

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ (*Coffea*)

SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE OF COFFEE-BASED BY-PRODUCTS (*Coffea*)

REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA DE SUBPRODUTOS À BASE DO CAFÉ (*Coffea*)

Gabriela Alexandra Arciniega Alvarado, Mgs
Docente del Instituto Superior Tecnológico Loja
gaarciniega@tecnologicoloja.edu.ec
0000-0002-3064-371

Paola Verónica Valverde Yaguana, Tnlg
Docente del Instituto Superior Tecnológico Loja
pvvalverde@tecnologicoloja.edu.ec
0000-0003-4641-5036

Sandra del Cisne Santín Castillo, Ing
Docente del Instituto Superior Tecnológico Loja
scsantin@tecnologicoloja.edu.ec
0000-0002-4909-4672

Resumen

En toda la cadena de valor de la producción del café existen desechos como subproductos del mismo, lo cual a más de dar un impacto negativo al medio ambiente reducen la disponibilidad de alimentos, generan menores ingresos para los productores y aumentan los precios para los consumidores; por tal la razón se han indagado alternativas de aprovechamiento de los subproductos del café, así como las características nutricionales y los beneficios que estos poseen, así como conocer acerca de los productos elaborados a base de estos a través de una revisión sistemática de literatura bajo el modelo de Torres con una adaptación de Kitchenham y Bacca. Para esto se analizaron 36 documentos, en donde se logra identificar que los subproductos del café son: la cáscara, la pulpa, el mucílago, pergamino, entre otros, los cuales tienen características nutricionales beneficiosas para el consumidor, como su alto contenido de antioxidantes, micronutrientes y fibra.

Palabras Clave: Café, revisión sistemática, subproductos.

Abstract

Throughout the value chain of coffee production there are wastes as its by-products, which, in addition to giving a negative impact to the environment, reduce the availability of food, generate lower income for producers and increase prices for consumers; For this reason, alternatives for the use of coffee by-products have been investigated, as well as the nutritional characteristics and benefits that they possess, as well as knowing about the products made from them through a systematic review of literature under the Torres model with an adaptation of Kitchenham and Bacca. For this, 36 documents were analyzed, where it is possible to identify that the coffee by-products are: the shell, the pulp, the mucilage, parchment, among others, which have beneficial nutritional characteristics for the consumer, such as their high content of antioxidants, micronutrients and fiber.

Keywords: Coffee, systematic review, by-products.

Resumo

Em toda a cadeia de valor da produção do café existem resíduos como seus subprodutos, que, além de impactar negativamente o meio ambiente, reduzem a disponibilidade de alimentos, geram menor renda para os produtores e aumentam

os preços para os consumidores; Por este motivo, foram investigadas alternativas para o aproveitamento dos subprodutos do café, bem como as características nutricionais e os benefícios que possuem, bem como conhecer os produtos elaborados a partir deles por meio de uma revisão sistemática da literatura sob o modelo de Torres com uma adaptação de Kitchenham e Bacca. Para isso, foram analisados 36 documentos, onde é possível identificar que os subprodutos do café são: a casca, a polpa, a mucilagem, o pergaminho, entre outros, que possuem características nutricionais benéficas para o consumidor, como seu alto teor de antioxidantes, micronutrientes e fibras.

Palavras-chave: Café, revisão sistemática, subprodutos.

Introducción

Según Benítez (2022), a nivel global, entre un cuarto y un tercio de los alimentos producidos anualmente para consumo humano se pierde o desperdicia. Esto equivale a cerca de 1 300 millones de toneladas de alimentos, lo que incluye el 30% de los cereales, entre el 40 y el 50% de las raíces, frutas, hortalizas y semillas oleaginosas, el 20% de la carne y productos lácteos y el 35 % de los pescados.

Las pérdidas y desperdicios impactan la sostenibilidad de los sistemas alimentarios, reducen la disponibilidad local y mundial de alimentos, generan menores ingresos para los productores y aumentan los precios para los consumidores. Además, tienen un efecto negativo sobre el medio ambiente debido a la utilización no sostenible de los recursos naturales.

