

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**AVANCES Y DESAFIOS DE UNA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR
VITIVINÍCOLA, FORMAS DE VALORIZAR AL ORUJO DE UVA**

POR

RODRIGO ANDRÉS SEGUEL SEGUEL

**MEMORIA PRESENTADA A LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CONCEPCIÓN – CHILE
2024**

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**AVANCES Y DESAFIOS DE UNA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR
VITIVINÍCOLA, FORMAS DE VALORIZAR AL ORUJO DE UVA**

POR

RODRIGO ANDRES SEGUEL SEGUEL

**MEMORIA PRESENTADA A LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**

CONCEPCIÓN – CHILE

2024

Aprobada por:

Profesor Asociado, Antonio Pinto R.
Ing. Agrónomo, Mg. Eco., Ph. D.

Guía

Profesor Asistente, Guillermo Pascual A.
Ing. Agrónomo, Mg. Sc., Dr.

Asesor

Profesor Asistente, Ricardo Muñoz C.
Ing. Agrónomo, Mg. Dr.

Asesor

Profesor Asociado, Guillermo Wells M.
Ing. Agrónomo, Mg. Sc.

Decano

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
Resumen	1
Summary	1
Introducción	2
Objetivos	6
Metodología	6
Desarrollo y discusión	6
Conclusiones	21
Referencias	22

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

		Página
Figura 1	Evolución de las exportaciones de vino total. Periodo 2004 a 2022.....	3
Figura 2	Orujo de uva residual estimado a nivel mundial en 2017.....	8
Figura 3	Línea de pastas saludables hechas con orujo de uva, proveniente de industrias vitivinícolas chilenas	17
Figura 4	Materiales biodegradables y prototipo de Contenedor aislante de vinos hecho a partir de orujos de uva	18
Tabla 1	Tabla resumen de las formas de valorizar al orujo de uva residual	20
Tabla 2	Análisis FODA de la economía circular en la industria vitivinícola, con respecto a la valorización del orujo de uva residual	20

AVANCES Y DESAFIOS DE UNA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA, FORMAS DE VALORIZAR AL ORUJO DE UVA

ADVANCES AND CHALLENGES OF A CIRCULAR ECONOMY IN THE WINE INDUSTRY: WAYS TO VALORIZE GRAPE POMACE

Palabras índice adicionales: orujo de uva, residuos vitivinícolas, compuestos fenólicos, biocombustibles.

RESUMEN

La industria vitivinícola es una de las más grandes del sector agrícola a nivel mundial, la cual produce millones de toneladas de residuos agrícolas cada año, uno de los principales es el orujo de uva, que proviene del proceso de vinificación, este residuo provoca problemas medioambientales al ser desechado en el mismo campo agrícola o en vertederos, y en el peor de los casos incinerado. El orujo de uva se ha considerado un subproducto infrutilizado, ya que posee altas propiedades valorizables aun incluso después de ser fermentado y prensado. Pero existen amplias formas de valorizar al orujo de uva, las cuales buscan reducir el impacto ambiental que provocan estas grandes cantidades de residuos y generar nuevas cadenas de valor en el sector vitivinícola. En esta monografía se destacan dos formas de valorizar al orujo de uva: como fuente de compuestos bioactivos, principalmente compuestos fenólicos contenidos en el orujo, los cuales poseen capacidades antioxidantes que pueden ser aprovechados por industrias farmacéuticas, nutraceúticas, cosméticas y alimentarias, generación de biocombustibles como el bioetanol y biogás, al mismo tiempo una revisión bibliográfica sobre las valorizaciones del orujo en Chile, demostrando así, un posible camino hacia la economía circular dentro del sector agrícola, la cual busca agregar valor a los residuos, reducir la contaminación y el consumo de recursos naturales.

SUMMARY

The wine industry is one of the largest sectors in global agriculture, producing millions of tons of agricultural waste each year. One of the main by-products is grape pomace, which comes from the winemaking process. This waste causes

environmental problems when disposed of in the same agricultural fields, in landfills, or, in the worst cases, incinerated. Grape pomace has been considered an underutilized by-product, as it still contains valuable properties even after fermentation and pressing. However, there are numerous ways to add value to grape pomace, aiming to reduce the environmental impact caused by these large quantities of waste and generate new value chains in the wine industry. This paper highlights two ways to valorize grape pomace: as a source of bioactive compounds, primarily phenolic compounds contained in the pomace, which have antioxidant properties that can be utilized by the pharmaceutical, nutraceutical, cosmetic, and food industries; and in the generation of biofuels such as bioethanol and biogas. Additionally, a literature review on pomace valorization in Chile is provided, demonstrating a potential path toward a circular economy within the agricultural sector, which seeks to add value to waste, reduce pollution, and minimize the consumption of natural resources.

INTRODUCCIÓN

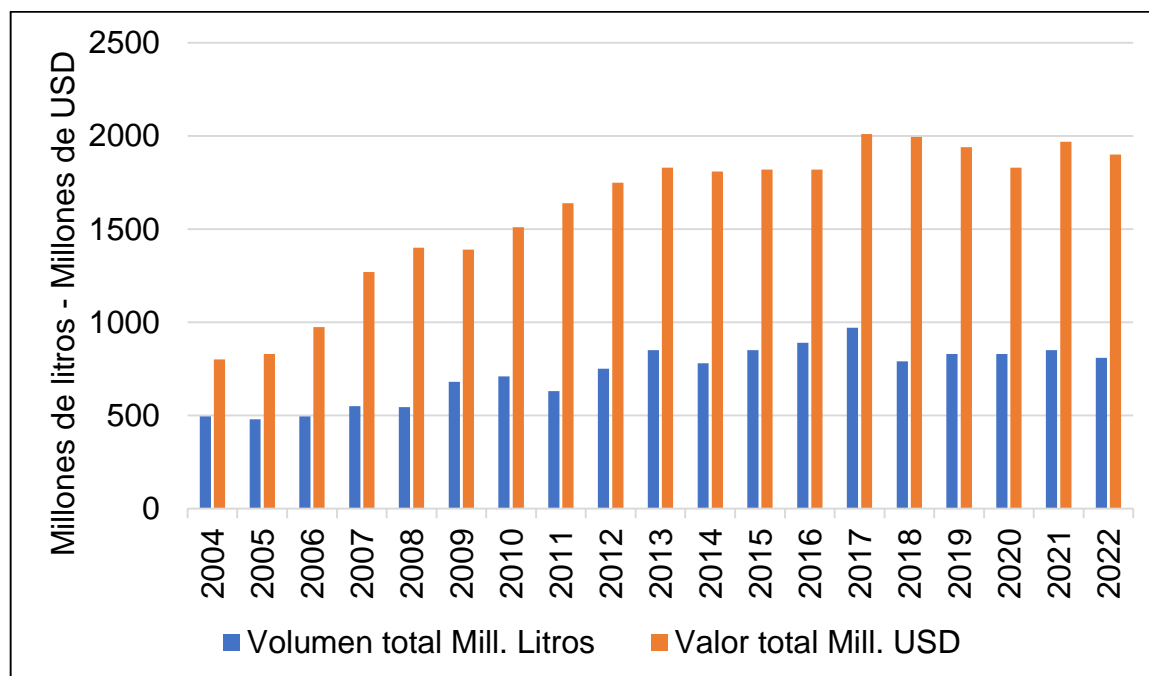
Actualmente la vitivinicultura chilena es una de las más reconocidas del mundo. Hoy en día Chile se posiciona como el primer exportador de vinos de Latinoamérica, y cuarto a nivel mundial, donde es superado solo por países del primer mundo, que poseen una historia vinífera más antigua, como Francia, España e Italia (ODEPA, 2024). Las exportaciones de vino en Chile aportan el 0,5 % del PIB nacional (Statista, 2024), y el 5,9 % de exportaciones no cobre, y en materia de empleo otorgan aproximadamente 100 mil puestos de trabajos directos y más de 500 mil indirectos (Cárdenas, 2020).

