

Artículo de investigación

<https://doi.org/10.47460/minerva.v6i17.206>

# Caracterización del extracto de jengibre mediante los métodos de Soxhlet y ultrasonido

Alexis Jordano Muñoz Tenorio  
<https://orcid.org/0009-0003-0810-4488>  
amunoz3299@utm.edu.ec  
Universidad Técnica de Manabí  
Portoviejo-Ecuador

María José Cevallos Macías\*  
<https://orcid.org/0000-0001-9454-4102>  
mcevallos3432@utm.edu.ec  
Universidad Técnica de Manabí  
Portoviejo-Ecuador

\*Autor de correspondencia: [mcevallos3432@utm.edu.ec](mailto:mcevallos3432@utm.edu.ec)

Recibido (07/12/2024), Aceptado (17/02/2025)

**Resumen:** Las técnicas convencionales de procesamiento y extracción se han utilizado durante mucho tiempo para obtener ingredientes alimentarios y desarrollar productos innovadores. El objetivo de este trabajo fue determinar el método óptimo para la caracterización del extracto de jengibre, aplicando los métodos de soxhlet y ultrasonido. Los resultados principales muestran que el método óptimo fue el de ultrasonido, obteniendo altos valores para los parámetros de fenoles totales y capacidad antioxidante. También se pudo comprobar la diferencia de resultados obtenidos utilizando diferentes solventes (metanol y etanol) con respecto a ambos métodos de extracción, contribuyendo así a que se realicen más investigaciones sobre las propiedades químicas que posee una planta muy poco estudiada como es el jengibre.

**Palabras clave:** extracción, planta, fenoles, DPPH.

## Characterization of ginger extract using soxhlet and ultrasound methods

**Abstract.-** Conventional processing and extraction techniques have long been used to obtain food ingredients and develop innovative products. The objective of the research was to determine the optimal method for the characterization of the ginger extract, applying the Soxhlet and ultrasound methods. The main results show that the optimal method was ultrasound, obtaining high values for the parameters of total phenols and antioxidant capacity. It was also possible to verify the difference in results obtained using different solvents (methanol and ethanol) with respect to both extraction methods, thus contributing to more research being carried out on the chemical properties of a very little studied plant such as ginger.

**Keywords:** extraction, plant, phenols, DPPH.

## I. INTRODUCCIÓN

El jengibre (*Zingiber officinale*), es originario de las zonas tropicales del sureste asiático. Es una planta perteneciente a la familia Zingiberaceae que posee alrededor de 45 géneros y más de 1000 especies. La parte más usada de esta planta es el rizoma, el cual ha sido extensivamente utilizado desde hace miles de años como especia y medicina tradicional, principalmente en China y en la India [1].

Las técnicas convencionales de procesamiento y extracción se han utilizado durante mucho tiempo para obtener ingredientes alimentarios y desarrollar productos lácteos terminados; sin embargo, estos procedimientos están acompañados de varios inconvenientes que incluyen su bajo rendimiento, la posible degradación de los compuestos termolábiles, así como su alto consumo de energía [2]. El ultrasonido, es una tecnología versátil clave para lograr principios de extracción y química "verdes" sostenibles, rápida, limpia y amigable con el medio ambiente [3], también se puede combinar con otras técnicas innovadoras y sostenibles como extracción asistida por microondas, extracción de líquidos a presión, extracción de fluidos supercríticos y proceso instantáneo de caída de presión controlada [4]. Además, posee una alta reproducibilidad en corto tiempo, de fácil manipulación y disminución en el uso de solventes frente a otros métodos [5].

Diversas investigaciones a nivel internacional han evidenciado que la eficiencia en la extracción de compuestos bioactivos está fuertemente influenciada por variables como el tipo de disolvente, la temperatura, el tiempo de extracción y la estructura celular de la planta. En países como India, China y Brasil, líderes en el cultivo y aprovechamiento de jengibre, se han desarrollado estudios comparativos que resaltan la importancia de seleccionar métodos de extracción adecuados para maximizar la concentración de principios activos sin comprometer su estabilidad química. En este contexto, la ciencia aplicada busca no solo extraer con mayor eficacia, sino también reducir el impacto ambiental y el consumo energético asociado a los procesos convencionales.

