

## La industria vinícola como fuente de valiosos residuos agroindustriales

The wine industry as a source of valuable agro-industrial wastes



Figura tomada de “Food and Agriculture Organization of the United Nations”; “International Organisation of Vine and Wine”

<http://www.fao.org/publications/card/es/c/709ef071-6082-4434-91bf-4bc5b01380c6/>

Daisy Amaya-Chantaca<sup>1,2</sup>; Adriana C. Flores-Gallegos<sup>1</sup>; Anna Iliná<sup>2</sup>; Cristóbal N. Aguilar<sup>1</sup>; Leonardo Sepúlveda-Torre<sup>1</sup>; Juan Alberto Ascacio-Vadlés<sup>1</sup>; Lilia Arely Prado-Barragán<sup>3</sup>; Mónica L. Chávez-González<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Bioprocesos y Bioproductos, Departamento de Investigación en Alimentos, Facultad de Química Universidad Autónoma de Coahuila Saltillo, Coahuila, México.

<sup>2</sup>Grupo de Nanobiociencia, Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. Departamento de Biotecnología. San Rafael Atlixco #186 Col. Vicentina, CP 09340, Ciudad de México, México.

E-mail: [\\*monicachavez@uadec.uadec.mx](mailto:*monicachavez@uadec.uadec.mx)

## RESUMEN

La industria vinícola utiliza para la producción del vino hasta el 80% de la producción total del fruto de la uva, sin embargo, durante el proceso de elaboración del vino se generan grandes cantidades de residuos, entre ellos destacan los orujos, las semillas, los palillos, aguas residuales, entre otros; estos pueden ser recuperados durante el proceso de vinificación, desde la recolección hasta el envasado. La disposición de estos residuos constituye un gasto económico importante para las empresas, así como una problemática ambiental. El principal uso que se les otorga es como alimento para ganado o como fertilizante para plantas sin darles alguna otra aplicación. En la presente revisión se describe el estado actual de la producción de uva en México, así como una descripción del tipo de cada uno de los desechos generados a lo largo del proceso de vinificación, se establece la composición de cada una de las fracciones para así evaluar el potencial de aplicación; este documento pretende plasmar la importancia del reconocimiento de los residuos de la industria vinícola como sustratos ricos para la obtención de compuestos de valor agregado

**PALABRAS CLAVE:** Residuos agroindustriales, orujo de uva, industria vinícola, aprovechamiento de residuos.

## ABSTRACT

The wine industry uses up to 80% of the total production of the grape fruit for wine production; however, during the winemaking process, large amounts of waste are generated, including pomace, seeds, sticks, wastewater, among others; these can be recovered during the winemaking process, from harvesting to bottling. The disposal of these wastes constitutes an important economic expense for the companies, as well as an environmental problem. The main use of these wastes is as cattle feed or as fertilizer for plants without giving them any other application. This

review describes the current state of grape production in Mexico, as well as a description of the type of each of the wastes generated throughout the winemaking process, the composition of each of the fractions is established in order to evaluate the potential of application; this document intends to show the importance of the recognition of wine industry wastes as rich substrates for obtaining value-added compounds.

**KEYWORDS:** Agroindustrial waste, grape pomace, wine industry, waste utilization.

## INTRODUCCIÓN

La producción de diversos alimentos proporciona la generación de una diversidad de residuos agroindustriales, estos residuos van desde cáscaras, semillas, hojas, paja, entre otras fracciones del fruto o vegetal (Mirabella y col., 2014; Devesa-Rey y col., 2011). Ejemplo de ello es el proceso de vinificación, este se divide en diversas etapas como la cosecha, el triturado, maceración, la fermentación, maduración, clarificación y embotellado. En cada una de estas etapas se generan residuos particulares, los más destacados del proceso de vinificación son el orujo de uva, semillas, tallos, lías y aguas residuales ( Jackson R. S., 2020).

Los residuos generados en la industria vinícola se caracterizan por poseer como metabolitos secundarios compuestos polifenólicos, los cuales se extraen principalmente de la cáscara y semillas. Estos compuestos polifenólicos son de importancia por los beneficios que pueden brindar, ya sea como antioxidantes, o bien por otros beneficios que otorga a la salud tales como poseer propiedades antimicrobianas y antivirales (Souza y col., 2014; Ignat y col., 2011).

La uva es uno de los frutos con una alta producción a lo largo del mundo, con valores de más de 75 millones de toneladas anuales, en donde el 80% de la producción de la uva está destinada a la fabricación de vino (Fontana y col., 2010).