A pesar de las favorables cifras que presenta la vitivinicultura chilena, es inevitable enfrentar nuevos desafíos, que obligan a adaptarse a los cambios para seguir progresando económicamente. Uno de los desafíos más grandes que enfrenta la agricultura en general, es el cambio climático que se genera hace décadas por el calentamiento global. A parte, de tener que adaptarse a las nuevas condiciones climáticas, para continuar y aumentar su productividad, la agricultura tiene un papel importante en cuanto a la reducción de su contaminación (ODEPA, 2016), ya que la agricultura también contribuye con la contaminación atmosférica,

el rubro agrícola ha sido clasificado como la tercera actividad con las más altas emisiones de GEI (Pachas, 2020). Siendo el principal contribuyente en incrementar las concentraciones de metano y óxido nítrico en la atmósfera del planeta (Bascopé, 2013). El sector vitivinícola no se queda afuera, para el año 2014, ya era responsable del 0,3% de las emisiones anuales de GEI a escala global (Beres *et al.*, 2017). Al mismo tiempo, los consumidores del nuevo mundo están tomando conciencia de esto, manifestándose en sus elecciones de preferir productos elaborados de manera sostenible y consciente con el medio ambiente (Cañoles *et al.*, 2019). Todo apunta, a que la agricultura en general debe adaptarse a maneras más sostenibles de producción.

Por otro lado, las exportaciones de vino chileno han presentado una desaceleración en sus cifras anuales en cuanto a valor y volumen (Figura 1), pudiéndose registrar una disminución del 4,2% en volumen (Millones de litros) y del 3,1% en valor (Millones USD), solo entre los años 2021 a 2022 (ODEPA, 2023).

Figura 1. Evolución de las exportaciones de vino total. Periodo 2004 a 2022



Fuente: adaptado de Boletín del vino (ODEPA, 2023)

En consecuencia, la Asociación de Vinos de Chile ha creado planes estratégicos

para aumentar la demanda y competitividad de los vinos chilenos, donde uno de los objetivos mencionados es distinguirse entre los vinos más sustentables del rubro, para este tipo de objetivos, se crea en 2012, el código de sustentabilidad de la industria vitivinícola chilena, que para el año 2020 ya se registraban 62 viñas certificadas con el código, donde se define específicamente la valorización de residuos vitivinícolas, buscando recuperar el valor, a través de tratamientos que transformen los residuos en nuevas materias primas para reincorporar al mercado (Cárdenas, 2020). Estas certificaciones, según Santana (2015) serían una oportunidad para agregar valor al vino, aumentar su competitividad y presencia en algunos mercados.

En cuanto a la contaminación que genera el sector vitivinícola, se puede destacar al orujo de uva como uno de los principales residuos con más impacto ambiental, que generan las bodegas (Gancedo, 2018). El orujo se constituye por pieles, semillas y pulpas de uvas sobrantes de la vinificación, los cuales se desechan en grandes cantidades por temporada, millones de toneladas a nivel mundial (Bordiga *et al.*, 2019). Actualmente la principal forma de eliminación del orujo es la incineración, lo cual provoca grandes cantidades de GEI (Pachas, 2020),

Por otra parte, existen alternativas de uso al orujo de uva, como es la producción de alcohol vínico o grapa, alimento para el ganado o compostaje (Ferri *et al.*, 2020; Privado, 2020). Sin embargo, estas dos últimas han presentado problemas, ya que se ha informado que los animales han tenido problemas de digestión, debido a la presencia de compuestos secundarios como los taninos y fibra muy lignificada, y su aporte nutritivo es bajo (Guerra, 2015). AntoniĆ *et al.* (2020) observaron que el compost presentaba una falta de nutrientes esenciales. Inclusive utilizarlo directamente a las plantas como abono, causaría problemas fitotóxicos como el de inhibir la germinación de semillas (Pachas, 2020).

Es aquí donde la Economía Circular (EC) se mira como una alternativa sistémica de resiliencia para enfrentar los desafíos agrícolas descritos. La EC es un sistema económico, que busca utilizar y valorizar al máximo las materias primas, materiales y productos que se utilizan en un sistema productivo, con el objetivo de minimizar la extracción de recursos naturales no renovables y no generar residuos que

contaminen el medio ambiente, en efecto, propone circular la materia y productos en todo momento, con acciones estratégicas como, reducir, reusar, reciclar y revalorizar (Cañoles, 2019). Conviene subrayar, la valorización de los residuos como uno de los pilares fundamentales de la EC, ya que con esta gestión se lograría, agregar valor a los residuos, crear nuevas cadenas de negocios y reducir la contaminación que genera el desecho de residuos (Cortés, 2020).

Además, el concepto de EC se relaciona con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que propone la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), las cuales apuntan a producciones sostenibles a nivel social, económico y ambiental (Lara, 2022). Por lo cual, la agricultura de Chile, ha manifestado su compromiso con el tratado internacional, creando convenios colaborativos entre distintas organizaciones agrícolas nacionales, entre ellas, ODEPA, INDAP, Corfo y el Consejo Nacional de Producción Limpia, con el objetivo de promover la incorporación de prácticas sustentables en el sector agrícola, donde el manejo de residuos destaca como uno de sus principios de agricultura sustentable (ODEPA, 2016). Cañoles *et al.* (2019) mostraron la vinculación de la EC en el sector agroalimentario en Chile, lo que les permitió identificar y caracterizar un total de 230 iniciativas vinculadas a la EC en cinco subsectores del estudio, vitivinícola, pecuario, frutícola, hortícola y cerealero; las cuales, apuntan en su mayoría a acciones en la etapa de producción y procesamiento de la cadena de valor.

La industria vitivinícola se encuentra presente ante los desafíos agrícolas que enfrenta el país, poniendo en práctica maneras sostenibles de llevar a cabo sus procesos productivos; sin embargo, el sector se encuentra en una etapa inicial de EC, ya que sus acciones de recircular o revalorar sus materias son individuales de cada viña, sin grandes asociaciones aun, sin embargo, poseen un interesante potencial para desarrollar la industria bajo parámetros serios que lleven a cabo una EC en la industria del vino (González, 2020). Aunque el orujo de uva tiene potencial, las bodegas y las industrias relacionadas aún no han adoptado tecnologías avanzadas para aprovecharlo plenamente (Muhlack *et al.*, 2017).

Por tanto, la siguiente investigación tiene como enfoque, un análisis al estado

del arte, de la EC que se presenta en el sector vitivinícola, al valorizar el principal residuo que genera la industria vitivinícola, conocido como orujo de uva, dando a conocer las principales formas de valorizar al orujo, que se están llevando a cabo actualmente, tanto internacional como nacional, al mismo tiempo identificar los desafíos que se presentan.

OBJETIVOS

Objetivo general: Analizar los avances en economía circular en la producción vitivinícola y los principales desafíos en la valoración de los residuos de vinificación con énfasis en el orujo de uva.

Objetivos específicos:

- Revisar las valorizaciones del orujo de uva de mayor interés actualmente en la literatura científica.
- Identificar los beneficios y desafíos que presenta la economía circular en el sector vitivinícola.
- Informar sobre las principales formas de valorizar al orujo en Chile.

METODOLOGÍA

En la presente monografía se plantea una revisión bibliográfica respecto a la valorización del orujo de uva residual que manifiesta una economía circular en el sector. Esta información fue recopilada desde repositorios digitales, tales como Science Direct, Scielo, PubMed y Google Scholar. Se realizaron búsquedas desde el año 2009 hasta el año 2023, a través del uso de palabras claves para la búsqueda: Orujo de uva (grape pomace), residuos vitivinícolas (wine residues), polifenoles del orujo de uva (grape pomace polyphenols), biocombustibles (biofuels) y biopolímeros (biopolymers).