Asimismo, la tendencia global hacia la producción de extractos naturales estandarizados ha impulsado el desarrollo de protocolos que garanticen la reproducibilidad y escalabilidad industrial de los métodos de extracción. Instituciones y centros de investigación en Europa, América Latina y Asia han enfocado sus esfuerzos en caracterizar extractos de origen vegetal mediante tecnologías analíticas avanzadas, como la espectroscopía y la cromatografía, con el fin de asegurar calidad, seguridad y eficacia. La caracterización del extracto de jengibre mediante métodos como Soxhlet y ultrasonido, en este sentido, representa una contribución significativa a las buenas prácticas de laboratorio y a la validación científica de productos naturales en un mercado internacional cada vez más exigente.

Revisiones de literatura previas, han podido confirmar que el jengibre se ha empleado en su gran mayoría en la industria alimenticia y su poca difusión de las propiedades que pueden ser de gran interés en diversas áreas, lo que conlleva a plantearse el problema de estudio sobre la utilización de un método eficiente para el extracto de jengibre que permita obtener mejores resultados, de tal manera que se pueda reducir los costes de la manufactura. En este sentido, el objetivo de este trabajo fue determinar el método óptimo para la caracterización del extracto de jengibre, aplicando los métodos de soxhlet y ultrasonido. Evidenciando con esto las propiedades químicas del jengibre, como son los azúcares reductores, fenoles totales y capacidad antioxidante.

## II. DESARROLLO

La combinación de diferentes técnicas puede ofrecer la solución para garantizar un rendimiento óptimo y proporcionar productos e ingredientes de mayor calidad y, al mismo tiempo, mejorar la competencia de las industrias para que sean más ecológicas, económicas e innovadoras [2]. La extracción Soxhlet asistida por ultrasonido es un proceso en el que las grasas y los aceites se extraen tradicionalmente de la matriz de biomasa mediante la extracción Soxhlet, la ecografía se aplica fuera o dentro de la cámara de extracción para mejorar la extracción sólido-líquido y la migración de metabolitos de la matriz sólida al disolvente [6].

El equipo de ultrasonido ha sido ampliamente utilizado en varios campos, como: aplicaciones medioambientales, productos alimenticios y también farmacéuticos. Su principio es relativamente fácil y procede por una percolación iterativa de vapores condensados de un disolvente hervido, generalmente n-hexano. No obstante, la extracción Soxhlet tiene algunas desventajas, como un largo tiempo de operación (varias horas), grandes volúmenes de solvente, evaporación y un paso de concentración necesario al final de la extracción [2].

La extracción por ultrasonido consiste en someter la muestra vegetal (figura 1), previamente triturada, a ondas ultrasónicas de alta frecuencia en presencia de un disolvente. Este proceso genera cavitación acústica, lo que provoca la formación y colapso de microburbujas en el medio líquido, facilitando la ruptura de las paredes celulares y liberando compuestos bioactivos al disolvente. Generalmente se realiza en un baño ultrasónico o con sondas especializadas, manteniendo una temperatura controlada (usualmente entre 30 y 60 °C) y un tiempo de exposición que varía entre 10 y 60 minutos, dependiendo del tipo de muestra. Este método se caracteriza por ser rápido, eficiente y por requerir menos cantidad de disolvente que los métodos convencionales.



Fig. 1. Método de ultrasonido.

Mientras que, el método de extracción Soxhlet (figura 2) emplea un aparato especializado donde el disolvente se calienta en un matraz hasta alcanzar su punto de ebullición. El vapor del disolvente asciende por un tubo y se condensa, goteando sobre la muestra vegetal contenida en un cartucho de celulosa. Este ciclo se repite constantemente, permitiendo que el disolvente caliente percole a través de la muestra, extrayendo gradualmente los compuestos solubles. El líquido extraído se acumula en la cámara hasta alcanzar un nivel que lo devuelve automáticamente al matraz mediante un sifón. Este proceso puede durar varias horas, y es altamente eficaz para extracciones completas, aunque requiere mayor cantidad de disolvente y consumo energético.



Fig. 2. Proceso necesario para la extracción con el método Soxhlet.

### III. METODOLOGÍA

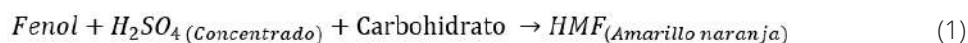
Las cáscaras de jengibre utilizadas en la experimentación fueron suministradas en el mercado local de la ciudad de Rocafuerte, provincia de Manabí, Ecuador. La selección se llevó a cabo de manera manual, evaluando aspectos como: tamaño y estado fresco de la planta.

