

Artículo:

Aprovechamiento del olote mediante secado y molienda para la formulación de té vegetal funcional

Utilization of corncobs through drying and grinding for the formulation of functional vegetable tea

Gizeth Daniela Chávez-Romero¹, Dayana Janeth León-Alarcón¹, Jesús Fernando Melendrez-Romero¹, Andrés Gálvez-Rodríguez^{1-2*}

Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social

¹ Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Sinaloa, México.

² Universidad Autónoma Indígena de México, Sinaloa, México.

Recibido: 24 de julio de 2025
Aceptado: 25 de noviembre de 2025
Publicado: 18 de diciembre de 2025

* Autor corresponsal: andres.gr@guasave.tecnm.mx

Publicación continua editada por el **Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca**

Desv. Lindero Tametate, S/N
Col. La Morita
C.P. 92100
Tantoyuca, Veracruz, México.
Teléfono: 789 8931680, Ext.196.

Correo electrónico:
revistadigital@itsta.edu.mx

Sitio WEB
<https://itsta.edu.mx/revistadigital>

ISSN 2448-8003
Reserva de derechos al uso exclusivo
No. 04-2016-092313253300-203

Editor responsable:
Dr. Horacio Bautista Santos

Copyright: Este artículo es de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Resumen: La gestión de residuos agroindustriales es un reto fundamental para lograr la sostenibilidad y fomentar la economía circular. El olote de maíz (*Zea mays*), que a menudo se considera un simple desecho, en realidad tiene una composición rica en lignina (15.8%), celulosa (45%) y hemicelulosas (33.6%), lo que le otorga un gran potencial tanto nutricional como funcional. El objetivo principal de esta investigación fue analizar la viabilidad técnica del proceso de secado y molienda del olote para crear un nuevo producto: un té vegetal, y evaluar sus propiedades organolépticas preliminares. La base teórica se centra en la valorización de subproductos y el desarrollo de alimentos funcionales. La metodología utilizada fue experimental, exploratoria y descriptiva, enfocándose en el comportamiento físico del olote fresco de Guasave, Sinaloa. El material fue cortado, secado a una temperatura controlada de 65.5 °C (150 °F) durante una hora, y luego molido en tres diferentes granulometrías. Los resultados mostraron una notable reducción de la humedad del 51%, lo que valida la necesidad del proceso de secado para su conservación. La infusión hecha con los fragmentos pequeños secos presentó un color amarillo pálido, un sabor neutro y un delicado aroma a maíz, siendo calificada como "aceptable" en una evaluación sensorial preliminar. Se concluye que el olote de maíz es un material prometedor para la creación de una base de té vegetal, abriendo nuevas oportunidades para diversificar y aprovechar de manera integral la cadena agroindustrial del maíz.

Palabras clave: Olote, subproducto agroindustrial, té vegetal, secado, alimento funcional.

Abstract

The management of agro-industrial waste is a fundamental challenge for achieving sustainability and fostering a circular economy. Corn cobs (*Zea mays*), often considered mere waste, actually have a composition rich in lignin (15.8%), cellulose (45%), and hemicelluloses (33.6%), giving them significant nutritional and functional potential. The main objective of this research was to analyze the technical feasibility of drying and grinding corn cobs to create a new product: a plant-based tea, and to evaluate its preliminary organoleptic properties. The theoretical basis focuses on the valorization of byproducts and the development of functional foods (Bacca et al., 2024). The methodology used was experimental, exploratory, and descriptive, focusing on the physical behavior of fresh corn cobs from Guasave, Sinaloa. The material was cut, dried at a controlled temperature of 65.5 °C (150 °F) for one hour, and then ground to three different particle sizes. The results showed a significant 51% reduction in moisture, validating the necessity of the drying process for preservation. The infusion made with the dried small fragments had a pale yellow color, a neutral flavor, and a delicate corn aroma, and was rated as "acceptable" in a preliminary sensory evaluation. It is concluded that corn cobs are a promising material for creating a base for plant-based tea, opening new opportunities to diversify and fully utilize the corn agro-industrial chain.

Keywords: Corncob, agro-industrial by-product, vegetable tea, drying, functional food.

Introducción

La gestión sostenible de los recursos y la reducción de residuos se han convertido en aspectos clave en la investigación sobre Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social a nivel mundial (Bartra Gómez y Delgado Bardales, 2020; Pacheco et al., 2011)

En este marco, la agroindustria, especialmente la vinculada al cultivo de maíz (*Zea mays*), produce una gran cantidad de subproductos que, tradicionalmente, se han considerado desechos (Báez-Higuera et al., 2024; Bautista-Santos et al., 2021). Esto plantea un doble desafío: la pérdida de valor económico y el riesgo de contaminación ambiental (Baltazar Flores et al., 2025; Rodríguez-Zúñiga et al., 2024).