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Capítulo 1: orujo de uva, el subproducto de la industria vitivinícola

El vino es una bebida alcohólica consumida hace miles de años por el ser humano, se produce a partir de la uva, fruto de la vid (*Vitis vinífera*), planta trepadora leñosa perteneciente a la familia *Vitaceae* (Gancedo, 2018).

El proceso elaborativo del vino en general, se puede dividir en las siguientes etapas (Gancedo, 2018; Privado, 2020):

1. Vendimia: Cosecha de la uva.
2. Despalillado: Separar las uvas del raspón o escobajo.
3. Fermentación alcohólica: microorganismos como levaduras y bacterias consumen los azúcares contenidos en la uva, con ello generan alcohol etílico.
4. Prensado: consiste en prensar todas las uvas utilizadas y separar la parte líquida (mosto o jugo de la uva) de la parte sólida (hollejos, semillas, pulpa y restos de escobajo).
5. Filtración y Estabilización: el mosto fermentado se filtra para eliminar los sedimentos o partes sólidas contenidas aun en el líquido, luego se deposita en recipientes a bajas temperaturas para que precipiten los sólidos que aún permanecen en el vino, como el ácido tartárico.
6. Embotellado: finalmente el vino resultante se introduce a las botellas que serán comercializadas.

Cabe destacar que la elaboración de vino blanco y tinto difieren en algunas etapas de producción, por ejemplo, en la elaboración del vino blanco la fermentación alcohólica ocurre después del prensado de las uvas, porque se fermenta solo el mosto de las uvas blancas. En cambio, en el vino tinto se fermenta el mosto junto a los hollejos y semillas, con tal de extraer aromas, sabores y el color tinto característico (Privado, 2020).

En efecto, el orujo de uva se forma en la etapa del prensado, todas las uvas que se requieren para producir el vino se prensan, para separarla del mosto, quedando como resultado el orujo de uva como el principal residuo de la industria, el cual representa entre el 20 % a 30 % del peso total de las uvas procesadas (Antonić *et al.*, 2020).

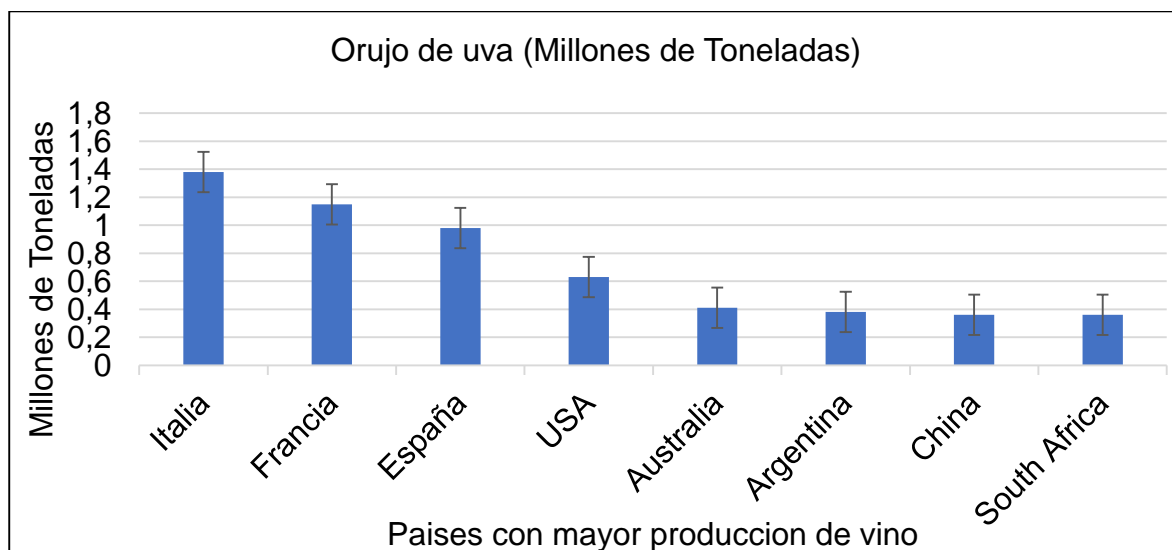
Por otra parte, la uva es una de las frutas más producidas y comercializadas a nivel mundial, con una estimación de producción de más de 76 millones de

toneladas (t) en 2021 (FAOSTAT, 2023), donde el 75 % se destina para la producción de vino (Beres *et al.*, 2017), Es decir, que, para la temporada de 2021, se generaron alrededor de 11,4 millones de toneladas de orujo de uva a nivel mundial.

En cuanto a materia nacional, Chile registra actualmente una superficie estimada de 130 mil ha de vid, destinadas a la producción de vino, las cuales producen aproximadamente 1.244 millones de litros de vino por temporada (ODEPA, 2024).

Con estos datos se estima la cantidad de orujo, que genera la vinificación en Chile, ya que para producir 0,75 L de vino se requiere 1 kg de uva vinífera aproximadamente (Beres *et al.*, 2017); por ende, se producen alrededor de 331 mil toneladas de este subproducto al año. Para los países con mayor producción de vino, estas cifras son significativamente superiores (Figura 1).

Figura 2: Orujo de uva residual estimado a nivel mundial en 2017.



Fuente: adaptado de Bordiga et al., 2019.

Como se mencionó anteriormente, la principal forma de eliminar el orujo es la incineración, sin embargo, también termina siendo desechado directamente en vertederos, provocando emisiones de metano (Cortés *et al.*, 2020). Además, contaminan las aguas superficiales y subterráneas, reducen las cantidades de oxígeno del suelo, tiene bajo nivel de biodegradación producto del bajo pH y

contenido de compuestos antibacterianos como polifenoles, también es depositado cerca de las mismas viñas, lo cual provoca problemas como atracción de insectos plaga u otros vectores propagadores de enfermedades (Antonić *et al.*, 2020).

Por tanto, gestionar de manera eficiente al orujo de uva se hace necesario, sin embargo, en la actualidad aún se considera un residuo agrícola infravalorado (Bordiga *et al.*, 2019), puesto que, es un residuo que contiene compuestos de alto valor, incluso después del proceso de vinificación, como también posee la capacidad de generar bioenergía para las mismas bodegas, El orujo de uva contiene azúcares no fermentados, alcohol, compuestos fenólicos, taninos, fibra dietética, entre otros compuestos bioactivos (Muhlack *et al.*, 2017). Es por esto que en los últimos 20 años se han estudiado mejores formas de aprovechamiento, principalmente métodos de extracción y posterior valorización de los compuestos (Uriel, 2019; Ferri *et al.*, 2020; Navajas, 2019; Gómez *et al.*, 2022; Atanacković *et al.*, 2023).

A continuación, se detallarán alternativas de valorización para el orujo de uva, como una correcta gestión de residuos, en las cuales se busca maximizar el uso de residuo vitivinícola, reducir los problemas medioambientales que causa su desecho, acercándose así a una economía circular dentro del rubro vitivinícola.

Capítulo 2: valorización de compuestos fenólicos contenidos en el orujo de uva

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios sintetizados por la vid (Gómez *et al.*, 2022), los cuales se pueden encontrar distribuidos en el racimo de uva, principalmente en el hollejo o piel entre 30 % a 40 %, y en mayor cantidad en las semillas entre 60 % a 70 % (Cerdeira, 2014; Bordiga *et al.*, 2019). La importancia de estos compuestos de actividad biológica radica en que son considerados antioxidantes naturales y son los responsables de aportar, sabor, color, y aroma al vino (Tapiana, 2022). Estas cantidades o proporciones van a variar dependiendo de la variedad de uva, lugar geográfico, clima ambiente, manejos culturales y las formas en que se lleven a cabo la vinificación (Bordiga *et al.*, 2019).