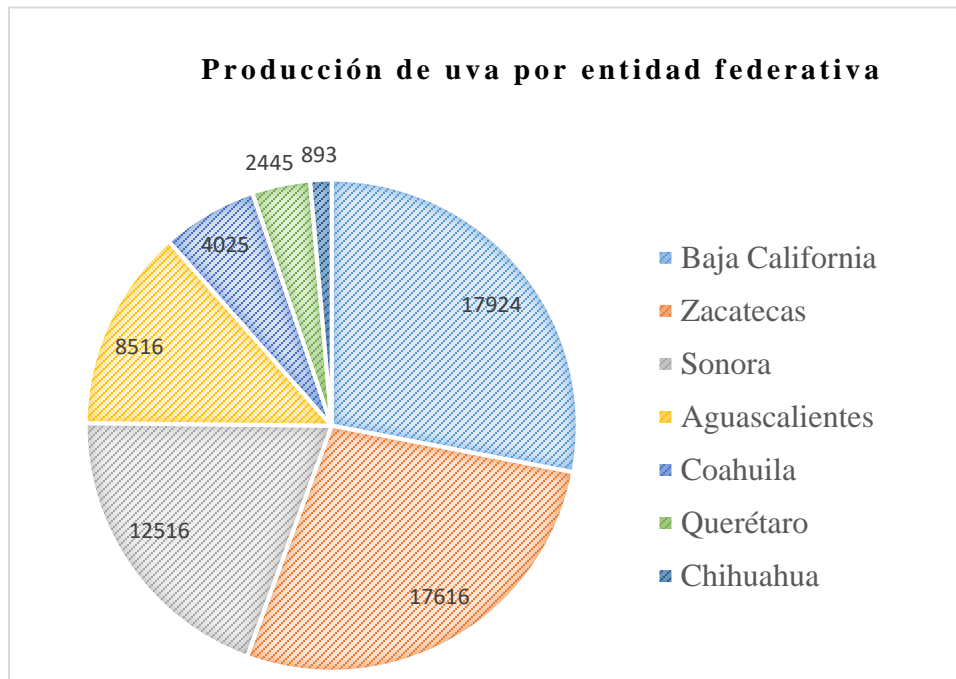
En México, se reportaron valores en la producción de uva industrial de 339, 957 toneladas en el año del 2017, ocupando el lugar 29° a nivel mundial. Entre los principales estados productores de uva se encuentran Baja California, ocupando el primer lugar con 56.7%, en segundo lugar Zacatecas con 15%, seguido de Sonora, Aguascalientes y Coahuila ocupando el quinto lugar, siendo uno de los principales productores de uva con un porcentaje de 9.2% (Ochoa Baltazar y col ., 2018). Es por ello que se han buscado nuevas alternativas para el aprovechamiento y uso adecuado de los desechos generados por la industria, dándole una nueva visión como fuente de materia prima para la obtención de compuestos bioactivos (Mirabella y col., 2014).

## ANTECEDENTES

### Producción de uva industrial

La uva es una de las frutas pertenecientes al género *Vitis vinífera* la cual tiene una producción a nivel mundial de 75 millones de toneladas. En el 2016, los principales productores del fruto a nivel mundial fueron Estados Unidos, China e Italia; y entre los principales productores de vino (a nivel mundial) se encuentran Italia, Francia, España y Argentina. Este fruto es utilizado principalmente en el proceso de vinificación, ya que del total de la producción del 70% - 80% se utiliza para la producción del vino ( FAO-OIV, 2016; García-Lomillo y González-San José, 2017 ).

En el año 2017 la producción de uva industrial en México fue de 339,957 toneladas, con lo cual posiciona a México en el lugar 29° a escala internacional, de los cuales 195, 899 toneladas fueron exportadas, siendo Estados Unidos, el principal comprador de este fruto. En la figura 1 se ilustran los principales estados productores de uva industrial en México (Ochoa Baltazar y col ., 2018).



**Figura 1.** Volumen en toneladas de producción de uva de las principales entidades federativas en México (Ochoa Baltazar y col ., 2018).

Es importante mencionar que durante los años comprendidos entre 2012 y 2017 aumentó la producción de uva de 2,209 a 4,025 toneladas respectivamente. En México, se cultivan aproximadamente 80 variedades de uva, de los cuales 50% de estas son de uso industrial para la producción de vino. En Coahuila se encuentran principalmente la variedad tinta: Cabernet-Sauvignon, Merlot y Syrah; entre las variedades blancas: Chardonnay y Moscatel; la cosecha de uva industrial tiene una mayor afluencia en los periodos comprendidos entre los meses de Julio a Octubre, con mayor recolección en el mes de Septiembre (Ochoa Baltazar y col., 2018).

### Composición del residuo de uva

Los residuos de uva que se generan son ricos en compuestos fenólicos, pectina, fibra, carbohidratos, ácidos grasos, ácidos orgánicos, y colorantes (Kosseva, 2017). La composición del orujo de uva es de aproximadamente 10% de proteínas

estructurales, y un 90% de polisacáridos, de los cuales se pueden dividir principalmente en celulosa, pectinas y hemicelulosas (Jiménez., Dolores y col., 2019). El orujo de uva lo conforman principalmente las semillas, la piel, pulpa residual; los cuales se recuperan después del proceso de fermentación en el vino tinto (Spigno y col., 2017). Las proporciones recuperadas del orujo de uva varían dependiendo de la variedad, y se pueden recuperar en cantidades de 15% de piel, 80% de pulpa y 5% de semillas para la variedad Cabernet Sauvignon (Brenes y col., 2016; Dwyer, y col., 2014; Ron S. Jackson, 2014).

Entre los carbohidratos presentes en la piel de la uva se encuentran polímeros como arabinosa, galactosa, xilosa y fructosa (Dávila y col., 2017). Se han encontrado cantidades significativas entre 20 – 46% de glucanos y xiloglicanos en el orujo de uva, es por esto que su composición rica en compuestos de alto valor lo convierte en una fuente deseable para la extracción de los mismos. La composición del orujo de uva con alto contenido de carbohidratos es adecuada para el crecimiento de los microorganismos y la posterior liberación de los compuestos bioactivos dentro de un proceso de fermentación (Jackson, 2014; Rondeau y col., 2013).