Por otro lado, según Castellano (2022):

En Ecuador, el sector del café es económicamente importante. En 2019/20, produjo aproximadamente 500000 sacos de café de 60 kg, lo que representa solo una ligera disminución de la producción con respecto a 2018/19. El país cultiva principalmente café en las tierras altas de los Andes, pero la producción no se limita solo a las montañas. Ecuador produce café principalmente en cuatro regiones. La Sierra es la única región que se dedica principalmente a la producción de cafés de especialidad como Típica, Caturra, Bourbon, Típica Mejorada e incluso SL-28 (p. 1).

El Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador realizó en 1983 el Primer Censo Cafetero, liderado por el Programa Nacional del Café; en este recuento,

se concluyó que había una superficie de 426.965 hectáreas aptas para el cultivo en el país, de las cuales 346.971 hectáreas correspondían a cafetales en producción (81%). Según el mismo registro, en ese momento había 105.000 familias de pequeños caficultores que dependían directamente de la producción del café. En la actualidad, aunque no existen estadísticas actualizadas, el número de familias productoras ha descendido drásticamente. Muchas han cambiado de cultivo, sustituyendo los cafetales por pastizales, por cacao o plantaciones forestales y frutales.

Esta disminución de caficultores ha ido acompañada de un significativo descenso de las áreas cultivadas de café, las cuales, según el II Censo Agropecuario, pasaron de 346.971 hectáreas en 1983 a 260.528 hectáreas en 2002, y éstas a sólo 60.000 hectáreas, según datos difundidos por La Asociación Nacional de Exportadores de Café. (FórumCafé, 2020, pp. 1-2)

Según Córdova (2021):

La provincia de Loja posee una gran diversidad de cultivos entre los que se destaca el café, rubro reconocido por su sabor, textura, olor y color, que lo ubica entre los mejores del país, y de cuyo producto inició la cosecha. En Loja están establecidas 7.490,15 hectáreas de café, incluidas las 129,25 hectáreas incorporadas este año.

Actualmente, la mayor parte de la zona cafetalera de la provincia se encuentra en labores de cosecha y poscosecha de café, donde se mantiene una gran expectativa ya que, hay un incremento de la productividad promedio de 2,5 a 11 quintales de café por hectárea. Las condiciones agroecológicas, altitudinales y climáticas hacen que el producto posea una alta calidad y tenga la denominación

de origen “Lojano Café de Origen”, reconocido a nivel nacional, así como en Francia, Bélgica, Holanda, Estados Unidos, Medio Oriente, Austria, Grecia, Corea y Alemania (p.1).

Ante esta problemática se ha tomado en consideración uno de los productos de mayor importancia en nuestra provincia. Sin embargo, en los últimos años este se ha encontrado en una crisis de producción dada por su bajo cultivo, de la cual se está recuperando lentamente. Sin embargo, la producción de café continúa siendo una actividad de importancia estratégica para la sostenibilidad económica, social y ambiental.

Por tal razón, es necesario realizar una búsqueda de alternativas que puedan ser factibles técnica y económicamente para dinamizar el sector cafetalero. Una de las alternativas es el aprovechamiento de los subproductos que son generados en el proceso de cultivo de café como materia prima para fabricar otros productos, con lo cual se aportaría valor agregado al sector y otros beneficios adicionales a la sociedad, entre los cuales destaca la disminución de la contaminación ambiental generada por dichos desechos.

Por tanto, se han planteado las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son los subproductos del café?, ¿Cuáles son las características nutricionales de los subproductos del café?, ¿Qué beneficios tienen los subproductos del café? y ¿Cuáles son los productos elaborados a base de los subproductos del café?. El objetivo general de este trabajo es explorar los subproductos que se pueden obtener del café mediante una revisión sistemática bajo el modelo de Torres et al. (2018), adaptada de Kitchenham (2004) y Bacca et al. (2014), teniendo como

objetivos específicos los siguientes: Determinar cuáles son los subproductos del café de igual manera, las características nutricionales los beneficios que estos poseen y determinar cuáles son los productos elaborados a base de los subproductos del café.