Los compuestos fenólicos contenidos en la uva se pueden clasificar en dos grandes grupos, flavonoides y no flavonoides, donde los flavonoides son

considerados los más abundantes e importantes para el vino, en los cuales se encuentran las familias de flavonas, flavonoles, flavanoles y antocianidinas, y dentro de los no flavonoides se encuentran los ácidos fenólicos, ácidos cinámicos y los estilbenos principalmente (González *et al.*, 2011; Navajas, 2019). Las mayores concentraciones de compuestos fenólicos se encuentran en la piel y semillas de la uva, donde se pueden encontrar quercetina, miricetina, kaempferol, catequina, epicatequina y procianidina, y en una menor cantidad de estos compuestos, se encuentra en la pulpa (Salinas, 2013).

Estos compuestos químicos de la uva y el vino son considerados altamente saludables para el ser humano, al tratarse de antioxidantes naturales y poseer actividades anticancerígenas, antialérgicas, antiinflamatorias, antimicrobianas, antimutagénicas, efectos positivos sobre el estrés oxidativo de la piel (antienvjecimiento), previenen enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas (Navas, 2010; Bulnes, 2012; Navajas, 2019; Bordiga *et al.*, 2019; Reyes *et al.*, 2020; Privado, 2020; López *et al.*, 2022; Gómez *et al.*, 2022).

Múltiples reportes, desde hace unos 10 años, han presentado aprovechamiento de los compuestos bioactivos del orujo de uva (Bulnes, 2012; Bordiga *et al.*, 2019; Cortés *et al.*, 2020).

Existen estudios que señalan la acción preventiva ante el cáncer de piel por parte de las proantocianidinas contenidas en extractos de semillas de uva, ya que este polifenol inhibe el estrés oxidativo que provoca la radiación ultravioleta, también se han demostrado efectos de protección contra oxidación lipídica, radicales libres, daños en la cadena de ADN, y disminución de la apoptosis en células sanas (Privado, 2020). Para Yu y Ahmedna (2013) el resveratrol sería uno de los compuestos fenólicos de mayor importancia, por sus múltiples beneficios que presenta para la salud humana, lo han catalogado como anticancerígeno, antibacteriano, antiviral, antitumoral, antioxidante y capaz de prevenir enfermedades cardíacas (Zwingelstein *et al.*, 2020).

Estos compuestos fenólicos mencionados, no son extraídos completamente en la elaboración del vino. Se ha descubierto, que no se extraen más del 40 % de los polifenoles contenidos en la uva (Cerdeira, 2014; Bordiga *et al.*, 2019), dependiendo

del tipo de vinificación. Es decir, la mayoría de estos compuestos siguen estando en el orujo de la vinificación, es por esto, que se cataloga de un residuo infrautilizado (Gómez *et al.*, 2022; Ferri *et al.*, 2020). Se ha reportado la presencia de flavonoides, antocianinas, proantocianidinas y ácidos fenólicos en el orujo residual, catalogados como potentes bioactivos antioxidantes y altamente susceptibles a la extracción (Atanacković *et al.*, 2023).

Dentro de las propuestas de valorización del orujo de uva, que apuntan hacia la industria alimentaria, se encuentra el uso de los compuestos bioactivos contenidos en el residuo vinícola, como conservantes naturales de alimentos, es decir, pueden ser utilizados como antioxidantes naturales para aumentar la vida útil del alimento, dando la posibilidad de reemplazar antioxidantes sintéticos, como butilhidroxianisol (BHA) y butilhidroxitolueno (BHT), los cuales se han asociado a problemas toxicológicos, perjudiciales para la salud humana (Venanzi, 2014). También pueden reemplazar otros conservantes como la sal y los sulfitos, además se les atribuye una función de enriquecimiento nutricional para el alimento, ya que aportan una fuente de fibra, minerales (principalmente potasio) y por supuesto compuestos fenólicos (García, 2016; AntoniĆ *et al.*, 2020).

Mildner *et al.* (2012) estudiaron la opción de incorporar orujo de uva blanca a la preparación de galletas, con el objetivo de identificar nuevas propiedades reológicas, nutraceúticas, físicas y sensoriales. Notaron que las galletas aumentaban 2,7 veces más su contenido de fibra dietética y su actividad antioxidante, incorporando solo un 10 % a la harina de trigo.

Como se mencionó anteriormente el valor nutritivo del orujo de uva en la alimentación para rumiantes es bajo, pero existe el interés de utilizarlo por su capacidad antioxidante (Guerra, 2015). Guerra (2015) determinó el valor nutritivo del orujo de uva tinta para la alimentación de ovejas, con el fin de estudiar el rendimiento de los animales y la calidad de la carne. La producción y calidad de la leche no fue afectada por la inclusión de orujo de uva en las dietas para ovejas en lactancia, tampoco afectó la calidad de la carne de los corderos lechales, y se pudo concluir que el orujo de uva fue tan eficaz como la vitamina E (antioxidante sintético) en prevenir el daño oxidativo de la vida útil de la carne de los corderos. Sin embargo,

en la alimentación de corderos en crecimiento los resultados fueron distintos, ya que la vitamina E fue más eficaz en la prevención del deterioro sensorial de la carne, que los tratamientos con orujo de uva y control.

Otros estudios, sobre la valorización de los compuestos, se enfocan en los diferentes métodos de extracción a utilizar, y sus respectivas características, principalmente métodos sustentables, que buscan reemplazar el uso de solventes en base a petroquímicos (Rojas, 2018).

Ferri *et al.* (2020) estudiaron dos técnicas de extracción de polifenoles, para la producción de moléculas bioactivas, a partir del orujo de uva de la variedad Merlot. Una técnica con líquido presurizado (PLE), proporcionaba mayores rendimientos de fenoles totales, donde los más abundantes pertenecían a la familia de los flavanoles (catequina, epicatequina, galato de epicatequina y epigalocatequina), y todos sus extractos líquidos contenían grandes propiedades antioxidantes (Ferri *et al.*, 2020).

A su vez, se ha logrado extraer polifenoles de semillas que anteriormente fueron utilizadas para obtener aceites esenciales. Gómez *et al.* (2022) optimizaron un método sustentable de extracción, para extraer los compuestos fenólicos que se encontraban en semillas de uvas prensadas, donde lograron identificar 12 compuestos fenólicos, la mayoría pertenecientes a la familia de los flavonoides, catequina, ácido gálico y quercetina. Los autores señalan las propiedades antioxidantes y neuroprotectoras que poseen estos fenoles, considerándolos como nuevas alternativas de formulaciones alimentarias o farmacéuticas. De esta manera, se realizaría una valorización en cadena de los residuos vitivinícolas, ya que después de extraer aceite de las semillas de uva, estas aun contienen polifenoles extraíbles de interés (Gómez *et al.*, 2022).

La valorización de las semillas de uva ha sido importante en la industria de los cosméticos, a partir de la extracción de aceite. El aceite extraído posee un alto contenido de fenoles (Bordigas *et al.*, 2019). Además, son completamente adecuados para reemplazar a los ingredientes sintéticos, ya que los polifenoles inhiben la actividad de las enzimas colagenasa y elastasa, mostrando efectos citoprotectores capaces de prevenir los daños de la piel (Atanacković *et al.*, 2023). Se habla también de las microcápsulas de aceite de semillas de uva, productos

llamativos para la hidratación de la piel en formato gel (Bordiga *et al.*, 2019). Incluso el consumo de aceite de semilla se puede considerar beneficioso, ya que se puede obtener un aceite con altos niveles de ácido linoleico y bajo en colesterol, por lo cual se considera un producto alimenticio que reduciría riesgos de desarrollar problemas cardíacos y circulatorios (Navas, 2010).

