Descargado el: 1-11-2026 ISSN 1727-897X

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Uso potencial de residuos agroindustriales como fuente de compuestos fenólicos con actividad biológica

Potential use of agroindustrial waste as a source of phenolic compounds with biological activity

Anahí Belén Bonilla Rodríguez[1] Mary Mishell Pintag Fuertes[2] Gerardo Emilio Medina Ramírez[1]

[1] Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
[2] Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, Ecuador

Cómo citar este artículo:
Bonilla-Rodríguez A, Pintag-Fuertes M, Medina-Ramírez G. Uso potencial de residuos agroindustriales como fuente de compuestos fenólicos con actividad biológica. **Medisur** [revista en Internet]. 2023 [citado 2026 Nov 1]; 21(6):[aprox. 8 p.]. Disponible en: https://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/30534

Resumen

Los compuestos fenólicos poseen propiedades bioactivas de interés en la Medicina. Investigaciones actuales se enfocan en la búsqueda de nuevas fuentes de este tipo de compuestos. Varios estudios se han propuesto recuperar, caracterizar e identificar compuestos fenólicos a partir de residuos agroindustriales buscando en ellos diversas actividades biológicas. La presente investigación se desarrolló con el objetivo de describir el uso potencial de residuos agroindustriales como una fuente de compuestos fenólicos con actividad biológica y su uso en la Medicina. Los residuos agroindustriales poseen un elevado potencial como novedosa fuente de compuestos fenólicos con actividad biológica, empleables en la farmacéutica, industria alimentaria y cosmética. Entre sus aplicaciones se encuentran las de antioxidante, antiinflamatorio, antimicrobiano y la actividad antiproliferativa. Varios de los residuos agroindustriales provienen de productos cultivables en Ecuador, de ahí que constituya una oportunidad a explotar en la industria nacional. Los estudios en Ecuador sobre el aprovechamiento de residuos agroindustriales se enfocan en la obtención de biocombustibles, bioplásticos y productos de alimentación animal, por lo que la búsqueda de compuestos bioactivos a partir de nuevas fuentes aún es un campo incipiente.

Palabras clave: compuestos fenólicos, residuos industriales, biofarmacia

Abstract

Phenolic compounds have bioactive properties of interest in Medicine. Current research focuses on the search for new sources of this type of compounds. Several studies have proposed recovering, characterizing and identifying phenolic compounds from agroindustrial waste, searching for various biological activities in them. The present research was developed with the objective of describing the potential use of agroindustrial waste as a source of phenolic compounds with biological activity and their use in Medicine. Agroindustrial waste has a high potential as a novel source of phenolic compounds with biological activity, which can be used in the pharmaceutical, food and cosmetic industries. Among its applications are antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial and antiproliferative activity. Several of the agroindustrial waste come from cultivable products in Ecuador, hence it constitutes an opportunity to be exploited in the national industry. Studies in Ecuador on the use of agroindustrial waste focus on obtaining biofuels, bioplastics and animal feed products, so the search for bioactive compounds from new sources is still an incipient field.

Key words: phenolic compounds, industrial waste, biopharmaceuticals

Aprobado: 2023-11-06 13:34:28

Correspondencia: Anahí Belén Bonilla Rodríguez. Universidad Regional Autónoma de los Andes. Ecuador. ua.anahibr80@uniandes.edu.ec

INTRODUCCIÓN

La agroindustria produce diariamente residuos como cáscara, semillas, orujo y bagazo. Cuando los residuos no son eliminados de forma adecuada, se convierten en un grave problema ambiental.[1,2] Por ello, las tendencias actuales son la búsqueda de usos alternativos de los residuos, especialmente los producidos por la agroindustria;[3] una novedosa opción es la búsqueda de compuestos bioactivos con aplicaciones biomédicas.

