muy coloreada. El proceso consiste en la extracción de enocianina mediante un lavado con agua sufitada. El número de identificación de este colorante en la UE es el E-163 (23).
- **Extracción de aceite:** las semillas de la uva corresponden al 12-15% del peso del orujo y en su composición presentan aceites de valor. El método más eficiente para llevarlo a cabo es la extracción química que consiste en separar las semillas del resto de los componentes del orujo, molerlas y mezclarlas con un solvente extractor que puede ser hexano o dietil-éter; quedando la disolución (solvente-aceite) en los tanques de filtrado. Luego se destila la disolución para obtener el aceite. El aceite obtenido de la semilla de uva está compuesto por ácido linoléico y oleico, ambos son compuestos con

excelentes propiedades cardiovasculares por lo que resultan interesantes para la industria alimentaria (23).

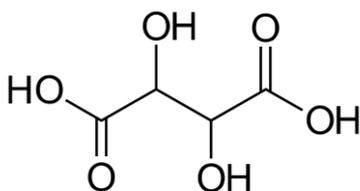
- **Obtención de abonos orgánicos:** se puede convertir el orujo de uva en compost para la producción de sustratos para cultivos ya que presenta un elevado contenido en materia orgánica, en potasio y baja salinidad (33).
- **Pienso para el ganado:** la introducción de orujo de uva en piensos para corderos ha demostrado tener un efecto positivo sobre la estabilidad oxidativa de la carne sin afectar al rendimiento (34).

4.3.- NUEVAS APLICACIONES DEL ORUJO DE UVA

En los últimos años se ha producido un creciente interés en los subproductos de la industria del vino y se han desarrollado investigaciones con ellos en las que se han encontrado aplicaciones para la industria alimentaria, cosmética o farmacéutica.

4.3.1.- INDUSTRIA ALIMENTARIA

- **Aditivos alimentarios naturales:** los antioxidantes presentes en el extracto de orujo de uva podrían sustituir a los antioxidantes sintéticos como el BHA (Butilhidroxianisol) y el BHT (Butilhidroxitolueno) que evitan la oxidación de sustancias grasas y la alteración del color y otras cualidades de los productos a los que se agregan. Entre los compuestos que se pueden obtener a partir de los subproductos de la vinificación se encuentran: el ácido tartárico y la enocianina (35).



Estructura del ácido tartárico

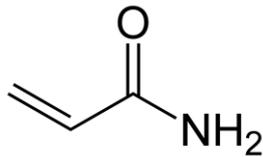
El ácido tartárico se usa como conservante, como emulsionante en la elaboración de pan, como acidificante en la industria de la vinificación y como ingrediente para acidificar bebidas, helados, gominolas, caramelos, zumos, etc...(36).

La enocianina, conocida como E163 en el sector alimentario, también es un pigmento natural que se encuentra en el hollejo de la uva. Actualmente, la EFSA permite el uso de antocianinas como colorantes alimentarios en bebidas, mermeladas, dulces, helados y productos farmacéuticos(35).

- **Industria del vino:** La adición de semillas obtenidas del orujo de uva durante el proceso de elaboración del vino ha demostrado un incremento en la cantidad de flavonoides presentes en el vino tinto, lo cual se corresponde con un mayor efecto antioxidante del vino, ya que se ha enriquecido con los fenoles presentes de las semillas de la uva (37).

- **Protección frente a la peroxidación lipídica:** la incorporación de extracto de semilla de uva en carnes de cordero ha demostrado que alarga la vida útil de la carne ya que evita la oxidación lipídica debido a su contenido en polifenoles(34).

- **Actividad antimicrobiana:** el extracto de orujo de uva ha demostrado que tiene capacidad para inhibir el crecimiento de *H.pylory* y *E.coli*. La inhibición de los polifenoles sobre el crecimiento bacteriano puede ser originada por mecanismos como: hiperacidez citosólica, disrupción de la cadena transportadora de electrones, desestabilización de la membrana, disrupción de transportadores de membrana, inhibición de la bomba H⁺-ATPasa e inhibición del metabolismo bacteriano (38).