No obstante, es necesario avanzar en análisis toxicológicos sobre las actividades medicinales que poseen estos compuestos, sus dosis terapéuticas, los tipos de extracción, ya que estos también afectan a las cantidades y actividades biológicas de cada polifenol; de igual modo, los posibles efectos secundarios, las mezclas con compuestos farmacológicos y sus efectos potenciados, entre otras (Yu y Ahmedna, 2013; Nassiri y Hosseinzadeh, 2016; Zwingelstein *et al.*, 2020).

Capítulo 3: valorización del orujo de uva como biocombustible

Actualmente, el petróleo y sus derivados son considerados como uno de los contaminantes más dañinos del mundo, ya que producen grandes cantidades de dióxido de carbono, que luego se libera a la atmósfera y contribuye al cambio climático y al calentamiento global. Los biocombustibles son vistos como alternativas eficaces que pueden reemplazar a los derivados del petróleo, con el objetivo de reducir los impactos ambientales (Humiri, 2020).

La producción de biocombustibles se puede clasificar en cuatro generaciones, los principales y más producidos a nivel mundial son los de primera generación, estos se caracterizan por provenir directamente de cultivos ricos en azúcar y almidón, como la caña de azúcar y maíz, destinados directamente a la producción de bioetanol. Pero este tipo de producción también genera problemas ambientales, ya que compite directamente con cultivos alimenticios, son deficientes para la demanda de combustible, hasta podrían provocar grandes deforestaciones (Castillo, 2021). Es aquí donde se mira como una mejor alternativa a los biocombustibles de segunda generación, es decir, biocombustibles generados a partir de residuos agroindustriales, como el orujo, ricos en lignocelulosa, las ventajas de esta generación es que son una fuente renovable, no compite con cultivos alimenticios, bajo costo y reducen significativamente las emisiones de GEI (Castillo, 2021).

La producción de etanol a partir del orujo de uva, se debe a los carbohidratos solubles que aún posee el orujo de uva (glucosa y fructosa), los cuales pueden transformarse directamente a etanol tras una fermentación y pretratamientos de hidrólisis ácida o enzimática, lo que permite aumentar la producción de bioetanol (Humiri, 2020).

Se han reportado varios estudios sobre la obtención de bioetanol a partir del orujo de uva residual. Por ejemplo, Mendes et al. (2013) lograron la obtención de 310 L de bioetanol por tonelada de orujo de uva blanca, principalmente pieles separadas del orujo, logrado por una hidrólisis ácida seguida de una fermentación que utilizaron levaduras del tipo *Saccharomyces cerevisiae*, lo que aumentó un 15 % la producción de etanol, en comparación con el tratamiento control que consistía solo con fermentación de las pieles. Corbin et al. (2015) buscaron también la obtención de etanol a partir del orujo de uva blanca y roja, para compararlos también con otras materias primas agrícolas en la producción de bioetanol, donde consiguieron un resultado estimado de 270 litros por una tonelada de orujo, solo con el proceso de fermentación, ya que al ser tratado previamente con hidrólisis ácida, luego una sacarificación enzimática y posterior a eso una fermentación lograron obtener 400 litros de etanol por una tonelada de orujo blanco, sin embargo el orujo rojo obtuvo rendimientos menores de 211 litros por una tonelada de orujo.

Linares (2018) logró generar un bioetanol a partir del orujo de uva blanca de la variedad Chardonnay. El trabajo consistió en realizar un pretratamiento de hidrólisis, al orujo de uva blanco, para aumentar la concentración de azúcares fermentables, los cuales producto de una fermentación a 28 °C por 20 h, incorporando la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, obtuvieron una producción de 434 litros de etanol por una tonelada de orujo de uva blanca. Con esta investigación no solo aportaron a la producción de un biocombustible, sino que también impulsan el desarrollo de la economía local, dando la posibilidad de reemplazar a los bioetanoles que se importan.

A pesar de las eficientes cantidades de bioetanol que puede producir el orujo de uva, los cultivos de primera generación como el maíz y la caña de azúcar, continúan siendo significativamente más altos en cantidades y uso por la mayor tecnología

empleada, ya que los biocombustibles de segunda generación continúan en etapa de investigación y desarrollo (Alejos y Calvos, 2015).

Otras alternativas de valorización, de gran potencial, para los residuos de la industria vitivinícola es la generación de biogás, compuesto por metano y dióxido de carbono, los cuales se pueden producir por digestión anaerobia de residuos orgánicos, el orujo de uva contiene los compuestos necesarios (azúcares solubles no fermentados y lignocelulosa) para el proceso (Uriel, 2019).

Martínez (2019) analizó la producción de biogás a partir de residuos vitivinícolas de una bodega situada en la Rioja, donde el biocombustible gaseoso, utilizado en la misma bodega, con condiciones óptimas, lograba reducir en un 86 % los costes eléctricos de la bodega, incluso aprovechaba el residuo de la digestión anaerobia, llamado digerido, el cual se compostaba y se terminaba utilizando como fertilizante para las mismas viñas del lugar.

Caceres *et al.* (2012) lograron producir energía eléctrica a partir del biogás vía un proceso de digestión anaerobia del orujo de uva. Se reutilizó en la misma bodega que generaba este residuo, utilizando microturbinas para generar energía eléctrica. Dicha energía se utilizó para refrigeración del proceso de fermentado del mosto, donde lograron cubrir el 45 % de las necesidades energéticas que se demandan en toda la temporada de vinificación.

Capítulo 4: antecedentes de valorizaciones al orujo de uva en Chile

En cuanto a las formas de extraer compuestos fenólicos del orujo, también han sido objetivo de estudio en Chile. Bulnes (2012), realizó un estudio sobre la extracción subcrítica de compuestos fenólicos contenidos en el orujo de la variedad Cabernet Sauvignon. Comparó la extracción de orujo sin fermentar y fermentado, en el que logró concluir que, con el orujo fermentado y una extracción subcrítica se potenciaba la actividad antioxidante y la extracción de fenoles como las proantocianidinas. Es decir, que luego del proceso de vinificación, el orujo queda en condiciones ideales para una mejor extracción de compuestos fenólicos, no obstante, el autor señala que por las altas temperaturas que necesita este tipo de extracción, es posible encontrar productos no beneficiosos como "neo-antioxidantes", por lo que sugiere realizar análisis de toxicidad en estudios posteriores.

Por otro lado, las características edafoclimáticas del lugar de cultivo, también influyen en las concentraciones de compuestos fenólicos del orujo. Cerda (2014) analizó la concentración de polifenoles y capacidad antioxidante de los orujos de uva de variedad Carménère, de distintos valles viníferos de Chile, Valle del Limarí, Maipo, Cachapoal y Maule, como resultado el Valle de Cachapoal presentó la mayor concentración de compuestos fenólicos y antocianos totales, sin embargo en los orujos del Valle del Limarí se detectó la mayor concentración de proantocianidinas oligoméricas, y una mayor cantidad de proantocianidinas poliméricas en el Valle del Maule. La autora de este estudio sugiere que los orujos son una fuente importante de compuestos fenólicos los que se pueden utilizar en industrias nutricionales y farmacéuticas.

Con respecto a los antecedentes destacados para Chile existe un proyecto de investigación que produjo harina a partir del orujo de uva. Salinas (2013) estudió los parámetros de elaboración de harina de uva, con el objetivo de obtener un producto alimenticio con propiedades funcionales, capacidades antioxidantes y fibra dietética. Se encontró que las propiedades mencionadas fueron mayores en la harina de orujo de uva tinta, pero la de orujo de uva blanca tenía mejores contenidos energéticos, por su mayor contenido de azúcares.

