

Transformando subproductos agroindustriales en materiales innovadores: el caso de la industria vitivinícola

LINNETH ALEJANDRA PAREDES ZITÁCUARO¹, ERIC LEONARDO HUERTA MANZANILLA²,
ALDO AMARO REYES³, MAGDALENA MENDOZA SÁNCHEZ*⁴

RESUMEN

La problemática de la contaminación por plástico se destaca por ser uno de los desafíos más apremiantes que la sociedad debe afrontar. En respuesta a esta preocupación, se han implementado soluciones innovadoras mediante el aprovechamiento de subproductos agroindustriales para desarrollar materiales que, aunque similares en propiedades a los plásticos convencionales, podrían ofrecer beneficios ambientales significativos. Este artículo de divulgación examina el estado actual de los subproductos generados por la industria vitivinícola y propone su valorización como una estrategia necesaria para crear un material biodegradable de valor agregado, con el fin de promover la bioeconomía circular y reducir significativamente la dependencia del plástico convencional, contribuyendo así a la mitigación del impacto ambiental.

Palabras clave: materiales, subproductos, valorización, industria vitivinícola

¹ Estudiante de Maestría, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México, linneth.paredes@uaq.mx, ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-5557-6815>

² Doctorado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México, eric.huerta@uaq.mx, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2788-1990>

³ Doctorado, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México, aldo.amaro@uaq.edu.mx, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6520-5742>

⁴ Doctorado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México, mendozasan.mag@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0596-4947>

Autor de Correspondencia: Magdalena Mendoza-Sánchez, mendozasan.mag@gmail.com

Recibido: 21 / 09 / 2024

Aceptado: 18 / 03 / 2025

Publicado: 04 / 05 / 2025

Cómo citar este artículo:

Paredes Zitácuaro, L. A., Huerta Manzanilla, E. L., Amaro Reyes, A., & Mendoza Sánchez, M. (2025). Transformando subproductos agroindustriales en materiales innovadores: el caso de la industria vitivinícola. *EPISTEMUS*, 19(38), e3808402. <https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.402>

Transforming Agro-Industrial Byproducts into Innovative Materials: The Case of the Wine Industry

ABSTRACT

The problem of plastic pollution stands out as one of the most pressing challenges that society must face. In response to this concern, innovative solutions have been implemented by using agro-industrial byproducts to create materials that, while similar in properties to conventional plastics, could offer significant environmental benefits. This article examines the current state of by-products generated by the wine industry and proposes their valorization as a necessary strategy to create value-added biodegradable materials, with the aim of promoting the circular bioeconomy and significantly reducing dependence on conventional plastic, thus contributing to the mitigation of environmental impact.

Key words: materials, by-products, valorization, wine industry



INTRODUCCIÓN

La contaminación por plástico es un sello distintivo de la sociedad moderna y representa uno de los desafíos más apremiantes que deben afrontarse en la actualidad. Investigadores han detectado plásticos en el fondo del mar, en la cumbre del monte Everest, en la nieve del Ártico, e incluso dentro del cuerpo humano [1]. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) informó que la producción mundial de plástico alcanzó los 460 millones de toneladas en 2019 [2].

Este material se aprovecha en una amplia gama de sectores que abarcan desde la electrónica y el embalaje, hasta la construcción y la aviación [3]. Su uso generalizado se debe a su bajo costo, facilidad de procesamiento, versatilidad en fabricación y sus propiedades fisicoquímicas deseables [4]. No obstante, esta creciente demanda ha resultado en una generación masiva de residuos plásticos a nivel mundial, tan solo en 2019 se produjeron 353 millones de toneladas de residuos [2]. Los productos plásticos suelen terminar en vertederos o abandonados en el ambiente [5], donde permanecen durante largos períodos de tiempo debido a su dificultad para biodegradarse.

La tasa de degradación de los plásticos puede variar entre 100 y 1000 años [6]; por ejemplo, los cubiertos desechables tardan 400 años en degradarse [7], las botellas 450 años y el hilo de pesca hasta 600 años [8]. Esto contribuye significativamente a los desafíos ambientales globales, como el impacto sobre el cambio climático y la presencia de microplásticos en el medio ambiente [9]. Por lo anterior, la búsqueda de alternativas viables a los plásticos convencionales está cobrando importancia. Los bioplásticos son materiales biodegradables y/o derivados de fuentes renovables [10] que están ganando protagonismo como una alternativa prometedora debido a su potencial para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar los impactos ambientales.

SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

Los residuos agroindustriales vegetales, también conocidos como subproductos, son los desechos que se generan durante la producción de alimentos y bebidas. Los subproductos pueden incluir cáscaras, semillas, hojas, tallos, aceites, pulpas, entre otros [3]. La producción de



este tipo de residuo es muy variable, por lo que es difícil obtener datos precisos de su generación a escala global [11].

Por su parte, México se sitúa en el décimo lugar a nivel mundial en la producción de alimentos y se caracteriza por generar una gran cantidad de residuos [12]. Por ejemplo, la industria aguacatera genera aproximadamente 460 000 toneladas de semillas de aguacate como subproducto [13]. Por otro lado, en la industria azucarera, el principal subproducto es el bagazo de caña, con una producción estimada de 9 millones de toneladas en todo el país [14].

Los subproductos a menudo se desechan en vertederos o se incineran para evitar infestaciones microbianas, sin embargo, estas prácticas no están exentas de consecuencias negativas, ya que generan emisiones de gases de efecto invernadero y liberan contaminantes tóxicos [15]. Esta gestión inadecuada afecta al sector social, económico y ambiental. Los subproductos tienen el potencial de ser reutilizados para disminuir la contaminación y contribuir a la producción de materiales de alto valor añadido.