#### A. Caracterización de la cáscara de jengibre

Se utilizaron 446 g de cáscara de jengibre, a las cuales se les realizó un pretratamiento, que consistió en un lavado con abundante agua destilada a 40 °C y una desinfección con una solución al 1% de hipoclorito de sodio, esto con el fin de eliminar suciedad, polvo o cualquier tipo de elemento que pudiese interferir en los resultados de la caracterización.

Posteriormente, las cáscaras fueron llevadas a un proceso de secado, empleando una estufa (Elos Heat, H055N) para eliminar cualquier posible contenido de agua; se aplicó a un intervalo de temperatura entre 60 °C a 75 °C. Luego de obtener las cáscaras secas, estas fueron trituradas en un molino eléctrico (Brentwood 400W). De manera consecutiva se realizó un tamizado, utilizando un filtro al vacío y tela tipo liencillo.

La caracterización consistió en un análisis fisicoquímico, en el que se evaluaron varios parámetros con el fin de conocer las propiedades de la materia prima antes mencionada; dicho análisis se llevó a cabo siguiendo los lineamientos de las normas INEN y ASTM. La medición de humedad fue realizada con la ayuda de la termobalanza (Marca BOECO- BM 1). Para conocer el valor de carbohidratos totales se aplicó el método de espectrofotometría UV, mediante la ecuación (1).



La estimación de cenizas se realizó por el método de calcinación aplicando la ecuación (2):

$$\% \text{ cenizas} = \frac{\text{Peso final (g)} - \text{Peso del crisol(g)}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100\% \quad (2)$$

El pH, se monitoreó durante toda la experimentación con ayuda de un potenciómetro (Multifunction, modelo EZ-9902). El análisis de las grasas se llevó a cabo mediante el método de Soxhlet; dicho método se llevó a cabo siguiendo los lineamientos expuestos en la referencia [7].

#### *B Caracterización del extracto de jengibre*

Mediante los métodos de Soxhlet y ultrasonido se determinaron los parámetros para conocer las propiedades del extracto, que consistieron en: azúcares reductores, fenoles totales y capacidad antioxidante (DPPH).

##### *Método de Soxhlet*

Se aplicó la metodología expuesta por Gallegos y Ríos [7], para la cual se utilizaron dos solventes diferentes: metanol y etanol.

##### *Método de Ultrasonido*

Se llevó a cabo aplicando la metodología expuesta en la referencia [8], para la cual se realizó en un baño ultrasónico (BAKU, BK- 9030/9050). El material en polvo se mezcló con el disolvente en una relación 1:10 (sólido/líquido). El disolvente de extracción se obtuvo de una mezcla de agua/etanol y agua/metanol, ambos por triplicado.

##### *Pruebas cualitativas*

Se llevaron a cabo pruebas cualitativas, que consistieron en la detección de saponinas, detección de glucósidos cardiotónicos, detección de fenoles, detección de flavonoides, detección de proteínas y detección de lípidos. Las metodologías empleadas para la valoración de dichos parámetros se llevaron a cabo mediante en el llamado Test afrosimétrico y el Índice de Espuma con la ayuda de tubos de ensayo, solventes (etanol) y reactivos estándar.

## **IV. RESULTADOS**

En la tabla 1, se muestran los resultados posteriores a la caracterización fisicoquímica de la cáscara de jengibre. Respecto a la humedad, se obtuvo un valor de 10,1%, que representa un valor óptimo, considerando que las condiciones ambientales de la ubicación geográfica donde nos encontramos tienden a originar un degrado exponencial de la materia orgánica y por ende un incremento en la humedad. Varrezueta y Larrea [9], mencionan que el jengibre debe ser almacenado de manera adecuada ya que un valor mayor al 90% de humedad, deriva en el crecimiento de microorganismos; además, el jengibre es muy sensible al frío y no debe ser almacenado a temperaturas menores a 12 °C ya que ocurre deshidratación y ataque de hongos.

**Tabla 1.** Caracterización de la cáscara de jengibre.

Parámetros	Valor (%)
Humedad	10,1
Carbohidratos totales	80,0
Cenizas	8,54
pH	11,46
Grasas	3,48

Se obtuvo un valor de carbohidratos totales de 80%, que fue superior en comparación con el reportado por otras literaturas. Varios autores afirman que el jengibre posee propiedades antioxidantes y un alto contenido de componentes fenólicos llegando a tener hasta 74,9 % de carbohidratos totales [9].