Uno de los principales compuestos bioactivos con alto valor agregado son los ya mencionados compuestos polifenólicos, los cuales pueden ser obtenidos de las cáscaras en una porción del 20 al 30%; de las semillas en una porción del 60 al 70%, dichos compuestos quedan presentes en las cáscaras, semillas y tallos después de la fermentación en los residuos generados por el proceso de vinificación (Souza y col., 2014).

## **Proceso de vinificación**

Los procesos de vinificación se derivan en varios pasos básicos, estos procesos generan grandes cantidades de residuos a los cuales se les debe realizar un previo tratamiento para eliminarlos adecuadamente. El primer paso consiste en la



eliminación de hojas, ramas y demás residuos que se recolectan de forma inadvertida con el fruto (**FIGURA 2**) (Nikolantonaki y Darriet, 2011).

El siguiente paso consiste en la maceración del fruto con el fin de extraer diversos compuestos entre ellos el jugo, nutrientes, saborizantes, compuestos como pulpa, piel, semillas y tallos. Los vinos blancos tienen la característica de producirse mediante maceraciones cortas por algunas horas, de dichas maceraciones se generan los prensados, posteriormente se aclaran por separado los prensados libres y los primeros prensados; los prensados se clasifican según la presión requerida para la recuperación del mosto, esta operación es muy importante ya que es uno de los factores que determinan la calidad del vino. Después son combinados y posteriormente se lleva a cabo la fermentación; este proceso evita niveles muy altos de taninos y la generación de malos olores (Patel y col., 2010; Roland y col., 2011).

En cambio, los vinos tintos se producen mediante una maceración más prolongada para posteriormente llevar a cabo el proceso de fermentación; este proceso de fermentación genera la extracción de antocianinas y taninos mediante el alcohol producido por las levaduras. Aunque el contenido de antocianinas está en función del cultivar, la madurez del fruto, la temperatura, así como el tiempo de fermentación. El pH, la presencia de proteínas solubles, el contenido de taninos, carbonilos y otros reactivos producen el color característico del vino tinto. En los vinos tintos el aspecto, sabor y consistencia está relacionado con el contenido de fenólicos solubles (Manns y col., 2013).

Posterior al proceso de fermentación alcohólica se retiran los sólidos de la uva (orujo de uva) y se lleva a cabo la presión de los orujos para obtener las fracciones de prensa; estas fracciones se incorporan a la fracción libre, en diversos grados dependiendo del vino. El vino puede ser sometido a una segunda fermentación

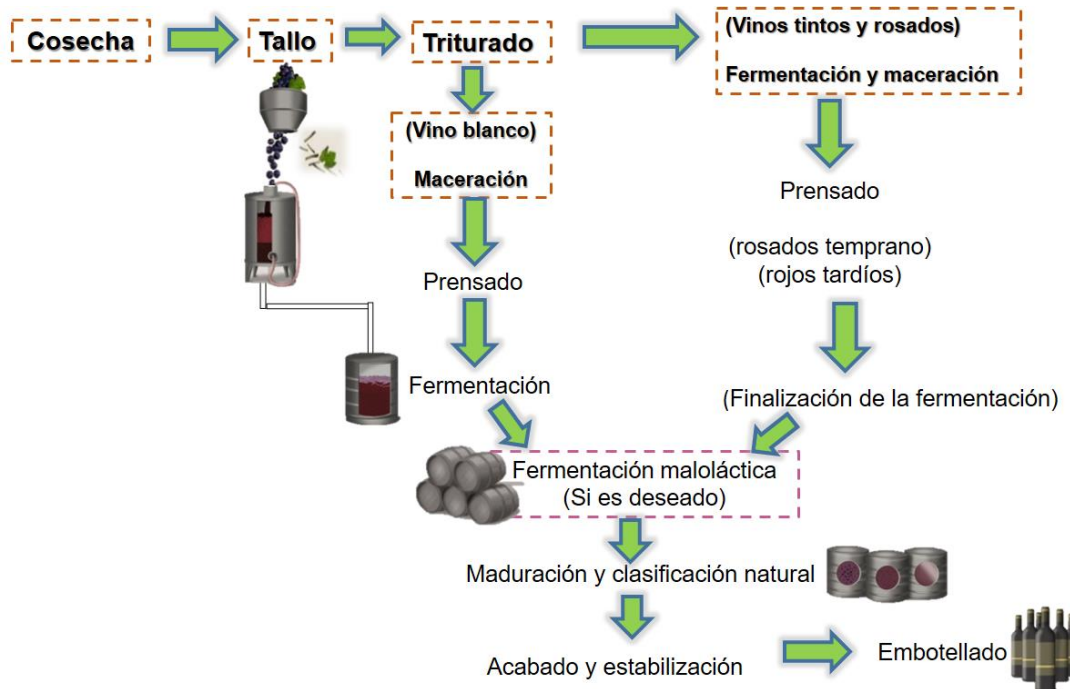
(crianza), la cual es conocida como fermentación maloláctica, esto se lleva a cabo con el fin de mejorar el sabor del vino (Kocher y Nikhanj, 2019).

