



Agroindustrial Science

Website: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience>

Escuela de Ingeniería
Agroindustrial

Universidad Nacional de
Trujillo



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY-NC-4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Sustentabilidad e innovación: aprovechando el potencial de los residuos agroindustriales suero de leche y orujo de uva en el auge de las bebidas deportivas

Sustainability and Innovation: leveraging the potential of agro-industrial waste whey and grape pomace in the rise of sports drinks

**Brisa Daniela Jiménez-Robles¹; Magdalena Mendoza-Sánchez^{1*}; Lucía Abadía-García¹
Ma. Sandra Hernández-López¹; Diana Amaya Cruz¹; Eric Leonardo Huerta-Manzanilla¹**

¹ Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de ingeniería, CP. 76010, Querétaro, Qro, México.

ORCID de los autores:

B. D. Jiménez-Robles: <https://orcid.org/0009-0001-4375-0966>

L. Abadía-García: <https://orcid.org/0000-0003-0955-4520>

D. Amaya Cruz: <https://orcid.org/0000-0002-4042-2334>

M. Mendoza-Sánchez: <https://orcid.org/0000-0002-0596-4947>

Ma. S. Hernández-López: <https://orcid.org/0000-0002-0786-8780>

E. L. Huerta-Manzanilla: <https://orcid.org/0000-0002-2788-1990>

RESUMEN

Los subproductos generados en la industria agroalimentaria suelen considerarse residuos; sin embargo, aún son ricos en proteínas, antioxidantes y otros compuestos beneficiosos. Esto presenta una oportunidad para reutilizarlos en el desarrollo de ingredientes para la industria alimentaria, reduciendo el impacto ambiental y promoviendo una economía circular. La literatura demuestra que los alimentos y bebidas elaborados con estos ingredientes contribuyen a la sostenibilidad y ofrecen beneficios nutricionales que pueden mejorar el rendimiento deportivo y el control metabólico. De forma específica se aborda el potencial del suero de leche y el orujo de uva como materiales para la extracción de ingredientes que puedan ser usados en el desarrollo de alimentos. Esta revisión evalúa el potencial de estos subproductos como ingredientes funcionales en la nutrición deportiva, satisfaciendo la demanda de bebidas en este sector, el interés por la salud y un estilo de vida activo; destacando la oportunidad de generar productos innovadores que se alineen con las expectativas de los consumidores respecto a la preocupación ambiental y de salud.

Palabras clave: Subproductos agroindustriales; bebidas; deportistas; suero lácteo; orujo de uva.

ABSTRACT

By-products are generated in the agri-food industry and are often considered as waste; however, they are still rich in proteins, antioxidants and other beneficial compounds. This is an opportunity to revalue them in the development of ingredients for the food industry, reducing environmental impact and promoting a circular economy. Foods and beverages made from these ingredients contribute to sustainability and offer nutritional benefits that can improve sports performance and metabolic control. This review assesses the potential of these by-products as functional ingredients in sports nutrition, meeting the demands for beverages in this sector, the interest in health and an active lifestyle; highlighting the opportunity to generate innovative products that align with consumer expectations regarding environmental and health concerns.

Keywords: Agro-industrial by-products; beverages; athletes; whey; grape pomace.

Recibido 14 febrero 2025

Aceptado 21 abril 2025

* Autor correspondiente: magdalena.mendoza@uaq.mx (M. Mendoza-Sánchez)

DOI: <http://doi.org/10.17268/agroind.sci.2025.02.10>

1. Introducción

Actualmente, la creciente población mundial y los cambios acelerados de la urbanización han modificado el estilo de vida de la población, haciendo que las industrias de alimentos produzcan más, y como consecuencia, generen grandes cantidades de residuos alimenticios; la producción de estos últimos ha afectado negativamente al ambiente, debido a que se esparcen y acumulan en vertederos, donde ocupan mucho espacio, se degradan lentamente y generan gases de efecto invernadero. Se estima que anualmente se pierden y desperdician 221 millones de toneladas de alimentos en las cadenas de producción y venta a minorista. Por ejemplo, las frutas suelen procesarse para obtener jugos, mermeladas, pastas, pures, salsas y otros alimentos procesados, lo que da lugar a la producción de subproductos de la fruta, como son semillas, cáscara, bagazos, piel, tallos, entre otros (Freitas et al., 2021; Reguengo et al., 2022).

Estos residuos, también conocidos como subproductos, aún poseen componentes de gran valor que pueden ser utilizados para desarrollar nuevos alimentos con valor añadido. En la actualidad, se han realizado diversas investigaciones en las que los subproductos se utilizan para el desarrollo de productos como fertilizantes, compostas, combustibles o alimentos (Costa et al., 2021; Freitas et al., 2021). Encontrar un uso o aplicación para revalorizar estos subproductos puede reducir la contaminación ambiental, y a su vez, crear nuevos mercados y fuentes de ingresos. En este contexto, estos subproductos tienen el potencial de incluirse en la dieta humana, especialmente aquellos que son ricos en proteínas, vitaminas, minerales, fibra, aceites y otros compuestos bioactivos con propiedades funcionales (Ayala-Zavala et al., 2011; Reguengo et al., 2022).

Aunado a lo anterior, hoy en día las personas se interesan particularmente por el cuidado de su salud, lo que ha provocado un aumento en el desarrollo de alimentos que cumplen con este fin (Naik et al., 2023). Uno de los mercados que muestra un crecimiento importante, es el de desarrollo de bebidas; En su más reciente publicación "Beverage Market – Global Forecasts from 2024 to 2029", (Research and Markets, 2024), que es la entidad de investigación de mercado más grande del mundo, menciona que el consumo de bebidas premium entre otras, ha aumentado, sin embargo, se enfrentan a grandes retos, principalmente por el impacto que tiene el

consumo de alcohol y azúcar en los consumidores; por lo que, la introducción de nuevos productos con menor contenido de azúcar, es imperante. Mencionan también, que el mercado mundial de bebidas está cada vez más influenciado por la adopción de bebidas a base de frutas. Se estima que la introducción de nuevos productos sin alcohol con contenido más saludable impulse el crecimiento del mercado de bebidas en los próximos cuatro años.

De acuerdo con el creciente interés por tener una vida saludable, cada vez más personas adoptan un estilo de vida activo, lo que se ve reflejado en el aumento de las prácticas deportivas y actividades de resistencia (Cui et al., 2022). Además, este estilo de vida saludable va de la mano con el desarrollo exponencial que tienen los productos de nutrición deportiva. Estos productos están respaldados por evidencia científica, la cual confirma que ciertos ingredientes que los conforman pueden mejorar el rendimiento deportivo. Como resultado, cada vez más personas complementan sus sesiones de entrenamiento y actividad física con estos productos (Arenas-Jal et al., 2020).

En 2013, el mercado de la nutrición deportiva estaba valorado en 8,800 millones de dólares, y los alimentos deportivos, incluidos los suplementos proteicos y las bebidas energéticas, y ricas en proteínas, alcanzaron un valor de 60,000 millones de dólares (Arenas-Jal et al., 2020). A partir de ese momento, se ha observado un crecimiento constante durante esta última década, y, además, varios estudios de investigación de mercado pronostican un crecimiento global sostenido para la categoría de nutrición deportiva en los próximos años (Arenas-Jal et al., 2020; Freitas et al., 2021).