Existe una gran variedad de compuestos bioactivos que se encuentran en los residuos derivados del cultivo y procesamiento de productos agrícolas. Las estructuras vegetales como la cáscara y las semillas pueden considerarse como una fuente de compuestos bioactivos.[4]

Los compuestos fenólicos se forman a partir del metabolismo secundario de las plantas. Estos compuestos pueden estar formando parte de glicósidos. Estructuralmente, están formados principalmente por un anillo aromático (de carácter hidrófobo) y uno o más grupos hidroxilo (de carácter hidrofílico) unidos a él. Dentro de este grupo de compuestos se encuentran los ácidos fenólicos (hidroxicinámico e hidroxibenzoico), flavonoides, cumarinas, xantonas, chalconas, estilbenos, ligninas y lignanos.[4]

Los compuestos fenólicos son conocidos por tener varias propiedades biológicas como antioxidantes, inmunoestimulantes, moduladores del microbiota, antibacterianas, antiparasitarias, antivirales, antiinflamatorias, anticancerígenas, y efectos antihipertensivos.[5]

Las propiedades biológicas de los compuestos fenólicos, especialmente las antioxidantes, están relacionadas con su estructura química. El número y la posición de los grupos hidroxilo, la presencia de los dobles enlaces y la capacidad de deslocalizar electrones determinan la capacidad de los compuestos fenólicos para eliminar los radicales libres y donar átomos de hidrógeno.[6] Otro mecanismos por el cual los compuestos fenólicos pueden ejercer su actividad biológica es interactuando con componentes de la membrana celular, enzimas y factores de transcripción, así como receptores.[4,7]

Los compuestos fenólicos brindan protección antioxidante a la membrana a través de la interacción de sus dominios hidrofílicos e hidrofóbicos con la cabeza polar y la porción no polar de la bicapa lipídica. Además, los compuestos fenólicos ejercen acción antioxidante indirecta y actividades antiinflamatorias.[4,7]

Los residuos agroindustriales pueden poseer contenidos importantes de compuestos fenólicos que pueden ser reutilizados en diversos ámbitos, debido a su actividad biológica, entre ellos la Medicina. El objetivo de esta revisión bibliográfica es describir el uso potencial de residuos agroindustriales como una fuente de compuestos fenólicos con actividad biológica.

MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica descriptiva de la literatura referente al uso potencial de residuos agroindustriales como una fuente de compuestos fenólicos con actividad biológica.

Para la obtención de la información se realizó una búsqueda de información en la base de datos PubMed/Medline, SciELO y el buscador Google Académico. Se emplearon los términos residuos, agroindustria, fenólicos y Ecuador, así como sus traducciones al inglés. Se seleccionaron aquellos artículos publicados en el periodo 2017-2023.

Después de obtener los artículos, se procedió a realizar una lectura de los resúmenes, descartando aquellos que no tenían relación con el tema. Posteriormente, se procedió a la lectura de textos completos; así, fueron seleccionados 24 artículos para el desarrollo de la presente investigación.

DESARROLLO

Los compuestos fenólicos presentan propiedades bioactivas que pueden ser aprovechadas por la industria biomédica, por lo tanto, es necesario determinar fuentes de estos compuestos. Los residuos provenientes de la agroindustria pueden ser considerados como una novedosa fuente; el contenido de compuestos fenólicos en estos residuos es alto. En algunos casos, los residuos agroindustriales poseen cantidades de compuestos fenólicos similares comparado con las partes aprovechables y comestibles del producto.[8]

Cacao

Gabbay Alves et al.[9] identificaron, mediante

cromatografía en capa fina de alto rendimiento, compuestos bioactivos provenientes de residuos de cacao. En sus resultados reportan la presencia de residuos de terpenos, sesquiterpenos y flavonoides.

El estudio realizado por Hernández-Hernández et al.[10] evaluó técnicas industriales de extracción de compuestos fenólicos a partir de cascarilla de cacao. Tanto el contenido fenólico, así como la actividad antioxidante de los extractos varió dependiendo de factores como la variedad y la temporada de cosecha. La capacidad antioxidante, expresada como $IC_{50,}$ varió desde 76,88 ± 12,74 hasta 16,87 ± 0,55 mg/mL. Los resultados también reportan las mejores condiciones de extracción en cuanto al contenido de bioactivos y actividad biológica (tratamiento a 170 °C con agua por 30 minutos). Estos resultados son un pilar relevante para industrializar la producción de compuestos bioactivos a partir de residuos.