Metodología

Para la Revisión Sistemática realizada, se utilizó el modelo de Torres et al. (2018), adaptada de Kitchenham (2004) y Bacca et al. (2014), que divide el proceso en las siguientes fases: Planificación, Revisión y Reporte.

Planificación

Identificando la necesidad de la revisión

Loja, al ser una de las provincias productoras del mejor café del país y al que muchas familias dependen de esta actividad, se ve la necesidad de incrementar un mejor aprovechamiento de los desechos obtenidos en el proceso de cultivo en el cual se generan subproductos tales como la pulpa, mucílago y cascarilla, que constituyen el 80% del volumen procesado en calidad de desechos; cada uno en un grado diferente constituye un riesgo para el medio ambiente sino se reutiliza de una manera inteligente y sostenible para otros propósitos. Debido a esto, y bajo el enfoque del aprovechamiento por desperdicios de alimentos, el estudio reviste importancia, ya que pretende proponer alternativas que contribuirán a mejorar y mitigar este problema anteriormente dicho.

Estado Actual de las alternativas con los subproductos del café

Realizando una investigación a nivel local en la provincia de Loja mediante artículos científicos que contengan información sobre el conocimiento de

alternativas a base de los subproductos de café en los últimos años, se puede deducir que la reutilización de los desechos o desperdicios generados por el cultivo de café para obtener nuevos productos es muy bajo ya que en el sector de cultivos y de producción no hay la correcta educación sobre el daño que se está generando por la contaminación de estos desechos, así mismo por parte de los organismos cafetaleros no se realizan las capacitaciones necesarias para implementar los métodos de reutilización necesarios y poder generar nuevos productos los cuales servirán para mejorar la economía de las familias que están dedicadas a la producción del café.

Definición de preguntas de investigación

Teniendo en cuenta la necesidad de dar una mejor utilización de los subproductos obtenidos del cultivo de café, se estableció las siguientes preguntas:

RQ1: ¿Cuáles son los subproductos del café?

RQ2: ¿Cuáles son las características nutricionales de los subproductos del café?

RQ3: ¿Qué beneficios tienen los subproductos del café?

RQ4: ¿Cuáles son los productos elaborados a base de los subproductos del café?

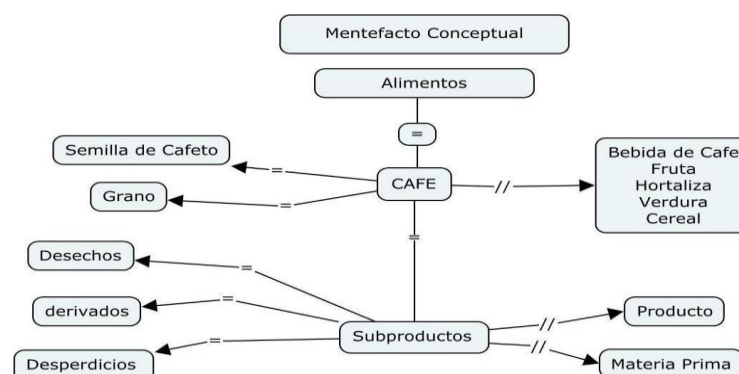


Gráfico N°1. Mentefacto Conceptual

Estructura Semántica de la búsqueda

La estructura de búsqueda semántica es la entrada para realizar una revisión de la estructura válida durante dos momentos: durante la búsqueda de revisiones sistemáticas o meta búsquedas relacionadas y en la búsqueda específica de documentos relacionados con cada pregunta de investigación.

Tabla 1.

Estructura sistemática de la búsqueda

Food				
Byproducts	Coffee	Composition	Benefits	Products
Waste Derivatives Residue	Grain Coffee seed	Nutritionals characteristics	Benefits	Products

Fuente: Las Autoras

Tabla 2.