Por lo anterior, esta revisión tiene como finalidad analizar, a través de la literatura, si la recuperación de componentes provenientes de subproductos agroindustriales son una alternativa sostenible que permita incorporarlos como ingredientes funcionales en la formulación de bebidas para deportistas.

2. Subproductos agroindustriales (SA) provenientes de vegetales, frutas y lácteos

Es común que una gran cantidad de productos agrícolas no se consideren aptos para la distribución a gran escala debido a que sus dimensiones, forma y etapa de maduración no cumplen con las normativas nacionales o

internacionales, lo que da lugar a la pérdida de estos alimentos; además, materiales como son tallos y hojas son desechados de forma abundante durante los procesos industriales y durante la transformación tecnológica, requiriendo así la necesidad de disposición de residuos a muy alto costo. Estos residuos, también conocidos como subproductos agroindustriales (SA), representan un importante problema a nivel mundial que se intensifica con el tiempo al no existir formas efectivas de tratarlos o aprovecharlos (Reguengo et al., 2022). La mayoría de los SA no se tratan ni se utilizan y, en muchos casos, suelen eliminarse mediante la quema, lo que conduce a un aumento indeseado de los gases de efecto invernadero; otros SA se eliminan en vertederos no controlados. Una gestión inadecuada de los residuos puede provocar una grave contaminación ambiental, con un impacto negativo tanto en la salud humana como en la salud animal (Grimaldi et al., 2022).

Sin embargo, se debe destacar que estos subproductos siguen siendo ricos en compuestos bioactivos y las partes no comestibles a menudo contienen incluso una mayor cantidad de dichas sustancias que las partes comestibles, por lo que pueden representar una buena fuente de nuevos productos útiles, en el contexto del tema de la sostenibilidad y de acuerdo con el concepto de economía circular (Tabla 1). De hecho, se presta cada vez más atención a alcanzar el objetivo de una Economía de Residuo Cero, en la cual los residuos se reintegran al ciclo productivo, convirtiéndose en un nuevo recurso (Grimaldi et al., 2022; Priyanka et al., 2024).

En este contexto, los subproductos de origen vegetal tienen un alto valor nutricional debido a su contenido de carbohidratos, proteínas, fitoquímicos y/o antioxidantes en comparación con otros SA. Las dos categorías principales de subpro-

ductos agroindustriales son agrícolas e industriales. Los residuos de campo y de procesos son categorías adicionales de los residuos agrícolas. Los residuos del campo son subproductos del proceso de recolección de cultivos que permanecen en el campo. Si bien los residuos del proceso todavía están presentes incluso después de que el cultivo se transforma en otro recurso útil; los residuos del campo se componen de hojas, tallos, vainas, melazas, bagazos, cáscaras, semillas, paja, pulpas, raíces y otras sustancias que constituyen a estos desechos, que se utilizan para fabricar fertilizantes, alimentos para animales y otros fines variados. Además, cada año, los sectores de procesamiento de alimentos, incluidas las industrias de jugos, papas fritas, carnes, confiterías, frutas, verduras y la industria láctea producen una cantidad significativa de desechos orgánicos y efluentes asociados, lo que conforma a los residuos industriales (Rațu et al., 2023).

3. La revalorización de residuos agroindustriales en el desarrollo de nuevos alimentos

Como se puede observar en la literatura, estos subproductos tienen un gran potencial para ser incluidos en la dieta humana, especialmente aquellos que son ricos en vitaminas, minerales, fibras, aceites y compuestos bioactivos con propiedades funcionales. Durante la última década, un gran número de investigaciones han demostrado que los subproductos son fuentes prometedoras de compuestos de alto valor con propiedades antimicrobianas y/o antioxidantes, entre muchas otras más (Grimaldi et al., 2022; Reguengo et al., 2022).

En la Tabla 2 se describen algunos ejemplos recientes de su aprovechamiento en el sector alimentario.

Tabla 1
Ejemplos de SA y sus componentes principales (vegetales, frutas y lácteos)

Residuo	Origen	Componentes	Referencia
Orujo	Industria vitivinícola	Polifenoles, fibra, antioxidantes	(G. N. S. Costa et al., 2019; González-Centeno et al., 2013)
Suero	Industria láctea/ Producción de quesos	Proteínas solubles, vitaminas, minerales	(I. T. Khan et al., 2019; Król et al., 2020)
Bagazo, cáscara, pulpa y semillas	Industria de jugos	Polifenoles, colorantes, antioxidantes	(Pedro et al., 2024; Rojas-Ocampo et al., 2021)
Tallos, hojas, cascarilla	Poda y cosecha de cereales	Fibra	(Caponio et al., 2023; Plakantonaki et al., 2023)

Tabla 2

Aprovechamiento de subproductos agroindustriales en el desarrollo de alimentos con propiedades funcionales

Tipo de SA	Componente aprovechado	Alimento desarrollado	Propiedad funcional	Referencia
Residuo sólido generado en la fabricación de una bebida isotónica a base de naranja, maracuyá, sandía, lechuga, calabacín, zanahoria, espinacas, menta, malanga, pepino y rúcula	Harina de los residuos de frutas y verduras	Galletas y barras de cereales	Mayor contenido de fibra y minerales	(Ferreira et al., 2015)
Residuos obtenidos de la industria de jugos	Bagazo del residuo de las frutas	Harina para repostería o suplementos	Fuente de fibra, carotenoides y antocianinas	(Monteiro et al., 2020)
Orujo de uva, salvado de arroz	Polvo del orujo de uva mezclado con salvado de arroz	Galletas	Fuente alimenticia rica en proteínas, con alto contenido de fibra	(Deamici et al., 2018)
Residuos de manzanas y uvas de la industria de la sidra y el vino	Extracto obtenido por medio de pirólisis y gasificación	Biocarbón e ingredientes para la industria nutracéutica y alimentaria	Alto contenido en polifenoles y capacidad antioxidante	(Sette et al., 2020)
Suero de ricotta	Suero del queso adicionado con el puré de frutas y cultivos iniciadores	Bebidas deportivas listas para beber	Alto contenido proteico	(Tirloni et al., 2020)
Residuos (piel, zumo, pulpa) de manzana, zanahoria, uva, betabel	Bagazo, pulpa y cáscaras	Bebidas funcionales probióticas	Elevado contenido de polifenoles, alta capacidad antioxidante y adecuada capacidad antimicrobiana	(Vodnar et al., 2019)
Suero de leche y extracto acuoso de soya, hojuelas de avena	Proteína de leche y soya, inulina de la fibra dietética de la avena	Barra alimenticia	Alto en fibra y proteína, sensorialmente aceptable. Adecuado en el control del metabolismo hepático	(Jovanov et al., 2021)
Residuo de melón	Semillas del melón	Aceite comestible	Alto en minerales, ácidos grasos, vitamina E, fibras, proteínas, compuestos fenólicos y fitoesteroles	(Silva et al., 2020)
Residuo del mango	Cáscara y semilla	Harina para repostería	Alto en fitoquímicos, polifenoles, carotenoides, enzimas, vitamina E y C, y fibra dietética	(Jahurul et al., 2015)
Pulpa de plátano	Pectina de plátano	Aderezo para ensalada	Compuestos fenólicos, carotenoides, flavonoides, aminos biogénicos, fitoesteroles, fibra dietética, vitaminas B3, B6, B12, C y E	(Martínez et al., 2025)

Como se puede observar, en los últimos años los investigadores han trabajado de la mano con la industria de alimentos, con la finalidad de desarrollar productos alimenticios innovadores, destacando el uso de subproductos agroindustriales como ingredientes que proporcionan a estos nuevos alimentos características funcionales con potenciales beneficios para el consumidor. Se puede observar también, que algunos de estos alimentos, han sido probados sensorialmente y han presentado niveles de aceptación similar a los productos que se encuentran en el mercado, lo que sugiere su viabilidad.

