

Orujo de uva: Más que un residuo, una fuente de compuestos bioactivos

Grape Pomace: More than a Waste, a Source of Bioactive Compounds

EPISTEMUS

ISSN: 2007-8196 (electrónico)

Madelina López-Astorga ¹
 Claudia Celeste Molina-Quijada ²
 Maribel Ovando-Martínez ³
 Marcos Leon-Bejarano * ⁴

Recibido: 06 / 12 / 2022

Aceptado: 16 / 01 / 2023

Publicado: 31 / 01 / 2023

DOI: <https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.283>

Autor de Correspondencia:
 Marcos Leon-Bejarano
 Correo: leonb.marcos@gmail.com

Resumen

El orujo de uva es el principal subproducto sólido generado durante la elaboración del vino, y es generalmente considerado como un residuo. Sin embargo, la creciente preocupación con respecto al impacto negativo hacia el medio ambiente que supone el mal manejo de los residuos agroindustriales ha incentivado a la búsqueda del manejo o aprovechamiento de los subproductos. En este sentido, diversas investigaciones han demostrado el potencial del orujo de uva como una fuente para la obtención de diversos compuestos bioactivos (compuestos con propiedades biológicas benéficas para el ser humano), que podrían ser aprovechados en la industria alimentaria, cosmética o farmacéutica para beneficio humano. La presente revisión tiene como objetivo dar a conocer información relevante al respecto, con la finalidad de que el orujo de uva sea considerado como una fuente potencial para la obtención de compuestos con interés biológico aplicables en distintas industrias a nivel nacional.

Palabras clave: orujo, Subproductos del Vino, *Vitis vinifera* L., Compuestos Bioactivos.

Abstract

Grape pomace is the main solid by-product generated during winemaking and generally considered as waste. However, the growing concern regarding the negative impact on the environment of poor management of agroindustrial waste has encouraged the search for the management or use of by-products. In this sense, several researches have demonstrated the potential of grape pomace as a source for obtaining diverse bioactive compounds (compounds with beneficial biological properties for humans), which could be used in the food, cosmetic and / or pharmaceutical industry for the human benefit. The present review aims to disseminate relevant information on this respect, so as grape pomace is considered as a potential source for obtaining compounds with biological interest suitable in different industries nationwide.

Keywords: pomace, Wine By-Products, *Vitis vinifera* L., Bioactive Compounds.

¹ Estudiante de Maestría en Biociencias, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, a222230153@unison.mx, ORCID:0000-0003-2151-437X.

² Químico Biólogo Clínico, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, claudia.molina@unison.mx, ORCID: 0000-0001-6568-6574

³ Doctor en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, maribel.ovando@unison.mx, ORCID: 0000-0002-3282-9636

⁴ Estudiante de Doctorado en Ciencias de los Materiales, Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, leonb@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8938-4447.



INTRODUCCIÓN

El vino se ha convertido en una de las bebidas más populares en los últimos años y esto se debe principalmente a la estrecha relación entre su consumo (con moderación) y sus múltiples beneficios a la salud, mismos que son otorgados por el alto contenido de compuestos bioactivos [1]. De acuerdo con la OIV (International Organisation of Vine and Wine) en los últimos años la producción de vino a nivel mundial se ha mantenido en alrededor de 26 millones de hectolitros anuales [2]. Esta alta demanda de producción tiene un impacto negativo a nivel ambiental, ya que la producción del vino genera una gran cantidad de residuos que no son aprovechados adecuadamente convirtiéndose en contaminantes ambientales [3]–[5]. Durante todo el proceso de elaboración del vino se generan diversas y grandes cantidades de residuos (Figura 1). Dentro de estos residuos el orujo representa el mayor residuo sólido, representando hasta un 30% del peso total de las uvas producidas en los viñedos [6]. Se estima que por cada 6 litros de vino elaborado se obtiene 1 kilo de orujo de uva [7].

El orujo de uva es resultado del prensado de uvas en la elaboración de vino blanco o tras la etapa de fermentación en el caso del vino tinto [6] y consta principalmente de la piel o cáscara, pulpa residual, semillas y tallos [5], [8], [9]. Aunque sea considerado como un residuo o desperdicio, usualmente el aprovechamiento que se le da a esta materia es como abono para los cultivos (de uva) o como alimento para animales [3], [10]. La idea de darle un valor agregado a este subproducto tiene ya más de 40 años [9]. En este sentido, su valorización está fuertemente unido a su uso como fuente potencial para la obtención de compuestos bioactivos (Figura 2), los cuales brindan múltiples beneficios a la salud humana, y por lo tanto cuentan con un gran potencial en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica. Además, se considera una estrategia para la reducción de la contaminación ambiental [4], [8], [11].

Por lo anterior, la presente revisión pretende dar a conocer información relevante que promueva la utilización del orujo de uva de la industria vinícola nacional como fuente de obtención de diversos compuestos bioactivos (biológicamente activos) para potenciales aplicaciones benéficas para el ser humano, así como de revalorizar esta materia para las industrias y contribuir al cuidado del medio ambiente.

