

APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO AGROINDUSTRIAL DE AGUACATE Y SU APLICACIÓN COMO SUSTRATO PARA CULTIVO DE MICROORGANISMOS

USE OF AVOCADO AGROINDUSTRIAL WASTE AND ITS APPLICATION AS A SUBSTRATE FOR THE CULTIVATION OF MICROORGANISMS

RESUMEN

Los residuos agroindustriales son todos los residuos sobrantes de plantas, verduras, restos cárnicos, entre otros, dichos desechos provienen mayormente de las empresas dedicadas a la producción, elaboración y distribución de algún tipo de alimento, como enlatados, entre otros, incluso de restaurantes o mercados. Estos desechos son poco aprovechados, es por esto por lo que realizar una revalorización para su aprovechamiento y aplicación en distintas ramas de la ciencia es fundamental ya que contribuye al cuidado del medio ambiente reduciendo el impacto de estos. Algunas de las aplicaciones que se les dan a dichos residuos pueden ser desde la elaboración de un subproducto como harinas, sustitutos de plástico, alimentos fortificados, e incluso se aplican en la biotecnología como sustrato para nutrir fermentaciones con microorganismos, las cuales buscan transformar mediante dicho proceso la producción de biocompuestos para su aplicación en distintas áreas de la ciencia. En este documento se realizó una revisión literaria sobre el aprovechamiento de los residuos agroindustriales, sus diferentes fuentes de procedencia y aplicaciones en la ciencia y tecnología.

Palabras clave: biocompuestos; fermentación; polifenoles; capacidad antioxidante.

VICTORIA A. CERVANTES
RIVERA¹

ROBERTO ARREDONDO
VALDÉS¹

MAYELA GOVEA SALAS¹

ERIKA Y. ACOSTA CRUZ¹

JULIA C. ANGUIANO
CABELLO²

PATRICIA SEGURA
CENICEROS¹

1. Grupo de Nanobiociencia,
Facultad de Ciencias
Químicas, Unidad Sureste,
UAdeC.

2. Universidad La Salle,
Saltillo, Coah.

Correspondencia
psegura@uadec.edu.mx
ORCID: 000-0003-2744-4640

ABSTRACT

Agro-industrial waste is all leftover waste from plants, vegetables, and meat remains. Such waste comes mostly from companies dedicated to producing, preparing, and distributing some types of food, such as canned food, among others, even from restaurants or markets. These wastes are rarely used, so revaluation for their use and application in different branches of science is essential since they contribute to the care of the environment by reducing their impact. Some of the applications given to said waste can be from the production of a by-product such as flour, plastic substitutes, or fortified foods, and they are even applied in biotechnology as a substrate to nourish fermentations with micro-organisms, which seek to transform by this process produces biocomposites for application in different areas of science. In this document, a literary review was carried out on the use of agro-industrial waste and its different places of origin and applications in science and technology.

Keywords: biocompounds; fermentation; polyphenols; antioxidant capacity.

INTRODUCCIÓN

Los residuos agroindustriales son un tipo de biomasa generada a partir del procesamiento de materiales orgánicos; como el manejo de animales, cultivo de plantas y el procesamiento de frutas y verduras (Rodríguez y col., 2022). Estos desechos son generados por distintas industrias principalmente la alimentaria y agrícola. A menudo, estas industrias no muestran interés en su aprovechamiento (Pinheiro y col., 2024). Sin embargo, en las últimas décadas ha surgido un creciente interés en el uso eficiente e integral de los residuos agroindustriales debido a los distintos problemas ambientales asociados con su generación (Donoso y col., 2024). Por lo anterior, se busca implementar protocolos que permitan recuperar y producir (Pinheiro y col., 2024) un gran número de productos de alto valor agregado, mediante técnicas biotecnológicas; con lo que se pretende reducir el impacto ambiental de estos residuos, así como aprovechar la generación de nuevos productos y recursos para el aprovechamiento

del hombre y del medio ambiente (Ibarra y col., 2022).

El crecimiento acelerado de la población mundial genera cada vez una mayor demanda de recursos alimentarios y energéticos en nuestro entorno (Pinheiro y col., 2024). Este incremento en la demanda también conlleva a aumento en el desperdicio de alimentos y en la contaminación generada con los residuos agroindustriales durante su producción y el procesamiento para su distribución (Donoso y col., 2024).

