

# Integración de las estrategias de economía circular en el proceso de molido en la producción de té mediante una revisión sistemática

## *Integration of circular economy strategies into the milling process of tea production through a systematic review*

- <sup>1</sup> Dario Esteban Casco Andrade  <https://orcid.org/0009-0001-8817-5010>  
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador.  
[dcasco3512@uta.edu.ec](mailto:dcasco3512@uta.edu.ec)
- <sup>2</sup> Freddy Roberto Lema Chicaiza  <https://orcid.org/0000-0001-5987-8975>  
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador  
[fr.lem@uta.edu.ec](mailto:fr.lem@uta.edu.ec)
- <sup>3</sup> Carlos Humberto Sánchez Rosero  <https://orcid.org/0000-0002-2253-8448>  
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador  
[carloshsanchez@uta.edu.ec](mailto:carloshsanchez@uta.edu.ec)
- <sup>4</sup> Cesar Aníbal Rosero Mantilla  <https://orcid.org/0000-0001-7806-2955>  
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador  
[cesararosero@uta.edu.ec](mailto:cesararosero@uta.edu.ec)
- <sup>5</sup> Lorena Siguenza Guzman  <https://orcid.org/0000-0003-1367-5288>  
Universidad de Cuenca (UCUENCA), Cuenca, Ecuador  
[lorena.siguenza@ucuenca.edu.ec](mailto:lorena.siguenza@ucuenca.edu.ec)
- <sup>6</sup> Edith Elena Tubón Núñez  <https://orcid.org/0000-0001-8094-6207>  
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ambato, Ecuador  
[ee.tubon@uta.edu.ec](mailto:ee.tubon@uta.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 21/03/2025

Revisado: 16/04/2025

Aceptado: 13/05/2025

Publicado: 16/06/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v9i2.3422>

### Cítese:

Casco Andrade, D. E., Lema Chicaiza, F. R., Sánchez Rosero, C. H., Rosero Mantilla, C. A., Siguenza Guzman, L., & Tubón Núñez, E. E. (2025). Integración de las estrategias de economía circular en el proceso de molido en la producción de té mediante una revisión sistemática. *Visionario Digital*, 9(2), 171-190. <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v9i2.3422>



**VISIONARIO DIGITAL**, es una revista científica, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://visionariodigital.org>  
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



**Palabras clave:**

Industria del té,  
desechos,  
estrategias de  
economía circular

**Keywords:**

Tea industry, waste,  
circular economy  
strategies

**Resumen**

**Introducción.** Dentro de la industria del té, existe un enorme potencial para aplicar estrategias de economía circular que permitan optimizar el uso de los recursos, reducir la cantidad de desechos generados, disminuir el impacto ambiental, mejorar el bienestar de las comunidades locales y los consumidores, y dar un valor agregado a los subproductos derivados. **Objetivo.** El objetivo de esta investigación es integrar de manera integral las estrategias de economía circular en las diferentes etapas del proceso de producción de té, con un enfoque particular en la etapa de molido, a través de una revisión sistemática rigurosa. **Metodología.** Se establecieron las palabras clave las que guiaron la búsqueda en Scopus y Springer, bases de datos seleccionadas por su prestigio y alto impacto en publicaciones científicas indexadas. Se realizó una revisión sistemática de literatura siguiendo la metodología PRISMA, asegurando rigor metodológico en la recopilación, selección y síntesis de información. **Resultados.** Después de aplicar criterios de inclusión y exclusión, 46 artículos fueron incluidos para su análisis detallado y síntesis de resultados. **Conclusión.** Durante la etapa de molido dentro del proceso de producción de té es posible integrar diferentes estrategias de economía circular que permitan lograr el aprovechamiento eficiente de los desechos generados para luego crear productos de valor agregado en otros tipos de industrias. **Área de estudio general:** Ingeniería industrial. **Área de estudio específica:** Economía circular. **Tipo de estudio:** Revisión Bibliográfica.

**Abstract**

**Introduction.** Within the tea industry, there is enormous potential for implementing circular economy strategies to optimize resource use, reduce waste, mitigate environmental impact, improve the well-being of local communities and consumers, and add value to derived byproducts. **Objective.** The objective of this research is to comprehensively integrate circular economic strategies into the various stages of the tea production process, with a particular focus on the milling stage, through a rigorous systematic review. **Methodology.** Keywords were established to guide the search in Scopus and Springer, databases selected for their prestige and high impact on indexed

---

scientific publications. A systematic literature review was conducted following the PRISMA methodology, ensuring methodological rigor in the collection, selection, and synthesis of information. **Results.** After applying inclusion and exclusion criteria, forty-six articles were included for detailed analysis and synthesis of results. **Conclusion.** During the milling stage of the tea production process, it is possible to integrate different circular economy strategies that allow for the efficient use of generated waste to subsequently create value-added products in other types of industries. **General Area of Study:** Industrial engineering. **Specific area of study:** Circular economy. **Type of study:** Bibliography Review.