Café

Castro et al.[8] analizaron el extracto hidroetanólico de los residuos de las semillas verdes de café. El contenido de fenoles totales fue de 27,9 % p/p, el cual es estadísticamente similar al contenido de las semillas verdes (27,4% p/p). Estos porcentajes se consideran altos en comparación con otros subproductos del café y matrices alimentarias. En el análisis cromatográfico se identificaron el ácido 5-cafeoilquínico y cafeína; las curvas analíticas cuantifican valores de 21,7 ± 0,72 y 7,2 ± 0,22 respectivamente en los residuos de semillas verdes y de 13,2 ± 0,35 y 5,9 ± 0,19 respectivamente en las semillas verdes. Los autores identificaron ocho ácidos clorogénicos de tipo monoacil y diacil ésteres de ácidos transcinámicos y ácido quínico.

En cuanto a la actividad antioxidante, la actividad inhibitoria del radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) fue de aproximadamente 75 %, medida en un extracto de concentración 25,0 µg/mL. Los resultados de la inhibición de los radicales catiónicos de ABTS mostraron una IC_{50} de 13,6 para los residuos de semillas verdes. Por último, el efecto supresor sobre los radicales peroxilo, expresado en unidades TEAC, mostró que los residuos de semillas verdes poseen una capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC) de 1,63. En comparación con otras importantes fuentes vegetales de antioxidantes, estos extractos tienen un mayor potencial antioxidante, lo que se atribuye principalmente a la presencia de compuestos fenólicos, principalmente los ácidos clorogénicos que son los que se encuentran en mayor cantidad.[8]

Banana

Extractos metanólicos y etanólicos de la cáscara de banana (*Musa acuminate*, var. Grand nan) presentan actividad antibacteriana frente a *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* y *Psuedomona aeruginosa.* Adicionalmente, este residuo tiene actividad antioxidante *in vitro*, aunque esta es menor a la actividad de otros residuos agroindustriales.[11]

Naranja

La cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) es un desecho de industrias, contiene compuestos antioxidantes, fenoles, flavonoides y agentes antimicrobianos. Hanafy et al.[11] estudiaron la cáscara de naranja variedad Balady. Los autores reportan que los extractos de este residuo poseen actividad antibacteriana frente a patógenos alimentarios: *Bacillus cereus* (Gram positivo), *S. typhymurium* (Gram negativo) y *E. coli* (Gram negativo). Además, estos extractos presentaron actividad antifúngica frente a *Aspergillus niger* y *Aspergillus flavus*. Con respecto a la actividad antioxidante, los autores reportan un representativo efecto antioxidante, comparable e incluso superior a la actividad antioxidante de otros residuos.

Mango

Mangifera indica es una fruta tropical de gran producción a nivel mundial. Gran parte de la producción de esta fruta es destinada a la elaboración de productos procesados como pulpa, mermelada y conservas. La agroindustria encargada del procesamiento de esta fruta descarta la cáscara, orujo y semilla, siendo estos una fuente relevante de compuestos con propiedades bioactivas.

Castro-Vargas et al.[12] analizaron la cáscara, el núcleo de la semilla y la envoltura de la semilla de mango colombiano, encontrando un alto contenido de compuestos fenólicos que varía desde 48,6 ± 0,09 hasta 3553,2 ± 0,01 mg equivalentes de ácido gálico (GAE)/ 100 g materia prima. Las cáscaras de la fruta mostraron mayor potencial como antioxidante en comparación con la semilla y el núcleo. La

envoltura de la semilla de mango presentó una moderada actividad antiproliferativa frente a líneas celulares de carcinoma de pulmón humano (A-549), adenocarcinoma colorrectal humano (HT-29), adenocarcinoma de mama humano (MDA-MB-231) y cáncer de próstata humano (PC-3).

Tanto la actividad antioxidante como la actividad antiproliferativa de residuos agroindustriales de mango son de interés en el ámbito farmacológico.

Papaya

Las semillas de papaya (*Carica papaya* L.) contienen compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes. Castro-Vargas et al.[13] emplearon un método de extracción por fluidos supercríticos para recuperar antioxidantes a partir de semilla de papaya. Este método mostró ser una buena opción para extraer compuestos bioactivos, debido al menor uso de solventes tóxicos. La extracción de estos compuestos se ve favorecida al emplear un solvente polar como el etanol. Los extractos de semilla de papaya poseen actividad captadora del radical DPPH, propiedad correlacionada con el contenido de compuestos fenólicos. Extractos de semillas podrían ser usadas como aditivos antioxidantes en alimentos por su capacidad de evitar la oxidación de aceites vegetales comestibles.