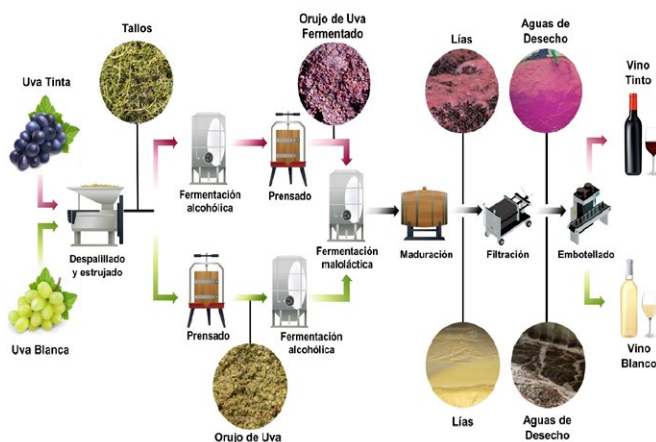


Figura 1. Proceso de elaboración del vino y principales subproductos generados en cada etapa.

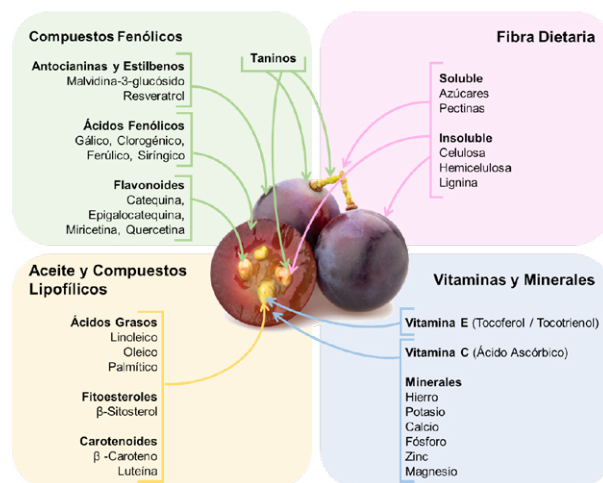


Figura 2. Distribución de los principales compuestos bioactivos en los componentes del orujo de uva (piel, semilla, pulpa y tallo).

Orujo como fuente de compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son unos de los metabolitos secundarios más comunes en las plantas. Estos compuestos juegan un rol importante en la interacción de





la planta con el medio ambiente u otras plantas, proveen protección contra los rayos ultravioleta (UV), patógenos y depredadores. Asimismo, son los responsables del amargor, color y sabor de algunas frutas y verduras [12]. Aunque no son considerados nutrientes, su ingesta por medio del consumo de vegetales se relaciona altamente con beneficios a la salud, como efectos antialérgicos, antiinflamatorios, antimicrobianos, antitrombóticos, anticancerígenos, cardioprotectores y sobre todo antioxidantes [13]. Estructuralmente, los compuestos fenólicos contienen un anillo aromático, con uno o más sustituyentes de grupos hidroxilo, y van desde moléculas sencillas hasta moléculas más complejas, por lo cual suelen ser clasificados en flavonoides y no flavonoides, cada uno con subdivisiones [14] (Figura 3). Con respecto al orujo de uva como fuente de compuestos fenólicos, se estima que alrededor de un 70% del contenido de compuestos fenólicos presentes en la uva permanecen en el orujo después del proceso de elaboración del vino [6]. Compuestos como el resveratrol (4.58 µg/g), ácido protocatecuico (18.1 µg/g), epigallocatequina (146 µg/g), miricetina-3-O-ramnósido (50.9 µg/g) y antocianinas (cianidina-3-glucósido (14.9 µg/g), malvidina-3-glucósido (954 µg/g), petunidina-3-glucósido (263 µg/g)) son ampliamente reportados en orujo de uva tinta. En el caso del orujo de uva blanca se destaca el gran contenido de ácidos fenólicos como vanílico (11.5 µg/g), gentísico (29.4 µg/g), siríngico (14 µg/g), ferúlico (5.76 µg/g), entre otros; además de catequinas (68.7 µg/g) [15] y otros flavonoides como rutina (2.63 µg/g), quercetina (6.69 µg/g), luteolina (3.50 µg/g), etc. [10], [16]. Otros compuestos incluyen, ácidos caftárico, clorogénico y coutárico, y flavonoides como kaempferol, astilbina y engelitina [11]. Las antocianinas podrían considerarse como los compuestos más abundantes en el orujo de uva tinta, ya que son las responsables del color rojo, presentándose principalmente en la piel [6], [8], [9]. Los compuestos flavonoides se encuentran presentes en todos los componentes del orujo de uva, sin embargo más de la mitad de la concentración

total se encuentra en las semillas [6], [9]. De manera contraria la mayor concentración de ácidos fenólicos se puede encontrar en la piel y la pulpa remanente del orujo [17]. Finalmente, el orujo también presenta una gran cantidad de compuestos fenólicos complejos denominados como proantocianidinas o taninos, de los cuales se ha observado que la complejidad (o tamaño) de estos compuestos es menor en la semilla [9]. Los taninos se caracterizan por dejar una sensación de amargor y sequedad en la boca, denominada astringencia [13].

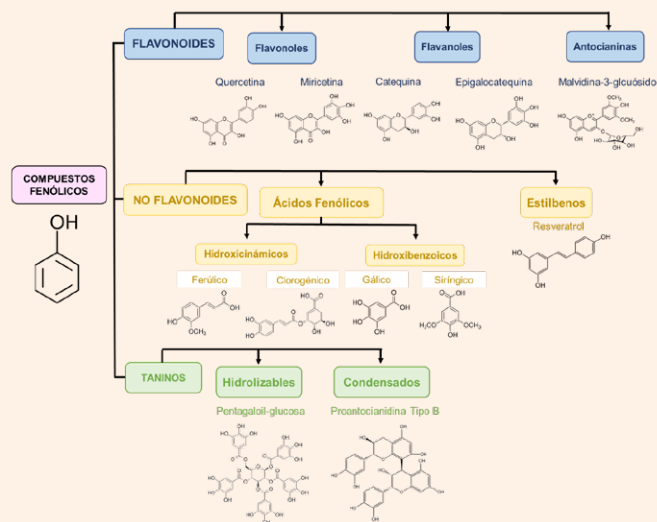


Figura 3. Clasificación y estructura de los principales compuestos fenólicos en el orujo de uva.