El olote de maíz, que es el núcleo leñoso de la mazorca después de quitar el grano, es un subproducto muy común en las regiones maiceras de México, como Guasave, Sinaloa.

Aunque a menudo se le clasifica como residuo, su composición química muestra que tiene un gran potencial. Es una rica fuente de biopolímeros, con alrededor del 45% de celulosa, un 33.6% de hemicelulosas y un 15.8% de lignina (Gullón et al., 2020). Esta matriz lignocelulósica no solo es interesante para la producción de biocombustibles o la creación de bioplásticos (Roldán-Suárez et al., 2020), sino que también contiene compuestos bioactivos como ácidos fenólicos y flavonoides, que ofrecen propiedades antioxidantes y funcionales importantes para la industria alimentaria y de nutraceuticos (Bacca et al., 2024; Trejo Berumen et al., 2018).

El núcleo de esta investigación se centra en el desaprovechamiento del olote de maíz dentro de la cadena agroindustrial de Sinaloa. La escasa utilización de este material en aplicaciones de bajo valor, como forraje o cama para ganado, pasa por alto su potencial como un ingrediente funcional y perpetúa un modelo de producción lineal (Gálvez-Rodríguez et al., 2019). Es urgente que hagamos la transición hacia modelos de economía circular que busquen reintegrar estos subproductos en la cadena de valor, lo que no solo contribuiría al desarrollo económico local, sino también a la sostenibilidad ambiental (Fernández-Echeverría et al., 2024).

La razón detrás de este estudio radica en la necesidad de diversificar y dar valor al olote, transformándolo en un producto de consumo directo, accesible y con propiedades beneficiosas: un té vegetal. Las infusiones herbales y vegetales han cobrado popularidad como portadoras de compuestos bioactivos en nuestra dieta diaria (Złotek et al., 2021). La neutralidad de sabor del olote, como se ha observado en estudios exploratorios previos (Salinas Moreno et al., 2017), sugiere que puede ser una base excelente o un portador de fibra, a diferencia de muchos extractos de subproductos que requieren procesos complicados para eliminar sabores no deseados (Salazar-López et al., 2023).

Para que esta transformación sea viable, es necesario optimizar las etapas iniciales de procesamiento. El olote fresco tiene un alto contenido de humedad que complica su conservación y manejo (Rodríguez-Zúñiga et al., 2024). Por lo tanto, el proceso de secado se convierte en una etapa crítica para reducir la actividad de agua y prolongar la vida útil del material, asegurando su calidad microbiológica antes de ser molido para la formulación final (Isaza, 2008; Villalba Vidales y Arzola de la Peña, 2015).

En este contexto, esta investigación se propone alcanzar los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar y mejorar el protocolo de secado por convección forzada del olote fresco de maíz (proveniente de Guasave, Sinaloa), con el fin de lograr una humedad residual que garantice un almacenamiento seguro y eficiente.
2. Examinar cómo diferentes granulometrías, obtenidas a través de la molienda, afectan el olote seco. Desarrollar una infusión base de té vegetal utilizando el olote procesado y llevar a cabo una evaluación organoléptica preliminar para determinar su aceptabilidad en cuanto a color, sabor y aroma.
3. Los resultados de este estudio no solo buscan demostrar la viabilidad técnica y sensorial del té de olote, sino también ofrecer una metodología que pueda ser replicada para crear un nuevo producto con un alto potencial de impacto social y económico para los productores de maíz.

Materiales y Métodos

El diseño de la investigación fue experimental, exploratorio y descriptivo, enfocado en analizar el comportamiento físico-químico del olote de maíz en condiciones controladas de laboratorio.

Obtención y acondicionamiento de la muestra

Las mazorcas de maíz fresco (*Zea mays*) se recolectaron de una zona agrícola de alto potencial en Guasave, Sinaloa. Se realizó una selección visual para garantizar que fueran uniformes y estuvieran libres de daños fúngicos o mecánicos. Las muestras se separaron manualmente de los granos y de la bráctea, y luego se cortaron en trozos de aproximadamente 1.5 ± 0.3 cm de longitud.