El vino que ya ha sido fermentado se protege del oxígeno para que se lleve a cabo su maduración, esto genera que se limite su oxidación y el deterioro por parte de los microorganismos. Durante este proceso los olores a levadura se disipan y el material en suspensión precipita. Este proceso también favorece la estabilidad del color en los vinos ya que ayuda a oxidar el sulfuro de hidrógeno. Este compuesto es un producto que genera la levadura cuando hay fuentes inadecuadas de oxígeno, sin embargo, este genera atributos no deseados como malos olores, es por ello que se evita la generación de este compuesto durante el proceso (R. S. Jackson, 2017).

Después de algunas semanas los sólidos restantes se asientan durante la clarificación, que puede darse de forma espontánea o inducida. Los residuos que se pueden encontrar en este paso del proceso son células de levadura y bacterianas, taninos precipitados, restos de células de uva y cristales de tartrato de potasio. Para su eliminación se lleva a cabo un filtrado, que también ayuda a la clarificación y estabilidad del vino (Razungles, 2010).

Finalmente, al embotellar el vino este recibe una dosis de dióxido de azufre para limitar la oxidación y el deterioro microbiano (aproximadamente 0.8 -1.5 mg / L de SO<sub>2</sub> molecular libre) (Arapitsas y col., 2018).





**Figura 2.** Diagrama de flujo del proceso de vinificación.

### Clasificación del fruto

La clasificación es un proceso importante ya que en este se retiran todas las partes de la uva que se recolectan de forma inadvertida. Entre la eliminación de estos componentes se encuentran los tallos y las hojas; sin embargo, hay componentes más pequeños que deben ser eliminados como clips de enrejado, grapas, astillas de madera, caracoles, babosas o insectos, también es importante la clasificación de los frutos en mal estado como bayas inmaduras, enfermas, pasas u otras formas de bayas de calidad inferior. Ya que puede generar problemas y afectar en forma negativa la calidad de los vinos (Venkitasamy y col., 2019).

Este tipo de procesos normalmente se realiza en forma manual, sin embargo, este proceso puede ser más costoso y requerir de tiempos largos, otra forma es mediante clasificadores automáticos, las cuales tienen la misma función de separar aquel material no deseado, esto se realiza mediante la selección por tamaño y color, tomando en cuenta las instrucciones del operador haciendo uso de técnicas como un chorro de aire para deshacerse de aquel material no deseado (Department of Agriculture Forestry y Fisheries, 2012).

Para la aceptación del fruto se someten a procesos químicos y de calidad, tomando en cuenta diversos factores como sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), acidez y contenido fenólico. Además de evaluar algunas posibles enfermedades que pueden afectar al fruto (Venkitasamy y col., 2019).

### ***Aplastado***

Este proceso se lleva a cabo después de la recolección del fruto, ya que durante la recolección se rompen inevitablemente algunas uvas generando la liberación del jugo, mientras que en otras se producen hematomas, por lo que se puede generar la oxidación incluso antes de que se produzca el estrujado, este jugo liberado también se inocula en el medio de fermentación. Las bayas son recolectadas durante los periodos frescos del día, ya que, si se cosechan durante periodos de calor, esto puede causar rápidamente una contaminación microbiana no deseada (R. S. Jackson, 2020).

### ***Trituración***

En la antigüedad este proceso de aplastado se realizaba mediante la acción de los pies humanos en un recipiente profundo, esto con el fin de recuperar la fracción del jugo y separar las partes sólidas de la uva entre ellas lechada de jugo, pieles, semillas y bayas. Sin embargo, este proceso ha sido reemplazado por trituradoras mecánicas, entre ellos se puede encontrar mecanismos como presiones contra una estructura sólida perforada, aquí las bayas se rompen y el jugo, la pulpa, las semillas

y las pieles se recogen y son bombeadas a un tanque de retención o tina (R. S. Jackson, 2020).

Otra técnica es haciendo uso de rodillos, de esta forma las bayas se rompen ya que tienen rodillos espirales, evitando así la ruptura de las semillas lo cual evita la contaminación del mosto con el aceite de las semillas, este aceite puede causar la oxidación y generar olores rancios (Venkitasamy y col., 2019). También se puede utilizar la fuerza centrífuga, sin embargo, este proceso tiene algunos inconvenientes ya que la baya se gira contra los lados de la trituradora, lo que genera una suspensión pulposa, esto genera problemas en la clarificación del vino además de romper las semillas. Es por ello que estas técnicas normalmente se evitan (R. S. Jackson, 2020).

### ***Fermentación***

La fermentación puede definirse como una forma de metabolismo, en la cual se libera energía, en donde se requiere el uso de un sustrato (glucosa) para obtener un producto final (etanol) mediante la glucólisis. Para que se lleve a cabo esta acción se requiere el uso de microorganismos y uno que comúnmente se utiliza para la producción de alcohol es *Saccharomyces cerevisiae*, en donde es necesario controlar factores como el oxígeno ya que este producto (etanol) se obtiene en anaerobiosis (Heiden y col., 2009). Otro microorganismo que puede usarse para el proceso de fermentación es *Oenococcus oeni*, sin embargo, *S. cerevisiae* es un microorganismo ya bien adaptado al metabolismo fermentativo, al poseer una maquinaria enzimática adecuada para obtener el producto final (Ihmels y col., 2005).