---

## 1. Introducción

El cambio climático es un hecho y el sistema alimentario provoca aproximadamente el 30% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (Cerutti et al., 2023; Zhu et al., 2023). La valorización, el aprovechamiento y la optimización de los recursos dentro de las industrias agroalimentarias se deben tener en cuenta para disminuir la contaminación ambiental (Maini et al., 2024). Existen modelos que mantienen la economía lineal que poseen la mentalidad de tomar la materia prima, transformarla y finalmente desecharla a los vertederos. Esta ideología ha sido constantemente cuestionada desde la perspectiva social, ambiental y de negocio. Como consecuencia se ha incrementado la degradación de los ecosistemas ambientales y el simple hecho de no protegerlos puede afectar negativamente a la sociedad.

Los gobiernos están abordando la contaminación y el cambio climático de manera responsable, implementando normativas que ayuden al cuidado de los ecosistemas. En este contexto surge la economía circular con estrategias que prometen mejorar la calidad de vida de los habitantes, así como la de los ecosistemas y que con el tiempo va ganando la atención y el apoyo de toda la sociedad (Romaní et al., 2024). Estas estrategias ofrecen mayores oportunidades sostenibles que los modelos lineales existentes, mejorando la gestión de residuos y contribuyendo a que las industrias sean más sostenibles. Dentro de la industria del té, existen estrategias de economía circular que permitan optimizar el uso de los recursos, reducir la cantidad de desechos generados, disminuir el impacto ambiental, mejorar el bienestar de las comunidades locales y los consumidores, y dar un valor agregado a los subproductos derivados (Andrade et al., 2019). El proceso de

producción del té comprende diversas etapas que garantizan la calidad del producto final (Hilbay et al., 2016).

Estas acciones no solo contribuyen a la sostenibilidad del proceso, sino que también fortalecen la competitividad de la industria del té al diferenciar sus productos en el mercado mediante prácticas responsables y sostenibles (Núñez, 2003). En este sentido la economía circular ofrece una visión estratégica para transformar los desafíos de la producción en oportunidades de innovación, impulsando una transición hacia modelos de negocio más sostenibles y resilientes, además, de promover el apoyo a la productividad desde una visión amigable con el ambiente y generar nuevos nichos de mercado alineados a normativa internacional, lo que se alinea con la norma INEN AFNOR XP X30 901 del año 2020.

El objetivo de la investigación es integrar las estrategias de economía circular en la etapa de molido de la producción de té, a través de una revisión sistemática de información. Se busca proporcionar un análisis de referencia que permita a las empresas del sector agroindustrial adoptar prácticas sostenibles, más eficientes y responsables con el medio ambiente.

## 2. Metodología

El presente estudio se fundamenta en la integración de las estrategias de economía circular en el proceso de molido en la producción de té mediante una revisión sistemática, el estudio pretende evaluar el impacto y las oportunidades de la economía circular en la optimización de recursos y reducción de residuos dentro de la industria del té. Para estructurar la investigación, se empleó la técnica WOMEN en la formulación de preguntas (**figura 1**), asegurando su relevancia, amplitud y aplicabilidad en el contexto científico. Las preguntas claves fueron: RQ1: ¿Qué desechos derivados de la molienda del té durante el proceso industrial pueden ser aprovechados para generar un valor agregado?, RQ2: ¿Cuáles son las estrategias de economía que se pueden aplicar en el proceso de molido en la industria del té y como pueden impulsar la sostenibilidad ambiental?, y RQ3: ¿Qué estrategia de economía circular se puede emplear en el proceso de molienda en la producción de té para optimizar los recursos generados? A partir de estas preguntas, se establecieron las palabras clave Industria del té (tea industry), Desechos (waste), Estrategia (strategy) y Economía Circular (circular economy), las que guiaron la búsqueda en Scopus, Springer y Pubmed bases de datos seleccionadas por su prestigio y alto impacto en publicaciones científicas indexadas. Se realizó una revisión sistemática de literatura siguiendo la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), asegurando rigor metodológico en la recopilación, selección y síntesis de información. La estrategia de búsqueda utilizó términos clave con operadores booleanos: Título: "Economía Circular" y Título, Resumen y Palabras Clave (title-abs-key): "tea industry" OR "waste" OR "strategy" OR "circular

economy". Para garantizar la pertinencia de los estudios, se incluyeron solo artículos escritos en inglés, y que abordaran la economía circular en la industria del té, mientras que se excluyeron aquellos sin acceso abierto, duplicados o sin relevancia en el contexto de producción de té. Los criterios de inclusión y exclusión fueron los siguientes: Criterios de inclusión: a) artículos científicos de revistas indexadas, b) artículos escritos y publicados en los idiomas inglés, c) artículos que aparezcan a partir de la búsqueda avanzada con los términos clave. Criterios de exclusión: a) artículos duplicados, b) artículos que no contengan información relevante aportante al tema principal de la investigación, c) artículos publicados antes de 2020.

### 3. Resultados

Inicialmente, se identificaron 1.911 artículos (**Tabla 1**), tras eliminar 634 duplicados, quedaron 1.277 registros, y luego de un cribado por título y resumen, se excluyeron 1.136 estudios que no abordaban la economía circular en el contexto del proceso de fabricación de té.

**Tabla 1**

*Aplicación de criterios de selección prácticos y metodológicos*

Descripción	Artículos			Total, de documentos
	Scopus	Springer	Pubmed	
Libre acceso	137	1,656	118	1,911

En la fase de evaluación del texto completo, se seleccionaron 141 artículos, 95 fueron descartados por no desarrollar estrategias aplicables de economía circular. Finalmente 46 artículos cumplieron con los criterios metodológicos y fueron incluidos para su análisis detallado y síntesis de resultados (**Tabla 2**).