Actualmente, en diversas investigaciones se están desarrollando bioplásticos a partir de subproductos de la industria agroalimentaria. Estos materiales poseen características valiosas como ser renovables, biodegradables, no tóxicos y sostenibles. La Tabla 1 detalla diversos subproductos que han sido utilizados en la producción de nuevos materiales, incluye los componentes y la metodología empleada, la escala de producción (laboratorial o comercial), los productos resultantes y los resultados obtenidos.

Tabla 1. Aplicación de subproductos agroindustriales en el desarrollo de materiales innovadores

Sub-producto	Material	Componentes	Metodología	Escala	Aplicación	Resultado	Referencia
Semilla de aguacate	Bio-compuesto	Semilla de aguacate y compuestos sintéticos.	NA	Comercial	Cubiertos desechables	Presentan fuerza y estabilidad. Excelentes para alimentos fríos y calientes.	[16]



Cáscara de elote	Papel y cartón	Cáscara de elote, agua destilada y NaOH.	Preparación del subproducto, preparación de solución, colocación en molde, secado y remoción del molde.	Laboratorio	Empaque para hamburguesas	Buena flexibilidad, no se rompe ni se modifica estructuralmente.	[17]
Bagazo de caña	Biopolímero	Lignina extraída del bagazo de caña, goma xantana y agua destilada.	Extracción del polisacárido, preparación de solución, inmersión de muestras, secado y almacenamiento.	Laboratorio	Capa de recubrimiento para frutas	La capa mostró mayor capacidad antimicrobiana que una capa comercial.	[18]
Tallo del plátano	Bioplástico	Almidón de yuca, glicerol y fibra extraída del tallo de plátano.	Preparación del subproducto, preparación de mezcla, moldeado por compresión y enfriamiento.	Laboratorio	Macetas	Forma y homogeneidad adecuada.	[19]
Semilla de níspero	Bioplástico	Almidón de níspero, sorbitol y agua destilada.	Preparación del subproducto, preparación de solución, colocación en molde, secado y remoción del molde.	Laboratorio	Empaque activo	El empaque prolongó el período de almacenamiento de las fresas.	[20]
No aplica (NA)							



Existen diversas investigaciones sobre el desarrollo de materiales que ofrecen alternativas a los plásticos convencionales, lo cual, abre un campo interesante en el ámbito de la economía circular. Este enfoque tiene el potencial de optimizar el uso de recursos, promover la reutilización de residuos y disminuir el impacto ambiental de la industria agroalimentaria. Es por ello que resulta crucial identificar los residuos más comunes a nivel nacional para generar oportunidades de valorización y fomentar la soberanía nacional.

La investigación sobre la producción de bioplásticos a base de orujo de uva aún es escasa. Este vacío en el conocimiento presenta una oportunidad significativa para explorar y desarrollar nuevas aplicaciones de este subproducto, lo que podría contribuir tanto a la sostenibilidad ambiental como a la economía.

Bioeconomía circular

El modelo de la economía lineal se basa en la extracción de materias primas, su procesamiento, consumo y posterior desecho como residuo [21]. Por otro lado, la economía circular es un enfoque orientado a minimizar el desperdicio y maximizar el uso de recursos. Este modelo se centra en la recuperación y valorización de los residuos, permitiendo que los materiales sean reutilizados y reincorporados en la cadena de suministro [22]. La bioeconomía es un enfoque que busca aprovechar los recursos biológicos, incluidos los subproductos agroindustriales, para desarrollar productos de valor añadido de manera sostenible [23]. La unión de los conceptos de economía circular y bioeconomía da lugar al término *bioeconomía circular*, un modelo sostenible en términos económicos, sociales y ambientales [24], donde el término *desecho* se reemplaza por *subproducto* para maximizar su potencial de valorización [21]. La Figura 1 propone cómo se podría implementar la bioeconomía circular en la industria vitivinícola.



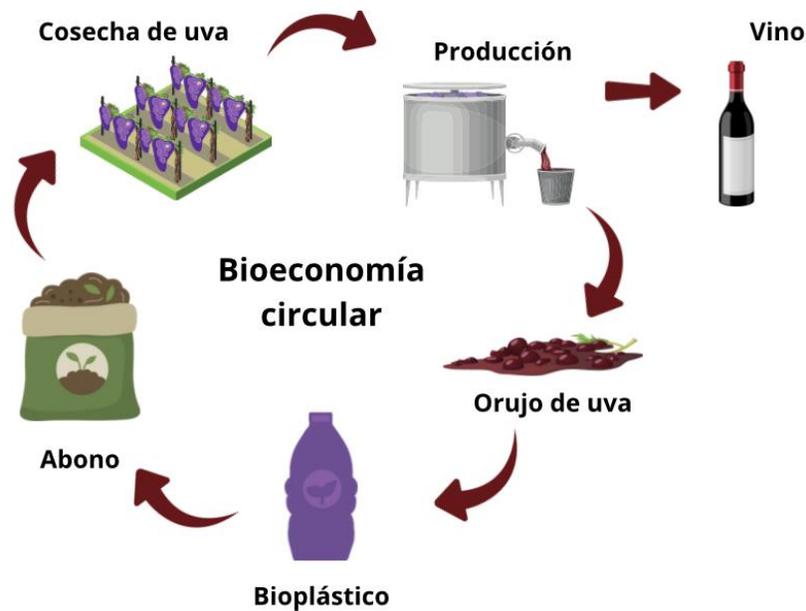


Figura 1. Ciclo de la bioeconomía circular en la industria vitivinícola.