3.1. El caso del suero lácteo y el orujo de uva como SA: producción y revalorización

Alrededor de un tercio de la producción de leche se utiliza para la elaboración de quesos. Esta

actividad productiva genera un subproducto conocido como suero lácteo, que representa entre el 80% y el 90% del volumen total de la leche utilizada. Anualmente, se estima una producción mundial de hasta 19 Mt de suero (Skryplonek et al., 2019). Durante muchos años, el suero lácteo ha sido vertido en el suelo y cuerpos de agua, causando graves repercusiones ambientales (Figura 1). Este importante efluente orgánico representa un riesgo para el medio ambiente si no se gestiona adecuadamente, ya que puede tener una demanda química de oxígeno (DQO) que oscila entre 50 y 80 g/L; mientras que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) puede estar entre 40 y 60 g/L. La lactosa, las grasas y las proteínas constituyen la fracción principal de su carga orgánica. En ausencia de prácticas sostenibles, el suero es considerado el contaminante ambiental

más importante de la industria láctea, ya que se elimina como aguas residuales y ocasiona graves peligros ambientales, como la proliferación de fauna nociva, la muerte de especies endémicas y desarrollo de enfermedades potenciales en animales y humanos (Ahmed et al., 2023).



Figura 1. Vertido de suero lácteo en el medio ambiente. Información consultada de (De Luna, 2022).

Sin embargo, el suero lácteo es rico en componentes nutricionales, como proteínas, lactosa, minerales y vitaminas, y se clasifica en suero dulce de (pH 6 - 7) o suero ácido o agrio de (pH 4 - 5) (Torres & Castillo, 2006). Se estima que, anualmente, de los 19 Mt que se generan de suero lácteo a nivel mundial se produce lo equivalente a 7% de sólidos. En algunos países, el 50% del lactosuero producido se ha transformado en productos alimentarios, mientras que, en otros países, el 45% se ha utilizado en su forma líquida; en este sentido, hay países donde hasta el 30% del suero es deshidratado para usarse en polvo, y el 15% se emplea en la industria para la extracción de lactosa. Finalmente, en algunos lugares del mundo, hasta el 10% del suero producido se destina a la elaboración de concentra-

dos proteicos en polvo. No obstante, en México, el 85% del suero lácteo es desechado en vertederos (Chacón et al., 2017; Naik et al., 2023). Entre los usos que se le ha dado destaca el desarrollo de alimentos como suero en polvo y bebidas funcionales. En la Tabla 3 se muestra de menor a mayor el uso de algunos estudios en los que se ha utilizado el suero lácteo para el desarrollo de productos en la industria de alimentos.

3.2. Composición funcional y uso del suero lácteo en la nutrición

Específicamente las proteínas del suero (PS) [proteínas solubles] son el componente funcional de mayor interés del suero lácteo, estas proteínas constituyen alrededor del 20% de la proteína total de la leche, y son el componente orgánico mayoritario del suero lácteo.

Las PS son principalmente moléculas globulares como lo son: β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, inmunoglobulinas, albúmina sérica bovina, lactoferrina, lactoperoxidasa, fosfolipoproteína, factores bioactivos y enzimas, en orden de abundancia. La PS se considera el suplemento proteico más popular vendido en formato en polvo. Es considerado un ingrediente alimentario importante debido a su valor nutricional y bioactividad funcional. En este sentido, se ha informado que los componentes biológicos de la PS y sus aislados pueden beneficiar el equilibrio antioxidante, promover la regulación del metabolismo de los lípidos, y disminuir la fatiga, si se consumen de forma adecuada y bajo un estado de salud óptimo (Chen et al., 2014; Madureira et al., 2007).

Tabla 3

Aplicaciones del suero lácteo en la industria de alimentos

Producto obtenido	Beneficios de uso
Sustrato de fermentación	Se usa en la producción de bioproductos, como bioetanol, proteínas unicelulares y goma xantana entre otros
Agentes antimicrobianos	Es aplicado en productos cárnicos, pescados y quesos para reducir el crecimiento de patógenos y prevenir el deterioro microbiano
Películas comestibles y biodegradables	Se usa para envaado y recubrimiento de alimentos
Lactosa	Se emplea en la realización de productos como son las fórmulas infantiles de la industria farmacéutica y alimentaria
Encapsulado	La β -lactoglobulina y α -lactoalbúmina se utilizan en la industria farmacéutica y alimentaria para encapsulamiento
Panadería y repostería	Mejora la textura y la retención de humedad
Confitería y productos de panadería	Mejora el sabor y la textura de los productos
Suero WPI (aislado de suero) y WPC (concentrado de suero)	Debido a sus características de gelificación, emulsificación, la formación de espuma y espesamiento, el lactosuero es la principal materia prima para la producción de proteínas de suero
Productos lácteos	Mejora la textura y el contenido proteico de lácteos como yogurt y helados
Bebidas	Funciona como agente emulsionante, particularmente en bebidas similares al kéfir

Elaboración propia, con información obtenida de (Khezri et al., 2016).

Los aislados de PS son de importancia en nutrición por su contenido de aminoácidos esenciales, incluidos aminoácidos de cadena ramificada, que el cuerpo necesita para la síntesis de tejidos, la energía y la salud. El alto contenido de leucina (50 – 75 % más que otras fuentes de proteínas), uno de los aminoácidos de cadena ramificada, en la PS podría su capacidad para estimular la síntesis de proteínas musculares. La suplementación con PS en personas que realizan ejercicios de resistencia promueve la adaptación e hipertrofia muscular, independientemente del modo de contracción.

La PS se comercializa como complemento dietético y como coadyuvante en el desarrollo muscular en entrenamiento de resistencia. Debido a su rápida tasa de digestión, la PS proporciona una fuente rápida de aminoácidos que los músculos pueden absorber para reparar y reconstruir el tejido muscular. El uso de PS para mejorar los ejercicios aeróbicos de largo alcance (atletismo de fondo) y el entrenamiento de natación sólo se ha informado en términos de almacenamiento de glucógeno, antioxidación y metabolismo de lípidos (Chen et al., 2014; Mhamed et al., 2024).