Para favorecer la extracción de compuestos responsables del color o sabor del vino se pueden utilizar técnicas como la incorporación de pieles y semillas durante el proceso de fermentación, lo cual mejora el carácter y la estabilidad del color del vino. Sin embargo, es importante regular la cantidad de orujo incorporado, normalmente se añade un tercio del orujo total ya que puede generar altos niveles

de taninos, en específico un alto contenido de catequinas y proantocianidinas, generando efectos negativos en las características y calidad del vino. Aunque el producto principal de la fermentación es el etanol, también se producen algunos metabolitos secundarios como terpenos, fenoles, norisoprenoides y tioles como compuestos volátiles libres (R. S. Jackson, 2020).

## **Residuos del proceso de vinificación**

Los residuos generados se obtienen en diversas etapas dentro de la línea de producción, cada una de las etapas de producción de vino mencionadas anteriormente tienen como finalidad retirar las fracciones del fruto que no tiene utilidad (Bustos y col., 2004).

Los principales residuos generados en el procesamiento de la uva, desde el campo hasta el producto final son los sarmientos, los tallos, el orujo, las lías y residuos después del filtrado. Es de importancia conocer la composición química de cada uno, pues de ello depende la eliminación o tratamiento final que requiere cada fracción. Dichos residuos generados durante el proceso del producto se pueden dividir en dos grupos: residuos líquidos y residuos sólidos (Kosseva, 2017).

### ***Residuos líquidos del proceso de vinificación***

En el primer grupo se encuentran las aguas residuales, caracterizadas por su alta carga orgánica, los cuales se generan en el proceso de lavado de uvas, espacios y equipos. Este residuo depende del tipo de vino, es por ello que se han generado proyectos para desarrollar herramientas de autoevaluación con el fin de mejorar los niveles de residuos comparándolo con gastos ideales de aguas (Kosseva, 2017).

### ***Residuos sólidos del proceso de vinificación***

Los residuos sólidos se obtienen de la extracción del jugo en donde se utilizan métodos como el prensado.

**Brotos de la vid:** estos residuos lignocelulósicos están compuestos principalmente por celulosa 34%, seguido de la lignina 27% y la hemicelulosa 19%; este residuo se genera principalmente durante el proceso de clasificación del fruto (Spigno y col., 2017).

**Tallos de la uva:** están compuestos principalmente por material lignocelulósico, con una composición de 17% –26% de lignina, 20% –30% de celulosa, 3% –20% de hemicelulosa y 6% –9% de cenizas, este residuo representa aproximadamente 14% del peso total de los residuos sólidos en el proceso de vinificación (Prozil y col., 2012; Spigno y col., 2013).

Los tallos presentan una alta composición de taninos entre un 16%, estos taninos están asociados específicamente con la lignina por lo que tienen un grado de condensación más alto que la lignina de madera convencional, sin embargo, los taninos son el componente principal de los tallos con un 80% del total de los compuestos fenólicos. Entre los principales taninos encontrados en los tallos se encuentran los flavonoles de los tipos de galocatequina, catequina y elagitaninos; este residuo se genera durante el proceso de clasificación del fruto (Prozil y col., 2014).

**Orujo de uva:** Este residuo se genera durante el proceso de producción y es tratado de diferente manera según sea el vino que se pretenda elaborar, por ejemplo, en el vino blanco esta fracción se elimina rápidamente; en cambio cuando se elabora un vino tinto esta fracción se conserva ya que se desecha con el jugo (mosto) puesto que es importante que durante el proceso de fermentación se logre extraer compuestos presentes en el orujo de uva, posteriormente se retira del mosto para ser prensado y finalmente desechado (Conradie y col., 2014).

El orujo de uva representa la fracción principal de los desechos sólidos con hasta el 60% del peso total, y del 20%- 25% de la uva fresca. Recibe el nombre de orujo a la fracción de semillas, pieles y tallos residuales, si se obtiene del proceso de

fermentación su composición de azúcares y compuestos fenólicos es menor por los procesos de extracción (Spigno y col., 2017).

**Piel de la uva:** Este residuo es parte del orujo de uva, el cual representa el 50% del orujo total, la piel está compuesta principalmente por proteínas entre 5% - 12%, cenizas del 2% - 8%, azúcares solubles entre 1% a más del 70% dependiendo del proceso de fermentación, la pared celular está compuesta de polisacáridos (celulosa, xilano, arabinano, xiloglucano, galactano, y manano), sustancias ácidas de pectina, proantocianidinas insolubles, lignina, compuestos polifenólicos entre 28 al 35% estos se encuentran principalmente en las vacuolas de la célula vegetal, también se encuentran en la pared celular los cuales están unidos principalmente a la lignina, entre los principales compuestos polifenólicos encontrados en la piel son las procianidinas, la epicatequina, la epigallocatequina, las antocianinas, el ácido gálico y la catequina (Venkitasamy y col., 2019; Spigno y col., 2017; Bordiga y col., 2015; Deng y col., 2011).

**Semillas de uva:** los compuestos principales de las semillas son fibra, proteína y grasas, normalmente este se encuentra entre un 13% a 15% en base seca; entre los lípidos que se encuentran principalmente en las semillas son los tocoferoles, tocotrienoles y ácidos grasos insaturados. La fracción de las semillas también contiene altos niveles de compuestos polifenólicos estos se encuentran entre el 60 al 70% (Özvural y Vural, 2011; Fiori y col., 2014; Rombaut y col., 2015).