En una cadena de valor circular, la gestión efectiva de los subproductos se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Al priorizar la valorización de los subproductos, se fomenta la producción y el consumo responsable (ODS 12). Al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la incineración de los subproductos, se contribuye a la acción frente al cambio climático (ODS 13). Por último, se protegen los ecosistemas terrestres (ODS 15), al prevenir la contaminación microbiana del suelo provocada por sustancias derivadas de los residuos [25]. La Tabla 2 presenta ejemplos claros de cómo los subproductos de la agroindustria han sido reutilizados en diversas aplicaciones. Se incluye una columna que muestra el producto inicial, el subproducto resultante, el uso que se le da al subproducto al convertirlo en un nuevo producto y los impactos positivos que este aprovechamiento genera tanto en el medio ambiente como en la economía.

Tabla 2. Subproductos y la bioeconomía circular

Producto inicial	Subproducto	Nuevo producto	Impacto ambiental positivo	Beneficios económicos	Referencia
Jugo de piña	Corona de la piña	Bio-combustible	Reducción de gases de efecto invernadero.	Reducción de costos de energéticos.	[26]
Concentrado de toronja	Cascara de toronja	Película de empaque	Reducción de plásticos convencionales.	Ahorro en materias primas.	[27]
Chocolate	Cáscara de cacao	Abono	Mejora de la calidad del suelo.	Ahorro en fertilizantes.	[28]
Azúcar	Bagazo de caña	Papel	Reducción de emisiones de CO ₂ .	Creación de empleo.	[29]
Vino	Orujo de uva	Antioxidante	Producción de productos con valor agregado.	Diversificación de productos.	[30]

Los subproductos de la industria agroalimentaria tienen un alto valor como materia prima debido a sus componentes bioactivos como pigmentos, vitaminas, fibras y compuestos fenólicos [31]. Estos elementos aportan propiedades antioxidantes, antimicrobianas e insecticidas a los nuevos productos [32]. Su reutilización contribuye a reducir el desperdicio, permite generar ingresos adicionales y promueve la sostenibilidad en diversas industrias. Este enfoque no solo beneficia al medio ambiente, sino también impulsa la economía circular al crear oportunidades de negocio en sectores emergentes.



INDUSTRIA VITIVINÍCOLA

La uva (*Vitis*) es una fruta muy valorada por su versatilidad y sabor distintivo. Ocupa un lugar importante en los mercados globales, ya que puede consumirse fresca o deshidratada, y también es empleada en la elaboración de vinagres, jugos y vinos [33]. Aproximadamente el 80 % de la cosecha de uva se destina a la industria vitivinícola [34], lo que hace del vino el producto más conocido a nivel mundial y el que acapara el mayor porcentaje en la producción de bebidas [35]. En el año 2021 se cosecharon más de 74 millones de toneladas de uva, de las cuales, se produjeron 262 millones de hectolitros de vino [36]. Italia se posicionó como el mayor productor de vino con una producción estimada de 50.2 millones de hectolitros. Francia ocupó el segundo lugar con 37.3 millones de hectolitros y España se situó en el tercer lugar con 35 millones de hectolitros [37]. En ese mismo año, México contó con una producción de 75 mil toneladas de uva, Zacatecas y Baja California fueron los principales estados productores con 28 000 y 24 000 toneladas, respectivamente. Querétaro ocupó el sexto lugar con alrededor de 3 000 toneladas de uva destinadas a la elaboración de vino. La industria vitivinícola en México es la segunda mayor fuente de empleo en el sector agrícola, proporciona trabajo a 500 000 campesinos [38].

Orujo de uva

La producción masiva de vino genera varios subproductos, el orujo de uva es uno de los mayoritarios. El orujo comprende del 20 al 35 % del peso de las uvas y está constituido principalmente de cáscara, raspón, semillas y otros sólidos generados tras el prensado [39], tal como se muestra en la Figura 2. Se proyecta que por cada 100 kg de uva procesada se obtienen cerca de 25 kg de orujo [38]. La industria vitivinícola produce alrededor de 13 millones de toneladas de orujo de uva a nivel mundial; Italia, Francia y España son los principales productores [37].



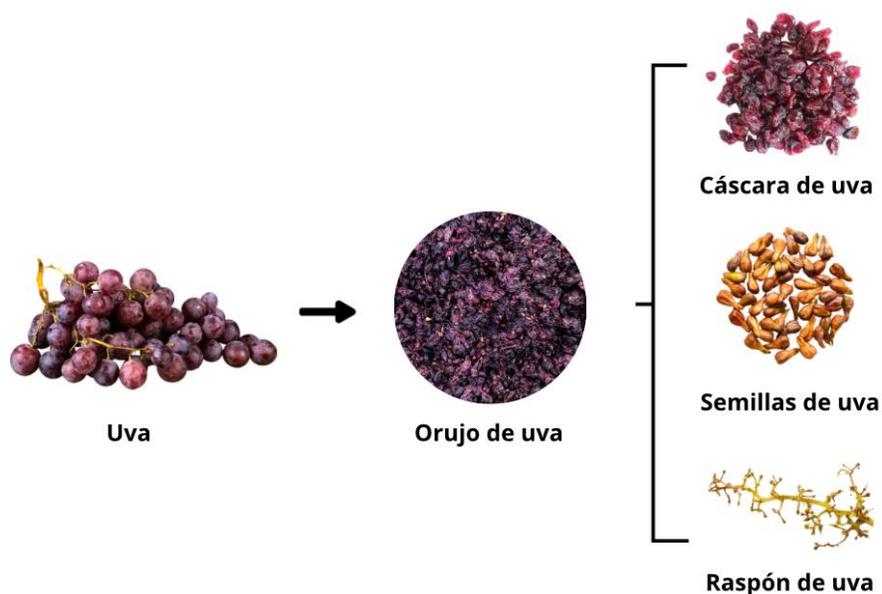


Figura 2. Componentes del orujo de uva. Modificado de [39].