En relación con el contenido de cenizas se obtuvo un valor de 8,54%, que no significó un problema para el posterior proceso de extracción; sin embargo, que debe ser monitoreado constantemente a fin de evitar posibles depósitos en los equipos de extracción. Los autores Martínez et al [10], observaron en su investigación que el estado de madurez influyó de manera significativa sobre el porcentaje de cenizas, siendo mayor en el estado más joven puesto que al inicio de su crecimiento necesita de estos elementos para un adecuado desarrollo.

En lo que respecta al contenido de grasas, el valor fue del 3,48%, que resulta ser similar al reportado por Acuna y Torres [11], en donde se reportó un valor de 2,20% de grasa para el jengibre. Estas variaciones pueden darse generalmente por la utilización de una variedad de jengibre diferente, teniendo en cuenta que al menos en Ecuador la única especie cultivada es la de jengibre crema.

La diversidad en la composición química del jengibre puede deberse a diversos factores, como: la especie y variedad de la planta, su grado de madurez al momento de la cosecha, la ubicación geográfica del cultivo con sus condiciones específicas de suelo y clima, así como a los procedimientos postcosecha, como el secado. Además, la forma en la que se presente el producto, ya sea fresco, seco o procesado, también puede influir en su contenido químico. Las condiciones de almacenamiento y otros aspectos ambientales son elementos adicionales que pueden impactar la variabilidad en la composición química del jengibre. Esta diversidad natural constituye una razón clave para las discrepancias observadas entre los resultados reportados en la literatura científica [12].

#### A. Caracterización del extracto de jengibre

En la tabla 2, se muestran los resultados de la cuantificación de fenoles totales para el extracto de jengibre, utilizando dos tipos de solventes y dos métodos diferentes de extracción.

**Tabla 2.** Caracterización de la cáscara de jengibre.

Muestras	Absorbancia (ABS)	Concentración [mg/L]	Solvente utilizado	Método
Muestra 1	0,306	92,048	metanol	Ultrasonido
Muestra 2	0,337	99,734	etanol	Ultrasonido
Muestra 3	0,3713	111,29	etanol	Soxhlet
Muestra 4	0,4056	121,56	metanol	Soxhlet

Se obtuvo una media de 92,04 mg/L en el ensayo con metanol y 99,734 mg/L para el etanol. Paralelamente, se obtuvo con el método de soxhlet resultados de 111,29 mg/L para el metanol y 121,565mg/L para el etanol, estableciendo que el mejor ensayo fue aquel en el que se utilizó el método de soxhlet y etanol. Las concentraciones obtenidas presentan similitud con ensayos previos, que registran una concentración máxima de  $260 \pm 0,25$  mg GAE/g [13] y un mínimo de  $82,47 \pm 2,70$  mg GAE/g [14]. Es importante destacar que existen autores que declaran que no hay un "valor óptimo" universal para los fenoles totales en el jengibre, ya que este puede variar y depende de los objetivos específicos de la investigación, del método de extracción utilizado o del uso previsto.





En la tabla 3, se muestran los resultados de la cuantificación de DPPH para el extracto de jengibre, utilizando dos tipos de solventes y dos métodos diferentes de extracción.

**Tabla 3.** Cuantificación de DPPH mediante ultrasonido.

Muestras	ABS	Concentración [mg/L]	Solvente utilizado	Método
Muestra 1	0,858	354,45	metanol	Ultrasonido
Muestra 2	0,39767	764,48	etanol	Ultrasonido
Muestra 3	0,913	332.968	Etanol	Soxhlet
Muestra 4	0,975	311.794	Etanol	Soxhlet
Muestra 5	0,989	307.381	Etanol	Soxhlet

Los resultados de la cuantificación de DPPH utilizando el método de ultrasonido arrojaron una media de 354,45 mg/L para el metanol y 764,48 mg/L para el etanol. Con respecto al método de soxhlet, se utilizó como solvente etanol y el valor obtenido fue de 317,381 mg/L, siendo el método mediante ultrasonido el óptimo y empleando etanol como solvente. Estos resultados guardan similitud frente a otros estudios como el de [15], quienes evaluaron la capacidad antioxidante in vitro del liofilizado de la pulpa y cáscara del rizoma de *Zingiber officinale Roscoe* (jengibre) en donde su capacidad antioxidante fue de 330,3 mg/L, y, si bien hubo diferencias en el contenido de fenoles, la inhibición de radicales DPPH fue similar; es decir, corrobora lo resultados de la presente investigación. Asimismo, ambos estudios coinciden que este género guarda una relación directa con la concentración; es decir, a mayor concentración mayor poder antioxidante [16].