Tuna

La cáscara de tuna (*Opuntia ficus-indica)* constituye hasta un 50 % del peso de esta fruta. Un análisis realizado por Elkady et al.[14] reportó que este residuo contiene compuestos fenólicos, donde el más abundante fue el ácido cafeico. También identificaron otros compuestos fenólicos como quercetina, ácido quínico, ácido sináptico, ramnetina y glicósidos de flavonoles. Además, el estudio destacó la actividad antibacteriana frente a *Streptococcus pneumoniae, Stenotrophomonas maltophilia, Moraxella catarrhalis, Klebsiella pneumoniae, P. aeruginosa* y *Legionella pneumophila*, patógenos causantes de neumonía. Por esto, la cáscara de tuna puede ser considerada como una importante fuente de compuestos de interés farmacológico.

Mortiño

El orujo de mortiño (*Vaccinium meridionale),* representa la quinta parte del peso de la fruta. Por lo general, este residuo es desechado. Garzón et al.[15] evaluó el potencial de orujo de mortiño como colorante en yogur griego; la adición de este residuo en la formulación logró triplicar el contenido fenólico total y duplicar la capacidad antioxidante del producto, con respecto a un control. Un resultado que los autores destacan es la estabilidad de los compuestos bioactivos en refrigeración después de 21 días. Estas características posicionan a este residuo como una alternativa con potencial como sustituto de colorantes artificiales.

Manzana

El bagazo de manzana es un desecho de las industrias que producen sidra. Ibarra-Cantún et al.[16] en su estudio extrajeron metabolitos secundarios a partir de bagazo de manzana empleando fermentación en fase sólida. Los extractos de este desecho presentaron actividad antioxidante *in vitro* superior a la reportada por residuos como el bagazo de agave. Esta propiedad bioactiva se atribuye al contenido de compuestos fenólicos (0,587 ± 0,013 mg GAE/g sustrato seco en el extracto acuoso después de 21 días de fermentación).

Uvilla

La uvilla (*Physalis peruviana)* es una baya andina originaria de Perú y Ecuador. El bagazo de esta fruta contiene compuestos de tipo fenólico como ácido clorogénico, epicatequina y ácido p-cumárico. El estudio de Rojas-Ocampo et al.[17] encontró que la cuantificación del contenido fenólico total del bagazo de uvilla (0,77 ± 0,01 mg GAE/100 g de muestra fresca) es estadísticamente similar al contenido de la pulpa (0,69 ± 0,01 mg GAE/100 g de muestra fresca). La presencia de compuestos fenólicos es responsable de su acción captadora de radicales libres.

En la tabla 1 se muestra un resumen de la actividad biológica de compuestos fenólicos extraídos a partir de residuos. Los extractos obtenidos en los estudios presentan en su mayoría actividad antioxidante.[8,11,12,13,16] Sin embargo, estos resultados no son comparables entre sí, debido a los diferentes tipos de metodología que se emplearon en cada estudio.