La gestión de este subproducto representa un gran desafío, ya que, su disposición en vertederos provoca efectos perjudiciales en el medio ambiente, como la contaminación del suelo y agua subterránea, la propagación de plagas en las plantas y contaminación microbiana [15]. El aprovechamiento del orujo ha sido limitado a pesar de ser un subproducto rico en compuestos bioactivos. El orujo de uva contiene principalmente polisacáridos, compuestos fenólicos, ácidos grasos, vitaminas y minerales [31], tal como se muestra en la Figura 3.

Los polisacáridos como la celulosa, pectina y lignina son valiosos por su capacidad gelificante; aportan estructura y rigidez a materiales [40]. Los compuestos fenólicos exhiben propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes [32]. Los ácidos grasos brindan beneficios cardioprotectores y anticancerígenos [41]. Las vitaminas más relevantes de este residuo son la A, C y E, mientras que, los minerales predominantes incluyen hierro, fósforo y potasio, nutrientes esenciales para la salud [31].



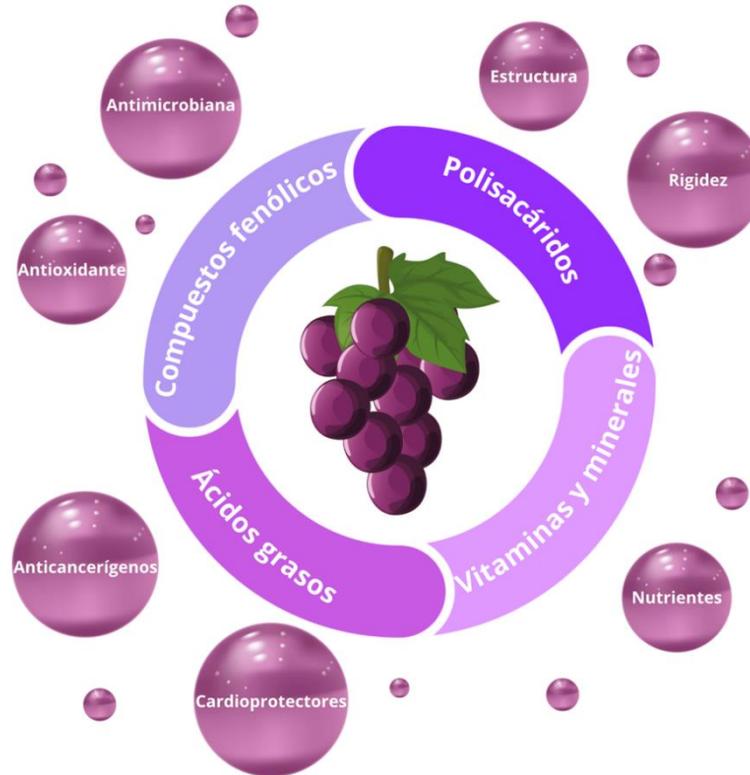


Figura 3. Compuestos bioactivos del orujo de uva.

Debido a su gran riqueza de compuestos de interés, el aprovechamiento adecuado de este subproducto puede contribuir significativamente a la sostenibilidad y al desarrollo de productos innovadores en diferentes campos.

Aplicación industrial de los compuestos del orujo de uva

Comúnmente, el orujo de uva se utiliza como alimento para ganado, fertilizante o en la producción de bebidas destiladas [36]. Sin embargo, hay un creciente interés en aprovechar de otras formas este subproducto debido a la inclinación de los consumidores hacia productos más ecológicos. La Tabla 3 muestra cómo diferentes compuestos del orujo de uva se han utilizado en diversas industrias, en la tabla se presenta la parte del orujo empleada, el compuesto utilizado, la propiedad que aporta valor agregado y se especifica tanto la industria como el producto final en el que se aprovecha.

Tabla 3. Aprovechamiento del orujo de uva en diversas industrias

Parte	Compuesto	Propiedad	Industria	Producto	Referencia
Semillas	Compuestos fenólicos	Antibacteriana	Cosmética	Cremas de día o de noche	[41]
Cáscara	Polisacáridos	NA	Energía	Biocombustibles	[42]
Semillas	Compuestos fenólicos	Antioxidante	Alimentaria	Antioxidante para carne	[43]
Semillas	Compuestos fenólicos	Pigmento	Textil y alimentaria	Colorante	[44]
Semillas y cáscara	Compuestos fenólicos y polisacáridos	Antioxidante y gelificante	Empaque	Películas comestibles	[45]

No aplica (NA)

Los compuestos fenólicos son los compuestos bioactivos más utilizados debido a sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas, los cuales resultan útiles en diversas industrias. Los polisacáridos aún no se han aprovechado en su totalidad, aunque presentan un gran potencial para ser utilizados en la producción de productos valiosos como abonos, biocombustibles y empaques para alimentos. La explotación de estos polisacáridos podría abrir nuevas oportunidades para desarrollar soluciones sostenibles y ecológicas, promoviendo la innovación en la industria y contribuyendo significativamente a la reducción de residuos y al manejo eficiente de recursos naturales.

Polisacáridos provenientes de la industria agroalimentaria para la creación de materiales innovadores

Los polisacáridos son biopolímeros orgánicos que se encuentran de forma natural en las frutas y verduras [46]. Entre ellos, la celulosa, la pectina y el almidón han sido ampliamente utilizados en investigaciones sobre la producción de bioplásticos debido a su abundancia, biodegradabilidad,



no toxicidad y bajo costo [47]. Existen diversos métodos para la extracción de polisacáridos. Algunos de estos métodos son los químicos, como la extracción ácida y alcalina, que son altamente eficientes pero contaminantes. También se han desarrollado métodos físicos, como la extracción asistida por ultrasonido y microondas, los cuales mejoran la eficiencia del proceso de extracción al reducir el tiempo y el uso de solventes. Por otro lado, la extracción asistida por enzimas es un método biológico, que aunque puede ser costoso, se caracteriza por no generar contaminación [48].