Se espera que, durante los próximos cuarenta años, el crecimiento de la población será lineal, por lo que aumentar el suministro de alimentos, reducir pérdidas y disminuir el volumen de los residuos es una prioridad tanto en la industria como en el campo (Rodríguez y col., 2022). Se espera que para el año 2050 la población mundial supere los 9, 000 millones de personas, lo que requerirá un aumento del 60 % al 70 % en la producción de alimentos a escala global (Kupnik y col., 2023).

En este documento se realizó una revisión literaria sobre el aprovechamiento de los residuos agroindustriales, sus diferentes fuentes de procedencia y aplicaciones en la ciencia y tecnología.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de esta revisión se utilizaron buscadores académicos de publicaciones científicas como *Scopus* y *Web of Science* como instrumentos de bases de datos para selección de la información de un periodo de cinco años.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

TIPOS DE RESIDUOS

Los residuos se generan diariamente en la mayoría de las empresas,

y pueden ser hojas, raíces, tallos, carne, sangre, entre otros (Romero y col., 2023). Para una mejor identificación, los residuos agroindustriales se pueden dividir en siete grupos principales: cereales, raíces y tubérculos, plantas oleaginosas, frutas y verduras, productos cárnicos, pescados, mariscos y productos lácteos (Padilla y col., 2021).

DESECHOS CÁRNICOS

Los desechos cárnicos provienen principalmente de mataderos, incluso de empresas dedicadas a la producción y venta de alimentos precocinados o enlatados (Kupnik y col., 2023). Algunos de los desechos del rastro, como la sangre y el contenido ruminal, provocan graves problemas de contaminación ambiental, principalmente los mantos acuíferos (Padilla y col., 2021). Estos pueden tratarse y emplearse como fertilizantes orgánicos y/o como materia prima para productos como harinas de sangre (Puşcaş y col., 2022), fuentes de proteína para la elaboración de alimentos para mascotas, también como fuentes energéticas para suplementos alimenticios o proteínas para el hombre, incluso como base para la elaboración de jabones con potencial biodegradable (Donoso y col., 2024).

FRUTAS Y VERDURAS

Los desechos agroindustriales de las frutas y verduras provienen desde los cultivos (Tabla 1), al descartar el producto que no cumple con las características necesarias para ser seleccionadas para su distribución y venta, también provienen de supermercados, esto debido a la rápida maduración y putrefacción de dichos alimentos (Izu y col., 2024), aunque también provienen de empresas que producen comidas enlatadas, o incluso restaurantes después de preparar algún alimento (Rodríguez y col., 2022).

Tabla 1. Aprovechamiento de diversos residuos agroindustriales y su aplicación en la ciencia.

Residuo Agroindustrial	Procedencia	Aplicación	Cita
Cáscara de naranja	Planta procesadora de jugos de frutas	Obtención de carbón activado	(Valencia y col., 2021)
Residuos de frutas y	Mercado de	Producción de	(Rojas y col., 2022)



Los desechos agroindustriales de frutas y verduras están compuestos principalmente por celulosa y hemicelulosa, mediante diversos pretratamientos se pueden convertir en una mezcla de azúcares fermentables aprovechables para la industria alimentaria (Pinheiro y col., 2024).

Los residuos agroindustriales han tomado gran relevancia dentro de las problemáticas mundiales a resolver debido a la alta cantidad de materia orgánica desechada y poco aprovechada (Velderrain y col., 2021), por lo que se busca resolver dicho problema mediante la producción de sustratos para diversos cultivos, incluso como alimento para ganado (Pinheiro y col., 2024).

PRODUCTOS PRINCIPALES QUE GENERAN RESIDUOS AGROINDUSTRIALES A NIVEL MUNDIAL

La producción y cantidad de residuos agroindustriales depende del origen de la materia prima y los procesos que constituyen a la elaboración del producto principal (Padilla y col., 2021), una gran parte de desechos provienen de varias frutas como uva prensada, cáscara de cítricos, piña, melón, aguacate, etc. (Mora y col., 2021).

RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN MÉXICO

En México se generan anualmente más de 76 millones de toneladas de residuos agroindustriales de frutas y verduras, unos de los residuos con mayor impacto en México es el bagazo, cachaza y ceniza provenientes del proceso de elaboración de azúcar de caña y algunos de estos ya son empleados en la producción de alimento para ganado (Romero y col., 2023). Enseguida se encuentran algunas frutas como limón, peras, manzanas, aguacate, piña, plátano, entre otros (Herrera y col., 2023; SEGOB, 2013).

DESECHO AGROINDUSTRIAL DEL AGUACATE

El cultivo para la distribución y venta de aguacate ha incrementado en los últimos años, al igual que su industrialización, a su vez se ha generado un aumento en la producción de residuos, los cuales dan lugar a un aumento en la contaminación ambiental (Casas y col.,

2021). A pesar de que muchos de estos residuos no son aprovechados, se ha demostrado mediante diversas técnicas que la semilla y cáscara de aguacate presentan una gran variedad de compuestos bioactivos de interés en la Ciencia médica (Salazar y col., 2023).

IMPORTANCIA DEL AGUACATE EN MÉXICO

Desde hace más de 25 años los avances científicos y tecnológicos han aportado múltiples avances en la economía mundial, esto modificando los patrones de consumo entre la población, la producción y comercialización de distintos productos alimenticios lo que beneficia la derrama económica en el mundo debido a los múltiples tratos de compra y venta de una gran variedad de dichos productos (Mora y col., 2021). La producción y comercio variado de frutas y verduras se ha convertido en un sector importante de la agricultura en México, dando como resultado cambios en la oferta y demanda de estos productos a nivel nacional e internacional (Salazar y col., 2023). Durante el periodo de 2000 a 2011, la exportación de frutas, verduras y hortalizas mexicanas crecieron más de 9.6% en promedio anual.

El aguacate es la cuarta fruta tropical más importante en el mundo debido a su alto consumo (Sandoval y col., 2023). Se estimó una producción global de aguacate superior a 2.6 millones de toneladas, mayormente exportadas por México, con valores superiores a 1.2 millones de toneladas, secundado por Indonesia, con valores menores a 263 mil toneladas, y en tercer lugar Estados Unidos con 214 mil toneladas de aguacate (SEGOB, 2013). En México la producción de aguacate ha mostrado una tendencia a crecer en cuanto a superficie cultivada y producción (Gonzáles, 2024). Michoacán es el lugar con la mayor producción interna del país con más de 122,348 hectáreas plantadas, con más de un 1 millón de toneladas, equivalente a un 90 % del total, en segundo lugar, Nayarit con más de 26 mil toneladas de producción (2.5 %), Morelos 25 mil toneladas (2.2 %) y al final el Estado de México con menos de 21 mil toneladas (2 %) (Mora-Sandí y col., 2021).



Figura 1. Partes del fruto del aguacate (tomado de *bing.com*).

CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA SEMILLA Y CÁSCARA DEL AGUACATE

Es sabido que el contenido nutrimental de las frutas y verduras varía según la especie las condiciones climatológicas y el aporte nutrimental del suelo donde fueron cultivadas; por lo general contienen vitaminas A, C, B1, B2, B6, ácido fólico y minerales como potasio, hierro, calcio, magnesio, sílice, zinc, sales de sulfatos, fosfatos, cloruros, a su vez aportan fibra, celulosa y pectinas (Kupnik y col., 2023).

El aguacate en general no contiene azúcares ni sodio (Muñoz, 2020); la semilla de aguacate contiene una alta concentración de ácidos grasos como el ácido oleico y el ácido palmítico, y de igual manera se encuentran vitaminas como la C y E, la cascara contiene vitaminas C, E y K, así como potasio (Figura 1), lo cual significa que gran poder antioxidante, entre otros elementos necesarios para los procesos metabólicos del organismo (Sandoval y col., 2023).