Actividad	Fuente	Ensayo	Resultados
Antioxidante	Residuo agroindustrial de cacao[8]	ABTS	225 µM/g
	Cascarilla de cacao[10]	DPPH	Desde 76,88 ± 12,74 hasta 16,87 ± 0,55 mg mL^{-1} EC_{50}
	Cáscara de Granada[11]	Fosfomolibdeno	Extracto etanólico: 66,87 ± 0,05 mg equivalentes de ácido ascórbico/g peso seco Extracto metanólico: 56,26 ± 0,04 mg equivalentes de ácido ascórbico/g peso seco
	Cáscara de banana[11]	Fosfomolibdeno	Extracto etanólico: 23,86±0,05 mg equivalentes de ácido ascórbico/g peso seco Extracto metanólico: 21,86 ± 0,05 mg equivalentes de ácido ascórbico/g peso seco
	Cáscara de naranja[11]	Fosfomolibdeno	Extracto etanólico: 41,23 ± 0,07 mg equivalentes de ácido ascórbico/g peso seco Extracto metanólico: 38,97 ± 0,06 mg equivalentes de ácido ascórbico/g peso seco
	Residuos de mango[12]	DPPH	Cáscara de mango variedad "Tommy Atkins": 6280 ± 10 µmol Trolox/100 g materia prima Cáscara de mango variedad "Sugar mango": 4480 ± 3 µmol Trolox/100 g materia prima
	Semillas de papaya[13]	DPPH	IC_{50}: 2,29±0,09 mg/mL
	Bagazo de manzana[14]	DPPH ABTS	CI_{50}: desde 14,67 hasta 385,01 g/L CI_{50}: desde 60,20 hasta 423,09 g/L
	Bagazo de uvilla[15]	DPPH	1,46 ± 0,04 (µmol equivalentes de Trolox/g peso fresco)
		ABTS	1,69 ± 0,07 (µmol equivalentes de Trolox/g peso fresco)
Antiproliferativa	Residuos de mango[12]	Ensayo frente a líneas celulares	Núcleo de semilla de mango variedad "Sugar": actividad antiproliferativa a concentración de 125 µg/mL frente a líneas celulares A-549, HT-29, MDA-MB-231 y PC-3. Envoltura de semilla de mango variedad "Sugar": actividad antiproliferativa a concentración 125 µg/mL frente a líneas celulares HT-29, MDA-MB-231 y PC-3.
Antibacteriana	Cáscara de Granada[11]	Difusión en placa	Actividad inhibitoria frente a Gram positivos: *B. cereus*, *S. aureus*, *S. aureus* (MRSA), *Listeria monocytogenes* Actividad inhibitoria frente a Gram negativos: *P. aeruginosa*, *E. coli*, y *S. typhimurium*
	Cáscara de banana[11]	Difusión en placa	Actividad inhibitoria frente a Gram positivos: *Staphylococcus aureus* (MRSA) Actividad inhibitoria frente a Gram negativos: *P. aeruginosa*, *E. coli*, y *S. typhimurium*
	Cáscara de naranja[11]	Difusión en placa	Actividad inhibitoria frente a Gram positivos: *B. cereus* Actividad inhibitoria frente a Gram negativos: *E. coli*, y *S. typhimurium*
	Cáscara de tuna[16]	Microdilución	La fracción de acetato de etilo y compuestos aislados tienen actividad frente a *S. pneumoniae*, *S. maltophilia*, *M. catarrhalis*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* y *L. pneumophila*
Antifúngica	Cáscara de naranja[11]	Difusión en placa	Actividad frente a *A. niger* y *A. flavus*
	Cáscara de granada[11]	Difusión en placa	Actividad frente a *A. niger* y *A. flavus*
Gastroprotectora	Semilla de lúcuma[18]	Modelo de lesión inducida por HCl/EtOH en ratones	Reducción de la lesión en 78 % a una dosis de 100 mg/kg (78 %)

Situación actual de los residuos agroindustriales en Ecuador

El sector agrícola constituye una de las principales fuentes económicas de Ecuador; sin embargo, pese a esta contribución, la generación de residuos genera consecuencias ambientales producto de un tratamiento ineficiente de los mismos. Estos residuos poseen propiedades químicas que permiten, tras su procesamiento, se aprovechadas para la obtención de otros productos. A pesar de ello, en Ecuador no se registra un aprovechamiento que monetice este tipo de residuos.[19]

Según los resultados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, de la tierra a cargo de los productores a nivel nacional, 5,11 millones de hectáreas se encuentran bajo labor agropecuaria (permanentes, transitorios, pastos cultivados y naturales). En las tierras dedicadas a los cultivos permanentes, se producen aproximadamente 9 258 000 toneladas métricas (TM) de caña de azúcar, 6 583 000 TM de bananas y 2 276 TM de palma africana. De igual forma se producen altos volúmenes de cacao, maíz, arroz en cáscara y papa.[20]

Riera et al. calcularon la cantidad de residuos agroindustriales producidos en Ecuador. Los autores reportan que las mayores cantidades de residuos provienen de la industria que procesa caña de azúcar, palma aceitera y arroz. La cantidad de residuos agroindustriales de plátano y naranja generados al año es de 4 391 TM y 5 131 TM respectivamente.

Si bien en Ecuador existe un avance en la tendencia de valorizar residuos agroindustriales, pocas investigaciones plantean la extracción de

compuestos bioactivos. La recuperación de compuestos con actividad biológica podría representar un mayor ingreso económico en comparación a las estrategias de revalorización tradicionales, al tratarse de compuestos con un alto valor y de interés para las industrias farmacéutica, alimentaria y cosmética.