Proceso de secado

Para reducir el contenido de agua, las muestras cortadas se colocaron en bandejas de acero inoxidable y se sometieron a un proceso de secado por convección forzada en un horno a una temperatura constante de 65.5 °C (150 °F). El proceso duró un total de una hora. La eficiencia del secado se calculó mediante la diferencia de masa antes y después del tratamiento, utilizando la Ecuación 1, que se basa en la normativa establecida por Isaza (2008):

$$\text{Humedad Reducida}(\%) = \frac{\text{Masa Inicial} - \text{Masa Final}}{\text{Masa Inicial}} \times 100 \quad (1)$$

Molienda y granulometría

El olote seco fue triturado y molido con un molino de cuchillas para obtener tres tipos de granulometría diferentes, con el objetivo de evaluar su posible impacto en la infusión:

- a) Fragmentos pequeños (alrededor de 2 - 4 mm)
- b) Hojuelas (aproximadamente 0.5 - 2 mm) y
- c) Polvo fino (partículas menores a 0.5 mm).

Formulación del té vegetal y análisis sensorial preliminar

Se preparó una infusión base utilizando la muestra de granulometría (a) (fragmentos pequeños secos). Se utilizó una proporción de cinco gramos de olote por 250 mL de agua purificada a 95 °C, con un tiempo de infusión de cinco minutos. La bebida resultante fue evaluada por un panel no entrenado de diez personas para determinar las propiedades organolépticas preliminares (color, sabor, aroma) en una escala hedónica simple (aceptable/no aceptable).

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos validan la necesidad de la etapa de secado para estabilizar y manejar el olote, así como la viabilidad de su uso en la formulación de infusiones.

Eficiencia del secado

El análisis de la reducción de la masa de las muestras antes y después del tratamiento mostró una reducción promedio de humedad del 51% \pm 1.5%. Este dato confirma el alto contenido de agua del material fresco y resalta la importancia crítica del secado para inhibir el crecimiento microbiano y permitir un almacenamiento prolongado antes de su procesamiento final, alineándose con las prácticas recomendadas en la gestión de biomasa vegetal (Isaza, 2008).

Evaluación organoléptica preliminar

Las características de la infusión preparada con los fragmentos pequeños secos (granulometría (a)) se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Características de la infusión

Parámetro	Resultado Obtenido	Fuente
Color	Amarillo pálido	Este Estudio
Sabor	Neutro (ligeramente dulce)	Este Estudio
Aroma	Suave a maíz	Este Estudio

De las diez personas que participaron en la evaluación sensorial, nueve consideraron la bebida como "aceptable" o "muy aceptable" gracias a su sabor neutro, lo que la convierte en una base perfecta para mezclar con otros ingredientes que tienen perfiles de sabor más marcados (Złotek et al. 2021). Esto se destaca positivamente en comparación con otros subproductos agroindustriales, que a menudo necesitan procesos complicados para eliminar sabores amargos o astringentes, como se menciona en los estudios de Salinas Moreno et al., (2017) sobre la separación de bioactivos. La escasa presencia de estos sabores sugiere que se ha logrado una extracción eficiente de compuestos solubles no deseados o que su concentración es menor en la fracción de fragmentos grandes.

La discusión debería profundizar en el potencial funcional del olote. La alta concentración de fibra dietética indica que el té de olote podría considerarse una fuente de prebióticos, un aspecto que debe ser validado con análisis bromatológicos en etapas futuras. Además, la presencia de antioxidantes mencionada en la literatura (Vega Contreras y Torres Salazar, 2021; Reyes-Munguía et al., 2020) sugiere que el proceso de secado a $T = 65.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ no fue lo suficientemente agresivo como para degradar significativamente estos compuestos, lo cual es un factor clave en el desarrollo de alimentos funcionales.

Conclusiones

El análisis experimental sobre la revalorización del olote de maíz ha llevado a conclusiones sólidas y aplicables, resaltando tanto la viabilidad técnica como el impacto ambiental positivo del proceso propuesto. En primer lugar, se demostró la alta eficiencia del protocolo de secado, un paso crucial para la conservación y posterior industrialización de esta materia prima. Al exponer el olote a $65.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante una hora, se logró una notable reducción de humedad del 51%. Este resultado no solo valida la necesidad del proceso, dada la alta carga de agua inicial del subproducto, sino que también confirma la viabilidad técnica

de emplear métodos de secado accesibles y rápidos para convertir un residuo perecedero en un insumo estable.