Estructura semántica por capas

L1	Byproducts	(waste* OR derivatives* OR residue*)
L2	Coffee	(grain* OR coffee seed*)
L3	Question	(composition OR nutritionals characteristics) AND (benefits) AND (products*)

Fuente: Adaptada por las autoras.

Script Base

TITLE-ABS-KEY ((BYPRODUCTS OR WASTE* OR DERIVATIVES* OR RESIDUE*)) AND (COFFEE OR GRAIN* OR COFFEE SEED*) AND (COMPOSITION OR NUTRITIONALS CHARACTERISTICS) AND (BENEFITS) AND (PRODUCTS*) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2022) OR (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2016))

Revisión Sistemática Relacionada

Se realizó una búsqueda sistemática general en las siguientes bases de datos; Google Académico, Springer Link, Sciencedirect, en donde se pudo obtener lo siguiente:

Tabla 3.

Revisiones sistemáticas relacionadas con los subproductos del café.

ESTUDIO	ANÁLISIS	ARTÍCULOS REVISADOS
(Klingel et al., 2020)	A review of coffee by-products, including leaf, flower, cherry, rind, silver skin, and ground coffee, as novel foods within the European Union	149
(Muzaifa et al., 2021)	Utilization of Coffee By- Products as Profitable Foods - A Mini Review	53
(Setyobudi et al., 2019)	Prospect of Fe non-heme on coffee flour made from solid coffee waste: Mini review	162
(Carvalho Neto et al., 2021)	Coffee as a Naturally Beneficial and Sustainable Ingredient in Personal Care Products: A Systematic Scoping Review of the Evidence	149
(Santos et al., 2021)	Coffee by-products in topical formulations: A review	103
(Munirwan et al., 2022)	Utilization of coffee husk ash for soil stabilization: A systematic review	73
	Review - Use of residues from the	
(Urrego & Godoy, 2021)	coffee agro-industry in the manufacture of polymer matrix composite materials.	53

Fuente: Adaptada por las autoras.

Definición de criterios de inclusión y exclusión

Para el desarrollo de la Investigación, es importante definir criterios o condiciones para seleccionar la información adecuada y que sea acorde a los objetivos planteados en las preguntas de investigación planteadas.

Criterios generales

- Estudios relacionados al procesamiento del café, que permitan conocer

todo acerca de los subproductos de este.

- Estudios publicados en los últimos veinte y dos años, es decir, entre 2010 y 2022.
- Las bases de datos que se utilizarán son: Sciencedirect, Springer Link y Google académico.

Criterios específicos

- Estudios que estén relacionados con las preguntas de investigación planteadas anteriormente: Características, beneficios y productos elaborados a partir de los subproductos en mención.

Criterios de Exclusión

- Desde el mentefacto conceptual (excluyentes): bebida de café, fruta, hortaliza, verdura, cereal, producto, materia prima.
- Tipos de documentos que no se consideran (periódicos, short-paper, póster, conference paper, etc).

Resultados y discusión

Tabla 4.

RQ1: ¿Cuáles son los subproductos del café?

RQ1	¿Cuáles son los subproductos del café?	f
Subproductos	Pulpa (Jiménez et al., 2018), (Valencia & Zambrano, 2010)	2
	Cascarilla (Benavides, 2022)	1
	Mucílago (Urán Mesa & Velásquez Alizander, 2022)	1
	Pergamino, Película, Plateada (Algeciras et al., 2002)	1
	Cáscara (Ríos et al., 2018)	1

Flores de café con potencial antioxidante	(Pinheiro et al., 2021)	1
Pergamino de café	(Benítez et al., 2019), (Mirón et al., 2019)	2
Pergamino y endospermo del grano de café.	(Ramírez et al., 2013)	1

Fuente: Adaptada por las autoras.