Estructura de la acrilamida

- **Protección de sustancias peligrosas:** la acrilamida es una sustancia química que se crea de forma natural en productos alimenticios que contienen almidón durante procesos de cocinado a altas temperaturas y se clasifica como agente probablemente cancerígeno para los humanos (2A)(39). En estudios realizados con extractos de piel y semillas de uva, los polifenoles que los componen, actúan bloqueando la formación de acrilamida durante la fritura de patatas fritas en un 90% (35).

- **Ingredientes de alimentos funcionales e innovadores:** según el Instituto Internacional de Ciencias de la Vida en Europa (ILSI-Europe), un alimento puede ser considerado funcional : "si se logra demostrar satisfactoriamente, o bien que posee un efecto beneficioso sobre una o más funciones específicas en el organismo, más allá de los efectos nutricionales habituales, y que mejora el estado de salud y del bienestar o bien que reduce el riesgo de una enfermedad " (40).

Por este motivo , se han realizado estudios para demostrar los beneficios de la incorporación de orujo de uva a lácteos como el queso y la leche. La adición de extracto de semilla de uva en la elaboración de quesos ha demostrado un aumento en el contenido final de polifenoles del queso, esto es debido a las interacciones hidrofóbicas que tienen lugar entre las caseínas y los fenoles en la cuajada. Como consecuencia del aumento de polifenoles en el queso, éste presenta como propiedad adicional respecto a los quesos elaborados sin extracto de semilla de uva, la capacidad de evitar la oxidación de lípidos. Asimismo, se ha investigado la incorporación de orujo de uva a la leche con el objetivo de conseguir leche enriquecida con polifenoles (41) . Otro ejemplo, es el enriquecimiento de productos cereales como pan, galletas, cereales, pasta o fideos con fibra. En el caso de cereales y fideos, hay estudios que demuestran que la incorporación de harina de semilla de uva a los mismos mejoraba las características sensoriales haciéndolo más agradable al consumidor. Por otro lado, la incorporación de extracto de semilla de uva al pan blanco, provoca un enriquecimiento del mismo en fibra soluble que han demostrado en algunos estudios la capacidad de reducir la respuesta glucémica posprandial, el colesterol total y los niveles de LDL (35).

Otra aplicación interesante es el enriquecimiento de alimentos en minerales, ya que actualmente la ingesta de minerales como el potasio en la población es deficiente, mientras que el consumo de sodio es excesivo. Una ingesta adecuada de potasio es

esencial ya que ayuda a reducir la presión arterial, por este motivo, la fortificación en potasio de productos cárnicos es una aplicación interesante. Existen estudios en los que se ha incorporado orujo de vino a estos productos dando como resultado una reducción en el contenido en sal y un aumento de potasio y calcio en su composición (41).

- **Producción de proteínas microbianas ó SCP (single cell protein):** Se ha estudiado la aplicación del orujo de uva para la obtención de SPC. Éste término se refiere a la proteína que se obtiene a partir de células microbianas tales como levaduras, bacterias, algas y hongos. Para ello, se han realizado estudios con extractos de orujo de uva como sustrato, empleando como microorganismo fermentativo *Candida utilis*, obteniendo en ellos proteína microbiana. Esta proteína resulta de gran interés ya que puede considerarse como un suplemento proteico debido a su alto contenido en aminoácidos esenciales. Por este motivo, se investiga su introducción en piensos para el ganado y productos para consumo humano (42).

4.3.2.- COSMÉTICA E INDUSTRIA FARMACEUTICA

- **Ingredientes activos en cosméticos:** los polifenoles presentes en el orujo de uva presentan acción inhibitoria en la actividad de las enzimas coligenasa y elastasa, implicadas en el envejecimiento, por lo que pueden convertirse en un ingrediente de productos cosméticos debido a sus propiedades anti envejecimiento (31). Además, al tratarse de componentes naturales provocarían menos alergias e irritación que los conservantes sintéticos como los parabenos. Destaca el orujo de semilla de uva que presenta propiedades antibacterianas y antifúngicas que pueden aportar un valor adicional al producto en cosmética (35).
- **Vehículo de medicamentos:** se está estudiando el empleo de microemulsiones de orujo de uva para la administración de fármacos tópicos antivirales, antiinflamatorios, antioxidantes, esteroides, antibacterianos y varios anestésicos locales logra una mejor absorción del fármaco en la piel (35).