Las investigaciones se han enfocado en la producción de plásticos y producción de alimento animal. De igual forma, debido a la creciente demanda de fuentes de energía, varias investigaciones se han enfocado en la búsqueda de compuestos de que subsanen esta necesidad, de ahí que los residuos de la agroindustria sean utilizados como biocombustibles. Los principales agroresiduos que se han estudiados son: bagazo de caña de azúcar, residuos de arroz, residuos de plátano y residuos de frutas como maracuyá.

CONCLUSIONES

Los residuos agroindustriales poseen un elevado potencial como novedosa fuente de compuestos fenólicos con actividad biológica empleables en la farmacéutica, alimentaria y cosmética. Entre sus aplicaciones se encuentran las de antioxidante, antiinflamatorio, antimicrobiano y la actividad antiproliferativa. Varios de los residuos agroindustriales provienen de productos cultivables en Ecuador, de ahí que constituya una oportunidad a explotar en la industria nacional.

Conflicto de intereses

Los autores plantean que no poseen conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización de ideas: Anahí Belén Bonilla Rodríguez, Mary Mishell Pintag Fuertes, Gerardo Emilio Medina Ramírez.

Visualización: Anahí Belén Bonilla Rodríguez, Mary Mishell Pintag Fuertes, Gerardo Emilio Medina Ramírez.

Redacción del manuscrito original: Anahí Belén Bonilla Rodríguez, Mary Mishell Pintag Fuertes, Gerardo Emilio Medina Ramírez.

Redacción revisión y edición: Anahí Belén Bonilla Rodríguez, Mary Mishell Pintag Fuertes, Gerardo Emilio Medina Ramírez.

Financiación

Sin financiamiento externo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tunchaiyaphum S, Eshtiaghi MN, Yoswathana N. Extraction of Bioactive Compounds from Mango Peels Using Green Technology. Int J Chem Eng Appl. 2013 ; 4 (4): 194-8.

2. Anticona Valderrama DM, Caballero Cantu JJ, Chávez Ramírez ED, Rivas Moreano AB, Rojas Delgado L. Enviromental health, Environmental management, eco-efficiency and its relationship with the optimization of solid waste. Salud Cienc y Tecnol [Internet]. 2023 [cited 10 May 2023] ; 3 (2023): e333. Available from: https://revista.saludcyt.ar/ojs/index.php/sct/article/view/333.

3. Ballal S, Pathak K, Sharma SR. Biocontrol de patógenos mediante una herramienta sostenible: Oportunidades y retos. Salud, Cienc y Tecnol [Internet]. 2023 [cited 10 May 2023] ; 3 (2023): 412. Available from: https://revista.saludcyt.ar/ojs/index.php/sct/article/view/412.

4. Gan RY, Chan CL, Yang QQ, Li HB, Zhang D, Ge YY, et al. Bioactive compounds and beneficial functions of sprouted grains. In: Feng H, Nemzer B, DeVries J, editors. Cambridge, MA: AACC International Press. Elsevier; 2019. p. 191-246.

5. León Durán M, Mancheno Cárdenas MX. Actividad antifúngica de compuestos fenólicos de tara (Caesalpinia spinosa) frente a Fusarium graminearum. Rev Investig Agrar y Ambient [Internet]. 2021 [cited 10 May 2023] ; 12 (1): 1-12. Available from: https://pure.ups.edu.ec/en/publications/actividad-antifungica-de-compuestos-fenolicos-de-tara-caesalpinia.

6. Martínez López JN, Torres Castillo JA, Rodríguez Castillejos GC, Martínez Ávalos JG, Ortiz-Espinoza E, Marroquín Cardona AG. Compuestos fenólicos y capacidad antirradicalaria de cinco accesiones silvestres de Portulaca oleracea L. Rev Mex Ciencias Agrícolas [Internet]. 2021 [cited 10 May 2023] ; 12 (6): 1020-30. Available from: https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2729.

7. Leyva López N, Lizárraga Velázquez CE,

Hernández C, Sánchez Gutiérrez EY. Exploitation of Agro-Industrial Waste as Potential Source of Bioactive Compounds for Aquaculture. Foods [Internet]. 2020 [cited 10 May 2023] ; 9 (7): 843.

8. Castro ACC, Oda FB, Almeida-Cincotto MG, Davanço MG, Chiari Andréo BG, Cicarelli RM, et al. Green coffee seed residue: A sustainable source of antioxidant compounds. Food Chem [Internet]. 2018 [cited 10 May 2023] ; 246: 48-57.