En estudios fitoquímicos realizados sobre los residuos agroindustriales del aguacate, se han identificado una gran variedad de metabolitos, entre los que se encuentran glucósidos del ácido abscísico, importantes en la maduración del aguacate (Mora y col., 2021), proantocianidinas oligoméricas (Alves y col., 2020), ácidos grasos con enlaces olefínicos (Cañadas y col., 2022), ácidos furanoicos, fitosteroles, triterpenos (Burgos y col., 2023), dímeros de flavonoles (Sandoval Contreras y col., 2023), polifenoles totales y antocianinas (Kumar y col., 2022).

APLICACIONES DE LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES EN LA MICROBIOLOGÍA

Su aplicación dentro de la microbiología se ha vuelto fundamental debido a la gran cantidad de nutrientes que tienen los residuos agro-

industries (Tabla 2), por ejemplo, para la obtención de colorantes a base de hongos está tomando fuerza en la industria textil y cosmetológica (García y col., 2021). Esto debido a que se han obtenidos resultados positivos en diversos estudios donde se añadió cáscara de piña al sustrato para el crecimiento de la cepa del hongo, la cual demostró que acelera el crecimiento y ayuda a que el color sea más intenso (Casas y col., 2021).

Otro ejemplo sería el cultivo de hongos microscópicos a partir de algún sustrato poco convencional, esto para el tratamiento de diversas enfermedades autoinmunes, o incluso el tratamiento de algún tipo de cáncer (Muñoz, 2020).

Un último ejemplo sería las diversas pruebas que se han hecho con componentes bioactivos que contienen algunas cáscaras o partes de frutas que son antioxidantes o son inhibidoras del crecimiento de microorganismos como el bagazo de manzana (Donoso y col., 2024), esto comprobando que se le puede dar un valor agregado a los desechos (Figura 2), los cuales son considerados basura para la mayoría de las empresas (Cañadas y col., 2022).



Figura 2. Residuos agroindustriales de aguacate provenientes del restaurant Las Brazas, Saltillo, Coah.

POLIFENOLES PRESENTES EN LAS FRUTAS Y VERDURAS

Los polifenoles son moléculas antioxidantes, se encuentran en la mayoría de las plantas (Alves y col., 2020) son producidas naturalmente por los procesos metabólicos de las plantas, con la función básica de ser una defensa contra los ataques de patógenos externos (Zaldivar y col., 2023). Las moléculas que componen los polifenoles se subdividen en tres, por su estructura química, función y origen (Vargas y col., 2018):

- Fenoles: los cuales se encuentran principalmente en las frutas como el cacao, melón, sandía y aguacate, incluso en diversos

tipos de hierbas utilizadas para té. (Kumar y col., 2022).

- Flavonoides: estos representan la mayor clase de polifenoles y se encuentran mayormente en cítricos (Herrera y col., 2023).
- Taninos: estos se dividen a su vez en hidrolizables y condensados, mayormente encontrados en las uvas (Camargo y col., 2023).

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL AGUACATE

Mediante investigaciones se ha comprobado que los compuestos fenólicos muestran una amplia variedad de actividades biológicas, entre ellas: antioxidante, antiviral, antiproliferativa, antimutagénica, anticarcinogénica, antimicrobiana, antiinflamatoria, inmunomoduladora, acciones vasodilatadoras, y prevención de enfermedades coronarias e incluso desórdenes neurodegenerativos (De Montijo y col., 2023).

El cuantificar los compuestos fenólicos existentes en los extractos de las frutas y verduras es de gran importancia debido a que estos constituyen un grupo de metabolitos secundarios que son evaluados como antioxidantes naturales (Güemes y col., 2020), debido a los múltiples beneficios biológicos para el ser humano, tales como la prevención de enfermedades cardiovasculares y degenerativas en los adultos mayores (Pinheiro y col., 2024). Gracias a diversos estudios sobre varias especies de aguacate se encontró que en la cáscara los principales compuestos son derivados de epicatequina y por otra parte en la semilla se encuentran: dímeros de flavonoles, polifenoles y antocianinas (Alves y col., 2020).