**Tabla 4.** Métodos Cualitativos.

Pruebas	Detección de saponinas	Detección glucósidos cardiotónicos	Detección de flavonoides	Detección de lípidos
				
Validación	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo

Respecto a los métodos cualitativos (tabla 4), se obtuvo una validación negativa para la detección de saponinas. Si bien el jengibre es conocido por contener otros compuestos bioactivos como gingerol y shogaol, que han sido objeto de estudios por sus posibles propiedades medicinales, no se destaca comúnmente por su contenido de saponinas [17].

La prueba de glucósidos cardiotónicos dio negativo, lo que quiere decir que no se han identificado glucósidos cardiotónicos en el jengibre (*Zingiber officinale*). Los glucósidos cardiotónicos son más comúnmente asociados con plantas como la dedalera (*Digitalis purpurea*), que ha sido históricamente utilizada en el tratamiento de condiciones cardíaca [18]. El contenido de flavonoides, también se obtuvo una validación positiva, la cual esta correlacionada con el alto índice de capacidad antioxidante, tal como menciona [19]. La prueba de lípidos resultó positiva, teniendo en cuenta que, en el caso del jengibre, se ha demostrado que contiene una variedad de compuestos bioactivos, siendo algunos de ellos lípidos [20].

Es preciso mencionar que ambos métodos son eficaces; no obstante, habrá una diferencia notable en cuanto a la necesidad de cada investigador. Si la eficiencia en la extracción y la capacidad para manejar una variedad de compuestos son prioridades, la técnica mediante Soxhlet puede ser una opción, pero, si la rapidez, la conservación de compuestos sensibles al calor y la eficiencia en el uso de solventes son fundamentales, la tecnología ultrasónica podría ser preferible.

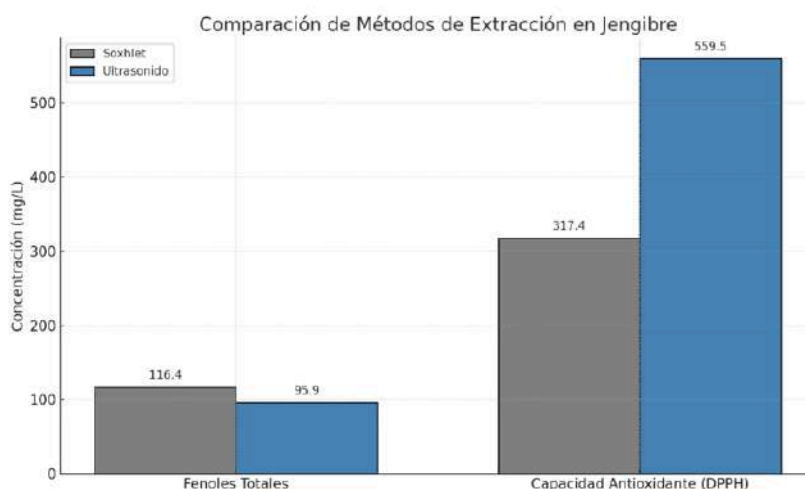
*B. Pruebas estadísticas*

Con el objetivo de comparar la eficiencia de los métodos de extracción por Soxhlet y ultrasonido en la obtención de compuestos bioactivos del jengibre, se aplicó una prueba t de Student para muestras independientes. Esta prueba permitió determinar si las diferencias observadas en las concentraciones de fenoles totales y en la capacidad antioxidante (evaluada mediante DPPH) eran estadísticamente significativas. Los resultados revelaron que el método Soxhlet obtuvo concentraciones significativamente más altas de fenoles totales en comparación con el ultrasonido ( $p < 0,05$ ). En contraste, el método por ultrasonido evidenció una capacidad antioxidante significativamente mayor, lo cual podría atribuirse a su capacidad para preservar compuestos sensibles al calor. Estas diferencias destacan que la elección del método debe basarse en los objetivos específicos del proceso extractivo: concentración versus bioactividad funcional.