Mediante la búsqueda realizada se logró encontrar diferentes documentos y artículos que detallan algunos usos alternativos que se les puede dar a los subproductos del café ya que estos tienen infinidad de propiedades que los convierten en materias primas de interés para la industria cafetalera. En la tabla 4 se presenta información de los diferentes subproductos como lo es la pulpa, cáscara, pergamino, mucílago, cascarilla entre otros, cada una de ellas con diferentes características propias y únicas, gracias a esto se puede deducir y plantear varios usos alternativos que se pueden utilizar para generar nuevos productos y dar un mejor aprovechamiento de estos desechos.

Tabla 5.

RQ2: ¿Cuáles son las características nutricionales de los subproductos del café?

RQ2	¿Cuáles son las características nutricionales de los subproductos del café?	f
Características Nutricionales	Energía, Minerales, Vitaminas	(Valencia, 2020) 1
	Fibra	(Ríos et al., 2018) 1
	Antioxidantes	(Fonseca, et al., 2014) 1
	Cafeína	(Valenzuela, 2010) 1
	Características bromatológicas y organolépticas.	(Villalba et al., 2011) 1
	Fibra, cenizas y Fibra dietética	(Gómez, 2018) 1
	Proteína, Micronutrientes, Vitaminas y minerales: ácidos	(Iriondo et al., 2020) 1

Fuente: Adaptada por las autoras.

Los subproductos del café cuentan con ciertas propiedades nutricionales las cuales aportan al bienestar y salud del cuerpo humano, un ejemplo claro de

estas propiedades, es al momento de consumir un producto a base de café; se genera energía en el cuerpo que mejora la actividad física, de igual manera ayuda a la producción de antioxidantes que ayudan a mejorar el sistema cardiovascular, presenta también proteínas, fibras y micronutrientes como son las vitaminas y minerales, las cuales también aportan grandes beneficios a la salud. Debido a esto se puede señalar que las alternativas presentadas para el aprovechamiento de los subproductos no solamente ayudarían a tener un mejor uso de los desechos sino también beneficiaría a la salud del consumidor.

Tabla 6.

RQ3: ¿Qué beneficios tienen los subproductos del café?

RQ3	¿Qué beneficios tienen los subproductos del café?	f
Beneficios	Incrementa niveles de energía. Contribuye a la salud cardíaca. Control de peso. Fuente de antioxidantes. Ayuda al rendimiento atlético. Activa la mente. (Rojas, 2022)	1
	Importantes propiedades promotoras de la salud. (Gemechu, 2020)	1
	Antioxidantes para los materiales poliméricos Aplicaciones potenciales de los subproductos de la industria del café en la tecnología de polímeros. (Hejna, 2021)	1
	Estimulan el sistema inmunitario. (Açıklın y Sanlier, 2021)	1
	Propiedades antioxidantes y vasodilatadoras. (Campos, 2021)	1

Fuente: Adaptada por las autoras.

En la tabla 6 se muestran varios beneficios que brinda el café, entre algunos de ellos está que incrementan los niveles de energía, contribuye a la salud cardíaca, por otro lado, estimulan el sistema inmunitario gracias a los efectos antioxidantes y antiinflamatorios que este posee, asimismo, contribuye al

rendimiento atlético, debido a la cafeína, esta actúa sobre el sistema nervioso lo

que provoca que se perciba el cansancio mucho más tarde, y por esta razón aumente el rendimiento, además otro de los beneficios que el café posee, es que ayuda a estar alerta y más concentrado dos factores que ayudarían mucho a los deportistas.