Es importante mencionar que la distribución de los compuestos fenólicos cambia entre las distintas variedades de uva y las condiciones de cultivo, algunas variedades presentarán mayor concentración de compuestos o presentarán compuestos específicos en comparación con otras variedades [18], [19]. Lo cual es importante considerar al momento de utilizar el orujo de uva como fuente de obtención de compuestos fenólicos.

Orujo como fuente de fibra dietaria

La fibra dietaria es aquella fracción de compuestos o moléculas complejas (Figura 4) (compuesta principalmente de carbohidratos) que no fueron digeridas o absorbidas durante el proceso digestivo, pasando al intestino grueso en donde actúa como fuente de alimento para la microbiota colónica (microorganismos presentes en el colon) [20]. Una vez metabolizada por la microbiota, la fibra dietaria se convierte en una gran cantidad de compuestos con alto potencial biológico, que se han relacionado con la prevención de enfermedades como la diabetes, obesidad, inmunodeficiencia, enfermedades inflamatorias, cáncer, etc. [21]. En este sentido el orujo de uva se considera una fuente de fibra dietaria y puede contener entre el 20 y 80%, conformada principalmente por pectina (37-54%), celulosa (27-37%), lignina (16.8-24.2%) y otros polisacáridos [7], [22]. En el orujo de uva, los polisacáridos de la pared celular como celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina representan

la fracción más larga [7], [23]. Se ha reportado a la pectina como el principal constituyente de la pared celular en orujo de uva, seguido de la celulosa, hemicelulosa y lignina. Por otro lado, en el raquis un mayor contenido de celulosa, y después pectina como segundo polisacárido. De acuerdo con los autores, tanto orujo de uva como el raquis no fueron diferentes en contenido de hemicelulosa [23]. Respecto a la semilla presente en el orujo de uva, se menciona que está constituida por celulosa y pectina [24], además que la semilla tiene mayor contenido de fibra dietaria que la piel [7]. Por otro lado, se ha mencionado que la piel de uva representa una fuente importante de hemicelulosa que forma complejos con lignina [25].



(grado de aprovechamiento por la microbiota colónica), funcionalidad (relacionada con el mejoramiento de síntomas como estreñimiento, colon irritable, pérdida de peso, disminución de lípidos en sangre, otros) y solubilidad [7], [20], [24], [26], [27]. Si nos enfocamos en la solubilidad de la fibra en agua, se clasifica en fibra dietaria soluble (pectina, inulina, gomas, mucilago) y fibra dietaria insoluble (celulosa, hemicelulosa, lignina, quitina, otros). La suma de ambas representa la fibra dietaria total [20].

Orujo como fuente de aceite y otros compuestos lipofílicos

Los aceites comestibles provenientes de las plantas suponen una de las principales fuentes energéticas en la dieta humana, de igual forma son aprovechados en otras industrias como la cosmética y farmacéutica. Estos aceites están compuestos principalmente por ácidos grasos, vitaminas liposolubles (A, D, E, K), compuestos antioxidantes y minerales [28]. En este sentido el orujo de uva (principalmente la semilla) es una excelente fuente para la obtención de aceite, que se ha relacionado con múltiples

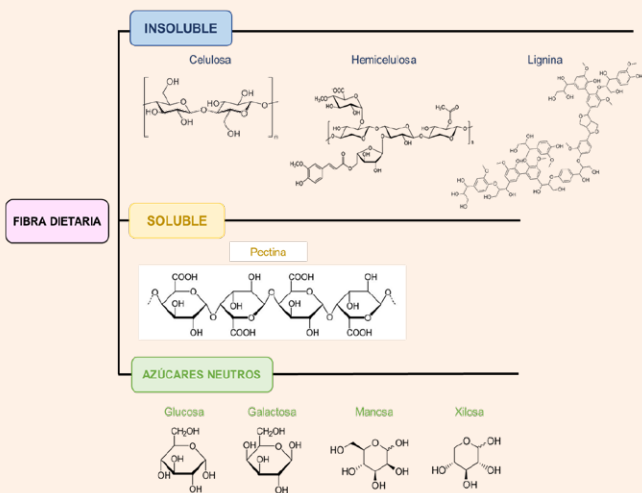


Figura 4. Clasificación y estructuras de la fibra dietaria en el orujo de uva.

Si a la fibra dietaria del orujo de uva se le realizará hidrólisis con diversas enzimas, se obtendrían azúcares como arabinosa, galactosa, ramnosa, glucosa, manosa, xilosa y ácido galacturónico [25]. El conocimiento del tipo de carbohidratos presentes en la fibra es importante para clasificarla de acuerdo con su grado de fermentación



beneficios a la salud como propiedades antiinflamatorias, cardioprotectivas, antimicrobianas y anticancerígenas [29]. La semilla de uva puede contener hasta 20% de aceite y se compone principalmente por ácidos grasos, vitamina E, fitoesteroles, carotenoides y compuestos fenólicos [29], [30]. Los ácidos grasos son moléculas orgánicas, que constan de una cadena lineal hidrocarbonada con una terminación ácida. Estos se clasifican saturados (no contienen dobles enlaces) monoinsaturados (un doble enlace) y poliinsaturados (dos o más dobles enlaces) [31] (Figura 5).