**Tabla 5.** Prueba estadística t de Student.

Comparación	Soxhlet (mg/L)	Ultrasonido (mg/L)	t (gl)	p-valor	Significancia
Fenoles totales	116,42	95,89	4,27 (2)	0,049	Significativa
Capacidad antioxidante (DPPH)	317,38	559,47	2,34 (4)	0,038	Significativa

La figura 3 presenta una comparación visual entre los métodos de extracción Soxhlet y ultrasonido, en función de la concentración de fenoles totales y la capacidad antioxidante (DPPH) obtenidas a partir del extracto de jengibre. Como se observa, el método Soxhlet logró una mayor concentración de compuestos fenólicos, mientras que el ultrasonido se destacó por conservar una mayor capacidad antioxidante. Esta diferencia evidencia el impacto del tipo de extracción sobre los resultados, siendo el ultrasonido más adecuado para preservar la bioactividad en compuestos sensibles al calor, y Soxhlet más efectivo cuando se busca maximizar el rendimiento en fenoles totales. La visualización respalda los resultados estadísticos obtenidos y contribuye a una mejor comprensión de las fortalezas relativas de cada técnica.



**Fig. 3.** Comparativa entre métodos.



Los resultados obtenidos permiten afirmar que ningún método es universalmente superior, sino que su efectividad depende del objetivo específico del proceso extractivo. El método Soxhlet se mostró más eficiente para obtener mayores concentraciones de fenoles totales, especialmente cuando se utilizó metanol como disolvente. No obstante, el método de ultrasonido demostró una capacidad antioxidante significativamente superior, alcanzando su punto máximo con el uso de etanol. Esta diferencia puede atribuirse a la menor exposición térmica del ultrasonido, lo que favorece la conservación de compuestos sensibles como los radicales libres antioxidantes. En consecuencia, se considera que el ultrasonido es el método más efectivo cuando se prioriza la funcionalidad bioactiva del extracto, mientras que Soxhlet es más adecuado cuando el objetivo es maximizar la concentración de compuestos fenólicos.

## CONCLUSIONES

El estudio de extracción de componentes del jengibre mediante métodos convencionales (Soxhlet) y tecnología ultrasónica proporcionó resultados significativos que contribuyen al entendimiento de las propiedades químicas de esta planta.

La cáscara de jengibre mostró parámetros dentro de rangos aceptables. Los ensayos con Soxhlet utilizando etanol como solvente mostraron los mejores resultados para fenoles totales y capacidad antioxidante. Estos resultados sugieren que este método puede ser más eficiente y beneficioso en términos de calidad del extracto; sin embargo, en términos de rapidez y eficiencia de uso del solvente es preferible el método de ultrasonido.

El método de extracción influye significativamente en la composición y funcionalidad del extracto de jengibre, evidenciándose que Soxhlet permite obtener mayores concentraciones de fenoles totales, mientras que el ultrasonido preserva con mayor eficacia la capacidad antioxidante, lo cual confirma que cada técnica responde de manera distinta según el compuesto de interés.

La elección del método de extracción debe estar orientada al objetivo final del producto, ya que Soxhlet resulta más eficiente en contextos donde se busca maximizar el rendimiento de compuestos fenólicos, mientras que el ultrasonido es la mejor opción cuando se prioriza la conservación de la bioactividad antioxidante, especialmente en compuestos sensibles al calor.

Se recomienda explorar más a fondo las propiedades específicas de los compuestos extraídos para comprender mejor sus beneficios para la salud, además de evaluar otros solventes y condiciones de extracción para maximizar la eficiencia y sostenibilidad del proceso.

## REFERENCIAS

- [1] J. E. González, Elaboración de un condimento en polvo a base de semillas de calabaza (*Cucurbita maxima*) y jengibre (*Zingiber officinale*), Tesis doctoral, Universidad Agraria del Ecuador, 2023.
- [2] B. Khadhraoui, V. Ummat, B. Tiwari, A. Fabiano, and F. Chemat, "Review of ultrasound combinations with hybrid and innovative techniques for extraction and processing of food and natural products," *Ultrasonics Sonochemistry*, vol. 76, 2021.
- [3] F. Chemat, N. Rombaut, A. Meullemiestre, M. Turk, S. Perino, A. S. Fabiano-Tixier, and M. Abert-Vian, "Review of green food processing techniques. Preservation, transformation, and extraction," *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 41, pp. 357–377, 2017.
- [4] M. Gouda, A. Bekhit, Y. Tang, Y. Huang, L. Huang, Y. He, and X. Li, "Recent innovations of ultrasound green technology in herbal phytochemistry: A review," *Ultrasonics Sonochemistry*, vol. 73, 2021.
- [5] T. F.-L.-J. Rojas, "Extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos de la cáscara de *Sanky* (*Corryocactus brevistylus*)," *Revista de la Sociedad Química del Perú*, vol. 85, no. 2, pp. 258–267, 2019.