**Tabla 2**

*Total de documentos duplicados, archivos únicos y seleccionados*

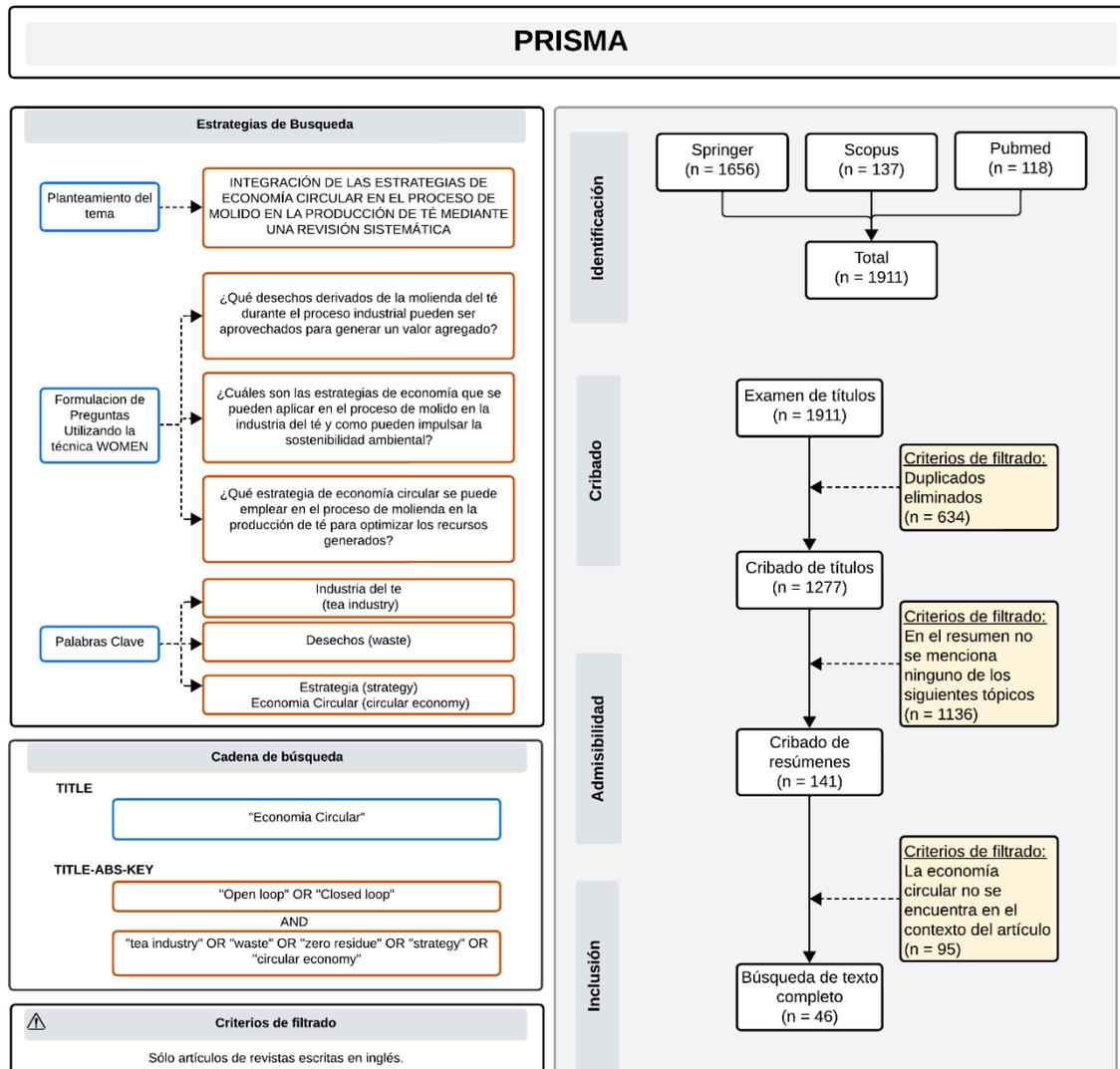
Secuencia de archivos	Número
Archivos totales	1,911
Archivos duplicados	634
Archivos eliminados por el título	1,136
Archivos eliminados por el resumen	95
Archivos seleccionados	46

Se construyó el diagrama de flujo PRISMA (**figura 1**), facilitando la estructuración del conocimiento recopilado. Este proceso riguroso garantiza que los hallazgos obtenidos

sean representativos, replicables y alineados con el estado del arte de la economía circular aplicada a la producción de té.