**Las lías del vino:** Las lías se generan durante el proceso de vinificación, estas son los residuos restantes del proceso de fermentación, esta fracción está representada por los residuos de levadura, etanol, ácido tartárico, además de algunos compuestos fenólicos. Representa del 2% - 6% del volumen total del vino producido, estos residuos están compuestos principalmente polisacáridos, proteínas, lípidos y otras especies orgánicas (De Iseppi y col. 2020; Spigno y col., 2017; Dimou y col., 2015 ; Delgado De La Torre y col., 2015).



## **Tratamientos empleados en los residuos de la industria vinícola en la actualidad**

La generación de residuos durante el proceso de vinificación es un problema que afecta tanto en el ámbito ecológico como económico al tener que generar estrategias para su disposición (Guerra-Rivas y col. 2017).

En la actualidad, un tratamiento común en el cual se desvían algunos de estos residuos es mediante el compostaje de materia orgánica; este es aplicado como fertilizante en suelos, aunque este fin tiene algunas desventajas ya que algunos de los componentes del compostaje pueden ser lixiviados, y por consiguiente infiltrarse en el subsuelo para posteriormente llegar a aguas subterráneas, generando un problema ambiental si no se tratan correctamente estos residuos (García-López y col., 2014; Mirabella y col., 2014). Sin dejar a un lado que los residuos agroindustriales no cumplen con los requerimientos del suelo por la composición desequilibrada entre el carbono y nitrógeno, por lo que se requiere un previo tratamiento a la composta para un mejor crecimiento de la planta y eliminar algunos compuestos nocivos que puedan estar presentes en la composta (Guimaraes y col., 2013; Facchini y col., 2011; R. C. A. Santos y col., 2014).

Otro uso que se le da a los residuos es como alimento para ganado, sin embargo, puede causar problemas de digestión por su alto contenido de lignina y compuestos fenólicos, además, esta alternativa no aprovecha todo el potencial del residuo, ya que estos pueden ser empleados para la obtención de productos de alto valor agregado, utilizando estos residuos como sustrato para su fermentación o hidrólisis y así obtener ácidos orgánicos o productos fenólicos (Mirabella y col., 2014).

La falta de esfuerzos para buscar nuevas alternativas y valorizar estos residuos industriales puede atribuirse a sus características estructurales; sin embargo, en la actualidad ha surgiendo un importante interés en nuevas herramientas para valorizar los compuestos presentes en los residuos de la industria vinícola. Se han

reportado contribuciones de la extracción de compuestos fenólicos del orujo de uva, entre los principales compuestos polifenólicos que se han extraído de los residuos de la uva se encuentran el resveratrol, las procianidinas, los taninos condensados, las antocianinas, los flavanoles y las catequinas. Estos son de importancia por sus efectos antiinflamatorios, antibacterianos, antivirales, actividad anticancerígena, antioxidantes. En alimentos se utilizan para adicionarles efectos antioxidantes o emplearlos como colorantes. En el caso de las lías se han estudiado la extracción de dos polisacáridos con varias aplicaciones potenciales como manoproteínas y  $\beta$ -glucanos los cuales se encuentran en la pared celular de la levadura (De Iseppi y col. 2020; Beres y col., 2017).

## CONCLUSIONES

Los procesos en donde se generan residuos agroindustriales son una alternativa importante para la obtención de compuestos con alto valor agregado, ya que estos son una fuente importante de compuestos con propiedades como antioxidantes, anticancerígenos, colorantes, antivirales etc. El uso de los subproductos generados en la producción de vino constituye una alternativa de reducción de la cantidad de desechos dándole a estos materiales un enfoque como materia prima (sustrato) para la producción y/o generación de compuestos con valor agregado. Esta valorización de los subproductos es de interés para la industria y el medio ambiente ya que se obtienen de estos desechos compuestos de importancia para diversas áreas industriales.

## REFERENCIAS

Arapitsas, P., Graziano, G., & Fulvio M., (2018). The Impact of SO<sub>2</sub> on Wine Flavonols and Indoles in Relation to Wine Style and Age. *Scientific Reports* 8(1): 1–13. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-19185-5>.

Bordiga, M., Travaglia, F., Locatelli, M., Arlorio, M., & Jean Daniel Coïsson Dipartimento. (2015). Spent Grape Pomace as a Still Potential By-Product. *International Journal of Food Science and Technology* 50(9): 2022–31. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12853>

Brenes, A., Viveros A., Chamorro S., & Arijia I. (2016). Use of Polyphenol-Rich Grape by-Products in Monogastric Nutrition. A Review. *Animal Feed Science and Technology* 211: 1–17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.016>.

Bustos, G., Moldes A., Cruz, J., & Domínguez, J. (2004). Production of Fermentable Media from Vine-Trimming Wastes and Bioconversion into Lactic Acid by *Lactobacillus pentosus*. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84(15): 2105–12. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1922>

Conradie, A., Sigge, G. O. & Cloete, T. E.. (2014). Influence of Winemaking Practices on the Characteristics of Winery Wastewater and Water Usage of Wineries.” *South African Journal of Enology and Viticulture* 35(1): 10–19.