Los polisacáridos crean redes moleculares estables debido a las interacciones entre sus moléculas [49]. Estas redes generan matrices que proporcionan rigidez y estructura a los materiales. De acuerdo con el estudio de Spinei y Oroian [39], la cáscara del orujo de uva contiene polisacáridos que incluyen pectina, lignina, celulosa y hemicelulosa, los cuales tienen la función de aportar resistencia a la cáscara [50].

El orujo contiene pectina en un rango de 9 al 11 % [51]. Tien, Nguyen, Le, Khoi y Richel [52] desarrollaron un material biodegradable a partir de pectina extraída de la cáscara de pitahaya con almidón de papa. De este material se generó una película con excelentes propiedades en términos de grosor, contenido de humedad, solubilidad, transparencia, permeabilidad al vapor de agua y estabilidad térmica.

Por otro lado, el orujo de uva presenta celulosa en una proporción que varía entre 26 y 78 % [51]. Adilah, Jamilah, Noranizan y Hanani [53] emplearon cáscara de mango, rica en celulosa, junto con grenetina para desarrollar un bioplástico con el potencial de fabricar un empaque activo. Los resultados de dicho estudio mostraron un material rígido, poco flexible y con propiedades antioxidantes. Otros subproductos que también se han utilizado en la fabricación de bioplásticos son las cáscaras de limón, sandía, manzana y papa. Estos materiales presentan buenas propiedades mecánicas y de barrera, además de que ofrecen beneficios antioxidantes y antibacterianos [46].

Con el orujo de uva se podrían crear productos sostenibles, como empaques para alimentos o utensilios desechables como platos y cubiertos. Su empleo como materia prima contribuirá a una producción de materiales ecológicos y a una posible reducción significativa de los residuos generados por la industria vitivinícola.



Futuro de los bioplásticos

En los últimos años, los bioplásticos se han destacado como uno de los materiales más innovadores y sustentables con el medio ambiente. Estos materiales han sido tema de numerosas publicaciones científicas, aunque su adopción en la industria es relativamente reciente [54]. La transferencia tecnológica representa el primer desafío en la comercialización de los bioplásticos [55]. El desarrollo de estos materiales se realiza principalmente en entornos académicos o de investigación, lo que dificulta su incorporación en la industria, ya que son proyectos que están diseñados para aplicaciones muy específicas y no son aplicables a usos más amplios [56]. Las técnicas de fabricación que se emplean en el laboratorio suelen presentar obstáculos significativos a la hora de ser adaptadas y aplicadas en un contexto de producción industrial a gran escala [57]. La preferencia del consumidor es otro elemento clave para el desarrollo de los bioplásticos. En el estudio de Notaro, Lovera y Paletto [58], se evaluó la disposición de compra de bioplásticos con 1115 usuarios. Los resultados revelaron que los consumidores están dispuestos a pagar más por productos elaborados con biopolímeros que apoyen la bioeconomía circular. Más del 80 % de sus encuestados consideró muy importante que los bioplásticos provienen de recursos renovables y que no tardan siglos en descomponerse; la característica más valorada por los consumidores es la biodegradabilidad en un plazo corto de tiempo. La sociedad empieza a considerar a los bioplásticos como una alternativa potencial para sustituir a los plásticos convencionales. Este cambio de enfoque se debe a la necesidad de encontrar soluciones sostenibles que mitiguen el impacto ambiental, promuevan el uso de recursos renovables y reduzcan la acumulación de residuos plásticos en el entorno actual.

CONCLUSIÓN

Actualmente la sociedad avanza hacia sistemas sostenibles y productivos, enfocados en minimizar el desperdicio y maximizar el uso de los recursos. Un área de interés es la economía circular, que pretende incorporar modelos económicos que apoyen estos objetivos. A nivel nacional se genera una cantidad importante de residuos. Las investigaciones en ciencia y tecnología sugieren que estos residuos representan una oportunidad para ser valorizados como ingredientes para la generación de nuevos productos.



El orujo de uva, un importante residuo agroindustrial tanto a nivel mundial como nacional, posee compuestos valiosos con el potencial de producir bioplásticos. En este artículo se presenta una perspectiva general sobre el potencial de valorización del orujo de uva desde la bioeconomía circular, para poder ser aplicada a la producción de bioplásticos con el objetivo de reducir la generación de residuos y mitigar la producción y el impacto de los contaminantes plásticos. Sin embargo, aún es necesario establecer estrategias que permitan la recuperación e integración del total de los subproductos para confirmar la rentabilidad y sustentabilidad de los procesos productivos de dichas cadenas de valor.

RECONOCIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Querétaro por el financiamiento otorgado a través de FONFIVE-UAQ-2024.

REFERENCIAS

- [1] P. Stoett, V. M. Scrich, C. I. Elliff, M. M. Andrade, N. de M. Grilli, y A. Turra, «Global plastic pollution, sustainable development, and plastic justice», *World Development*, vol. 184, p. 106756, dic. 2024, doi: 10.1016/j.worlddev.2024.106756.
- [2] OECD, «Plastic pollution is growing relentlessly as waste management and recycling fall short, says OECD». [En línea]. Disponible en: <https://www.oecd.org/en/about/news/press-releases/2022/02/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-as-waste-management-and-recycling-fall-short.html>
- [3] I. K Sani, M. Masoudpour-Behabadi, M. Alizadeh Sani, H. Motalebinejad, A.S.M. Juma et al., «Value-added utilization of fruit and vegetable processing by-products for the manufacture of biodegradable food packaging films», *Food Chemistry*, vol. 405, p. 134964, mar. 2023, doi: 10.1016/j.foodchem.2022.134964.
- [4] M. Islam, T. Xayachak, N. Haque, D. Lau, M. Bhuiyan, y B. K. Pramanik, «Impact of bioplastics on environment from its production to end-of-life», *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 188, pp. 151-166, ago. 2024, doi: 10.1016/j.psep.2024.05.113.
- [5] UNEP, «Single-use plastics: A roadmap for sustainability | UNEP - UN Environment Programme». Accedido: 16 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.unep.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability>
- [6] P. G. C. Nayanathara Thathsarani Pilapitiya y A. S. Ratnayake, «The world of plastic waste: A review», *Cleaner Materials*, vol. 11, p. 100220, mar. 2024, doi: 10.1016/j.clema.2024.100220.