**Figura 1**

*Metodología PRISMA*



La **figura 2** muestra que a partir de 2019 existe un incremento en las publicaciones relacionadas a las estrategias de economía circular en el proceso de molido en la producción de té. Se dio prioridad a los países que contribuyeron más a la producción científica, considerando la cantidad de publicaciones. La recopilación de los estudios durante el periodo 2019-2025 indica el incremento de las investigaciones, dando un énfasis mayoritario para continuar explorando estrategias innovadoras y sostenibles.



de molienda, donde se reduce el tamaño y se generan subproductos como polvo de té y fibra; una vez molido el producto, se procede a la esterilización para eliminar cualquier tipo de microorganismo, el empaqueo según la presentación en la que se vaya a comercializar, y por último la distribución y entrega al vendedor final (Wei et al., 2024; Xia & Donzé, 2023). El polvo, que resulta de la fragmentación fina del material durante la trituración; las fibras, compuestas por restos de hojas y tallos que no alcanzan el tamaño óptimo para el producto final; los condimentos, que incluyen partículas con propiedades aromáticas y compuestos bioactivos que pueden ser reutilizados en otras aplicaciones; y el biogás, generado a partir del análisis anaeróbico de ciertos residuos orgánicos son los desechos aprovechables derivados de la industrialización del té (Espinoza, 2023). Estos subproductos se obtienen de tal manera que se cumple con uno de los principales objetivos de la economía y no solo representan una oportunidad para reducir el impacto ambiental del proceso productivo, sino que también pueden ser valorizados en aplicaciones como compostaje, fabricación de inciensos, generación de energía y desarrollo de nuevos productos, contribuyendo así a la eficiencia operativa de la agroindustria. En la **tabla 3** se resume de forma general distintas aplicaciones potenciales propuestas por diversos autores, para los desechos que son generados en la etapa de molienda (Feola, 2024).

**Tabla 3**
*Aplicaciones industriales a partir de los desechos generados*

Residuo generado	Descripción	Aplicaciones industriales	Autor
Polvo	Partículas finas resultantes de la trituración del material durante el molido.	Compostaje	(Viera & Chicaiza, 2018)
		Cerámicas	(Rommel & Llanes, 2020)
		Producción de inciensos	(Hilbay et al., 2016)
		Formulación de fertilizantes orgánicos	(Ibrahim et al., 2023)
Fibras	Restos de hojas y tallos que no cumplen con los estándares del producto final.	Elaboración de biocompuestos	(Çelebi et al., 2020)
		Producción de papel reciclado	(Han et al., 2021)
		Generación de biomasa	(Vélez-Solórzano & Valarezo-Molina, 2021)
Condimentos	Partículas con propiedades aromáticas y compuestos bioactivos presentes en los residuos.	Mascarillas exfoliantes	(Franco et al., 2016)
		Alimentos como las bebidas (kombucha)	(Pradhan et al., 2023)

**Tabla 3**
*Aplicaciones industriales a partir de los desechos generados (continuación)*

Residuo generado	Descripción	Aplicaciones industriales	Autor
Biogás	Producto derivado de la evaluación anaeróbica de los residuos orgánicos generados.	Generación de energía renovable	(Eroğlu et al., 2009)
			(Tekin et al., 2023)
			(Duarah et al., 2024)

Como se muestra en la **tabla 3** son cuatro los desechos principales generados a partir de la industrialización del té: polvo, fibras, condimentos y biogás. Las aplicaciones industriales en las que son aprovechables estos recursos son variadas lo que puede caracterizar este ciclo como ampliamente dinámico y encajable en diversos tipos de industria, incluso fuera de la alimenticia como la generación de energía, industria cosmética para la fabricación de mascarillas exfoliantes, producción de papel, cerámicas, inciensos (Pradhan et al., 2023) (Viera & Chicaiza, 2018).

La integración de estrategias de economía circular que son aplicables en el proceso de molienda incluye las 9R (Feola, 2024). Permite impulsar la sostenibilidad ambiental mediante la optimización de recursos, la reducción de residuos y el aumento de la vida útil de los productos (Montes et al., 2021; Rodrigo-Cano et al., 2019). En la **tabla 4** se explica las aplicaciones de las estrategias (Feola, 2024; Reike et al., 2018), enfocadas en la sostenibilidad ambiental.

**Tabla 4**
*Aplicaciones de las estrategias de economía circular en el proceso de molido*

Estrategias de Economía Circular (9R)	Aplicación en Sostenibilidad Ambiental	Proceso de Molido	Autor
Rechazar	Evita el uso de materiales innecesarios en la producción.	No Aplica	(Feola, 2024)
Reducir	Minimiza el consumo de recursos naturales.	No Aplica	(Reike et al., 2018)
Reutilizar	Aprovecha los componentes para un uso diferente en función a la que originalmente se pretendía.	Aplica	(Corvellec et al., 2020)
Reparar	Renueva o sustituye partes desgastadas o dañadas del producto.	No Aplica	(Giampietro, 2019)

**Tabla 4**

*Aplicaciones de las estrategias de economía circular en el proceso de molido  
(continuación)*