Basado en este proyecto, Ángel Valenzuela, un emprendedor, para el año 2020 comenzó un negocio con el orujo de uva restante de las vinificaciones de la conocida viña Concha y Toro, para producir harina de bagazo de uva (HBU). Una harina con propiedades saludables producto de un mayor contenido de compuestos antioxidantes y fibra dietaria, se calculaba que por cada 50 kg de orujo lograba producir 27,45 kg de HBU, sin embargo, producto de la pandemia de 2020 no pudieron concluir el proyecto de ese año (González, 2020).

No obstante, otro proyecto nacional sobre la reutilización del orujo en la industria alimenticia, se finalizó con mejores resultados. Pollarolo (2020) logro insertar en el mercado una línea de pastas hechas a base de orujos de uva tinta y blanca, con el objetivo de ofrecer un alimento más saludable, rico en fibra dietética, compuestos antioxidantes y libre de gluten, características otorgadas por el orujo de uva, provenientes de vinificaciones chilenas (Figura 3).

Otro avance nacional sobre la valorización del orujo de uva utilizó los compuestos fenólicos para reducir los daños oxidativos del pavimento y así otorgarle una mayor durabilidad. El estudio concluyó, que la adición de un 10 % de preparado oxidativo, proveniente de los orujos de uva de la cepa Cabernet Sauvignon, sería una alternativa económica y ambientalmente factible, que reduciría el endurecimiento por envejecimiento, comprobando también una reducción del agrietamiento con bajas temperaturas (Calabi *et al.*, 2013).

Figura 3. Línea de pastas saludables hechas con orujo de uva, proveniente de industrias vitivinícolas chilenas.



Fuente: adaptada de Pollarolo, 2020.

Uno de los proyectos sobre EC vitivinícola más interesante en Chile, lo realiza la viña San Pedro. En 2016 inauguraron una planta de biogás que abastece de energía eléctrica y térmica para la elaboración de sus vinos, a partir de todo el orujo de uva y escobajos que se genera en la viña, más de 9.000 toneladas de residuo, siendo la primera viña del mundo en utilizar el 100 % de sus residuos orgánicos para generar energía limpia. La planta consta de dos biodigestores donde el orujo y escobajos son descompuestos de forma anaerobia por microorganismos para producir metano que posteriormente produce energía eléctrica y térmica, en consecuencia, se genera 1 MWh de energía renovable, equivalente al consumo de 3.200 hogares al mes, con lo que se logra cubrir el 60 % de la energía necesaria en la bodega de la viña San Pedro (Espinosa, 2016).

Por otro lado, Lagos (2022) propone el uso del orujo de uva de las cepas Syrah y Merlot, para producir un material biobasado con la capacidad de biodegradarse. Creó un biopolímero a base de orujo de uva y bioespuma (isocianato y polioliol), un aglomerante proveniente de fuentes naturales, mezclando en un 50 % cada componente, caracterizó las propiedades del material, que entregaron óptimos resultados de densidad, absorción de agua, hinchamiento y flexibilidad, también se produjeron múltiples prototipos de materiales con moldes de silicona, finalmente propone la producción de un “contenedor aislante de vinos” capaz de conservar la temperatura ideal de un vino y de biodegradarse en máximo 10 años (Figura 4).

Figura 4. Materiales biodegradables y prototipo de Contenedor aislante de vinos hecho a partir de orujos de uva.



Fuente: adaptado de Lagos, 2022.

Bertolotto (2020) evaluó y diseñó un modelo de negocio de etiquetas y cajas de vinos a partir del mismo orujo de uva de la viña Santa Rosa. Realizó encuestas a otras viñas sobre la innovación en el proceso productivo, en el cual más del 90 % de estas decían estar dispuestas a cambiar sus etiquetas y cajas por otras fabricadas a partir de sus residuos. Para la elaboración de papel el orujo debía pasar por un proceso de secado a altas temperaturas (entre 150 °C – 200 °C) por 1 h, luego un proceso de molienda que entrega como resultado una harina de orujo, la cual se reemplaza en no más del 20 % de la celulosa que se utiliza, con tal de conservar las cualidades del papel tradicional. Sin embargo, el análisis financiero

entregó resultados negativos sobre el proyecto de etiquetas y cajas a partir de orujo de uva, debido a los valores negativos del VAN y el Ratio de Solvencia que se obtuvieron, a causa de falta de información como demanda estimada, costos de producción del papel, cartón e imprenta. En conclusión, la autora propone una reformular el proyecto con información más detallada.

CONSIDERACIONES FINALES

La valorización de los residuos vitivinícolas, aun no alcanzan el potencial que describen los estudios, es decir, los proyectos y trabajos que se han llevado a cabo para volver a incorporar al orujo de uva a las cadenas de valor, son mínimas en comparación a las cantidades que se producen y desechan cada año, en todo el planeta.

Esta falta de valorización se debe a que las gestiones para utilizar al orujo de uva como materia prima, trae consigo un aumento en costos para el productor o empresa, los cuales no todos están dispuestos a pagar, debido a esto la mayoría de los residuos vinícolas terminan desechados dentro del mismo campo de producción (Lagos, 2022). Autores concluyen que esta problemática, podría incentivarse con políticas de gestión de residuos, en los países productores de vino. España, por ejemplo, ya trabajan con este tipo de leyes, donde el gobierno les propone tres alternativas de gestión: reciclar, valorizar o desechar, pero para esta última alternativa de desechar los residuos se debe pagar una multa, la cual alcanza los 230 euros (Beres et al, 2017).

Por otro lado, la gestión o valorización del orujo, se hace difícil ya que la composición y la cantidad no es uniforme dentro de un año, por ser un residuo de temporada y que depende de las variedades de uvas que se utilicen (Gancedo, 2018).

Sin embargo, se han realizado estudios sobre el potencial de mercado que tiene el orujo de uva, los cuales entregan resultados de cientos de millones de dólares, si es que se llegara a comercializar el 100 % de orujo de uva producido en una región vitivinícola y se valorizaran sus compuestos bioactivos del orujo para comercializarlos como suplementos o productos farmacéuticos (Dwyer *et al.*, 2014).

Tabla 1. Cuadro resumen de las formas de valorizar al orujo de uva residual.

Forma de valorización	Valor	Productos	Referencias
Antioxidantes naturales	Compuestos fenólicos	Bioactivos antioxidantes, conservantes naturales, piensos, harina, galletas, aceites, pastas	(Bulnes, 2012; Mildner <i>et al.</i> 2012; Venanzi, 2014; Guerra, 2015; Bordiga <i>et al.</i> , 2019; Pollarolo, 2020; Gómez <i>et al.</i> , 2022)
Biocombustibles	Azúcares solubles no fermentados y lignocelulosa	Bioetanol, Biogás	(Caceres <i>et al.</i> 2012; Mendes <i>et al.</i> 2013; Linares, 2018; Martínez, 2019)
Biopolímeros	Material biodegradable	Contenedor aislante de vinos, etiquetas y cajas de vino	(Lagos, 2022; Bertolotto, 2020)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Análisis FODA de la economía circular en la industria vitivinícola, con respecto a la valorización del orujo de uva residual.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la contaminación vitivinícola (Cortés, 2020). • Aporta a una vitivinicultura sustentable (Cañoles <i>et al.</i> 2019). 	<ul style="list-style-type: none"> • Oportunidad de nuevas cadenas de negocios (Cortés, 2020). • Aumento en la empleabilidad agrícola (Cañoles <i>et al.</i> 2019).
DEBILIDADES	AMENAZAS
	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de financiamiento y conocimiento (Lagos, 2022).