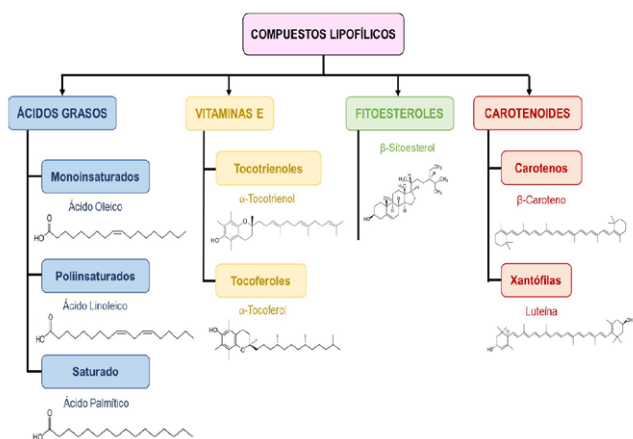


Figura 5. Clasificación y estructura de los principales compuestos lipofílicos en el orujo de uva.

El principal ácido graso presente en el aceite de orujo o semilla de uva es el ácido linoleico (60-80%), seguido del ácido oleico (15-20%) y ácido palmítico (5-10%); el resto de los ácidos grasos se relacionan con la variedad de la uva [9], [29], [30], [32]. La vitamina E es un potente antioxidante y es prácticamente el conjunto de dos grupos compuestos: tocoferoles (α , β , γ , Δ) y tocotrienoles (α , β , γ , Δ); estos se caracterizan por presentar un anillo cromanol y una cola lineal isoprenoide saturada e insaturada, respectivamente. Sin embargo, es el α -tocoferol el que se considera propiamente como vitamina E [33]. En este sentido, el α -tocoferol es el principal tocoferol presente en el aceite de semilla de uva (hasta 244 mg/kg) [8], [30]. En un consenso general, el contenido de tocotrienoles es mayor al contenido de tocoferoles alcanzando valores de 1575 mg/kg de aceite. Al igual que los compuestos fenólicos, los distintos componentes de la vitamina E, está influenciado por la variedad, tipo de cultivo y procesamiento de la uva [30], [34].

Otros componentes con gran presencia en el aceite de semilla de uva son los fitoesteroles; de los cuales el β -sitosterol es el más abundante (62-77%) [8], [30]. Los fitoesteroles están compuestos por una estructura tetracíclica con una cadena lateral, misma que tiene una estructura muy similar al colesterol (Figura 5), quizás el principal interés en estos compuestos es su uso para disminuir los niveles de colesterol en el ser humano [35]. En menor medida, se ha reportado la presencia de carotenoides en el aceite de semilla de orujo de

uva, como β -caroteno (0.15 $\mu\text{g/g}$) y luteína (0.21 $\mu\text{g/g}$) ([36]–[38]). Los carotenoides son de gran interés por sus propiedades antioxidantes, protectoras en padecimientos cardiovasculares, antidiabéticas, anticancerígenas, etc. Estos compuestos son los responsables de la coloración roja, amarilla y naranja de los vegetales, y estructuralmente constan de cadenas isoprenoides que pueden presentar anillos al final de la cadena [39] (Figura 5).

Orujo como fuente de vitaminas y minerales

Otro grupo importante de compuestos con un alto valor nutricional en los alimentos son las vitaminas y minerales. Ambos son conocidos como micronutrientes, y tienen beneficios a la salud como mantenimiento de tejidos, huesos, formación de dientes, regulación y coordinación de funciones en el cuerpo; así como funciones bioquímicas y fisiológicas. Además, de relacionarse con efectos anticancerígenos, antidiabéticos y contra enfermedades cardiovasculares [40], [41]. En el grupo de las vitaminas se encuentran las vitaminas solubles B y C, y las vitaminas insolubles A, D, E y K [40].

Como se mencionó anteriormente el orujo uva (aceite) es una fuente de vitamina E y A. Sin embargo, el orujo de uva también es una fuente importante de vitamina C (ácido ascórbico). Se han reportado concentraciones de entre 20-30 mg/100 g de orujo [42], [43]. Quizás las vitaminas E, A y C sean las vitaminas con más relevancia en el orujo de uva, sin embargo, la literatura también reporta la presencia de vitamina K, D y vitaminas del complejo B [34], [44].

Con respecto a los minerales, son elementos inorgánicos requeridos por el cuerpo humano como electrolitos y en procesos bioquímicos. Estos minerales se clasifican en macrominerales (altas concentraciones) (hierro, calcio, sodio, magnesio, fósforo y potasio), y en microminerales (bajas concentraciones) (zinc, manganeso, molibdeno, yodo, selenio, azufre, cloro, cobalto y cobre) [40]. En el caso del orujo se ha reportado la presencia en altas cantidades de hierro (21.54-54.68 mg/g), fósforo (15.61-31.57 mg/g), potasio (11.84-27.18 mg/g), zinc (12.64-22.51 mg/g), manganeso (7.56-13.56 mg/g), calcio (2.56-9.61 mg/g), magnesio (1.68-6.44 mg/g) y cobre (1.14-2.58 mg/g). El contenido de minerales varía según la variedad de uva [32], [34], [42].