El ejercicio moderado o el entrenamiento individual son beneficiosos para las funciones cardíacas y pulmonares, mejoran el rendimiento en el ejercicio y, como medicina preventiva, ayudan a reducir la incidencia de enfermedades crónicas; sin embargo, los entrenamientos de alta intensidad, como son el ejercicio aeróbico de largo alcance y la competición atlética, afectan la homeostasis del cuerpo, dando lugar a síndromes patológicos, por ejemplo, las funciones fisiológicas como son los sistemas oxidativos y la estructura de tejidos importantes, que se ven afectados por el ejercicio prolongado y de alta intensidad, debido a que se excede la resistencia del cuerpo.

Para evaluar el estado fisiológico, en entrenamientos de alta intensidad, son utilizados varios parámetros de bioquímica clínica, como son los biomarcadores de funciones orgánicas, incluyendo el aspartato aminotransferasa (AST), la alanina aminotransferasa (ALT), el lactato deshidrogenasa (LDH) y la creatina quinasa (CK). En este contexto, se encontró que la suplementación con PS reduce el aumento de peso y alivia la intolerancia a la glucosa, mejora la sensibilidad a la insulina y reduce el colesterol plasmático en un modelo animal de obesidad inducida por una dieta alta en grasas, lo cual se observó al encontrar controlados los valores bioquímicos de estos marcadores.

Por lo anterior, se puede decir que una combinación de ejercicio de resistencia y suplementación con PS puede beneficiar el rendimiento y la salud integral del deportista (Chen et al., 2014; Madureira et al., 2007; Mhamed et al., 2024). Sin embargo, se debe considerar que los beneficios atribuidos a este subproducto están en función de la salud del consumidor, y no deben descartarse los efectos adversos que podría tener un consumo excesivo bajo un mal estado de salud (por ejemplo, alteraciones en la salud hepática o renal) (Cava et al., 2024).

Por otra parte, la uva (*Vitis vinifera*) es una fruta comercial altamente valorada en el mundo; comúnmente se consume cruda o se utiliza para formular productos como mermeladas y jugos, fermentados como vinagres y vinos (Beres et al., 2016). Sin embargo, la producción de vino genera cada año alrededor de 20 Mt de residuos. Los residuos generados en la producción del vino también se conocen como subproductos, y en particular, el residuo sólido de la vinificación se llama orujo. Se estima que por cada 6 litros de vino que se elabora se obtiene aproximadamente 1 kg de orujo de uva; este subproducto corresponde a alrededor del 30% del total de uvas usadas para la vinificación (Ferrer-Gallego & Silva, 2022; López-Astorga et al., 2023).

El orujo de uva contiene entre el 10% y el 12% de piel y pulpa de uva, entre un 3% y un 6% de semillas y entre un 5% y un 7% de tallos (Figura 2) (Chowdhary et al., 2021). Es un importante subproducto en la industria vitivinícola y se ha descrito como una fuente interesante de componentes bioactivos, debido a la presencia de oligosacáridos, minerales, ácidos orgánicos comestibles (tartárico, málico y cítrico), etanol, fibra dietética y aceite de semilla de uva, así como extractos ricos en compuestos antioxidantes (polifenoles y antocianinas) (Ilyas et al., 2021; Onache et al., 2022).

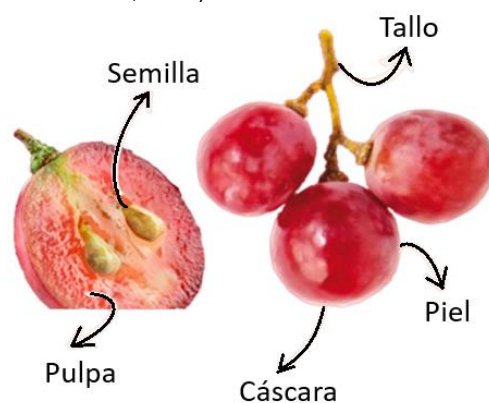


Figura 2. Partes de la uva. Fuente propia.

Además, el contenido proteico del orujo del vino puede oscilar entre el 6% y el 15% (materia seca), dependiendo de la variedad de uva y las condiciones de cosecha. El orujo del vino tiene un perfil de aminoácidos similar al de los cereales, siendo rico en ácido glutámico y ácido aspártico, pero deficiente en triptófano y aminoácidos que contienen azufre; el contenido proteico de la piel es rico en alanina y lisina (Igartuburu et al., 1991). El uso del subproducto de uva como fuente de compuestos bioactivos puede promover la economía circular en la cadena de suministros de la uva, brindando nuevas alternativas de reciclaje. Las investigaciones relacionadas con el uso del orujo de uva demuestran su potencial en el desarrollo de cosméticos, alimentos sólidos y bebidas beneficiosas para la salud. En la Tabla 4 se muestran algunas aplicaciones en la industria de alimentos. Se destaca el uso de componentes o extractos del orujo de uva en el desarrollo de diversos alimentos, resaltando propiedades como la mejora en el color, perfil proteico, contenido de compuestos fenólicos e incremento de la

capacidad antioxidante de los alimentos. Entre los productos analizados de la literatura se observa un importante énfasis en el desarrollo de bebidas adicionadas con algún componente de este subproducto. La composición química del orujo de uva principalmente consiste en compuestos polifenólicos (antocianinas, flavonoles, flavan-3-oles, procianidinas), compuestos orgánicos volátiles, ácidos fenólicos, terpenoides, resveratrol y fibra, los cuales han sido relacionados con propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas, antimicrobianas, cardiovasculares y antioxidantes (Abreu et al., 2024; Caponio et al., 2023; Lingua et al., 2016). Una de las propiedades más interesantes del orujo de uva es su contenido de compuestos antioxidantes; en este sentido varios autores han evaluado el potencial antioxidante de este subproducto en la elaboración de bebidas, como es el caso de Aguilar et al. (2018), quienes reportaron que el uso del orujo aporta polifenoles adicionales que da como resultado una bebida con una promisorio actividad antioxidante y potenciales beneficios para la salud.

Tabla 4

Uso del orujo de uva y sus componentes integrados como ingredientes en la formulación de alimentos