- [7] SEMARNAT, «Océanos, inundados de plástico», gob.mx. Accedido: 16 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://www.gob.mx/semarnat/articulos/oceanos-inundados-de-plastico>
- [8] Md. G. Kibria, N. I. Masuk, R. Safayet, H. Q. Nguyen, y M. Mourshed, «Plastic Waste: Challenges and Opportunities to Mitigate Pollution and Effective Management», *Int J Environ Res*, vol. 17, n.o 1, p. 20, ene. 2023, doi: 10.1007/s41742-023-00507-z.
- [9] K. Molina-Besch y H. Keszleri, «Exploring the industrial perspective on biobased plastics in food packaging applications – Insights from Sweden», *Sustainable Production and Consumption*, vol. 35, pp. 72-84, ene. 2023, doi: 10.1016/j.spc.2022.10.018.
- [10] A. P. Thomas, V. P. Kasa, B. K. Dubey, R. Sen, y A. K. Sarmah, «Synthesis and commercialization of bioplastics: Organic waste as a sustainable feedstock», *Science of The Total Environment*, vol. 904, p. 167243, dic. 2023, doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.167243.
- [11] M. Romero-Sáez, «Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular», *TecnoLógicas*, vol. 25, n.o 54, ago. 2022, doi: 10.22430/22565337.2505.
- [12] E. Díaz-Montes, «RESIDUOS AGROALIMENTARIOS ¿QUÉ SON? ¿QUIÉN LOS GENERA? Y ¿POR QUÉ SON VALIOSOS?», *Frontera Biotecnológica*, pp. 9-15, 2022.
- [13] N. Dios Avila, «Propiedades composicionales, estructurales y fisicoquímicas de las semillas de aguacate y sus potenciales usos agroindustriales», *CIENCIA & TECNOLOGÍA AGROPECUARIA*, 2023, doi: https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_num1_art:2607.
- [14] L. D. la T. López, M. E. T. Cortés, y X. M. Espino, «Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento del Residuo de la Caña de Azúcar», *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, vol. 7, n.o 1, pp. 12-26, abr. 2021, Accedido: 16 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.remai.ipn.mx/index.php/REMAI/article/view/79>
- [15] T. Abreu, P. Sousa, J. Gonçalves, N. Hontman, J. Teixeira et al., «Grape Pomace as a Renewable Natural Biosource of Value-Added Compounds with Potential Food Industrial Applications», *Beverages*, vol. 10, n.o 2, p. 45, jun. 2024, doi: 10.3390/beverages10020045.
- [16] BIOFASE, «Biofase Europa | Productos biodegradables a partir del aguacate». [En línea]. Disponible en: <https://biofase.eu/>
- [17] H. D. C. Castrillón, C. M. G. Aguilar, y B. E. A. Álvarez, «Circular Economy Strategies: Use of Corn Waste to Develop Biomaterials», *Sustainability*, vol. 13, n.o 15, p. 8356, ene. 2021, doi: 10.3390/su13158356.
- [18] W. Jonglertjunya, T. Juntong, N. Pakkang, N. Srimarut, y C. Sakdaronnarong, «Properties of lignin extracted from sugarcane bagasse and its efficacy in maintaining postharvest quality of limes during storage», *LWT - Food Science and Technology*, vol. 57, n.o 1, pp. 116-125, jun. 2014, doi: 10.1016/j.lwt.2013.11.042.
- [19] C. Pongsuwan, P. Boonsuk, D. Sermwittayawong, P. Aiemcharoen, J. Mayakun, y K. Kaewtatip, «Banana inflorescence waste fiber: An effective filler for starch-based bioplastics», *Industrial Crops and Products*, vol. 180, p. 114731, jun. 2022, doi: 10.1016/j.indcrop.2022.114731.
- [20] B. P. Costa, D. Carpiné, M. Ikeda, I.A.E. Pazzini, F.E. da Silva Bambilra Alves et al., «Bioactive coatings from non-conventional loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) seed starch to extend strawberries shelf-life: An antioxidant packaging», *Progress in Organic Coatings*, vol. 175, p. 107320, feb. 2023, doi: 10.1016/j.porgcoat.2022.107320.