Conclusiones

Como resultado de la Revisión Sistemática que se realizó, se pudo determinar que la provincia de Loja tiene una producción elevada del café, dada esta producción se pudo deducir la gran cantidad de desechos que se generan mediante su cultivo y procesamiento, por lo cual en la presente investigación se logró determinar diferentes alternativas para el aprovechamiento de los residuos del café, entre algunas de ellas se detalla los diversos productos que se puede elaborar a partir de los mismos, como son aceites, harinas, bebidas, biocombustibles entre otros, de la misma manera se detalló las características y beneficios que aportan estos subproductos a la salud de consumidor, entre ellos están que ayuda a incrementar los niveles de energía, aportan al rendimiento de los deportistas, también ayuda a la salud cardíaca, entre otros. Con lo dicho anteriormente se los puede utilizar para la fabricación de productos innovadores y/o a su vez para formar parte de un ingrediente para algún tipo de alimento, ayudando así de esta manera a tener un mejor aprovechamiento y por otro lado ayudar a minimizar la contaminación que estos residuos producen.

REFERENCIAS

- Açikalın, B. y Sanlier, N. (2021). Coffee and its effects on the immune system. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 625–632. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.06.023>
- Algeciras, N., Barrera, R., Martínez, M., Pedroza, A., Reyes, C., Rodríguez, E., Rodríguez, N. y Rojas, S. (2002). Desarrollo de un sistema de biofiltración con bacterias proteolíticas y amilolíticas inmovilizadas utilizando subproductos del beneficio de café. *Revista de La Sociedad Química de México*, 46(3), 271–276. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0583-76932002000300017&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Araújo, P., Andrade, R. M., Araújo, A., Raimundo, R., Grilo, J., Dutra, R., Macedo, D. y Nascimento, R. (2021). Cordierite-based ceramics with coffee husk ash addition: I –microstructure and physical properties. *Journal of Materials Research and Technology*, 15, 2471–2483. <https://doi.org/10.1016/J.JMRT.2021.09.032>
- Belmiro, R., Oliveira, L. , Tribst, A., y Cristianini, M. (2022). Techno-functional properties of coffee by-products are modified by dynamic high pressure: A case study of clean label ingredients in cookies. *LWT*, 154, 112601. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.112601>
- Benavides, K. (2022). *Subproductos del café como alternativa energética en industria solubilizadora de café* <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/51786>
- Benitez R. (2022). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe* | FAO. <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/239393/>
- Benitez, V., Rebollo, M., Hernanz, S., Chantres, S., Aguilera, Y. y Martin, A. (2019). Coffee parchment as a new dietary fiber ingredient: Functional and physiological characterization. *Food Research International*, 122, 105–113. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2019.04.002>
- Bondam, A., Diolinda, D., Pozzada, J., y Hoffmann, J. (2022). Phenolic compounds from coffee by-products: Extraction and application in the food and pharmaceutical industries. *Trends in Food Science & Technology*, 123, 172–186. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2022.03.013>
- Campos, R., (2021). *Universidad Iberoamericana Puebla Repositorio Institucional* <http://repositorio.iberopuebla.mx> *Círculo de Escritores Artículos Beneficios del consumo de café.* <http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>
- Carvalho, D., Gonot, X. y Gonot, F. (2021). Coffee as a Naturally Beneficial and Sustainable Ingredient in Personal Care Products: A Systematic Scoping Review of the Evidence. *Frontiers in Sustainability*, 2(October).

<https://doi.org/10.3389/frsus.2021.697092>

Castellano, N. (2022). *¿Por qué Ecuador importa tanto café? - Perfect Daily Grind Español.*

<https://perfectdailygrind.com/es/2022/03/07/por-que-ecuador-importa-tanto-cafe/>

España, A. (2016). *Determinación del uso de mucílago parcialmente hidrolizado extraído de pulpa de café proveniente de granos de Coffea arábica como agente viscosante en la formulación de jarabes.* undefined-undefined.

https://www.mendeley.com/catalogue/d19acc05-06df-3e6f-9c94-30a492782294/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7B352eb20e-ef67-4baa-9be6-fb3117da355a%7D

Esquivel, P. y Jiménez, V. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46(2), 488–495.

<https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2011.05.028>

Garcia, E., Ejim, I. y Liu, H. (2022). Thermogravimetric analysis of co-combustion of a bituminous coal and coffee industry by-products. *Thermochimica Acta*, 715, 179296.