OBTENCIÓN Y APLICACIÓN DE LOS POLIFENOLES

El desarrollo de técnicas y procesos biotecnológicos estandarizados para la obtención de metabolitos bioactivos es fundamental para determinar cuáles polifenoles y en qué cantidad se producen (Kumar y col., 2022), desarrollar estas técnicas es importante debido a que permite descifrar la interacción de ciertas variables, como el crecimiento y metabolismo de los microorganismos empleados (Camargo y col., 2023), la composición y propiedades físicas del residuo agroindustrial utilizado como sustrato y las condiciones ambientales (oxígeno, temperatura, actividad de agua y pH) (Pinheiro y col., 2024). De esta manera se puede determinar si los compuestos

obtenidos son gracias al propio sustrato o bien a la interacción mediante la fermentación del microorganismo con el sustrato (Muñoz, 2020).

Tabla 2. Fermentación de diversos residuos agroindustriales para la producción de compuestos de interés en la microbiología.

Sustrato	Microrganismo	Tipo de fermentación	Producto	Cita
Plátano	<i>Aspergillus niger</i>	Sumergida	Ácido cítrico	(De Montijo-Prieto y col., 2023)
Melón	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Sumergida	Etanol	(Cuevas-Cianca y col., 2023)
Aguacate	<i>Escherichia coli</i>	Sumergida	Ácido láctico	(Valencia-Hernández y col., 2021)
Piña	<i>A. niger</i>	Sólido	Compuestos bioactivos	(Caballero-Sanchez y col., 2023)
Mango	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Sumergida	Etanol	(Astudillo y col., 2023)

CONCLUSIONES

El correcto aprovechamiento de los residuos agroindustriales es beneficioso para el medio ambiente debido a la reducción en la contaminación de los ecosistemas, ya que se emplean técnicas para aplicarlos como sustrato en diversos estudios para la producción de metabolitos bioactivos, los cuales pueden ser aplicados para el tratamiento de patologías clínicas y así beneficiar a la medicina actual.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al departamento de Nanobiociencia de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila por dirigir el proyecto. Se agradece de igual manera a CONAHCYT por el financiamiento del proyecto.

REFERENCIAS

- Alves, E., Simoes, A., & Domingues, M. R. (2020). Las semillas de frutas y sus aceites como fuentes promisorias de lípidos de valor agregado a partir de subproductos agroindustriales: contenido de aceite, composición lipídica, análisis de lípidos, actividad biológica y potenciales aplicaciones biotecnológicas. *Revisiones críticas en ciencia de los alimentos y nutrición*, 61(8): 1305–1339. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1757617>
- Astudillo, A., Rubilar, O., Briseño, G., y col., (2023). Avances en los residuos agroindustriales como sustrato para la obtención de productos microbianos eco-amigables. *Sostenibilidad*, 15: 3467. <https://doi.org/10.3390/su15043467>
- Burgos, A., & Montaña, K. (2023). Identificación y cuantificación de riesgos biológicos en una organización que manipula desechos cárnicos en la ciudad de Bogotá. *Germina*, 5(5): 145–156. <https://doi.org/10.52948/germina.v5i5.895>
- Caballero-Sánchez, L., Lázaro, P., Vargas, A. *et al.* (2023). Pilot-scale bioethanol production from the starch of avocado seeds using a combination of dilute acid-based hydrolysis and alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Microb Cell Fact* 22: 119. <https://doi.org/10.1186/s12934-023-02110-5>
- Camargo, L., Retrepo, D., Castro, A., & Vargas, A. (2023). Producción de ácido láctico (d- al) a partir de la semilla de aguacate tipo hass, por la cepa lactogénica *Escherichia coli* JU15. @limentech, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 21(1): 2364. <https://doi.org/10.24054/limentech.v21i1.2364>
- Cañadas, A., Gualle, A., Vizuite, K., Debut, A., Rojas-Silva, P., Ponce, S., Orejuela-Escobar, L.M. (2022). Green Synthesis of Antibacterial Silver Nanocolloids with Agroindustrial Waste Extracts, Assisted by LED Light. *Colloids Interfaces*, 6: 74. <https://doi.org/10.3390/colloids6040074>
- Cuevas-Cianca, S., Romero, J., Gálvez, J., Juárez, Z., Hernández, L. (2023). Antioxidant and Anti-inflammatory compounds from edible plants with anti-cancer activity and their potential use as drugs. *Molecules*, 28, 1488. <https://doi.org/10.3390/molecules28031488>
- De Montijo-Prieto, S., Razola, M., Barbieri, F., Tabanelli, G., Gardini, F., Jiménez, M., Ruiz, A., Verardo, V., Gómez, A. (2023). Impacto de la fermentación de las bacterias lácticas sobre los compuestos fenólicos y la actividad antioxidante de los extractos de hojas de aguacate. *Antioxidantes*, 12: 298. <https://doi.org/10.3390/antiox12020298>
- Donoso, C.; Raluca, M.A.; Chávez-Jinez, S.; Vera, E. (2024). Hass Avocado (Persea