- [21] D. Panwar, A. Saini, P. S. Panesar, y H. K. Chopra, «Unraveling the scientific perspectives of citrus by-products utilization: Progress towards circular economy», *Trends in Food Science & Technology*, vol. 111, pp. 549-562, may 2021, doi: 10.1016/j.tifs.2021.03.018.
- [22] D. A. Campos, R. Gómez-García, A. A. Vilas-Boas, A. R. Madureira, y M. M. Pintado, «Management of Fruit Industrial By-Products—A Case Study on Circular Economy Approach», *Molecules*, vol. 25, n.o 2, p. 320, ene. 2020, doi: 10.3390/molecules25020320.
- [23] D. Nagarajan, D.-J. Lee, C.-Y. Chen, y J.-S. Chang, «Resource recovery from wastewaters using microalgae-based approaches: A circular bioeconomy perspective», *Bioresource Technology*, vol. 302, p. 122817, abr. 2020, doi: 10.1016/j.biortech.2020.122817.
- [24] T. V. Tran, D. T. C. Nguyen, T. T. T. Nguyen, D. H. Nguyen, M. Alhassan et al., «A critical review on pineapple (*Ananas comosus*) wastes for water treatment, challenges and future prospects towards circular economy», *Science of The Total Environment*, vol. 856, p. 158817, ene. 2023, doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.158817.
- [25] A. R. Soares Mateus, A. Pena, y A. Sanches-Silva, «Unveiling the potential of bioactive compounds in vegetable and fruit by-products: Exploring phytochemical properties, health benefits, and industrial opportunities», *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, vol. 48, p. 100938, ago. 2024, doi: 10.1016/j.cogsc.2024.100938.
- [26] A. Chen, Y. J. Guan, M. Bustamante, L. Uribe, L. Uribe-Lorío et al., «Production of renewable fuel and value-added bioproducts using pineapple leaves in Costa Rica», *Biomass and Bioenergy*, vol. 141, p. 105675, oct. 2020, doi: 10.1016/j.biombioe.2020.105675.
- [27] H. Wu, Y. Lei, R. Zhu, M. Zhao, J. Lu et al., «Preparation and characterization of bioactive edible packaging films based on pomelo peel flours incorporating tea polyphenol», *Food Hydrocolloids*, vol. 90, pp. 41-49, may 2019, doi: 10.1016/j.foodhyd.2018.12.016.
- [28] S. B. Anoraga, R. Shamsudin, M. H. Hamzah, S. Sharif, y A. D. Saputro, «Cocoa by-products: A comprehensive review on potential uses, waste management, and emerging green technologies for cocoa pod husk utilization», *Heliyon*, vol. 10, n.o 16, p. e35537, ago. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e35537.
- [29] N. Aguilar-Rivera, «Efecto del almacenamiento de bagazo de caña en las propiedades físicas de celulosa grado papel», *Ingeniería, investigación y tecnología*, vol. 12, n.o 2, pp. 189-197, jun. 2011, Accedido: 16 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-77432011000200008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- [30] G. K. Sodhi, G. Kaur, N. George, H. K. Walia, D. Sillu et al., «Waste to wealth: microbial-based valorization of grape pomace for nutraceutical, cosmetic, and therapeutic applications to promote circular economy», *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 188, pp. 1464-1478, ago. 2024, doi: 10.1016/j.psep.2024.06.059.
- [31] M. López-Astorga, C. C. Molina-Domínguez, M. Ovando-Martínez, y M. Leon-Bejarano, «Orujo de Uva: Más que un Residuo, una Fuente de Compuestos Bioactivos», *EPISTEMUS*, vol. 16, n.o 33, pp. 115-122, 2022, doi: 10.36790/epistemus.v16i33.283.
- [32] P. Ferreira-Santos, C. Nobre, R. M. Rodrigues, Z. Genisheva, C. Botelho, y J. A. Teixeira, «Extraction of phenolic compounds from grape pomace using ohmic heating: Chemical composition,



- bioactivity and bioaccessibility», *Food Chemistry*, vol. 436, p. 137780, mar. 2024, doi: 10.1016/j.foodchem.2023.137780.
- [33] J. Wen, G. Xu, A. Zhang, W. Ma, y G. Jin, «Emerging technologies for rapid non-destructive testing of grape quality: A review», *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 133, p. 106446, sep. 2024, doi: 10.1016/j.jfca.2024.106446.
- [34] J. S. Câmara, S. Lourenço, C. Silva, A. Lopes, C. Andrade, y R. Perestrelo, «Exploring the potential of wine industry by-products as source of additives to improve the quality of aquafeed», *Microchemical Journal*, vol. 155, p. 104758, jun. 2020, doi: 10.1016/j.microc.2020.104758.
- [35] A. Soceanu, S. Dobrinás, A. Sirbu, N. Manea, y V. Popescu, «Economic aspects of waste recovery in the wine industry. A multidisciplinary approach», *Science of The Total Environment*, vol. 759, p. 143543, mar. 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.143543.
- [36] L. Crespo-López, A. Martínez-Ramírez, E. Sebastián, y G. Cultrone, «Pomace from the wine industry as an additive in the production of traditional sustainable lightweight eco-bricks», *Applied Clay Science*, vol. 243, p. 107084, oct. 2023, doi: 10.1016/j.clay.2023.107084.
- [37] Organización Internacional de la Viña y el Vino, «Perspectivas de la producción mundial de vino». [En línea]. Disponible en: https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/Perspectivas_de_la_produccion_mundial_de_vino_en_2022_OIV_0.pdf
- [38] Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, «Producción de uva en México 2022», 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/771603/Produccion_Uva_en_Mexico.pdf
- [39] M. Spinei y M. Oroian, «The Potential of Grape Pomace Varieties as a Dietary Source of Pectic Substances», *Foods*, vol. 10, n.o 4, p. 867, abr. 2021, doi: 10.3390/foods10040867.
- [40] A. S. C. Teles, D. W. H. Chávez, M. C. P. de A. Santiago, L. M. F. Gottschalk, y R. V. Tonon, «Composition of different media for enzyme production and its effect on the recovery of phenolic compounds from grape pomace», *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, vol. 35, p. 102067, ago. 2021, doi: 10.1016/j.bcab.2021.102067.
- [41] C. Beres, G. N. S. Costa, I. Cabezudo, N. K. da Silva-James, A. S. C. Teles et al., «Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review», *Waste Management*, vol. 68, pp. 581-594, oct. 2017, doi: 10.1016/j.wasman.2017.07.017.
- [42] P. Górnas y M. Rudzińska, «Seeds recovered from industry by-products of nine fruit species with a high potential utility as a source of unconventional oil for biodiesel and cosmetic and pharmaceutical sectors», *Industrial Crops and Products*, vol. 83, pp. 329-338, may 2016, doi: 10.1016/j.indcrop.2016.01.021.
- [43] M. D. Garrido, M. Auqui, N. Martí, y M. B. Linares, «Effect of two different red grape pomace extracts obtained under different extraction systems on meat quality of pork burgers», *LWT - Food Science and Technology*, vol. 44, n.o 10, pp. 2238-2243, dic. 2011, doi: 10.1016/j.lwt.2011.07.003.
- [44] V. B. de Souza, A. Fujita, M. Thomazini, E. R. da Silva, J. F. Luco et al., «Functional properties and stability of spray-dried pigments from Bordo grape (*Vitis labrusca*) winemaking pomace», *Food Chemistry*, vol. 164, pp. 380-386, dic. 2014, doi: 10.1016/j.foodchem.2014.05.049.