Aplicaciones potenciales

El orujo de uva se ha establecido como una fuente potencial de compuestos bioactivos, con múltiples actividades biológicas benéficas para el ser humano, y por lo tanto con gran potencial en diversas industrias [8]. En la industria alimentaria, el orujo de uva y sus componentes son propuestos o utilizados para el desarrollo de alimentos fortificados [4], [45], [46]. Un alimento fortificado es un alimento al cual se le ha agregado un componente que mejora o brinda nuevas propiedades benéficas para el consumidor [47]. Debido a alto contenido de fibra dietaria y compuestos fenólicos, el orujo es usualmente utilizado en el desarrollo de pastas (espagueti, fettuccini, fideos) y productos de panadería fortificados (pan, galletas, muffins),



con aceptación considerable por consumidores [45], [48]. Los productos lácteos como la leche, el yogurt y los quesos también se han fortificado con orujo de uva, destacando los cambios en las propiedades organolépticas (color, sabor, textura), el incremento del valor nutricional, mejora en la inocuidad (debido a la eliminación de bacterias patógenas) y propiedades que favorecen la presencia de bacterias probióticas [45], [49]. En el caso de alimentos de procedentes de la industria cárnica terrestre y acuática, el orujo se ha utilizado para modificar las propiedades sensoriales (olor, color, textura, sabor) de algunos productos [50]. No obstante, su uso tiene mayor enfoque en la preservación de calidad e inocuidad de los productos, gracias a las propiedades antioxidantes y antimicrobianas de los compuestos presentes en el orujo [51]. Asimismo, se ha incrementado el interés de fortificar tanto bebidas alcohólicas (vino) como no alcohólicas, debido a la gran cantidad de compuestos antioxidantes y pigmentos en el orujo de uva [4].

En los últimos años la industria cosmética se ha enfocado en la utilización de compuestos naturales y es aquí donde los compuestos bioactivos (del orujo de uva tienen un gran potencial). Esto se debe a las propiedades de bloqueo de la luz ultravioleta, antioxidantes, antienvjecimiento, despigmentantes (aclaramientos), antiinflamatorias, cicatrizantes y antimicrobianas [52], [53]. Los estudios se enfocan principalmente en la adición de extractos a diversas clases de productos cosméticos como cremas, lociones, bloqueadores, sérums, pastas dentales etc., y la evaluación de sus efectos [54]. Incluso ya existen algunos de estos productos que confirman el uso de componentes presentes en el orujo de uva [8].

En la industria farmacéutica el orujo de uva tiene gran potencial para la elaboración de nuevos fármacos o suplementos con diversas propiedades biológicas [8], [11]. Además del potencial para desarrollo fármacos antioxidantes, podrían generarse fármacos que sean de apoyo en la reducción de los niveles de colesterol [55], antibacterianos [56], [57], antivirales [57], anticancerígenos [56], antiplaquetarios [19], cardioprotectores [58], antiinflamatorios [59], por mencionar algunos.

CONCLUSIÓN

El orujo de uva es fuente de compuestos bioactivos como compuestos fenólicos, fibra dietaria, ácidos grasos, tocoferoles, fitoesteroles, carotenoides, vitaminas y minerales que pueden ser aprovechados en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica. Por tal motivo, es de vital importancia continuar con investigaciones sobre la composición y obtención de los compuestos bioactivos del orujo de uva y generar estrategias adecuadas y sustentables que permitan su aprovechamiento al máximo sin tener un impacto negativo al medio ambiente, generando así un sistema de economía circular en industria vitivinícola.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. Snopek et al., "Contribution of Red Wine Consumption to Human Health Protection," *Mol.* 2018, Vol. 23, Page 1684, vol. 23, no. 7, p. 1684, Jul. 2018, doi: 10.3390/MOLECULES23071684.
- [2] "World Statistics | OIV," 2022. https://www.oiv.int/what-we-do/global-report?oivogle.com/search?q=%5B2%5D+https%3A%2F%2Fwww.oiv.int%2Fwhat-we-do%2Fglobal-report%3Foiv&rlz=1C1VDKB_esMX1011MX1011&oq=%5B2%5D%09https%3A%2F%2Fwww.oiv.int%2Fwhat-we-do%2Fglobal-report%3Foiv&aqs=chrome.0.69i59. (accessed Dec. 02, 2022).
- [3] M. Gómez-Brandón, M. Lores, H. Insam, and J. Domínguez, "Strategies for recycling and valorization of grape marc," <https://doi.org/10.1080/07388551.2018.1555514>, vol. 39, no. 4, pp. 437–450, May 2019, doi: 10.1080/07388551.2018.1555514.
- [4] R. Ferrer-Gallego and P. Silva, "The Wine Industry By-Products: Applications for Food Industry and Health Benefits," *Antioxidants* 2022, Vol. 11, Page 2025, vol. 11, no. 10, p. 2025, Oct. 2022, doi: 10.3390/ANTIOX11102025.
- [5] S. Maicas and J. J. Mateo, "Sustainability of Wine Production," *Sustain.* 2020, Vol. 12, Page 559, vol. 12, no. 2, p. 559, Jan. 2020, doi: 10.3390/SU12020559.
- [6] K. I. B. Moro, A. B. B. Bender, L. P. da Silva, and N. G. Penna, "Green Extraction Methods and Microencapsulation Technologies of Phenolic Compounds From Grape Pomace: A Review," *Food Bioprocess Technol.* 2021 148, vol. 14, no. 8, pp. 1407–1431, May 2021, doi: 10.1007/S11947-021-02665-4.
- [7] M. Spinei and M. Oroian, "The Potential of Grape Pomace Varieties as a Dietary Source of Pectic Substances," *Foods* 2021, Vol. 10, Page 867, vol. 10, no. 4, p. 867, Apr. 2021, doi: 10.3390/FOODS10040867.
- [8] C. Beres et al., "Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review," *Waste Manag.*, vol. 68, pp. 581–594, Oct. 2017, doi: 10.1016/J.WASMAN.2017.07.017.
- [9] M. Bordiga, F. Travaglia, and M. Locatelli, "Valorisation of grape pomace: an approach that is increasingly reaching its maturity – a review," *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 54, no. 4, pp. 933–942, Apr. 2019, doi: 10.1111/IJFS.14118.
- [10] I. C. Bocsan et al., "Antioxidant and Anti-Inflammatory Actions of Polyphenols from Red and White Grape Pomace in Ischemic Heart Diseases," *Biomed.* 2022, Vol. 10, Page 2337, vol. 10, no. 10, p. 2337, Sep. 2022, doi: 10.3390/BIOMEDICINES10102337.
- [11] J. N. Averilla, J. Oh, H. J. Kim, J. S. Kim, and J. S. Kim, "Potential health benefits of phenolic compounds in grape processing by-products," *Food Sci. Biotechnol.*, vol. 28, no. 6, pp. 1607–1615, Dec. 2019, doi: 10.1007/S10068-019-00628-2/FIGURES/2.
- [12] O. R. Alara, N. H. Abdurahman, and C. I. Ukaegbu, "Extraction