americana Mill) Peel Extract Reveals Antimicrobial and Antioxidant Properties against *Verticillium theobromae*, *Colletotrichum musae*, and *Aspergillus niger* Pathogens Affecting *Musa acuminata* Colla Species, in Ecuador. *Microorganisms*, 12: 1929.

García-Vargas, M., Contreras, M., Castro, E. (2021). Therapeutic Bio-Compounds from Avocado Residual Biomass. *Proceedings*, 79: 4. <https://doi.org/10.3390/IECBM2020-08656>

Herrera-Rodríguez, T., Parejo-Palacio, V., & González-Delgado, Ángel. (2023). Evaluación ambiental mediante algoritmo de reducción de residuos WAR de la producción de aceite y biochar a partir de aguacate criollo en el Norte de Colombia. *Revista Ing-Nova*, 2(1): 11–22. <https://doi.org/10.32997/rin-2023-4259>

Ibarra-Cantun, D., Ramos, M., Sánchez, M., Castelán, R., & Marin, M. (2022). Compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de la fermentación en estado sólido de bagazo de manzana (*Malus domestica* Borkh., var. panochera). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(2): e2103. DOI https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2103

Izu, G., Mfotie, E.; Tabakam, G., Nambooz, J.; Otukile, K., Tsoeu, S., Fasiku, V., y col. (2024). Unravelling the Influence of Chlorogenic Acid on the Antioxidant Phytochemistry of Avocado (*Persea americana* Mill.) Fruit Peel. *Antioxidants*, 13: 456. <https://doi.org/10.3390/antiox13040456>

Kumar, V., Sharma, N., Umesh, M., et al. (2022). Emerging challenges for the agro-industrial food waste utilization: A review on food waste biorefinery. *Bioresource Technology*. 362: 127790. doi: 10.1016/j.biortech.2022.127790.

Kupnik, K., Primožič, M., Kokol, V., Knez, Ž., Leitgeb, M. (2023). Enzymatic, Antioxidant, and Antimicrobial Activities of Bioactive Compounds from Avocado (*Persea americana* L.) Seeds. *Plants*, 12: 1201. <https://doi.org/10.3390/plants12051201>

Marra, A., Manousakis, V., Zervas, G.P., Koutis, N., Finos, M.A., Adamantidi, T., Panoutsopoulou, E., Ofrydopoulou, A., Tsoupras, A. (2024). Avocado and Its By-Products as Natural Sources of Valuable Anti-Inflammatory and Antioxidant Bioactives for Functional Foods and Cosmetics with Health-Promoting Properties. *Applied Science*. 14: 5978. <https://doi.org/10.3390/app14145978>

Mora-Sandí, A., Ramírez-González, A.; Castillo-Henríquez, L.; Lopretti-Correa, M.; Vega-Baudrit, J.R. (2021). *Persea Americana* Agro-Industrial Waste Biorefinery for Sustainable High-Value-Added Products. *Polymers*, 13: 1727. <https://doi.org/10.3390/polym13111727>

Padilla-Arellanes, S., Salgado-Garciglia, R., Báez-Magaña, M., Ochoa-Zarzosa, A.,