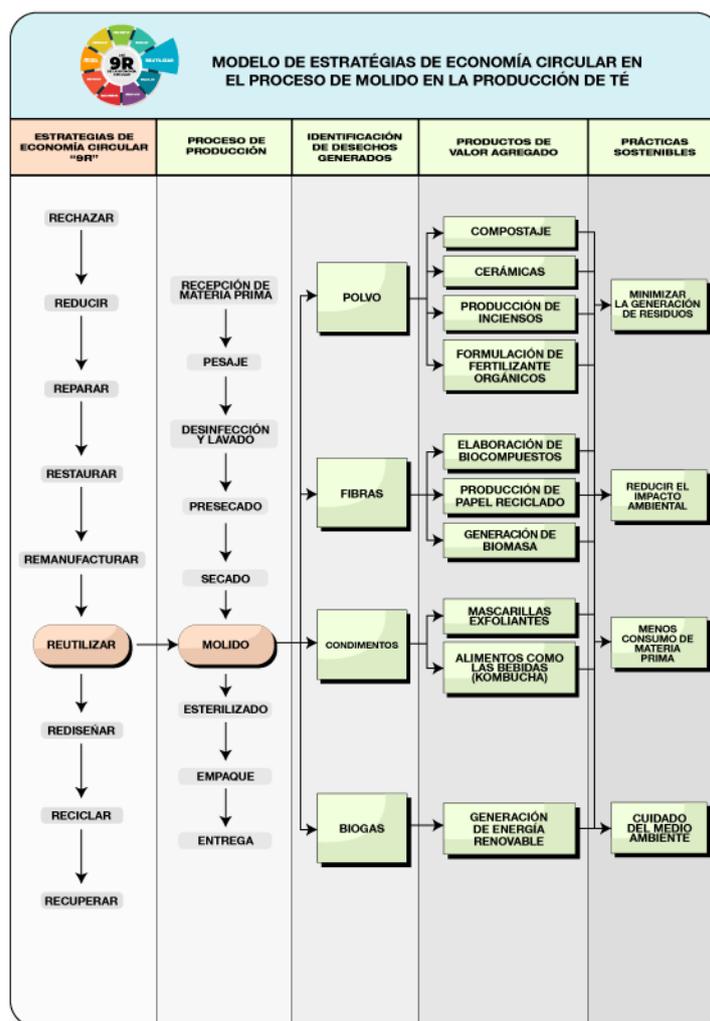
Estrategias de Economía Circular (9R)	Aplicación en Sostenibilidad Ambiental	Proceso de Molido	Autor
Restaurar	Renova los equipos obsoletos para mejorar su desempeño.	No Aplica	(Feola, 2024)
Remanufacturar	Devuelve un artículo a su condición inicial enfocado en la calidad y desempeño usando un proceso.	No Aplica	(Corvellec et al., 2020)
Rediseñar	Implementa mejoras en los procesos y productos con criterios ecológicos.	No Aplica	(Reike et al., 2018)
Reciclar	Obtiene recursos recuperados para uso en un proceso (el reciclaje no incluye el reúso).	No Aplica	(Giampietro, 2019)
Recuperar	Obtiene partes funcionales de productos usados.	No Aplica	(Feola, 2024)

Como resultado de la evaluación de las estrategias de economía circular, la reutilización se puede aplicar a los subproductos del proceso de molienda ya que constituyen parte de la materia prima para el inicio de nuevos ciclos de producción. Principios como reciclar, recuperar, rediseñar son importantes en otros sectores agroindustriales como por ejemplo la caña de azúcar y la elaboración del papel (Aguilar-Rivera, 2011), o en el sector arrocero (Peñaranda et al., 2017; Kaza et al., 2018). Dentro la industria del té, estrategias como reducir, reparar o rechazar no son fáciles de aplicar debido a que la cantidad de desechos que se producen es amplia y es inevitable que dejen de generarse, además, en este tipo de industria se requiere de la innovación constante dado su versatilidad por lo que siempre será necesario emplear nuevos métodos y maquinarias (Athirojthanakij & Rashidinejad, 2024). La reutilización de los subproductos presenta una estrategia viable porque contribuye a la sostenibilidad del medio ambiente, ayudando a minimizar los desperdicios y a evitar la demanda excesiva de materia prima debido a la posibilidad de utilizar la gama de subproductos obtenidos a partir de los residuos o desechos generados (Espinoza, 2023). Además, se genera un nuevo valor agregado dinamizando la economía de las comunidades que se encuentran involucradas mejorando su calidad de vida. Desde el punto de vista industrial, es la oportunidad para la puesta en marcha de nuevos sistemas de producción, con la utilización de equipos diseñados y especializados para ese fin, así como el inicio de una cadena de producción que culminará con la distribución al consumidor final (Arroyo, 2018).

En la **figura 4** se muestra el modelo de economía circular aplicado a la industria de fabricación del té, en la que se seleccionó la estrategia de reutilizar en el proceso de molido. Esta permite aprovechar la amplia variedad de subproductos y residuos para que puedan ser utilizadas en nuevos ciclos productivos, reduciendo el desperdicio y promoviendo una gestión más eficiente de los materiales, al mismo tiempo que se contribuye al cuidado del medio ambiente y a la creación de nuevos ciclos productivos con elementos de valor agregado que pueden ser comercializados con diversos usos. Los nuevos productos de valor agregado que se obtienen de este flujo productivo contribuyen a cumplir con prácticas sostenibles como la minimización de generación de residuos, reducir el impacto ambiental, menos consumo de materia prima y cuidado del medio ambiente.

**Figura 4**

*Modelo de economía circular*



## Descripción del modelo

### Etapa 1: Proceso de producción e industrialización del té

#### Molido

Este proceso puede implicar una serie de rodillos que aplastan o desintegran las hojas, liberando sus líquidos. Este proceso es crucial para aumentar la exposición de las células de las hojas al oxígeno, lo que facilitará la oxidación en el siguiente paso (Siedentopp, 2009).