Alimento	Efecto beneficioso	Autores
Panes, pastas, muffins y tartaras	La incorporación del subproducto de uva en concentraciones del 0,5% y 1,0% como alternativa para añadir componentes bioactivos mejora las propiedades nutricionales	(Ferrer-Gallego & Silva, 2022)
Salchicha de res	La integración del 2,0% del polvo del subproducto de uva, presenta disminución en el color y oscuridad en el producto, mejorando su apariencia	(Mainente et al., 2019)
Hamburguesa de pollo	La integración del 2,0% de polvo de subproducto de uva, disminuye el color amarillo de la carne y genera enrojecimiento en la carne cruda como en la cocida, mejorando su apariencia de cocción	(Mainente et al., 2019)
Carne de cerdo	La incorporación del subproducto de uva en concentraciones del 2,5% y 5,0% en la dieta de los cerdos como suplemento alimenticio impacta en el color de la carne, intensificando su tonalidad roja más allá de lo habitual	(Bertol et al., 2017)
Embutido de cerdo	La integración del subproducto de uva del 0,5% y 1,0% en embutidos de cerdo durante su almacenamiento genera mejor los parámetros de color	(Mainente et al., 2019)
Filete de jurel picado	La integración del polvo del subproducto de uva liofilizado del 2,0% y 4,0% presenta una tonalidad de enrojecimiento en el producto	(Mainente et al., 2019)
Leche de cabra en polvo enriquecida con extracto de orujo de uva	La adición de extracto de orujo de uva a una concentración del 0,1 % en leche de cabra en polvo mejora la capacidad antioxidante y reduce el poder férrico	(Milinčić et al., 2021)
Productos lácteos	La incorporación del polvo de orujo de morera en concentraciones del 1,0%, 2,0% y 3,0% en una bebida fermentada de leche mejora su vida útil y aumenta el contenido fenólico	(Du et al., 2021; Stobiecka et al., 2022)
Bebidas de suero lácteo	El contenido nutritivo del suero, al interactuar con las propiedades antioxidantes del orujo de uva en concentraciones del 1,0% al 2,0%, mejora las características sensoriales de la bebida	(Milinčić et al., 2021; Miranda Miranda et al., 2021)
Bebidas saborizadas	La adición de concentraciones del 0,5% y el 1,0% de orujo de uva puede mejorar el perfil aromático y dar tonalidades rojizas, moradas y azules	(Ferrer-Gallego & Silva, 2022)
Bebida no fermentada de coco	La adición de cápsulas liofilizadas de extracto de orujo uva, en una concentración del 2,0 %, al agua de coco mejora el color de la bebida	(Costa et al., 2021)
Bebida tipo batido	La integración de polifenoles del arándano y de la uva muscadina en polvo con proteínas derivadas de legumbres, en concentraciones del 1,0% y 2,0%, resulta en mejores notas aromáticas y una menor acidez	(Hoskin et al., 2022)

Tanto las bebidas como jugos y zumos, como extractos obtenidos de piel, semilla y uva entera se han evaluado sobre el estrés oxidativo inducido por el ejercicio (Elejalde et al., 2021). Un suplemento basado en polifenoles de uva mejoró la homeostasis metabólica y el rendimiento físico, además redujo el estrés oxidativo inducido por el ejercicio, en atletas hombres durante ejercicios de alta intensidad en condiciones anaeróbicas (Cases et al., 2017). De la misma manera, en jugadoras de voleibol se realizó un ensayo clínico donde se evaluó el efecto del consumo del extracto de semillas de uva, que incrementó los niveles de glutatión y redujo los de malondialdehído en suero, además que mejoró los marcadores del metabolismo de la insulina (Taghizadeh et al., 2016).

En deportistas de elite de varias disciplinas, se evaluó el consumo de un extracto de uva, y después de un mes este mejoró el equilibrio estrés oxidativo/estado antioxidante durante los periodos de competencia, asimismo, gracias a la acción protectora del extracto de uva, mejoró en el rendimiento de los deportistas de balonmano (Lafay et al., 2009). Como se observa en el texto, los SA, y, particularmente los analizados en esta revisión, el suero de leche y el orujo de uva, poseen un potencial interesante para ser integrados nuevamente a las cadenas alimentarias, entre las diferentes aplicaciones, se encuentra el desarrollo de bebidas.

4. Tendencias de crecimiento y desarrollo de bebidas para deportistas

Según datos de Market Research Future, el mercado global de bebidas deportivas está siendo impulsado por el aumento de las actividades físicas y relacionadas con el fitness; según información publicada en octubre de 2019 por la Asociación Internacional de Salud, "Raqueta y

Clubes Deportivos", se estima que el 76% de las nuevas generaciones hacen ejercicio al menos una vez a la semana. Además, el creciente poder adquisitivo está aumentando a su vez la demanda de bebidas deportivas y la voluntad de gastar más en alternativas saludables (Gupta Sakshi, 2024). El consumo de bebidas saludables tiene varias ventajas, incluidas en la reducción del riesgo de deshidratación, la reposición de los electrolitos perdidos a través del sudor, la compensación de nutrientes importantes (carbohidratos y proteínas) en el esfuerzo físico y el desarrollo muscular. Como resultado, se prevé que el aumento de la conciencia de los consumidores sobre las ventajas para la salud del producto impulsará el mercado de bebidas deportivas. Es por esto que, para satisfacer la demanda de nutrición y gasto energético de los consumidores, muchas empresas están enfatizando en la innovación (Gupta Sakshi, 2024).

El mercado global de bebidas deportivas se valoró en 22.370 millones de dólares en 2020 y se espera que alcance los 32.610 millones de dólares para 2027, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 4,3% (Gupta Sakshi, 2024). Otro aspecto por destacar es que en los últimos años grandes empresas han desarrollado una gran variedad de bebidas, donde el 40% pertenece a las bebidas de origen lácteo, producidas de suero lácteo por su contenido importante de proteína (Naik et al., 2023). El tamaño del mercado de bebidas deportivas a base de proteínas se estima en 3770 millones de dólares en 2024, y se espera que alcance los 5700 millones de dólares en 2030, creciendo a una CAGR del 7,13% durante el periodo de pronóstico (Mordor Intelligence, 2024) (Figura 3).

Además, hoy en día las personas están más preocupadas por cuidar su salud, lo que ha provocado un aumento en el desarrollo de alimentos funcionales (Naik et al., 2023).

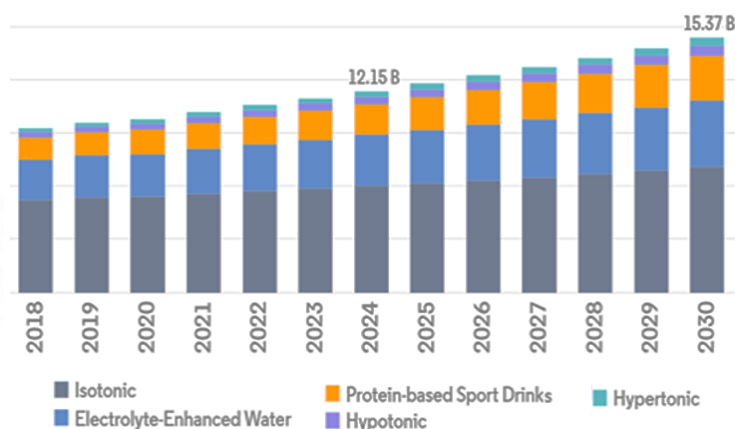


Figura 3. Valor del mercado de bebidas deportivas por tipo de refresco en estados unidos (Mordor Intelligence, 2024).

En los últimos años, se han registrados diversas patentes de bebidas preparadas con suero lácteo, adicionadas con diferentes ingredientes naturales como son: mango, plátano, papaya, mandarina, bayas, manzanas, cerezas, pera, melón y zanahoria y los subproductos de estas. Varios investigadores han utilizado aditivos de aromas como son: vainilla, almendra, chocolate, menta entre otras (Khan et al., 2021). Las bebidas que contienen proteína de suero lácteo son más atractivas en el mercado debido a la calidad nutricional que proporcionan (Beecher et al., 2008).