<https://doi.org/10.1016/J.TCA.2022.179296>

Gemechu, G. (2020). *The Blooming of Coffee Industry: Its Waste Problem and Utilization through Management Option:*

https://www.researchgate.net/publication/344607840_The_Blooming_of_Coffee_Industry_Its_Waste_Problem_and_Utilization_through_Management_Option_A_Review

Gómez, F., Trejo, L., Morales, V., Marín, T. y Crosby, M. (2018). *NUTRITIONAL ASSESSMENT OF ROBUSTA COFFEE (Coffea canephora) BEANS OF DIFFERENT ORIGINS PROCESSED IN MEXICO.* 11, abril-4.

Gomez, P. (2022, April 20). *Subproductos del café: valor agregado para el negocio*

- *Qué Café!* <https://quecafe.info/usos-alternativos-subproductos-cafe/>

Hejna, A. (2021). Potential applications of by-products from the coffee industry in polymer technology – Current state and perspectives. *Waste Management*, 121, 296–330.

<https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2020.12.018>

Iriondo, M. (2020). Applications of Compounds from Coffee Processing By-Products. *Biomolecules*, 10(9), 1–20.

<https://doi.org/10.3390/BIOM10091219>

Jimenez, S., Torres, L., Martínez, K. y Hernández, M. (2018). Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos. *Revista ION*, 31(1), 37–42.

<https://doi.org/10.18273/REVION.V31N1-2018006>

Klingel, T., Kremer, J., Gottstein, V., Rezende, T., Schwarz, S. y Lachenmeier, D., (2020). A Review of Coffee By-Products Including Leaf, Flower, Cherry, Husk, Silver Skin, and Spent Grounds as Novel Foods within the European

- Fonseca M., Lilia S., Calderón, D., María E. y Rivera, D. (2014). *Capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales en café y subproductos del café producido y comercializado en Norte de Santander (COLOMBIA)*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042014000300008
- Mendoza, C., Saari, J., Melo, Y., Cardoso, M., Almeida, G. y Vakkilainen, E. (2021). Evaluation of thermochemical routes for the valorization of solid coffee residues to produce biofuels: A Brazilian case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137, 110585.
<https://doi.org/10.1016/J.RSER.2020.110585>
- Mirón V., Yáñez, J., Montañez, B. y Barragán, B. (2019). Valorization of coffee parchment waste (*Coffea arabica*) as a source of caffeine and phenolic compounds in antifungal gellan gum films. *LWT*, 101, 167–174.
<https://doi.org/10.1016/J.LWT.2018.11.013>
- Munirwan, R., Mohd, A., Taha, M., Abd, N. y Munirwansyah, M. (2022). Utilization of coffee husk ash for soil stabilization: A systematic review. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 128, 103252.
<https://doi.org/10.1016/J.PCE.2022.103252>
- Muzaifa, M., Rahmi, F. y Syarifudin. (2021). Utilization of Coffee By-Products as Profitable Foods - A Mini Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 672(1), 012077.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/672/1/012077>
- Neu, A., Pleissner, D., Mehlmann, K., Schneider, R., Puerta, G., & Venus, J. (2016). Fermentative utilization of coffee mucilage using *Bacillus coagulans* and investigation of down-stream processing of fermentation broth for optically pure l(+)-lactic acid production. *Bioresource Technology*, 211, 398–405.
<https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2016.03.122>
- Pérez, Y., Saldaña, S. y amp, D. (2014). Bioethanol production from Coffee Mucilage. *CyberLeninka*. Retrieved December 3, 2022, from <https://cyberleninka.org/article/n/1227997>
- Pinheiro, F., Ferreira, L., Filho, M., Uliana, M., Gomes, J., Fumiere, M., Scherer, R. y Soares, W. (2021). Arabica and Conilon coffee flowers: Bioactive compounds and antioxidant capacity under different processes. *Food Chemistry*, 336, 127701.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2020.127701>
- Ramírez, A., Salgado, M., Rodríguez, G., García, M., Cherblanc, F., y Bénet, J. (2013). Water transport in parchment and endosperm of coffee bean. *Journal of Food Engineering*, 114(3), 375–383.
<https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2012.08.028>