- of phenolic compounds: A review," *Curr. Res. Food Sci.*, vol. 4, pp. 200–214, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.CRFS.2021.03.011.
- [13] B. R. Albuquerque, S. A. 8. Heleno, M. B. P. P. Oliveira, L. Barros, and I. C. F. R. Ferreira, "Phenolic compounds: current industrial applications, limitations and future challenges," *Food Funct.*, vol. 12, no. 1, pp. 14–29, Jan. 2021, doi: 10.1039/D0FO02324H.
- [14] A. Durazzo et al., "Polyphenols: A concise overview on the chemistry, occurrence, and human health," *Phyther. Res.*, vol. 33, no. 9, pp. 2221–2243, Sep. 2019, doi: 10.1002/PTR.6419.
- [15] G. Gerardi, M. Cavia-Saiz, M. D. Rivero-Pérez, M. L. González-Sanjósé, and P. Muñiz, "The dose response effect on polyphenol bioavailability after intake of white and red wine pomace products by Wistar rats," *Food Funct.*, vol. 11, no. 2, pp. 1661–1671, Feb. 2020, doi: 10.1039/C9FO01743G.
- [16] M. L. Moldovan et al., "A Design of Experiments Strategy to Enhance the Recovery of Polyphenolic Compounds from *Vitis vinifera* By-Products through Heat Reflux Extraction," *Biomol.* 2019, Vol. 9, Page 529, vol. 9, no. 10, p. 529, Sep. 2019, doi: 10.3390/BIOM9100529.
- [17] F. Cosme, T. Pinto, and A. Vilela, "Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Grape Juices: A Chemical and Sensory View," *Beverages* 2018, Vol. 4, Page 22, vol. 4, no. 1, p. 22, Mar. 2018, doi: 10.3390/BEVERAGES4010022.
- [18] A. Fontana et al., "Phenolics profiling of pomace extracts from different grape varieties cultivated in Argentina," *RSC Adv.*, vol. 7, no. 47, pp. 29446–29457, Jun. 2017, doi: 10.1039/C7RA04681B.
- [19] A. Muñoz-Bernal et al., "Phytochemical Characterization and Antiplatelet Activity of Mexican Red Wines and Their By-products," *South African J. Enol. Vitic.*, vol. 42, no. 1, pp. 77–90, 2021, doi: 10.21548/42-1-4450.
- [20] E. S. V. Rezende, G. C. Lima, and M. M. V. Naves, "Dietary fibers as beneficial microbiota modulators: A proposal classification by prebiotic categories," *Nutrition*, vol. 89, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.NUT.2021.111217.
- [21] J. Cui et al., "Dietary Fibers from Fruits and Vegetables and Their Health Benefits via Modulation of Gut Microbiota," *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, vol. 18, no. 5, pp. 1514–1532, Sep. 2019, doi: 10.1111/1541-4337.12489.
- [22] A. K. Chakka and A. S. Babu, "Bioactive Compounds of Winery by-products: Extraction Techniques and their Potential Health Benefits," *Appl. Food Res.*, vol. 2, no. 1, p. 100058, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.AFRES.2022.100058.
- [23] M. R. González-Centeno, C. Rosselló, S. Simal, M. C. Garau, F. López, and A. Femenia, "Physico-chemical properties of cell wall materials obtained from ten grape varieties and their byproducts: grape pomaces and stems," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 43, no. 10, pp. 1580–1586, Dec. 2010, doi: 10.1016/J.LWT.2010.06.024.
- [24] P. Chowdhary, A. Gupta, E. Gnansounou, A. Pandey, and P. Chaturvedi, "Current trends and possibilities for exploitation of Grape pomace as a potential source for value addition," *Environ. Pollut.*, vol. 278, p. 116796, Jun. 2021, doi: 10.1016/J.ENVPOL.2021.116796.
- [25] T. Ilyas, P. Chowdhary, D. Chaurasia, E. Gnansounou, A. Pandey, and P. Chaturvedi, "Sustainable green processing of grape pomace for the production of value-added products: An overview," *Environ. Technol. Innov.*, vol. 23, p. 101592, Aug. 2021, doi: 10.1016/J.ETI.2021.101592.
- [26] B. V. McCleary et al., "Total Dietary Fiber (CODEX Definition) in Foods and Food Ingredients by a Rapid Enzymatic-Gravimetric Method and Liquid Chromatography: Collaborative Study, First Action 2017.16," *J. AOAC Int.*, vol. 102, no. 1, pp. 196–207, Jan. 2019, doi: 10.5740/JAOACINT.18-0180.
- [27] M. Troilo, G. Difonzo, V. M. Paradiso, C. Summo, and F. Caponio, "Bioactive Compounds from Vine Shoots, Grape Stalks, and Wine Lees: Their Potential Use in Agro-Food Chains," *Foods* 2021, Vol. 10, Page 342, vol. 10, no. 2, p. 342, Feb. 2021, doi: 10.3390/FOODS10020342.
- [28] Y. Zhou, W. Zhao, Y. Lai, B. Zhang, and D. Zhang, "Edible Plant Oil: Global Status, Health Issues, and Perspectives," *Front. Plant Sci.*, vol. 11, p. 1315, Aug. 2020, doi: 10.3389/FPLS.2020.01315/BIBTEX.
- [29] J. Garavaglia, M. M. Markoski, A. Oliveira, and A. Marcadenti, "The Potential of Grape Pomace Varieties as a Dietary Source of Pectic Substances," *Foods* 2021, Vol. 10, Page 867, vol. 10, no. 4, p. 867, Apr. 2021, doi: 10.3390/FOODS10040867.
- [30] M. E. Martin, E. Grao-Cruces, M. C. Millan-Linares, and S. Montserrat-De la Paz, "Grape (*Vitis vinifera* L.) Seed Oil: A Functional Food from the Winemaking Industry," *Foods* 2020, Vol. 9, Page 1360, vol. 9, no. 10, p. 1360, Sep. 2020, doi: 10.3390/FOODS9101360.
- [31] J. Chen and H. Liu, "Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review," *Int. J. Mol. Sci.* 2020, Vol. 21, Page 5695, vol. 21, no. 16, p. 5695, Aug. 2020, doi: 10.3390/IJMS21165695.
- [32] I. A. Mohamed Ahmed et al., "Chemical composition, bioactive compounds, mineral contents, and fatty acid composition of pomace powder of different grape varieties," *J. Food Process. Preserv.*, vol. 44, no. 7, p. e14539, Jul. 2020, doi: 10.1111/JFPP.14539.
- [33] G. Y. Lee and S. N. Han, "The Role of Vitamin E in Immunity," *Nutr.* 2018, Vol. 10, Page 1614, vol. 10, no. 11, p. 1614, Nov. 2018, doi: 10.3390/NU10111614.