5. Desafíos actuales y futuros

Los SA representan un problema ambiental y de gestión para las empresas, a pesar de que contienen compuestos bioactivos de gran interés y con beneficios reportados a la salud. A partir de esto una estrategia de uso y para favorecer la economía circular es el enriquecimiento de alimentos con los subproductos de la vinificación, como el orujo y los compuestos extraídos del mismo, que se han utilizado para generar alimentos funcionales al introducirlos como ingredientes en la formulación de productos como helados, aderezos, quesos, yogures, leches fermentadas y otras bebidas (Costa et al., 2021). El uso del suero lácteo al ser un producto con gran contenido de vitaminas, minerales, proteínas, y lactosa (Torres & Castillo, 2006) se ha enfocado en las áreas biotecnológica y alimentaria, para el desarrollo de cosméticos, bioplásticos, biocombustibles, bioproductos y alimentos. Entre los alimentos desarrollados se encuentran el suero en polvo y las bebidas funcionales (Zandona et al., 2021).

Los consumidores reconocen la importancia de la correlación entre la dieta y la salud para proteger su bienestar general. En el mercado, específicamente en la nutrición deportiva, el uso de orujo y suero de leche podrían representar no solo una gran oportunidad de revalorización de estos dos SA, sino de generar beneficios en el rendimiento físico, homeostasis metabólica, estrés oxidativo y recuperación de los deportistas (Cases et al., 2017, Lafay et al., 2009, Mhamed et al., 2024).

Con un enfoque presente y futuro surgen diversos desafíos en el desarrollo de bebidas funcionales para deportistas, pues dentro de los objetivos está desarrollar y evaluar bebidas para diferentes tipos de entrenamiento como fuerza (anaerobio), resistencia (aerobio), potencia, velocidad, agilidad, flexibilidad, entre otros, para mejorar los

parámetros de interés en los deportistas; asimismo, generar bebidas con una mayor biodisponibilidad de compuestos bioactivos, mayores propiedades de hidratación para recuperar las pérdidas de electrolitos propias del ejercicio y con pre/pro/post/sim bióticos que mejoren el rendimiento deportivo. Pero para esto, el determinar los métodos de procesamiento para la elaboración de las bebidas, ya sea a través del uso o no de tratamientos térmicos o tecnologías emergentes, constituyen una oportunidad de investigación. Finalmente, las bebidas desarrolladas deben no solo tener buenas propiedades nutricionales y efectos positivos en la salud de los deportistas, sino ser tener propiedades sensoriales agradables y que los compuestos bioactivos sean estables durante el almacenamiento.

6. Conclusiones

La utilización de los subproductos agroindustriales son una alternativa prometedora para reducir el impacto ambiental y crear productos funcionales que benefician a los consumidores como a la industria. Estos subproductos tienen el potencial de reemplazar ingredientes convencionales, lo que no solo reduce lo que se conoce como residuos o desechos, sino que también aporta valor añadido a los productos finales. Además, nuevas investigaciones han demostrado que los consumidores están cada vez más interesados por cuidar su salud dentro de un estilo de vida deportista, generando grandes oportunidades de mercado para el desarrollo de nuevos productos de bebidas para deportistas. Por lo cual, se debe seguir explorando tecnologías innovadoras que permitan la gestión de los residuos agroindustriales, que promuevan la adopción de prácticas sostenibles en la industria alimenticia para bebidas deportivas.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Autónoma de Querétaro por el apoyo y especialmente a los colaboradores Dra. Lucía G. Abadía García, Dra. Ma. Sandra Hernández López, Dra. Diana Amaya Cruz, Dr. Eric L. Huerta Manzanilla y la Dra. Magdalena Mendoza Sánchez por guiarme y apoyarme en la investigación.

Referencias bibliográficas

- Abreu, T., Sousa, P., Gonçalves, J., Hontman, N., Teixeira, J., Câmara, J. S., & Perestrelo, R. (2024). Grape pomace as a renewable natural biosource of value-added compounds with potential food industrial applications. *Beverages*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/beverages10020045>
- Aguilar, T., de Bruijn, J., Loyola, C., Bustamante, L., Vergara, C., von Baer, D., Mardones, C., & Serra, I. (2018). Characterization of an antioxidant-enriched beverage from grape musts and extracts of