- López-Meza, J.E. (2021). Cytotoxicity of a Lipid-Rich Extract from Native Mexican Avocado Seed (*Persea americana* var. *drymifolia*) on Canine Osteosarcoma D-17 Cells and Synergistic Activity with Cytostatic Drugs. *Molecules*, 26: 4178. <https://doi.org/10.3390/molecules26144178>
- Pinheiro Pantoja, K.R.; Melo Aires, G.C.; Ferreira, C.P.; Lima, M.d.C.d.; Menezes, E.G.O.; Carvalho Junior, R.N.d. (2024). Supercritical Technology as an Efficient Alternative to Cold Pressing for Avocado Oil: A Comparative Approach. *Foods*, 13: 2424. <https://doi.org/10.3390/foods13152424>
- Pinheiro Pantoja, K.R.; Melo Aires, G.C.; Ferreira, C.P.; Lima, M.d.C.d.; Menezes, E.G.O.; Carvalho Junior, R.N.d. Tecnología supercrítica como alternativa eficiente al prensado en frío para el aceite de aguacate: un enfoque comparativo. *Alimentos*, 13: 2424. <https://doi.org/10.3390/foods13152424>
- Puşcaş, A., Tanislav, A.E., Marc, R.A.; Mureşan, V., Mureşan, A.E., Pall, E., Cerbu, C. (2022). Cytotoxicity Evaluation and Antioxidant Activity of a Novel Drink Based on Roasted Avocado Seed Powder. *Plants*, 11, 1083. <https://doi.org/10.3390/plants11081083>
24. Pyrzynska, K. Ácido ferúlico: una breve revisión de su extracción, biodisponibilidad y actividad biológica. *Separaciones*. 11: 204. <https://doi.org/10.3390/separations11070204>
- Rodríguez-Martínez, B., Ferreira-Santos, P., Alfonso, I.M., Martínez, S., Genisheva, Z., Gullón, B. (2022). Disolventes eutécticos profundos como herramienta verde para la extracción de compuestos fenólicos bioactivos de cáscaras de aguacate. *Moléculas*, 27: 6646. <https://doi.org/10.3390/molecules27196646>
- Rojas-García, A., Fuentes, E., Cádiz-Gurrea, M.L., Rodríguez, L., Villegas-Aguilar, M.d.C., Palomo, I., Arráez-Román, D., Segura-Carretero, A. (2022). Biological Evaluation of Avocado Residues as a Potential Source of Bioactive Compounds. *Antioxidants*, 11: 1049. <https://doi.org/10.3390/antiox11061049>
- Romero-Márquez, J.M., Navarro-Hortal, M.D., Orantes, F.J., Esteban-Muñoz, A., Pérez-Oleaga, C.M., Battino, M., Sánchez-González, C. et al. (2023). In Vivo Anti-Alzheimer and Antioxidant Properties of Avocado (*Persea americana* Mill.) Honey from Southern Spain. *Antioxidants*, 12: 404. <https://doi.org/10.3390/antiox12020404>
- Salazar-López, N. J., Enríquez-Valencia, S. A., Zuñiga Martínez, B. S., & Gustavo A. González-Aguilar, G. A. (2023). Residuos agroindustriales como fuente de nutrientes y compuestos fenólicos *EPISTEMUS*, 17(34): 265. <https://doi.org/10.36790/epistemus.v17i34.265>
- Sandoval Contreras, T., González Chávez, F., Poonia, A., Iñiguez-Moreno, M., Aguirre-Güitrón, L. (2023). Avocado Waste Biorefinery: Towards

Sustainable Development. *Recycling*, 8. 81. <https://doi.org/10.3390/recycling8050081>

SEGOB (2013) NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. DOF - Diario Oficial de la Federación

Valencia-Hernández, L.J., Wong-Paz, J.E., Ascacio-Valdés, J.A., Chávez-González, M.L., Contreras-Esquivel, J.C., Aguilar, C.N. (2021). Procianidinas: de los residuos agroindustriales a los alimentos como moléculas bioactivas. *Alimentos*, 10: 3152. <https://doi.org/10.3390/foods10123152>

Velderrain-Rodríguez, G.R.; Quero, J.; Osada, J.; Martín-Belloso, O.; Rodríguez-Yoldi, M.J. (2021). Phenolic-Rich Extracts from Avocado Fruit Residues as Functional Food Ingredients with Antioxidant and Antiproliferative Properties. *Biomolecules*, 11: 977. <https://doi.org/10.3390/biom11070977>

Vargas Corredor, Y. A., Ibeth Pérez Pérez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente use of agro-industrial waste in improving the quality of the environment, *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1): 6827. issn ISSN 1900-4699. DOI: <https://doi.org/10.18359/rfcb.6827>