[34]C. Yang et al., "Processing technologies, phytochemical constituents, and biological activities of grape seed oil (GSO): A review," *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 116, pp. 1074–1083, Oct. 2021, doi: 10.1016/J.TIFS.2021.09.011.

[35]R. A. Moreau et al., "Phytosterols and their derivatives: Structural diversity, distribution, metabolism, analysis, and health-promoting uses," *Prog. Lipid Res.*, vol. 70, pp. 35–61, Apr. 2018, doi: 10.1016/J.PLIPRES.2018.04.001.

[36]H. Lutterodt, M. Slavin, M. Whent, E. Turner, and L. Yu, "Fatty acid composition, oxidative stability, antioxidant and antiproliferative properties of selected cold-pressed grape seed oils and flours," *Food Chem.*, vol. 128, no. 2, pp. 391–399, Sep. 2011, doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2011.03.040.

[37]M. Durante et al., "Seeds of pomegranate, tomato and grapes: An underestimated source of natural bioactive molecules and antioxidants from agri-food by-products," *J. Food Compos. Anal.*, vol. 63, pp. 65–72, Oct. 2017, doi: 10.1016/J.JFCA.2017.07.026.

[38]F. B. Shinagawa, F. C. de Santana, E. Araujo, E. Purgatto, and J. Mancini-Filho, "Chemical composition of cold pressed Brazilian grape seed oil," *Food Sci. Technol.*, vol. 38, no. 1, pp. 164–171, Oct. 2017, doi: 10.1590/1678-457X.08317.

[39]L. I. Elvira-Torales, J. García-Alonso, and M. J. Periago-Castón, "Nutritional Importance of Carotenoids and Their Effect on Liver Health: A Review," *Antioxidants* 2019, Vol. 8, Page 229, vol. 8, no. 7, p. 229, Jul. 2019, doi: 10.3390/ANTIOX8070229.

[40]A. G. Godswill, I. V. Somtochukwu, A. O. Ikechukwu, and E. C. Kate, "Health Benefits of Micronutrients (Vitamins and Minerals) and their Associated Deficiency Diseases: A Systematic Review," *Int. J. Food Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–32, Jan. 2020, doi: 10.47604/IJF.1024.

[41]F. F. Zhang, S. I. Barr, H. McNulty, D. Li, and J. B. Blumberg, "Health effects of vitamin and mineral supplements," *BMJ*, vol. 369, Jun. 2020, doi: 10.1136/BMJ.M2511.

[42]E. C. Sousa et al., "Chemical composition and bioactive compounds of grape pomace (*Vitis vinifera* L.), Benitaka variety, grown in the semiarid region of Northeast Brazil," *Food Sci. Technol.*, vol. 34, no. 1, pp. 135–142, 2014, doi: 10.1590/S0101-20612014000100020.