- Reis, R., Tienne, L., Souza, D., Marques, M., y Monteiro, S. (2020). Characterization of coffee parchment and innovative steam explosion treatment to obtain microfibrillated cellulose as potential composite reinforcement. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(4), 9412–9421. <https://doi.org/10.1016/J.JMRT.2020.05.099>
- Remón, J., Ravaglio, F., Pedraza, L., Arcelus, P., Suelves, I. y Pinilla, J. (2021). Caffeinating the biofuels market: Effect of the processing conditions during the production of biofuels and high-value chemicals by hydrothermal treatment of residual coffee pulp. *Journal of Cleaner Production*, 302, 127008. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.127008>
- Ríos, M., Callejo, M., y Castillo, M. (2018). *Potencial de los subproductos del café como fuente de fibra dietética. Aplicación en la elaboración de pan libre de gluten*. 1. <https://doi.org/10.13039/501100003329>
- Rodríguez, N. y Zambrano, D. (2010). Los subproductos del café: fuente de energía renovable. *Avances Técnicos Cenicafe*, 3, 8. <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/351/1/avt0393.pdf>
- Rojas, F. (2022). *Valorización de un subproducto del procesamiento de café arabica variedad caturra rojo y amarillo: caracterización proximal, extracción de carotenoides y aplicación en un alimento funcional*.
- Santos, É., Macedo, L., Tundisi, L., Ataíde, J., Camargo, G., Alves, R., Oliveira, M. y Mazzola, P. (2021). Coffee by-products in topical formulations: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 111(October 2020), 280–291. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.064>
- Setyobudi, R., Zalizar, L., Wahono, S., Widodo, W., Wahyudi, A., Prabowo, B., Jani, Y., Nugroho, Y., Liwang, T. y Zaebudin, A. (2019). Prospect of Fe non-heme on coffee flour made from solid coffee waste: Mini review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 293(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/293/1/012035>
- Sevillano, J. (2021). “Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de cáscara de café en la elaboración de galletas.” 1–90. https://www.mendeley.com/catalogue/0d008786-5a22-396f-b05f-d80da39b7277/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7B2bc9248d-6b31-4f3f-a508-55b98a6dd1c8%7D
- Sugebo, B. (2022). A review on enhanced biofuel production from coffee by-products using different enhancement techniques. *Materials for Renewable and Sustainable Energy*, 11(2), 91–103. <https://doi.org/10.1007/s40243-022-00209-0>
- Torres, V., Acíar, S., González, C. y Rodríguez, G. (2018). Methodology for Systematic Literature Review applied to Engineering and Education. 2018 *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1364–1373.

- Urán, J. y Velásquez, M. (2022, June 22). Desarrollo de Una Bebida Espirituosa a partir de mucílago de café. Repositorio Institucional Séneca. Retrieved December 3, 2022, from <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/58373>
- Valencia, G. (2020). 6 Nutrición mineral cafeto. In *Reviwe*. [https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/717/6/6](https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/717/6/6%20Nutrici%20n%20mineral%20cafeto.pdf) Nutrición mineral cafeto.pdf
- Valenzuela, A. (2010). El café y sus efectos en la salud cardiovascular y en la salud materna. *Revista Chilena de Nutrición*, 37(4), 514–523. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000400013>
- Villalba, D., Holguin, V., Acuña, J., Piñeros, R. y Resumen, G. (2011). Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café – musáceas. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4(1). <http://repository.ut.edu.co/handle/001/1300>
- Yepes, W., Jose, M., Pernalet, G., De, I. y Tecnológico, I. (2021). *Revisión - Aprovechamiento de los residuos de la agroindustria del café en la elaboración de materiales compuestos de matriz polimérica*.