9. Gabbay Alves TV, Silva da Costa R, Aliakbarian B, Casazza AA, Perego P, Pinheiro Arruda MS, et al. Bioactive compounds and antioxidant potential for polyphenol-rich cocoa extract obtained by agroindustrial residue. Nat Prod Res [Internet]. 2019 [cited 10 May 2023] ; 33 (4): 589-92.

10. Hernández Hernández C, Morales Sillero A, Fernández Bolaños J, Bermúdez Oria A, Morales AA, Rodríguez-Gutiérrez G. Cocoa bean husk: industrial source of antioxidant phenolic extract. J Sci Food Agric [Internet]. 2019 [cited 10 May 2023] ; 99 (1): 325-33.

11. Hanafy SM, Abd El-Shafea YM, Saleh WD, Fathy HM. Chemical profiling, in vitro antimicrobial and antioxidant activities of pomegranate, orange and banana peel-extracts against pathogenic microorganisms. J Genet Eng Biotechnol [Internet]. 2021 [cited 10 May 2023] ; 19 (2021): 80.

12. Castro-Vargas HI, Ballesteros Vivas D, Ortega Barbosa J, Morantes Medina SJ, Aristizabal Gutiérrez F, Parada-Alfonso F. Bioactive Phenolic Compounds from the Agroindustrial Waste of Colombian Mango Cultivars “Sugar Mango” and ’Tommy Atkins’-An Alternative for Their Use and Valorization. Antioxidants [Internet]. 2019 [cited 10 May 2023] ; 8 (2): 41. Available from: https://www.mdpi.com/2076-3921/8/2/41.

13. Castro-Vargas HI, Baumann W, Ferreira SRS, Parada-Alfonso F. Valorization of papaya (Carica papaya L.) agroindustrial waste through the recovery of phenolic antioxidants by supercritical fluid extraction. J Food Sci Technol [Internet]. 2019 [cited 10 May 2023] ; 56 (2019): 3055-66.

14. Elkady WM, Bishr MM, Abdel-Aziz MM, Salama OM. Identification and isolation of anti-pneumonia bioactive compounds from Opuntia ficus-indica fruit waste peels. Food Funct [Internet]. 2020 [cited 10 May 2023] ; 11 (2020): 5275-83.

15. Garzón GA, Medina JL, Montana TL, Sánchez M, Novoa CF, Gutiérrez L. Utilization of Vaccinium meridionale S. pomace as an eco-friendly and functional colorant in Greek-style yogurt. J Food Sci [Internet]. 2021 [cited 10 May 2023] ; 86 (9): 3896-3908.

16. Ibarra-Cantún D, Ramos-Cassellis ME, Marín-Castro MA, Castelán-Vega R del C. Secondary Metabolites and Antioxidant Activity of the Solid-State Fermentation in Apple (Pirus malus L.) and Agave Mezcalero (Agave angustifolia H.) Bagasse. J Fungi [Internet]. 2020 [cited 10 May 2023] ; 6 (3): 137. Available from: https://www.mdpi.com/2309-608X/6/3/137.

17. Rojas-Ocampo E, Torrejón Valqui L, Muñóz Astecker LD, Medina Mendoza M, Mori Mestanza D, Castro Alayo EM. Antioxidant capacity, total phenolic content and phenolic compounds of pulp and bagasse of four Peruvian berries. Heliyon [Internet]. 2021 [cited 10 May 2023] ; 7 (2021): e07787.

18. Guerrero Castillo P, Reyes S, Robles J, Simirgiotis MJ, Sepulveda B, Fernandez-Burgos R, et al. Biological activity and chemical characterization of Pouteria lucuma seeds: A possible use of an agricultural waste. Waste Manag [Internet]. 2019 [cited 10 May 2023] ; 88: 319-27.

19. Silva-Yumi J, Peralta Holguin W, Medina Serrano C. Agroindustrial Waste As Potential Source for Obtaining Nanocellulose. ESPOCH Congresses: Ecuadorian J STEAM [Internet]. 2021 [cited 10 May 2023] ; 1 (2): 1033-43. Available from: https://knepublishing.com/index.php/espoch/article/view/9529.

20. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019 [Internet]. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos; 2020. [cited 10 May 2023] Available from: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/PresentaciondelosprincipalesresultadosESPAC2019.pdf.