### Etapa 2: Aprovechamiento de los desechos y subproductos generados

El polvo que se genera de las hojas de té usadas y otros residuos orgánicos pueden ser compostados para crear abono natural. Esto mejora la calidad del suelo, proporcionando nutrientes a las plantas. Los residuos obtenidos del biogás, derivados de la producción de té pueden ser utilizados como biomasa para generar energía, al ser quemados en calderas o plantas de biogás para producir electricidad y calor. Otro tipo de desechos son las fibras de las hojas, pueden ser procesados y utilizados para fabricar papel o productos de cartón ecológicos (Debnath et al., 2023). Los extractos de té y sus residuos conocidos como condimentos pueden ser utilizados en la fabricación de productos cosméticos como exfoliantes, cremas o mascarillas, debido a sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Miao et al., 2023).

### Etapa 3: Nuevos ciclos productivos

Los residuos de la industrialización del té (hojas usadas, tallos, polvo de té, etc.) pueden convertirse en productos de valor agregado si se gestionan adecuadamente. Los residuos del té son ricos en materia orgánica y nutrientes como nitrógeno y potasio. Al fermentarlos con microorganismos benéficos, se pueden convertir en fertilizantes líquidos o sólidos de alta calidad (Hilbay et al., 2016). Los antioxidantes naturales que se desprenden del té son utilizados como conservantes en alimentos o en productos de cuidado personal, es decir, se elaboran bio compuestos para permitir una mayor durabilidad de otros elementos que son comercializados después de varios meses (Ibrahim et al., 2023). Por otro lado, con los residuos secos o polvo de té, es posible la elaboración de cosméticos de belleza como las mascarillas exfoliantes, utilizadas para la higiene y eliminación de impurezas de la cara o del cuerpo (Pradhan et al., 2023). Combinando los residuos con otros materiales orgánicos, se pueden fabricar briquetas para combustión o incluso producir biogás, fuente de energía limpia y renovable de bajo costo que contribuye al cuidado medioambiental aprovechando elementos que han sido previamente descartados (Estupiñán et al., 2022).

**Etapa 4: Prácticas sostenibles**

Actualmente la generación de residuos en el Ecuador es de 4,06 millones de toneladas métricas al año y una generación per cápita de 0,74 kg. Se estimó que para el año 2017 el país generaba 5,4 millones de toneladas métricas anuales y seguirá aumentando cada año, por lo que es importante el manejo integral planificado de los residuos (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Económica, 2017). Se promueve el consumo de menor cantidad de materias primas, el uso eficiente de la energía y se busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático. Asimismo, se impulsa la economía circular, la reutilización de material, generando empleo y crecimiento económico sostenible, consiguiendo de esta manera satisfacer las necesidades básicas de todos los individuos sin comprometer las oportunidades de las generaciones futuras (Ochante-Ramos et al., 2023).

Al disminuir la cantidad de desechos generados existe menos demanda de los vertederos o incineradores de basura y se minimiza la posibilidad de que también puedan llegar residuos a contaminar las aguas. Un menor empleo de materias primas extraídas directamente de la naturaleza disminuye la presión sobre los ecosistemas, que en muchas ocasiones requieren décadas para volver a su estado normal. La utilización de materias primas provenientes de los ciclos industriales de otros sectores favorece no solo que no se destruyan ecosistemas, sino que contribuye a que los que se encuentran intactos permanezcan así. Junto con esto, es necesario mencionar que se protege la biodiversidad animal y vegetal, lo que evidentemente mejora al medio ambiente permitiendo todas las interacciones entre seres vivos de manera natural (Ochante-Ramos et al., 2023).

El cumplimiento de prácticas sostenibles en industrias agroindustriales del Ecuador se enmarca en la normativa vigente ambiental del país como la protección de los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o *sumak kawsay* consagrados en la Constitución de 2008 de la República del Ecuador (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Económica, 2017), el Código Orgánico del Ambiente, así como la norma NTE INEN ISO 14050 que define los conceptos fundamentales de gestión ambiental, norma ISO 20400 que proporciona las directrices de la sostenibilidad, norma NTE INEN 2841 sobre el manejo de los residuos.

**4. Conclusiones**

- La metodología que se empleó fue basada en los principios PRISMA, demostrando ser adecuada para realizar la revisión sistemática de la información. Este enfoque proporcionó una visión más amplia del campo académico evaluando criterios de filtrado como la eliminación de duplicados, título y resumen. Este proceso riguroso garantizó que los artículos estén alineados con el estado del arte de la economía circular aplicada a la producción de té.

- El modelo propuesto de las estrategias de economía circular durante la etapa de molido dentro del proceso de producción de té se enfoca en la reutilización y ofrece un enfoque sostenible permitiendo lograr el aprovechamiento eficiente de los desechos generados, para luego crear productos de valor agregado. La integración de este principio promueve a la agroindustria alimentaria a incorporar prácticas sostenibles como reducir el impacto ambiental, minimizar la generación de desperdicios que contribuyan con el cuidado del medio ambiente.
- También se recomienda continuar con la línea de investigación a los siguientes procesos de la cadena productiva de la industrialización del té, así como analizar la logística inversa, lo que contribuirá a la disminución de desechos finales, y al aumento de la satisfacción del cliente.