(DAFF) Department of Agriculture Forestry and Fisheries. 2012. Grapes Production Guideline. : 2009. Disponible en: [www.daff.gov.za](http://www.daff.gov.za)

Dávila, I., Robles, E., Egüés, I., Labidi, J., Gullón, P. (2017). Handbook of Grape Processing By-Products: Sustainable Solutions *The Biorefinery Concept for the Industrial Valorization of Grape Processing By-Products*. Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-809870-7/00002-8>.

De Iseppi, A., Lomolino, G., Marangon, M., & Curioni, A. (2020). Current and future strategies for wine yeast lees valorization. *Food Research International*, 137(April),

109352. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109352>

Delgado, D., Priego-Capote, M., & Luque, De Castro M. D. (2015). Tentative Identification of Polar and Mid-Polar Compounds in Extracts from Wine Lees by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry in High-Resolution Mode. *Journal of Mass Spectrometry* 50(6): 826–37. <https://doi.org/10.1002/jms.3592>

Deng, Qian., Penner, M., & Zhao, Y. (2011). Chemical Composition of Dietary Fiber and Polyphenols of Five Different Varieties of Wine Grape Pomace Skins. *Food Research International* 44(9): 2712–20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.026>.

Devesa-Rey., Vecino, X., Varela-Alende, J.L., Barral, M.T., Cruz, J.M. & Moldes, A.B. (2011). Valorization of Winery Waste vs. the Costs of Not Recycling. *Waste Management* 31(11): 2327–35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2011.06.001>.

Dimou, Ch., Kopsahelis, N., Papadaki, A., Papanikolaou, S., Kookos, I., Mandala, I., Koutinas, A., (2015). Wine Lees Valorization: Biorefinery Development Including Production of a Generic Fermentation Feedstock Employed for Poly(3-Hydroxybutyrate) Synthesis. *Food Research International* 73: 81–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.02.020>.

Dwyer, Kyle., Hosseinian, F., & Rod, M., (2014). The Market Potential of Grape Waste Alternatives. *Journal of Food Research* 3(2): 91. <http://dx.doi.org/10.5539/jfr.v3n2p91>

Facchini, F., Vici, A., Reis, V., Atilio, J., Terenzi, H., Reis, R., & Polizeli, M., (2011). Production of Fibrolytic Enzymes by *Aspergillus Japonicus* C03 Using Agro-Industrial Residues with Potential Application as Additives in Animal Feed. *Bioprocess and Biosystems Engineering* 34(3): 347–55.

FAO-OIV, Food and Agriculture Organization of the United Nations., International Organisation of Vine and Wine (2016). Table and Dried Grapes. Disponinle en:

<http://www.fao.org/3/i7042e/i7042e.pdf>

Fontana, A., Antonioli, A., & Bottini, R., (2010). Extraction, Characterization and Utilization of Bioactive Compounds from Wine Industry Waste-Trichloroanisole Analysis Analytical Method Development View Project Secondary Metabolism View Project. <https://www.researchgate.net/publication/317380746>.

García-Lomillo, J., & González-SanJosé, M., (2017). Applications of Wine Pomace in the Food Industry: Approaches and Functions. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 16(1): 3–22. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12238>

García-López, J., Rad C., & Narro, M. (2014). Strategies of Management for the Whole Treatment of Leachates Generated in a Landfill and in a Composting Plant. *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering* 49(13): 1520–30. <http://dx.doi.org/10.1080/10934529.2014.938526>

Guerra-Rivas, C., Gallardo, B., Mantecón, Á., Álamo, M, & Manso, T, (2017). Evaluation of Grape Pomace from Red Wine By-Product as Feed for Sheep. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97(6): 1885–93. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7991>

Guimaraes, N., Sorgatto, M., Peixoto-Nogueira, S., Betini, J., Zanoelo, F., Marques, M., Polizeli, M, & Giannesini, G. (2013). Bioprocess and Biotechnology: Effect of Xylanase from *Aspergillus niger* and *Aspergillus flavus* on Pulp Biobleaching and Enzyme Production Using Agroindustrial Residues as Substrate. *SpringerPlus* 2(1): 1–7. <http://dx.doi.org/10.1186/2193-1801-2-380>

Heiden, M., Lewis, C., & Craig, B. 2009. Understanding the Warburg Effect: The Metabolic Requirements of Cell Proliferation. *Science* 324(5930): 1029–33. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1160809>

Ignat, I., Volf, I., & Popa, V. (2011). A Critical Review of Methods for Characterisation of Polyphenolic Compounds in Fruits and Vegetables. *Food Chemistry* 126(4): 1821–35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.026>.

Ihmels, J., Bergmann, S., Gerami-Nejad, M., Yanai, I., McClellan, M., Berman, J & Barkai, N. (2005). Molecular Biology: Rewiring of the Yeast Transcriptional Network through the Evolution of Motif Usage. *Science* 309(5736): 938–40.

Jackson, R. S. (2017) Innovations in Winemaking, Science and Technology of Fruit Wine Production (617-662) Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-800850-8.00013-2>

Jackson, R. S. (2020). *Fermentation. Wine Science*, (461–572). doi:10.1016/b978-0-12-816118-0.00007-6

Jackson, Ron S. (2014). Grapevine Structure and Function. *Wine Science*, 69–141. doi:10.1016/b978-0-12-381468-5.00003-8

Jiménez-Martínez, M. Dolores, Bautista-Ortín, B., Gil-Muñoz, R., & Gómez-Plaza, E. (2019). Fining with Purified Grape Pomace. Effect of Dose, Contact Time and Varietal Origin on the Final Wine Phenolic Composition. *Food Chemistry* 271(February 2018): 570–76. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.009>.