- [45] A. S. Ferreira, C. Nunes, A. Castro, P. Ferreira, y M. A. Coimbra, «Influence of grape pomace extract incorporation on chitosan films properties», *Carbohydrate Polymers*, vol. 113, pp. 490-499, nov. 2014, doi: 10.1016/j.carbpol.2014.07.032.
- [46] B. E. Ozcan, N. Tetik, y H. S. Aoglu, «Polysaccharides from fruit and vegetable wastes and their food applications: A review», *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 276, p. 134007, sep. 2024, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2024.134007.
- [47] A. Gamage, P. Thiviya, A. Liyanapathirana, M.L.D. Wasana, Y. Jayakodi et al., «Polysaccharide-Based Bioplastics: Eco-Friendly and Sustainable Solutions for Packaging», *Journal of Composites Science*, vol. 8, n.o 10, p. 413, oct. 2024, doi: 10.3390/jcs8100413.
- [48] L. Shi, Q. He, J. Li, Y. Liu, Y. Cao et al., «Polysaccharides in fruits: Biological activities, structures, and structure-activity relationships and influencing factors-A review», *Food Chemistry*, vol. 451, p. 139408, sep. 2024, doi: 10.1016/j.foodchem.2024.139408.
- [49] Y. Mederos-Torres, P. Bernabé-Galloway, y M. Á. Ramírez-Arrebato, «Películas basadas en polisacáridos como recubrimientos biodegradables y su empleo en la postcosecha de los frutos», *Cultivos Tropicales*, vol. 41, n.o 3, 2020, Accedido: 16 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1932/193266151009/html/>
- [50] S. Pérez, K. Mazeau, y C. Hervé du Penhoat, «The three-dimensional structures of the pectic polysaccharides», *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 38, n.o 1, pp. 37-55, ene. 2000, doi: 10.1016/S0981-9428(00)00169-8.
- [51] A. K. Chakka y A. S. Babu, «Bioactive Compounds of Winery by-products: Extraction Techniques and their Potential Health Benefits», *Applied Food Research*, vol. 2, n.o 1, p. 100058, jun. 2022, doi: 10.1016/j.afres.2022.100058.
- [52] N. N. T. Tien, H. T. Nguyen, N. L. Le, T. T. Khoi, y A. Richel, «Biodegradable films from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel pectin and potato starches crosslinked with glutaraldehyde», *Food Packaging and Shelf Life*, vol. 37, p. 101084, jun. 2023, doi: 10.1016/j.fpsl.2023.101084.
- [53] A. N. Adilah, B. Jamilah, M. A. Noranizan, y Z. A. N. Hanani, «Utilization of mango peel extracts on the biodegradable films for active packaging», *Food Packaging and Shelf Life*, vol. 16, pp. 1-7, jun. 2018, doi: 10.1016/j.fpsl.2018.01.006.
- [54] S. Tiekstra, A. Dopico-Parada, H. Koivula, J. Lahti, y M. Buntinx, «Holistic Approach to a Successful Market Implementation of Active and Intelligent Food Packaging», *Foods*, vol. 10, n.o 2, p. 465, feb. 2021, doi: 10.3390/foods10020465.
- [55] S.K. Bhatia, S.V. Otari, J.M. Jeon, R. Gurav, Y.K. Choi et al., «Biowaste-to-bioplastic (polyhydroxyalkanoates): Conversion technologies, strategies, challenges, and perspective», *Bioresource Technology*, vol. 326, p. 124733, abr. 2021, doi: 10.1016/j.biortech.2021.124733.
- [56] É. da C. Monção, C. V. B. Grisi, J. de Moura Fernandes, P. S. Souza, y A. L. de Souza, «Active packaging for lipid foods and development challenges for marketing», *Food Bioscience*, vol. 45, p. 101370, feb. 2022, doi: 10.1016/j.fbio.2021.101370.
- [57] B. G. Werner, J. L. Koontz, y J. M. Goddard, «Hurdles to commercial translation of next generation active food packaging technologies», *Current Opinion in Food Science*, vol. 16, pp. 40-48, ago. 2017, doi: 10.1016/j.cofs.2017.07.007.



[58] S. Notaro, E. Lovera, y A. Paletto, «Consumers' preferences for bioplastic products: A discrete choice experiment with a focus on purchase drivers», *Journal of Cleaner Production*, vol. 330, p. 129870, ene. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.129870.

Cómo citar este artículo:

Paredes Zitácuaro, L. A., Huerta Manzanilla, E. L., Amaro Reyes, A., & Mendoza Sánchez, M. (2025). *Transformando subproductos agroindustriales en materiales innovadores: el caso de la industria vitivinícola*. *EPISTEMUS*, 19(38), e3808402. <https://doi.org/10.36790/epistemus.v19i38.402>