#### 4.1. Agradecimientos

Los autores agradecemos al proyecto de investigación "*Enhancing the Agrifood Supply chain towards Industry 5.0 (AGRO5) in the Ecuadorian Andes*" por el apoyo proporcionado, que ha sido fundamental para el desarrollo de esta revisión de literatura. Además, reconocemos el apoyo incondicional y la colaboración de la Universidad Técnica de Ambato y la Universidad de Cuenca, cuyas contribuciones académicas han enriquecido significativamente este trabajo.

#### 5. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

#### 6. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

#### 7. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

#### 8. Referencias bibliográficas

Aguilar-Rivera, N. (2011). Efecto del almacenamiento de bagazo de caña en las propiedades físicas de celulosa grado papel. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 12(2).

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432011000200008](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432011000200008)

Andrade, J. A., Rivera-García, J., Chire-Fajardo, G. C., & Ureña-Peralta, M. O. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de

Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4), 1–12.

<https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/462>

Arroyo Morocho, F. R. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78–98.

<https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786>

Athirojthanakij, W., & Rashidinejad, A. (2024). Optimizing catechin extraction from green tea waste: Comparative analysis of hot water, ultrasound-assisted, and ethanol methods for enhanced antioxidant recovery. *Food Science & Nutrition*, 12(7), 5121–5130. <https://doi.org/10.1002/FSN3.4161>

Çelebi, H., Gök, G., & Gök, O. (2020). Adsorption capability of brewed tea waste in waters containing toxic lead (II), cadmium (II), nickel (II), and zinc (II) heavy metal ions. *Scientific Reports*, 10(17570).

<https://www.nature.com/articles/s41598-020-74553-4>

Cerutti, N., Lamb, W. F., Crippa, M., Leip, A., Solazzo, E., Tubiello, F. N., & Minx, J. C. (2023). Food system emissions: a review of trends, drivers, and policy approaches, 1990–2018. *Environmental Research Letters*, 18(7), 074030.

<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ACDDFD>

Corvellec, H., Böhm, S., Stowell, A., & Valenzuela, F. (2020). Introduction to the special issue on the contested realities of the circular economy. *Culture and Organization*, 26(2), 97–102.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14759551.2020.1717733>

Debnath, B., Duarah, P., & Purkait, M. K. (2023). Microwave-assisted quick synthesis of microcrystalline cellulose from black tea waste (*Camellia sinensis*) and characterization. *International Journal of Biological Macromolecules*, 244, 125354. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2023.125354>

Duarah, P., Haldar, D., Singhanian, R. R., Dong, C. Di, Patel, A. K., & Purkait, M. K. (2024). Sustainable management of tea wastes: resource recovery and conversion techniques. *Critical Reviews in Biotechnology*, 44(2), 255–274.

<https://doi.org/10.1080/07388551.2022.2157701>

Eroğlu, H., Yapıcı, S., Nuhoğlu, Ç., & Varoğlu, E. (2009). An environmentally friendly process; adsorption of radionuclide Tl-201 on fibrous waste tea. *Journal of Hazardous Materials*, 163(2–3), 607–617.

<https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2008.07.076>

- Espinoza, A. H. (2023). Economía circular: una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible. *Revista de Economía Institucional*, 25(49), 109–134. <https://doi.org/10.18601/01245996.V25N49.06>
- Estupiñán Sosa, I. J., Ballesteros Torres, F. A., & Pezo Ortiz, D. M. (2022). Uso de las energías renovables en la agroindustria en Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 5679–5697. [https://doi.org/10.37811/CL\\_RCM.V6I5.3744](https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V6I5.3744)
- Feola, G. (2024). Trampas de la economía circular. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, (13), A-005. <https://doi.org/10.18800/KAWSAYPACHA.202401.A005>
- Franco Enríquez, J. G., Meléndez Ortiz, L., Carrasco, N. V., Gómez González, M. A., & Gaona, E. (2016). Análisis de la salud en el trabajo en una empresa de cosméticos en México. *Salud de Los Trabajadores*, 24(2), 105–120. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-01382016000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01382016000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Giampietro, M. (2019). On the circular bioeconomy and decoupling: implications for sustainable growth. *Ecological Economics*, 162, 143–156. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2019.05.001>
- Han, T. U., Kim, J., & Kim, K. (2021). Accelerated chromate reduction by tea waste: Comparison of chromate reduction properties between water and ice systems. *Environmental Research*, 197, 111059. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2021.111059>
- Hilbay, R., Chamorro Armas, S. E., González Escudero, M. A., & Palacios Cabrera, T. A. (2016). Reingeniería en los procesos de secado, molienda y tamizado de plantas aromáticas para mejorar la calidad de los derivados, caso: Empresa JAMBI KIWA. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 1(1), 89–99. <https://doi.org/10.29166/REVFIG.V1I1.47>
- Ibrahim, J. E. F. M., Tihtih, M., Şahin, E. İ., Basyooni, M. A., & Kocserha, I. (2023). Sustainable zeolitic toff incorporating tea waste fired ceramic bricks: Development and investigation. *Case Studies in Construction Materials*, 19, e02238. <https://doi.org/10.1016/J.CSCM.2023.E02238>
- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Group. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>