[43]A. Nayak, B. Bhushan, A. Rosales, L. R. Turienzo, and J. L. Cortina, "Valorisation potential of Cabernet grape pomace for the recovery of polyphenols: Process intensification, optimisation and study of kinetics," *Food Bioprod. Process.*, vol. 109, pp. 74–85, May 2018, doi: 10.1016/J.FBP.2018.03.004.

[44]A. Tikhonova, N. Ageeva, and E. Globa, "Grape pomace as a promising source of biologically valuable components," *BIO Web Conf.*, vol. 34, p. 06002, 2021, doi: 10.1051/BIOCONF/20213406002.

[45]B. Antonić, S. Jančiková, D. Dordević, and B. Tremlová, "Grape Pomace Valorization: A Systematic Review and Meta-Analysis," *Foods* 2020, Vol. 9, Page 1627, vol. 9, no. 11, p. 1627, Nov. 2020, doi: 10.3390/FOODS9111627.

[46]K. Sridhar and A. L. Charles, "Fortification using grape extract polyphenols – a review on functional food regulations," *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 56, no. 8, pp. 3742–3751, Aug. 2021, doi: 10.1111/IJFS.15001.

[47]M. Cruzado and J. C. Cedrón, "Nutracéuticos, alimentos funcionales y su producción," *Rev. Química*, vol. 26, no. 1–2, pp. 33–36, Aug. 2012, Accessed: Dec. 05, 2022. [Online]. Available: <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/7307>

[48]J. M. Boff, V. J. Strasburg, G. T. Ferrari, H. de O. Schmidt, V. Manfroi, and V. R. de Oliveira, "Chemical, Technological, and Sensory Quality of Pasta and Bakery Products Made with the Addition of Grape Pomace Flour," *Foods* 2022, Vol. 11, Page 3812, vol. 11, no. 23, p. 3812, Nov. 2022, doi: 10.3390/FOODS11233812.

[49]P. Kandyliis, D. Dimitrellou, and T. Moschakis, "Recent applications of grapes and their derivatives in dairy products," *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 114, pp. 696–711, Aug. 2021, doi: 10.1016/J.TIFS.2021.05.029.

[50]F. Mainente, A. Menin, A. Alberton, G. Zoccatelli, and C. Rizzi, "Evaluation of the sensory and physical properties of meat and fish derivatives containing grape pomace powders," *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 54, no. 4, pp. 952–958, Apr. 2019, doi: 10.1111/IJFS.13850.

[51]M. E. dos S. Silva, C. V. B. Grisi, S. P. da Silva, M. S. Madruga, and F. A. P. da Silva, "The technological potential of agro-industrial residue from grape pulping (*Vitis* spp.) for application in meat products: A review," *Food Biosci.*, vol. 49, p. 101877, Oct. 2022, doi: 10.1016/J.FBIO.2022.101877.

[52]M. L. Soto, E. Falqué, and H. Domínguez, "Relevance of Natural Phenolics from Grape and Derivative Products in the Formulation of Cosmetics," *Cosmet.* 2015, Vol. 2, Pages 259–276, vol. 2, no. 3, pp. 259–276, Aug. 2015, doi: 10.3390/COSMETICS2030259.

[53]M. A. Nunes, F. Rodrigues, and M. B. P. Oliveira, "Grape Processing By-Products as Active Ingredients for Cosmetic Proposes," *Handb. Grape Process. By-Products Sustain. Solut.*, pp. 267–292, Jan. 2017, doi: 10.1016/B978-0-12-809870-7.00011-9.

[54]I. Hoss et al., "Valorization of Wine-Making By-Products' Extracts in Cosmetics," *Cosmet.* 2021, Vol. 8, Page 109, vol. 8, no. 4, p. 109, Nov. 2021, doi: 10.3390/COSMETICS8040109.

[55]M. Ferri et al., "Recovery of polyphenols from red grape pomace and assessment of their antioxidant and anti-cholesterol activities," *N. Biotechnol.*, vol. 33, no. 3, pp. 338–344, May 2016, doi: 10.1016/J.NBT.2015.12.004.

[56]C. M. Peixoto et al., "Grape pomace as a source of phenolic compounds and diverse bioactive properties," *Food Chem.*, vol. 253, pp. 132–138, Jul. 2018, doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2018.01.163.

[57]A. A. Gaafar, M. S. Asker, A. M.a., and Z. A. Salama, "The effectiveness of the functional components of grape (*Vitis vinifera*) pomace as antioxidant, antimicrobial, and antiviral agents," *Jordan J. Biol. Sci.*, vol. 12, no. 5, pp. 625–635, 2019.

[58]R. M. Pop, A. Popolo, A. P. Trifa, and L. A. Stanciu, "Phytochemicals in Cardiovascular and Respiratory Diseases: Evidence in Oxidative Stress and Inflammation," *Oxid. Med. Cell. Longev.*, vol. 2018, 2018, doi: 10.1155/2018/1603872.

[59]C. Denny et al., "Bioprospection of Petit Verdot grape pomace as a source of anti-inflammatory compounds," *J. Funct. Foods*, vol. 8, no. 1, pp. 292–300, May 2014, doi: 10.1016/J.JFF.2014.03.016.

Cómo citar este artículo:

López-Astorga, M., Molina Domínguez, C. C., Ovando Martínez, M., & Leon-Bejarano, M. (2022). Orujo de Uva: Más que un Residuo, una Fuente de Compuestos Bioactivos. *EPISTEMUS*, 16(33).

<https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.283>