Kocher, G. S., & Nikhanj, P. (2019). Fermented Beverages: Volume 5. The Science of Beverages *Development of Red and White Wines from Locally Adapted Grape Cultivars Using Indigenous Yeast*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815271-3.00005-1>.

Kosseva, M. R. (2017). Science and Technology of Fruit Wine Production *Waste From Fruit Wine Production*. Elsevier Inc. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-800850-8.00011-9>.

Manns, David C., Lenerz, C., & Mansfield, A. (2013). Impact of Processing



Parameters on the Phenolic Profile of Wines Produced from Hybrid Red Grapes Maréchal Foch, Corot Noir, and Marquette. *Journal of Food Science* 78(5): 696–702.

<https://doi.org/10.1111/1750-3841.12108>

Mirabella, N., Castellani, V., & Sala, S. (2014). Current Options for the Valorization of Food Manufacturing Waste: A Review. *Journal of Cleaner Production* 65: 28–41.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.051>.

Nikolantonaki, M., & Darriet, P. (2011). Identification of Ethyl 2-Sulfanylacetate as an Important off-Odor Compound in White Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(18): 10191–99. <https://doi.org/10.1021/jf201047u>

Ochoa Baltazar, Rodriguez Jorge, Marín ignacio, Sánchez Marcelo. 2018. “Atlas 2012-2018.” (1): 220. Disponible en: [www.gob.mx/siap](http://www.gob.mx/siap)

Özvural, E., & Vural, H., (2011). Grape Seed Flour Is a Viable Ingredient to Improve the Nutritional Profile and Reduce Lipid Oxidation of Frankfurters. *Meat Science* 88(1): 179–83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.12.022>.

Patel, P., Herbst-Johnstone, M., Lee, S., Gardner, R., Weaver, R., Nicolau, L., Kilmartin, P. (2010). Influence of Juice Pressing Conditions on Polyphenols, Antioxidants, and Varietal Aroma of Sauvignon Blanc Microferments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(12): 7280–88. <https://doi.org/10.1021/jf100200e>

Prozil, S., Evtuguin, D., & Lopes, L. (2012). Chemical Composition of Grape Stalks of *Vitis Vinifera* L. from Red Grape Pomaces. *Industrial Crops and Products* 35(1): 178–84. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.06.035>

Prozil, S., Evtuguin, D., Artur, S., & Lopes, L. (2014). Structural Characterization of Lignin from Grape Stalks (*Vitis Vinifera* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62(24): 5420–28. <https://doi.org/10.1021/jf502267s>

Razungles, A., Montpellier, S. & France (2010). Managing Wine Quality *Extraction*

*Technologies and Wine Quality*. Woodhead Publishing Limited.  
<http://dx.doi.org/10.1533/9781845699987.2.589>.

Roland, A., Schneider, R., Charrier, F., Cavelier, F., Rossignol, M. & Razungles, A. (2011). Distribution of Varietal Thiol Precursors in the Skin and the Pulp of Melon B. and Sauvignon Blanc Grapes. *Food Chemistry* 125(1): 139–44.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.050>

Rombaut, N., Savoie, R., Thomasset, B., Castello, J., Van Hecke, E., & Lanoisellé, J. (2015). Optimization of Oil Yield and Oil Total Phenolic Content during Grape Seed Cold Screw Pressing. *Industrial Crops and Products* 63: 26–33.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.10.001>.

Rondeau, P., Gambier, F., Jolibert, F., & Brosse, N. (2013). Compositions and Chemical Variability of Grape Pomaces from French Vineyard. *Industrial Crops and Products* 43(1): 251–54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.06.053>

Santos, R., Araújo, K., Zubiolo, C., Soares, C., Lima, A., & Santana, L. (2014). Lipase Microbiana Obtida Pela Fermentação de Sementes de Abóbora: Potencial de Imobilização Em Matrizes Hidrofóbicas. *Acta Scientiarum - Technology* 36(2): 193–201.

Souza, V., Fujita, A., Thomazini, M., Silva, E., Lucon, J., Genovese, M., Favaro-Trindade C. (2014). Functional Properties and Stability of Spray-Dried Pigments from Bordo Grape (*Vitis Labrusca*) Winemaking Pomace. *Food Chemistry* 164: 380–86. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.049>.

Spigno, G., Donsì, F., Amendola, D., Sessa, M., Ferrari, G & De Faveri, M. (2013). Nanoencapsulation Systems to Improve Solubility and Antioxidant Efficiency of a Grape Marc Extract into Hazelnut Paste. *Journal of Food Engineering* 114(2): 207–14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.08.014>

Spigno, G., Marinoni, L., & Garrido, G. (2017). Handbook of Grape Processing By-

Products: Sustainable Solutions *State of the Art in Grape Processing By-Products*.

Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-809870-7/00001-6>.

Venkitasamy, C., Zhao, L., Zhang, R., & Pan, Z., (2019). Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products *Chapter 6 - Grapes*. Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-814138-0.00006-X>.