4.3.3.- AGRICULTURA

- **Fertilizante:** para evitar posibles efectos negativos debidos a la presencia de sustancias fitotóxicas y antibacterianas como etanol, ácidos orgánicos (láctico y acético) y compuestos fenólicos en el orujo de uva es necesario transformarlo en compost. En un estudio realizado en el cultivo de melón utilizando compost de orujo de uva, se demostró un mayor rendimiento en el cultivo de melón debido al aporte de nitrógeno y potasio procedente del orujo de uva (43).
- **Alimentación animal:** En los últimos años, se estima que el 3% del orujo de uva producido se reutiliza para la alimentación animal. En el caso de la alimentación de vacas con orujo de uva en su dieta, hay estudios que demuestran que provocó una mayor concentración de ácidos grasos poliinsaturados de la leche, cambios en la composición de la comunidad bacteriana de los rumiantes y mejor salud de las vacas.

En el caso de la adición de orujo de uva en la dieta de pollos, no afectó negativamente el rendimiento del engorde de los mismos y mejoró la respuesta inmune y la capacidad antioxidante de los pollos (35).

4.3.4.- PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL

- **Recuperación de energía a partir de residuos de bodega:** el orujo de uva de las bodegas se ha utilizado como materia prima para producir ácido láctico ó biocombustibles como etanol mediante una digestión anaerobia (44) .
- **Eliminación de metales pesados de aguas residuales industriales:** los métodos de eliminación de metales pesados de las aguas como la oxidación química, la separación de membranas o la ósmosis inversa, son poco efectivos y muy caros porque requieren mucho aporte de energía. Por ello, la aplicación de orujo para revertir el problema de contaminación de aguas por metales pesados es una alternativa interesante. La presencia de orujo de uva se relaciona negativamente con la presencia de metales pesados (Cd,Cu,Ni) en el suelo. Los desechos de la industria del vino pueden actuar adsorbiendo metales pesados como cobre y níquel por un mecanismo de intercambio iónico entre los iones de calcio, magnesio, potasio e hidruro presentes en el subproducto de la uva y el cobre y níquel presente en soluciones acuosas del suelo(45).

CONCLUSION

La producción vitivinícola se asocia a un gran impacto medioambiental debido a la generación de grandes cantidades de residuos provenientes de la vinificación. Además del efecto sobre el medio ambiente, estos residuos suponen para la industria un gasto económico adicional destinado a su eliminación.

Es importante encontrar aplicaciones para estos subproductos de forma que, siguiendo el concepto de economía circular, puedan emplearse en otros sectores o incorporarse a otros productos mejorando sus características y evitando que supongan una fuente de contaminación para el medio ambiente.

En la actualidad, hay un creciente interés por conseguir un mayor aprovechamiento de estos subproductos ya que debido a su contenido en polifenoles, presentan propiedades beneficiosas como actividad antimutagénica y anticancerígena, previenen enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, además de poseer actividad antilipogénica y antienvjecimiento. Se está investigando su incorporación a productos de la industria alimentaria, cosmética, agrícola y del medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