- Maini Rekdal, V., Villalobos-Escobedo, J. M., Rodriguez-Valeron, N., Olaizola Garcia, M., Prado Vásquez, D., Rosales, A., Sörensen, P. M., Baidoo, E. E. K., Calheiros de Carvalho, A., Riley, R., Lipzen, A., He, G., Yan, M., Haridas, S., Daum, C., Yoshinaga, Y., Ng, V., Grigoriev, I. V., Munk, R., ... Keasling, J. D. (2024). Neurospora intermedia from a traditional fermented food enables waste-to-food conversion. *Nature Microbiology*, 9(10). <https://doi.org/10.1038/S41564-024-01799-3>
- Miao, S., Wei, Y., Chen, J., & Wei, X. (2023). Extraction methods, physiological activities and high value applications of tea residue and its active components: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(33), 12150–12168. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2099343>
- Ministerio del Ambiente Agua y Transición Económica. (2017). *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS ECUADOR*. <https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
- Montes Castillo, Z. J. F., Rodríguez López, M. del C. (2021). La logística inversa en el manejo de los residuos de empaques y embalajes en el contexto del COVID-19. *Vértice Universitario*, 23(91), 3–13. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2683-26232021000300003](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2683-26232021000300003)
- Núñez, G. (2003). *La responsabilidad social corporativa en un marco de desarrollo sostenible*. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/4fa567cb-d58f-454e-8d10-9c08b922cc86/content>
- Ochante-Ramos, R., Riveros Davalos, M., & Mamani Mercado, N. G. L. (2023). Prácticas sostenibles y conciencia ambiental: Estrategias para la conservación del medio ambiente. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(1), 287–305. <https://doi.org/10.35381/R.K.V8I1.2791>
- Peñaranda González, L. V., Montenegro Gómez, S. P., & Giraldo Abad, P. A. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2), 141–150. <https://doi.org/10.22490/21456453.2040>
- Pradhan, S., Prabhakar, M. R., Karthika Parvathy, K. R., Dey, B., Jayaraman, S., Behera, B., & Paramasivan, B. (2023). Metagenomic and physicochemical analysis of Kombucha beverage produced from tea waste. *Journal of Food Science and Technology*, 60(3), 1088–1096. <https://doi.org/10.1007/S13197-022-05476-3>

- Reike, D., Vermeulen, W. J. V., & Witjes, S. (2018). The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 246–264. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2017.08.027>
- Rodrigo-Cano, D., Picó, M. J., Dimuro, G., (2019). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como marco para la acción y la intervención social y ambiental. *RETOS. Revista de Ciencias de La Administración y Economía*, 9(17), 25–36. <https://doi.org/10.17163/RET.N17.2019.02>
- Romaní Bendig, B., Ginarte López, S., Espinosa Manfugás, J. M., & Velasteguí López, L. E. (2024). Propuesta de requisitos para la aplicación de la Economía Circular en la restauración turística del destino La Habana. *Explorador Digital*, 8(4), 148-171. <https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v8i4.3252>
- Rommel Alexis, B. L., & Llanes Cedeño, E. A. (2020). La generación de energía eléctrica para el desarrollo industrial en el ecuador a partir del uso de las energías renovables. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 24(104), 36–46. <https://doi.org/10.47460/UCT.V24I104.364>
- Siedentopp, U. (2009). El té, planta medicinal y de consumo, eficaz contra el cansancio y la diarrea. *Revista Internacional de Acupuntura*, 3(2), 94–98. [https://doi.org/10.1016/S1887-8369\(09\)71585-6](https://doi.org/10.1016/S1887-8369(09)71585-6)
- Tekin, N., Karatay, S. E., & Dönmez, G. (2023). Optimization studies about efficient biobutanol production from industrial tea waste by *Clostridium beijerinckii*. *Fuel*, 331(Part 1), 125763. <https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2022.125763>
- Vélez-Solórzano, E. R., & Valarezo-Molina, L. A. (2021). La biomasa como fuente energética para la optimización del servicio eléctrico. Caso: cantón Chone, Ecuador. *Dominio de Las Ciencias*, 7(4), 906–927. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2456>
- Viera, P., & Chicaiza, C. (2018). Uso de residuos cerámicos como sustituto del cemento para fabricación de morteros. *Ciencia*, 20(1), 34. <https://doi.org/10.24133/CIENCIA.V20I1.554>
- Wei, Y., Wen, Y., Huang, X., Ma, P., Wang, L., Pan, Y., Lv, Y., Wang, H., Zhang, L., Wang, K., Yang, X., & Wei, X. (2024). The dawn of intelligent technologies in tea industry. *Trends in Food Science & Technology*, 144, 104337. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2024.104337>

Xia, Q., & Donzé, P. Y. (2023). Innovation in the Japanese tea industry, 1970–2020.

*Journal of Evolutionary Studies in Business*, 8(2), 106–137.

<https://doi.org/10.1344/JESB2023.8.2.38278>

Zhu, J., Luo, Z., Sun, T., Li, W., Zhou, W., Wang, X., Fei, X., Tong, H., & Yin, K.

(2023). Cradle-to-grave emissions from food loss and waste represent half of total greenhouse gas emissions from food systems. *Nature Food*, 4(3), 247–256.

<https://doi.org/10.1038/s43016-023-00710-3>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Visionario Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Visionario Digital**.



Open policy finder  
Formerly Sherpa services