- winery and grapevine by-products. *Beverages*, 4(1). <https://doi.org/10.3390/beverages4010004>
- Ahmed, T., Sabuz, A. A., Mohaldar, A., Fardows, H. M. S., Inbaraj, B. S., Sharma, M., Rana, M. R., & Sridhar, K. (2023). Development of Novel Whey-Mango Based Mixed Beverage: Effect of Storage on Physicochemical, Microbiological, and Sensory Analysis. *Foods*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/foods12020237>
- Arenas-Jal, M., Suñé-Negre, J. M., Pérez-Lozano, P., & García-Montoya, E. (2020). Trends in the food and sports nutrition industry: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(14), 2405–2421. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1643287>
- Ayala-Zavala, J. F., Vega-Vega, V., Rosas-Dominguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodriguez, J. A., Siddiqui, Md. W., Dávila-Aviña, J. E., & González-Aguilar, G. A. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*, 44(7), 1866–1874. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.021>
- Beecher, J. W., Drake, M. A., Luck, P. J., & Foegeding, E. A. (2008). Factors Regulating Astringency of Whey Protein Beverages. *Journal of Dairy Science*, 91(7), 2553–2560. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1083>
- Beres, C., Simas-Tosin, F. F., Cabezu, L., Freitas, S. P., Iacomini, M., Mellinger-Silva, C., & Cabral, L. M. C. (2016). Antioxidant dietary fibre recovery from Brazilian Pinot noir grape pomace. *Food Chemistry*, 201, 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.039>
- Bertol, T., Ludke, J. V., Campos, R., Kowski, V., Jr, A., & Figueiredo, E. (2017). Inclusion of grape pomace in the diet of pigs on pork quality and oxidative stability of omega-3 enriched fat. *Ciência Rural*, 47. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150358>
- Caponio, G. R., Minervini, F., Tamma, G., Gambacorta, G., & De Angelis, M. (2023). Promising Application of Grape Pomace and Its Agri-Food Valorization: Source of Bioactive Molecules with Beneficial Effects. *Sustainability*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/su15119075>
- Cases, J., Romain, C., Marín-Pagán, C., Chung, L. H., Rubio-Pérez, J. M., Laurent, C., Gaillet, S., Prost-Camus, E., Prost, M., & Alcaraz, P. E. (2017). Supplementation with a Polyphenol-Rich extract, perflod®, improves physical performance during High-Intensity exercise: A randomized, double blind, crossover trial. *Nutrients*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/nu9040421>
- Cava, E., Padua, E., Campaci, D., Bernardi, M., Muthanna, F. M. S., Caprio, M., & Lombardo, M. (2024). Investigating the Health Implications of Whey Protein Consumption: A Narrative Review of Risks, Adverse Effects, and Associated Health Issues. *Healthcare*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/healthcare12020246>
- Chacón Gurrola, L. R., Chávez-Martínez, A., Rentería-Monterrubio, A. L., & Rodríguez-Figueroa, J. C. (2017). Whey protein: uses, relation to health and bioactivities. *Interciencia*, 42(11), 712–718.
- Chen, W. C., Huang, W. C., Chiu, C. C., Chang, Y. K., & Huang, C. C. (2014). Whey protein improves exercise performance and biochemical profiles in trained mice. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(8), 1517–1524. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000272>
- Chowdhary, P., Gupta, A., Gnansounou, E., Pandey, A., & Chaturvedi, P. (2021). Current trends and possibilities for exploitation of Grape pomace as a potential source for value addition. *Environmental Pollution*, 278, 116796. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116796>
- Costa, G. N. S., Tonon, R. V., Mellinger-Silva, C., Galdeano, M. C., Iacomini, M., Santiago, M. C. P. A., Almeida, E. L., & Freitas, S. P. (2019). Grape seed pomace as a valuable source of antioxidant fibers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(10), 4593–4601. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9698>
- Costa, J. R., Monteiro, M. J., Tonon, R. V., Cabral, L. M. C., Pastrana, L., & Pintado, M. E. (2021). Fortification of coconut water with microencapsulated grape pomace extract towards a novel electrolyte beverage: Biological, sensorial and quality aspects. *Future Foods*, 4, 100079. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100079>
- Cui, P., Li, M., Yu, M., Liu, Y., Ding, Y., Liu, W., & Liu, J. (2022). Advances in sports food: Sports nutrition, food manufacture, opportunities and challenges. *Food Research International*, 157, 111258. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111258>
- De Luna, F. (2022). Contaminado por suero de quesos, el río que baja de Miahuatlán a Naolingo. Contaminado Por Suero de Quesos, El Río Que Baja de Miahuatlán a Naolingo.
- Deamici, K. M., de Oliveira, L. C., da Rosa, G. S., Zavareze, E. da R., & de Oliveira, E. G. (2018). Development of cookies from agroindustrial by-products. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(2). <https://doi.org/10.1590/0100-29452018085>
- Du, H., Yang, H., Wang, X., Zhu, F., Tang, D., Cheng, J., & Liu, X. (2021). Effects of mulberry pomace on physicochemical and textural properties of stirred-type flavored yogurt. *Journal of Dairy Science*, 104(12), 12403–12414. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20037>
- Elejalde, E., Villarán, M. C., & Alonso, R. M. (2021). Grape polyphenols supplementation for exercise-induced oxidative stress. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00395-0>
- Ferreira, M. S. L., Santos, M. C. P., Moro, T. M. A., Basto, G. J., Andrade, R. M. S., & Gonçalves, É. C. B. A. (2015). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 822–830. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1061-4>
- Ferrer-Gallego, R., & Silva, P. (2022). The Wine Industry By-Products: Applications for Food Industry and Health Benefits. *Antioxidants*, 11(10). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antiox11102025>
- Freitas, L. C., Barbosa, J. R., da Costa, A. L. C., Bezerra, F. W. F., Pinto, R. H. H., & de Carvalho Junior, R. N. (2021). From waste to sustainable industry: How can agro-industrial wastes help in the development of new products? *Resources, Conservation and Recycling*, 169, 105466. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105466>
- González-Centeno, M. R., Jourdes, M., Femenia, A., Simal, S., Rosselló, C., & Teissedre, P.-L. (2013). Characterization of Polyphenols and Antioxidant Potential of White Grape Pomace Byproducts (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(47), 11579–11587. <https://doi.org/10.1021/jf403168k>
- Grimaldi, M., Pitirollo, O., Omaghi, P., Corradini, C., & Cavazza, A. (2022). Valorization of agro-industrial byproducts: Extraction and analytical characterization of valuable compounds for potential edible active packaging formulation. *Food Packaging and Shelf Life*, 33, 100900. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100900>
- Gupta Sakshi. (2024, October). Global Sports Drink Market Overview. MARKET RESEARCH FUTURE.
- Hoskin, R. T., Plundrich, N., Vargochik, A., & Lila, M. A. (2022). Continuous flow microwave-assisted aqueous extraction of pomace phytoactives for production of protein-polyphenol particles and a protein-enriched ready-to-drink beverage. *Future Foods*, 5, 100137. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100137>
- Igartuburu, J. M., del Río, R. M., Massanet, G. M., Montiel, J. A., Pando, E., & Luis, F. R. (1991). Study of agricultural by-products. Extractability and amino acid composition of grapeseed (*Vitis vinifera*) proteins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 54(3), 489–493. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740540320>
- Ilyas, T., Chowdhary, P., Chaurasia, D., Gnansounou, E., Pandey, A., & Chaturvedi, P. (2021). Sustainable green processing of grape pomace for the production of value-added products: An overview. *Environmental Technology & Innovation*, 23, 101592. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101592>
- Jahurul, M. H. A., Zaidul, I. S. M., Ghafoor, K., Al-Juhaimi, F. Y., Nyam, K.-L., Norulaini, N. A. N., Sahena, F., & Mohd Omar, A. K. (2015). Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review. *Food Chemistry*, 183, 173–180. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.046>
- Jovanov, P., Sakač, M., Jurdana, M., Pražnikar, Z. J., Kenig, S., Hadna Dev, M., Jakus, T., Petelin, A., Škrobot, D., & Marić, A. (2021). High-protein bar as a meal replacement in elite sports nutrition: A pilot study. *Foods*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/foods10112628>
- Khan, I. T., Nadeem, M., Imran, M., Ullah, R., Ajmal, M., & Jaspal, M. H. (2019). Antioxidant properties of Milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids in Health and Disease*, 18(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s12944-019-0969-8>
- Khan, M. K., Imran, M., Ahmad, M. H., Hassan, S., & Sattar, S. (2021). 8 - Ultrasound for beverage processing. In F. J. Barba, G. Cravotto, F. Chemat, J. M. L. Rodríguez, & P. E. S. Munekata (Eds.), *Design and Optimization of Innovative Food Processing Techniques Assisted by Ultrasound* (pp. 189–215). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818275-8.00007-6>
- Khezri, S., Mehdi Seyedsaleh, M., Emami, N., & Dehghan, P. (2016). Whey: Characteristics, Applications and Health Aspects.