1. Historia del vino de la antigüedad [Internet]. Consultado 30 de marzo 2020. Disponible en:<https://www.vinetur.com/2017101052700/historia-del-vino-de-la-antiguedad.html>
2. yravedra.com - 1.- Orígenes de la Vitis Vinífera y el vino. [Internet]. Consultado el 17 abril 2020. Disponible en: <http://yravedra.com/historia/10-historia/1537-origenes-de-la-vitis-vinifera-y-el-vino>
3. María D, Rodrigo-Estevan L. El consumo de vino en la Baja Edad Media. Consideraciones socioculturales.
4. Historia del vino | 5 barricas [Internet]. Consultado el 27 abril 2020. Disponible en : <https://5barricas.valenciaplaza.com/historia-del-vino/>
5. El vino antiguo de España - CataDelVino.com [Internet]. Consultado el 31 marzo 2020. Disponible en :<https://www.catadelvino.com/blog-cata-vino/vino-antiguo-espana>
6. OEMV - Balance OIV sobre la situación vitivinícola mundial 2019 [Internet] Consultado el 31 marzo 2020. Disponible en: <https://oemv.es/balance-oiv-sobre-la-situacion-vitivinicola-mundial-2019>
7. La Unión Europea eleva su producción de vino a 18.330 millones de litros en 2018 [Internet]. Consultado el 31 marzo 2020. Disponible en : <https://www.vinetur.com/2019032949698/la-union-europea-eleva-su-produccion-de-vino-a-18330-millones-de-litros-en-2018.html>
8. Radiografía del consumidor español de vino [Internet]. Consultado el 27 Abril 2020. Disponible en: <https://www.vinetur.com/2018032346650/radiografia-del-consumidor-espanol-de-vino.html>
9. BOE.es - Documento consolidado BOE-A-2003-13864 [Internet]. Consultado el 17 Abril 2020. Disponible en : <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-13864>
10. ¿Cómo es el proceso de elaboración del vino tinto? | Vivanco [Internet]. Consultado el 17 Abril 2020. Disponible en : <https://vivancoculturadevino.es/blog/2016/06/14/proceso-de-elaboracion-del-vino-tinto/>
11. Qué es la Maceración de los Vinos y para qué sirve [Internet]. Consultado el 17 Abril 2020. Disponible en: <https://catatu.es/blog/que-es-la-maceracion-en-los-vinos/>
12. vinetur. ¿Qué son las levaduras y por qué hacen posible el vino? [Internet]. 2017. Consultado el 4 junio 2020. Disponible en : <https://www.vinetur.com/2017042627979/que-son-las-levaduras-y-por-que-hacen-posible-el-vino.html>
13. Miño Valdez JE. Fundamentos para elaborar vino blanco común 1. 2012. 1–94 p.
14. Bioquímica de las bacterias lácticas del vino y la fermentación maloláctica | Revista de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular | SEEBM [Internet]. Consultado el 4 junio 2020. Disponible en : <https://www.seebm.es/revista/articulo.php?id=214&url=bioquimica-de-las-bacterias-lacticas-del-vino-y-la-fermentacion-malolactica>
15. ¿Por qué envejecer el vino en barricas de roble? | Comunidad Valenciana Home | EL MUNDO [Internet]. Consultado el 17 Abril 2020. Disponible en : <https://www.elmundo.es/comunidad-valenciana/2017/10/10/59dc976eca474147768b45a3.html>

16. Embotellado del Vino. Qué es y cuáles son las Fases del Proceso [Internet]. Consultado el 8 junio 2020. Disponible en : <https://catatu.es/blog/embotellado-del-vino/>
17. Castro J. Vinos blancos: extracción del mosto. desfangado u otros sistemas. fermentación. Conf Int Enol. 1986;43–57.
18. Vinificación del vino [Internet]. Consultado el 9 junio 2020 .Disponible en: <http://www.armoniawines.cl/wp-content/uploads/2015/11/vinificacion-del-vino.pdf>
19. White Wine - an overview | ScienceDirect Topics [Internet]. Consultado el 8 junio 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/white-wine>
20. BOE.es - Documento consolidado BOE-A-2003-13864 [Internet]. Consultado el 20 abril 2020. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-13864>
21. 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. Vol. 68, Waste Management. Elsevier Ltd; 2017. p. 581–94.
22. ¿Cuáles son las partes de la uva? Descubre su composición | Vivanco [Internet]. Consultado el 20 abril 2020. Disponible en : <https://vivancoculturadevino.es/blog/2017/03/28/cuales-son-partes-uva-descubre-composicion/>
23. SUBPRODUCTOS VITIVINÍCOLAS UNA OPORTUNIDAD DE NEGOCIO » De Cata en Cata [Internet]. Consultado el 8 junio 2020. Disponible en : <https://decataencata.com/subproductos-vitivinicolas-una-oportunidad-de-negocio/>
24. Urbina Vinos Blog: Pepitas o Semillas de la Uva [Internet]. Consultado el 20 abril 2020. Disponible en : <http://urbinavinos.blogspot.com/2011/09/pepitas-o-semillas-de-la-uva.html>
25. Aplicaciones y nuevos usos de subproductos de la vinificación - Vitivinícola [Internet]. Consultado el 17 abril 2020. Disponible en : <https://www.interempresas.net/Vitivinicola/Articulos/245686-Aplicaciones-y-nuevos-usos-de-subproductos-de-la-vinificacion.html>
26. Economía Circular | economiacircular.org [Internet]. Consultado el 27 abril 2020. Disponible en: https://economiacircular.org/wp/?page_id=62
27. Yu J, Ahmedna M. Functional components of grape pomace: Their composition, biological properties and potential applications. Int J Food Sci Technol. 2013;48(2):221–37.
28. Semillas de uva contra el cáncer – Academia de Ciencias de la Región de Murcia [Internet]. Consultado el 20 abril 2020. Disponible en: <https://www.um.es/acc/semillas-de-uva-contra-el-cancer/>
29. Moreno DA, Ilic N, Poulev A, Brasaemle DL, Fried SK, Raskin I. Inhibitory effects of grape seed extract on lipases. Nutrition [Internet]. 2003 Oct. Consultado el 20 abril 2020. D;19(10):876–9. Disponible en : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14559324>
30. Baiges I, Palmfeldt J, Bladé C, Gregersen N, Arola L. Lipogenesis Is Decreased by Grape Seed Proanthocyanidins According to Liver Proteomics of Rats Fed a High Fat Diet* □ S. 2010. Consultado el 21 Abril 2020. Disponible en : <http://www.mcponline.org>
31. Wittenauer J, MäcKle S, Sußmann D, Schweiggert-Weisz U, Carle R. Inhibitory effects of polyphenols from grape pomace extract on collagenase and elastase activity. Fitoterapia [Internet]. 2015;101:179–87. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fitote.2015.01.005>
32. Markus MA, Morris BJ. Resveratrol in prevention and treatment of common clinical conditions of aging. Vol. 3, Clinical Interventions in Aging. Dove Press; 2008. p. 331–9.