<ul style="list-style-type: none"> • La disposición del orujo no uniforme dentro del año (Gancedo, 2018). • Cantidad del residuo insuficiente para generar un negocio rentable (Bertolotto, 2020). 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de políticas públicas que incentiven el reciclaje de los residuos (Beres <i>et al.</i> 2017). • Falta de asociaciones entre viñas al momento de gestionar este residuo (González, 2020).
--	---

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

A pesar de las existentes valorizaciones del orujo de uva residual, que reporta la literatura científica, gran parte de este residuo agrícola continúa siendo un desecho agroindustrial, acabando en vertederos, incineraciones que emiten GEI, compostaje inapropiado o su empleo como alimentos no nutritivos para animales.

En esta revisión bibliográfica se dan a conocer maneras correctas y eficientes de gestionar al orujo de uva residual, donde emergen proyectos hasta empresas de aprovechamiento respaldadas por estudios científicos que vislumbran la valorización del orujo como la extracción de compuestos fenólicos y posterior elaboración de productos medicinales capaces de incorporarse en industrias farmacéuticas, alimenticias, nutraceúticas y cosméticas. Producir biocombustibles como bioetanol y biogás, capaces de ahorrar energía de las mismas bodegas. Gestiones que demuestran el indicio de una economía circular activa en el sector vitivinícola mundial y en Chile.

Sin embargo, la mayoría de las valorizaciones encontradas en esta monografía consisten en casos de estudios, por parte de universidades e instituciones dedicadas a la búsqueda de producciones sustentables.

Las razones por las cuales aún no se realizan tales valorizaciones de forma seria y a mayor escala, son:

1. Nivel deficiente de conocimiento y financiamiento económico, por parte de los productores de vino.
2. Falta de políticas públicas que incentiven el reciclaje de los residuos agroindustriales, como subsidios a los productores.

3. Falta de asociaciones entre viñas al momento de gestionar este residuo, ya que las valorizaciones que se reportaron son mayormente individuales de cada viña.
4. Obstáculos a la hora de crear líneas de negocios a partir del residuo, como:
 - La disposición no uniforme dentro del año, por ser una producción de temporada.
 - Distintos resultados que pueda entregar la valorización de dicho residuo, ya que la composición química del orujo de uva va a depender de la variedad de uva, técnicas de cultivo y vinificación que se le entregue a la uva.

REFERENCIAS

1. Alejos, C., y E. Calvo. 2015. Biocombustibles de primera generación. Rev. Per. Quím. Ing. Quím. 18(2): 19-30.
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/11784>. [Consulta: 05 mayo 2024].
2. AntoniĆ, B., S. Janĉikov, D. Dordevic and B. Tremlov. 2020. Grape Pomace Valorization: A Systematic Review and Meta-Analysis. Foods, 9(11): 1627. <doi: 10.3390/foods9111627>. [Consulta: 24 de abril 2022].
3. AtanackoviĆ, M., D. SazdaniĆ, D. Ćirin, N. MaraviĆ, M. MikuliĆ, J. CvejiĆ and V. KrstonoŐiĆ. 2023. Aqueous solutions of non-ionic surfactant mixtures as mediums for green extraction of polyphenols from red grape pomace. Sust. Chem. and Phar. 33(1): 101069.
4. Avalos, A. I. Torres. 2018. Modelo de negocio para la producción y comercialización de envases biodegradables a base de cascarilla de arroz. Tesis de licenciatura, Ingeniería Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura. Piura, Perú.
5. Bascopé, A. 2013. Cambio climático impacto en la agricultura heladas y sequía [en línea]. ODEPA.
<<https://www.odepa.gob.cl/wpcontent/uploads/2013/12/cambioClimatico2013.pdf>>. [Consulta: 16 agosto 2023].
6. Beres, C., G. Costa, I. Cabezudo, N. da Silva-James, A. Teles, A. Cruz, C. Mellinguer-Silva, R. Tonon, L. Cabral and S. Freitas. 2017. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: a review. Wast. Manag. 68(1): 581-594.

7. Bertolotto, A. 2020. Diseño y evaluación de un modelo de negocio para la producción de etiquetas y cajas de vino del desechos orgánicos-viníferos. Memoria para optar al título de Ingeniera Civil Industrial. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
8. Bordiga, M., F. Travaglia and M. Locatelli. 2019. Valorisation of grape pomace: an approach that is increasingly reaching its maturity – a review. *Inter. Jour. of Food Scie. and Tech.* 54(4): 933-942. <doi:10.1111/ijfs.14118>. [Consulta: 22 abril 2022].
9. Bulnes, P. 2012. Extracción subcrítica de orujo de uva cabernet Sauvignon pre y post fermentación vínica. Identificación de flavonoides y capacidad antioxidante. Tesis de Magíster, Ciencias de la Ingeniería. Pontificia Universidad católica de Chile. Santiago, Chile.
10. Buzzetti, C. 2023. Boletín del vino [en línea]. ODEPA. <<https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/72051/BVino012023.pdf>>. [Consulta: 14 junio 2024]
11. Cáceres, C., R. Cáceres, D. Hein, M. Molina and J. Pia. 2012. Biogas production from grape pomace: Thermodynamic model of the process and dynamic model of the power generation system. *Inter. Journ. of Hydr. En.* 37(13):10111-10117.
12. Calabi, A., G. Thenoux, G. Sandoval y G. Valdés. 2013. Orujo de uva post proceso de vinificación, una alternativa para mejorar la durabilidad de los pavimentos asfálticos. *Rev. Ing. Obr. Civ.* 3(2013): 19–27. <<https://revistaschilenas.uchile.cl/handle/2250/99180>>. [Consulta: 12 junio 2023]
13. Cañoles, M., O. Valdés y L. Rojas. 2019. Informe final: Estudio de economía circular en el sector agroalimentario chileno [en línea]. ODEPA. <<https://www.odepa.gob.cl/wpcontent/uploads/2019/12/EstEconomiaCircular2019.pdf>>. [Consulta: 12 abril 2022].
14. Cárdenas, D. 2020. Análisis evolutivo de la industria vitivinícola en Chile. Seminario para optar al título de Ingeniero Comercial Mención Economía. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
15. Castillo, E. 2021. Evaluación de la producción de bioetanol a partir de residuos vinícolas producidos en Baja California. Tesis de ingeniería en biotecnología agropecuaria. Universidad Autónoma de Baja California. Baja California, México.
16. Cerda, C. 2014. Caracterización polifenólica de orujos y escobajos de uva carmenere provenientes de diferentes localidades vitivinícolas de Chile. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo y el grado de Magister en Enología y Vitivinicultura. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
17. Corbin, K., Y. Hsieh, N. Betts, C. Byrt, M. Henderson, J. Stork, S. Debolt, G. Fincher and R. Burton. 2015. Grape marc as a source of carbohydrates for bioethanol:

- Chemical composition, pre-treatment and saccharification. *Biores. Tech.* 193(1): 76-83.
18. Cortés, A., L. Oliveira, V. Ferrari, S. Taffarel, G. Feijoo and M. Moreira. 2020. Environmental assessment of viticulture waste valorisation through composting as a biofertilisation strategy for cereal and fruit crops. *Envir. Pollut.* 264(1): 114794.
19. Cortés, F. 2020. La economía circular Ideas claves para la comprensión de un nuevo modelo de gestión de los recursos económico. Manuscrito inédito, Universidad Autónoma de Chile. Chile.
20. Dwyer, K., F. Hosseinian and M. Rod. 2014. The Market Potential of Grape Waste Alternatives. *Journ. of Food Res.* 3(2): 91-106. <10.5539/jfr.v3n2p91>. [Consulta: 03 junio 2024].
21. Espinosa, M. 2016. Reporte de Sostenibilidad [en línea]. Sustainable Winegrowing. <https://sanpedro.cl/wp-content/uploads/2020/05/report_es_2015-2016.pdf>. [Consulta: 12 septiembre 2024].
22. FAOSTAT. 2023. Crops and livestock products [en línea]. FAO. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL?regions=5000&elements=2510&items=560&years=2021&output_type=table&file_type=csv&submit=true>. [Consulta: 18 diciembre 2023].
23. Ferri, M., M. Vannini, M. Ehrnell, L. Eliasson, E. Xanthakis, S. Monira, L. Sisti, P. Marchese, A. Celli and A. Tassoni. 2020. From winery waste to bioactive compounds and new polymeric biocomposites: A contribution to the circular economy concept. *Journ. of Adv. Res.* 24(1):1-11.
24. Gancedo, S. 2018. Impactos ambientales derivados de la producción de vino de la D.O.P. Cangas. Trabajo fin de Master. Universidad de Oviedo. Asturias, España.
25. García, J. 2016. Development of Innovative Seasonings from Wine Pomace and their Applications in Meat Products. Tesis de Doctorado. Universidad de Burgos. Burgos, España.
26. Gómez, E., D. Zurdo, N. Rosales, M. León e Y. Madrid. 2022. Screening the extraction process of phenolic compounds from pressed grape seed residue: Towards an integrated and sustainable management of viticultural waste. *LWT.* 169(1): 113988.
27. González, C. 2020. El embrionario desarrollo de la economía circular en la industria del vino chileno [en línea]. País circular. <<https://www.paiscircular.cl/consumo-y-produccion/el-embrionario-desarrollo-de-la-economia-circular-en-la-industria-del-vino-chileno/>>. [Consulta: 14 mayo 2022].

28. González, G., G. Gil, G. Favre and M. Ferrer. 2011. Potencial polifenólico de la uva: índices propuestos y posibles aplicaciones. *Com. Scie.* 2(2): 57-69. <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3884061>>. [Consulta: 15 octubre 2023].
29. Guerra, R. 2015. Empleo de orujo de uva en la alimentación del ganado ovino. Tesis de Doctorado. Universidad de Valladolid. Valladolid, España.
30. Humiri, H. 2020. Aprovechamiento del orujo de uva (*Vitis vinífera* L.) para la obtención de etanol por vía hidrólisis alcalina y enzimática. Tesis para obtener al título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Moquegua Moquegua, Perú.
31. Lagos, B. 2022. Desarrollo de material biobasado a partir del orujo de uva y su valorización mediante aplicaciones de diseño. Memoria para optar al título de Diseñadora Industrial. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
32. Lara, L. 2022. Economía circular en el sector vitivinícola español. Grado en Administración y Dirección de Empresas y Grado en Derecho. Universidad pontificia Comillas. Madrid, España.
33. Linares, J. 2018. Producción de bioetanol a partir de subproductos de la industria vitivinícola. Utilización de orujos de uva blanca. Tesis de grado. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.
34. López, M., C. Molina, M. Ovando y M. Bejarano. 2022. Orujo de uva: Más que un residuo, una fuente de compuestos bioactivos. *EPIST.* 16(33): 115-122. <<https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.283>>. [Consulta: 04 noviembre 2023].
35. Martínez, E. 2019. Producción de biogás y fertilizantes a partir de residuos vitivinícolas mediante digestión anaerobia. Trabajo fin de grado. Universidad del país vasco. Bilbao.
36. Mendes, J., A. Xavier, D. Evtuguin and L. Lopes. 2013. Integrated utilization of grape skins from white grape pomaces. *Ind. Cr. and Prod.* 49(1): 286-291.
37. Mildner, S., J. Bajerska, R. Zawirska and D. Górecka. 2012. White grape pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on physical and nutraceutical characteristics of wheat biscuits. *Jour. of the Scie. of Food and Agr.* 93(2): 389-395. <<https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.5774>>. [Consulta: 12 abril 2023].
38. Muhlack, R., R. Potumarthi and D. Jeffery. 2018. Sustainable wineries through waste valorisation: A review of grape marc utilisation for value-added products. *Wast. Manag.* 75(1): 99-118.

39. Nassiri, M., H. Hosseinzadeh. 2016. Review of the Pharmacological Effects of *Vitis vinifera* (Grape) and its Bioactive Constituents: An Update. *Phyt. resch.* 30(9): 1392-1403.
40. Navajas, C. 2019. Estudio de metodologías limpias para la extracción de polifenoles en orujos de uva. Trabajo fin de Grado. Universidad pública de Navarra. Navarra, España.
41. Navas, P. 2010. Caracterización físico-química del aceite de semillas de uva extraído con solvente en frío. *Rev. Fac. Agron.* 27(2): 270-288. <<https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/26845>>. [Consulta: 09 septiembre 2022].
42. ODEPA. 2024. Vinos [en línea]. Ministerio de Agricultura. <<https://www.odepa.gob.cl/rubros/vinos-y-alcoholes/>>. [Consulta: 26 agosto 2024].
43. Pachas, V. 2020. Aprovechamiento de residuos vitivinícolas mediante biodigestión anaerobia con estiércol vacuno para producir abono líquido en San Antonio – Cañete. Tesis para optar al título de Ingeniero(a) Ambiental. Universidad científica del sur. Lima, Perú.
44. Pollarolo, J. 2020. DIVINO Saludable & Sustentable. Tesis para optar al título profesional de Diseñador. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
45. Privado, A. 2020. Aprovechamiento de los subproductos de la industria vitivinícola. Trabajo fin de grado. Universidad Complutense. Madrid, España.
46. Reyes, R., E. Segura, A. Iliná, J. Ascacio, R. Rodriguez, A. Vargas, X. Ruelas y A. Flores. 2020. Determinación del contenido polifenólico en orujo de uva de diferentes variedades procedentes de la región de Coahuila [en línea]. Universidad Autónoma de Coahuila. <<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/10/140.pdf>>. [Consulta: 16 julio 2023].
47. Rojas, M. 2018. Avances tecnológicos en la revalorización de productos de la vinificación. Trabajo fin de grado. Universidad de Sevilla. Sevilla, España.
48. Salinas, N. 2013. Estudio de los parámetros de la elaboración de harina de bagazo de uva para la obtención de un producto con propiedades funcionales. Memoria de título. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
49. Santana, R. 2015. El impacto de las certificaciones en el sector vitivinícola chileno. Tesis de Magíster. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

50. Senerman, M., A. Florenzano y M. Aguirre. 2016. Protocolo de agricultura sustentable [en línea]. ODEPA. <<https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/3-Protocolo-Agricultura-Sustentable.pdf>>. [Consulta: 12 mayo 2024].
51. STATISTA. 2024. La industria del vino en Chile – Datos estadísticos [en línea]. <<https://es.statista.com/temas/10800/la-industria-del-vino-en-chile/#editorsPicks/>>. [Consulta: 21 junio 2024].
52. Tapiana, A. 2022. Determinación del grado alcohólico por volumetría y compuestos fenólicos en vinos tintos artesanales producidos en Ica. Tesis para optar al título de Químico Farmacéutico. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica, Perú.
53. Uriel, A. 2019. Estudio sobre el aprovechamiento de residuos de la industria vinícola. Trabajo fin de grado. Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España.
54. Venanzi, L. 2014. Estudio de métodos de extracción de compuestos fenólicos de orujos provenientes de vinificación de uvas cv Malbec. Tesis de grado. Universidad Nacional de Cuyo. Cuyo, Argentina.
55. Yu, J., M. Ahmedna. 2013. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. *Inter. Journ. of Food Scie. and Tech.* 48(2): 221-237. <doi:10.1111/j.1365-2621.2012.03197.x.>. [Consulta: 24 noviembre 2023].
56. Zwingelstein, M., M. Draye, J. Besombes, C. Piot and G. Chatel. 2020. Viticultural wood waste as a source of polyphenols of interest: Opportunities and perspectives through conventional and emerging extraction methods. *Wast. Manag.* 102(1), 782-794.