- International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 7, 1383–1389.
- Król, J., Wawryniuk, A., Brodziak, A., Barłowska, J., & Kuczyńska, B. (2020). The effect of selected factors on the content of fat-soluble vitamins and macro-elements in raw milk from holstein-friesian and simmental cows and acid curd cheese (Tvarog). *Animals*, 10(10), 1–17. <https://doi.org/10.3390/ani10101800>
- Lafay, S., Jan, C., Nardon, K., Lemaire, B., Ibarra, A., Roller, M., Houvenaeghel, M., Juhel, C., & Cara, L. (2009). Grape extract improves antioxidant status and physical performance in elite male athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(3), 468–80.
- Lingua, M. S., Fabani, M. P., Wunderlin, D. A., & Baroni, M. V. (2016). In vivo antioxidant activity of grape, pomace and wine from three red varieties grown in Argentina: Its relationship to phenolic profile. *Journal of Functional Foods*, 20, 332–345. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.10.034>
- López-Astorga, M., Molina-Domínguez, C. C., Ovando-Martínez, M., & Leon-Bejarano, M. (2023). Orujo de Uva: Más que un Residuo, una Fuente de Compuestos Bioactivos. *EPISTEMUS*, 16(33). <https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.283>
- Madureira, A. R., Pereira, C. I., Gomes, A. M. P., Pintado, M. E., & Xavier Malcata, F. (2007). Bovine whey proteins – Overview on their main biological properties. *Food Research International*, 40(10), 1197–1211. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.07.005>
- Mainente, F., Menin, A., Alberton, A., Zoccatelli, G., & Rizzi, C. (2019). Evaluation of the sensory and physical properties of meat and fish derivatives containing grape pomace powders. *International Journal of Food Science & Technology*, 54. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13850>
- Martínez, T., Aleman, R. S., Ruiz, F. D., Madrid, M. S., Marcia, J., Montero-Fernández, I., Vertedor, D. M., Manrique-Fernández, V., & Lozano, J. (2025). Technological usage of ripe banana pulp for the development of a salad dressing. *Food Physics*, 2, 100027. <https://doi.org/10.1016/j.foodp.2024.100027>
- Mhamed, M. B., Zarrouk, F., Mrad, M., Methnani, J., Bahlous, A., Zaouali, M., Lindinger, M., Bigard, X., & Bouhlef, E. (2024). Effects of whey protein on body composition, biochemical profile, and high intensity physical performances in well-trained endurance runners. *Science & Sports*, 39(7), 588–598. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2024.02.001>
- Milincić, D. D., Kostić, A., Gašić, U. M., Lević, S., Stanojević, S. P., Barać, M. B., Tešić, Ž. L., Nedović, V., & Pešić, M. B. (2021). Skimmed goat's milk powder enriched with grape pomace seed extract: Phenolics and protein characterization and antioxidant properties. *Biomolecules*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/biom11070965>
- Miranda Miranda, O., Fonseca, P., Ponce, I., Cedeño, C., Sam Rivero, L., & Martí Vázquez, L. (2021). Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso. Características distintivas y control de la calidad. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 17, 6.
- Monteiro, S. A., Barbosa, M. M., Maia da Silva, F. F., Bezerra, R. F., & da Silva Maia, K. (2020). Preparation, phytochemical and bromatological evaluation of flour obtained from the acerola (*Malpighia punicifolia*) agroindustrial residue with potential use as fiber source. *LWT*, 134, 110142. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110142>
- Mordor Intelligence. (2024). Mercado de bebidas deportivas a base de proteínas análisis de tamaño y participación - tendencias y pronósticos de crecimiento hasta 2030. Mordor Intelligence.
- Mondor Intelligence. (2024). Global_Soft_Drinks_Market_1726733879637. <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/global-soft-drinks-market>
- Naik, B., Kohli, D., Walter, N., Gupta, A. K., Mishra, S., Khan, J. M., Saris, P. E. J., Irfan, M., Rustagi, S., & Kumar, V. (2023). Whey-carrot based functional beverage: Development and storage study. *Journal of King Saud University - Science*, 35(6), 102775. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102775>
- Onache, P. A., Geana, E. I., Ciucure, C. T., Florea, A., Sumedrea, D. I., Ionete, R. E., & Tîlă, O. (2022). Bioactive Phytochemical Composition of Grape Pomace Resulted from Different White and Red Grape Cultivars. *Separations*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/separations9120395>
- Pedro, A. C., Maciel, G. M., Lima, N. P., Lima, N. F., Ribeiro, I. S., Pinheiro, D. F., & Haminiuk, C. W. I. (2024). Valorization of bioactive compounds from juice industry waste: Applications, challenges, and future prospects. *Trends in Food Science & Technology*, 152, 104693. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104693>
- Plakantonaki, S., Roussis, I., Bilalis, D., & Priniotakis, G. (2023). Dietary Fiber from Plant-Based Food Wastes: A Comprehensive Approach to Cereal, Fruit, and Vegetable Waste Valorization. *Processes*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/pr11051580>
- Priyanka, G., Singiri, J. R., Adler-Agmon, Z., Sannidhi, S., Daida, S., Novoplansky, N., & Grafi, G. (2024). Detailed analysis of agro-industrial byproducts/wastes to enable efficient sorting for various agro-industrial applications. *Bioresources and Bioprocessing*, 11(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s40643-024-00763-7>
- Rătu, R. N., Veleşcu, I. D., Stoica, F., Usturoi, A., Arsenoaia, V. N., Crivei, I. C., Postolache, A. N., Lipsa, F. D., Filipov, F., Florea, A. M., Chițea, M. A., & Brumă, I. S. (2023). Application of agri-food by-products in the food industry. *Agriculture*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/agriculture13081559>
- Reguengo, L. M., Salgado, M. K., Sivieri, K., & Maróstica Júnior, M. R. (2022). Agro-industrial by-products: Valuable sources of bioactive compounds. *Food Research International*, 152, 110871. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110871>
- Research and Markets. (2024, April). Beverage Market - Global Forecasts from 2024 to 2029. Research and Markets.
- Rojas-Ocampo, E., Torrejón-Valqui, L., Muñoz-Astecker, L. D., Medina-Mendoza, M., Mori-Mestanza, D., & Castro-Alayo, E. M. (2021). Antioxidant capacity, total phenolic content and phenolic compounds of pulp and bagasse of four Peruvian berries. *Heliyon*, 7(8). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07787>
- Sette, P., Fernandez, A., Soria, J., Rodríguez, R., Salvatori, D., & Mazza, G. (2020). Integral valorization of fruit waste from wine and cider industries. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118486. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118486>
- Silva, M. A., Albuquerque, T. G., Alves, R. C., Oliveira, M. B. P. P., & Costa, H. S. (2020). Melon (*Cucumis melo* L.) by-products: Potential food ingredients for novel functional foods? *Trends in Food Science & Technology*, 98, 181–189. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.005>
- Skryplonek, K., Dmytrów, I., & Mituniewicz-Malek, A. (2019). Probiotic fermented beverages based on acid whey. *Journal of Dairy Science*, 102(9), 7773–7780. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16385>
- Stobiecka, M., Król, J., & Brodziak, A. (2022). Antioxidant activity of milk and dairy products. *Animals*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/ani12030245>
- Taghizadeh, M., Malekian, E., Memarzadeh, M. R., Mohammadi, A. A., & Asemi, Z. (2016). Grape seed extract supplementation and the effects on the biomarkers of oxidative stress and metabolic profiles in female volleyball players: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 18(9). <https://doi.org/10.5812/ircmj.31314>
- Tirloni, E., Vasconi, M., Cattaneo, P., Moretti, V., Bellagamba, F., Bernardi, C., & Stella, S. (2020). A possible solution to minimise scotta as a food waste: A sports beverage. *International Journal of Dairy Technology*, 73(2), 421–428. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12647>
- Torres Vitela, Ma. R., & Castillo Ayala, A. (2006). Microbiología de los alimentos (Torres Vitela M. R.). Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Departamento de Farmacobiología.
- Vodnar, D. C., Călinoiu, L. F., Mitrea, L., Precup, G., Bindea, M., Păcurar, A. M., Szabo, K., & Ștefănescu, B. E. (2019). 15 - A New Generation of Probiotic Functional Beverages Using Bioactive Compounds From Agro-Industrial Waste. In A. M. Grumezescu & A. M. Holban (Eds.), *Functional and Medicinal Beverages* (pp. 483–528). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816397-9.00015-7>
- Zandona, E., Blažić, M., & Režek Jambak, A. (2021). Whey Utilisation: Sustainable Uses and Environmental Approach. *Food Technology and Biotechnology*, 59, 147–161. <https://doi.org/10.17113/ftb.59.02.21.6968>