33. Paradelo R, Moldes AB, González D, Barral. Evaluación de compost y vermicompost de orujo agotado de uva como componentes de sustratos. *Actas Hortic.* 2008;675–80.
34. Guerra-Rivas C, Vieira C, Rubio B, Martínez B, Gallardo B, Mantecón AR, et al. Effects of grape pomace in growing lamb diets compared with vitamin E and grape seed extract on meat shelf life. *Meat Sci.* 2016 Jun 1;116:221–9.
35. Kalli E, Lappa I, Bouchagier P, Tarantilis PA, Skotti E. Novel application and industrial exploitation of winery by-products. *Bioresour Bioprocess.* 2018 Dec 26;5(1):1–21.
36. Ácido tartárico | www.cocinista.es [Internet]. Consultado el 22 abril 2020. Disponible en : <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-modernos/acido-tartarico.html>
37. Jara-Palacios MJ, Hernanz D, Escudero-Gilete ML, Heredia FJ. The use of grape seed byproducts rich in flavonoids to improve the antioxidant potential of red wines. *Molecules.* 2016;21(11).
38. ANTIBACTERIANO EXTRACTOS DE ORUJO Y ESCOBAJO SOBRE *Helicobacter pylori* Y *Escherichia coli* E DE. UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS ESCUELA DE POSTGRADO.
39. Aesan - Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición [Internet]. Consultado el 23 abril 2020. Disponible en : http://www.aecosan.mssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/acrilamida.htm
40. Bartrina J, Blay Cortés G, Echevarría Guitiérrez FJ, Inmaculada; GC, Hernández Cabria M, Iglesias Barcia JR, et al. Atención primaria de calidad: Guía de buena práctica clínica en Alimentos funcionales. 2011. 112 p.
41. 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.
42. Pablo J, Bellido -1 - O. RESUMEN PFC DISEÑO DE LAS ETAPAS DE FERMENTACIÓN Y DE ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE SCP RESUMEN FINAL.
43. Compost de orujo de uva en el cultivo del melón | INNOVAGRI [Internet]. Consultado el 7 junio 2020. Disponible en : <https://www.innovagri.es/nutricion-del-cultivo/utilizacion-del-compost-de-orujo-de-uva-en-el-cultivo-del-melon.html>
44. Ventosa E, Clemente R, Pereda L. Gestión integral de residuos y análisis Generación y Gestión de Residuos del Sector. 2011;32. Disponible: <http://www.haprowine.eu/pdf/fase2/Generacion y Gestion de Residuos del Sector.pdf>
45. Villaescusa I, Uria Fiol N!, Inez B , N! Uria Miralles M!, Poch J, Serarols J. Removal of copper and nickel ions from aqueous solutions by grape stalks wastes.