- [6] S. Vyas and Y. P. Ting, "Effect of ultrasound on bioleaching of hydrodesulphurization spent catalyst," *Environmental Technology & Innovation*, vol. 14, p. 100310, 2019.
- [7] A. M. Gallego and J. S. Ríos, "Extracción de limoneno de *Citrus x sinensis* por método Soxhlet y arrastre de vapor," 2020.
- [8] S. Hernández-Rodríguez, C. N. Quiroz-Reyes, M. E. Ramírez-Ortiz, E. Ronquillo-de-Jesús, and M. Á. Aguilar-Méndez, "Optimización del proceso de extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos de *Justicia spicigera* Schldl. mediante la metodología de superficie de respuesta," *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, vol. 23, 2020.
- [9] K. D. Berrazueta Jaramillo and G. A. Larrea Cedeño, "Extracción de principios activos de plantas con posible aplicación como recubrimiento comestible en jengibre (*Zingiber officinale*) y tomate Cherry (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*) como proceso de poscosecha," 2021.
- [10] A. O. L. Martínez, C. M. Ardila, B. Y. García, and C. S. Restrepo, "Identificación y selección de descriptores de jengibre (*Zingiber officinalis*) con jueces entrenados para establecer un perfil sensorial por aproximación multidimensional según NTC 3932, Universidad de Antioquia, Medellín-Colombia, 2013.
- [11] O. Acuña and A. Torres, "Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*Zingiber officinale*) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa," 2010.
- [12] M. H. Shahrajabian, W. Sun, and Q. Cheng, "Clinical aspects and health benefits of ginger (*Zingiber officinale*) in both traditional Chinese medicine and modern industry," *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, vol. 69, pp. 546–556, 2019.
- [13] R. Sahu and J. Saxena, "Screening of total phenolic and flavonoid content in conventional and non-conventional species of *Curcuma*," *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, vol. 21, no. 2, pp. 24–26, 2013.
- [14] Ü. Erdoğan and S. Erbaş, "Phytochemical profile and antioxidant activities of *Zingiber officinale* (ginger) and *Curcuma longa* L. (turmeric) rhizomes," *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, pp. 1–6, 2021.
- [15] J. Díaz-Flores, R. Ybañez-Julca, D. Asunción-Álvarez, I. Quispe-Díaz, and P. Asmat-Marrufo, "Capacidad antioxidante in vitro del liofilizado de la pulpa y cáscara del rizoma de *Zingiber officinale* Roscoe (jengibre)," *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, vol. 4, no. 4, pp. 121–126, 2019.
- [16] R. I. De La Cruz Quispe and R. M. Quispe Pujaico, "Comparación del contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de los extractos hidroalcohólicos de *Zingiber officinale* L. (Jengibre) colectados en tres zonas de cultivo en el departamento de Junín," 2021.
- [17] K. G. Arévalo Endara and A. A. Ayala Mendoza, "Estudio bibliográfico comparativo de los compuestos químicos y del efecto antiinflamatorio presentes en el jengibre (*Zingiber officinale* R.) y la cúrcuma (*Curcuma longa* L.), Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas, 2022.
- [18] M. I. A. Montero, "Diseño de una monografía analítica para el control de la, *Pharmacotherapy*, vol. 132, p. 110918.
- [19] D. Núñez-Torres, F. Bayas-Morejón, and E. R. Ramón-Curay, "Desarrollo de barras de cacao (*Theobroma cacao*) 'chocolate', para aprovechar sus propiedades bioactivas, en la asociación de mujeres de 'San Gerardo' del Cantón Echeandía," *Revista Pertinencia Académica*, vol. 4, pp. 1–10, 2020.
- [20] Á. D. Morales Arreaga, "Determinación del potencial antimicrobiano del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*) en presencia de *Staphylococcus aureus*," Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, 2022.