En segundo lugar, la investigación superó la barrera de la aplicabilidad al confirmar el potencial del olote procesado como base para una infusión tipo "té vegetal". Las evaluaciones organolépticas preliminares mostraron una excelente aceptabilidad. Este hallazgo es de gran relevancia, ya que la neutralidad de su sabor y su suave aroma a maíz permiten que el material se integre fácilmente en formulaciones de alimentos funcionales o se consuma como una bebida por sí misma, sin las notas amargas o astringentes que a menudo presentan otros subproductos agroindustriales. Finalmente, la contribución más significativa de este estudio radica en su alineación con los principios de la Ingeniería Sustentable y la economía circular. Al transformar lo que hasta ahora se considera un desecho de la cadena productiva del maíz en Sinaloa —una de las regiones de mayor producción de grano— en un producto de valor agregado, se ofrece una alternativa sostenible que minimiza el impacto ambiental y, simultáneamente, genera una nueva fuente de ingresos.

Esta solución marca un avance significativo en la reducción de residuos agroindustriales, fomentando un modelo de producción que es tanto más eficiente como responsable. Los resultados sientan las bases para futuras investigaciones enfocadas en la extracción y cuantificación de los compuestos bioactivos que quedan, lo que podría incrementar aún más el valor nutracéutico del "té vegetal" que hemos formulado.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo quieren expresar su más sincero agradecimiento al Tecnológico Nacional de México y, en particular, al Instituto Tecnológico Superior de Guasave, por el apoyo esencial que recibieron durante la fase experimental de la investigación. Este respaldo fue crucial, ya que incluyó la logística necesaria y el acceso a las instalaciones y equipos de laboratorio especializados en el momento adecuado.

Este equipamiento fue vital para llevar a cabo con éxito las etapas críticas del estudio, como el proceso de secado controlado y la molienda precisa del olote de maíz. La infraestructura proporcionada por la institución garantizó la rigurosidad metodológica y la obtención de datos confiables, lo que contribuyó directamente a la realización de los resultados presentados en este artículo.

El acceso a estos recursos acelera la investigación aplicada y resalta la importancia de la colaboración entre la academia y las instituciones para promover soluciones de Ingeniería Sustentable.

Referencias bibliográficas

- Bacca, A. J., Vásquez García, A., Rodríguez, Í., & España Muñoz, J. (2024). El potencial de los compuestos bioactivos de residuos de frutas y verduras en la industria alimentaria: Una revisión. *Revista De Ciencias*, 27(2): e20214046. <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.25100/rc.v27i2.14046>
- Baltazar Flores, R. A. ., Padilla Sevillano, . A. W., & Neciosup Prieto, M. E. . (2025). Optimización del Uso de Residuos Agroindustriales para la Producción de Bioplásticos Biodegradables. *Innovarium International Journal*, 3(2), 1-12. <https://revinde.org/index.php/innovarium/article/view/77>
- Bartra Gómez, J., & Delgado Bardales, J. M. (2020). Gestión de Residuos Sólidos Urbanos y su Impacto Medioambiental . *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 4(2), 993-1008. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.135
- Bautista-Santos, H., Santiago-Martínez, G., Sánchez-Galván, F., García-Juárez, B., Galván-Vera, A., & Rodríguez-Zúñiga, J. (2021). Detección de cadenas de suministro de productos agrícolas de traspatio con potencial de comercialización en el Municipio de Chicontepec, Veracruz. *Revista Interdisciplinaria De Ingeniería Sustentable Y Desarrollo Social*, 7(1), 542–552. <https://doi.org/10.63728/riisds.v7i1.215>
- Báez-Higuera, J. A., Graciano-Obeso, A., & López-Atondo, J. U. (2024). Evaluación cuantitativa del impacto de dosis de vermicomposta en el peso de granos de maíz. *Revista Interdisciplinaria De Ingeniería Sustentable Y Desarrollo Social*, 10(1), 210–221. <https://doi.org/10.63728/riisds.v10i1.42>

- Densidad de los residuos sólidos de tres instituciones educativas de la ciudad de Chachapoyas, departamento de Amazonas. (2019). *Revista De Investigación De Agroproducción Sustentable*, 3(1), 20-27. <https://doi.org/10.25127/aps.20191.479>
- Fernández-Echeverría, E., Lavoignet-Ruiz, M., García-Santamaría, L. E., Fernández-Lambert, G., Ruvalcaba-Sánchez, L., Bautista-Santos, H., Sánchez-Galván, F., & Romero-Romero, Y. (2024). Management of citrus cultivation in emerging rural communities in Mexico: Practices and challenges in the central-northern region of Veracruz. *Sustainability*, 16(20), 8732. <https://doi.org/10.3390/su16208732>
- Gálvez-Rodríguez, A., Bojórquez-Delgado, G., & Ayala-Aguilar, J. A. (2019). Análisis comparativo de impacto económico y de rentabilidad de un sistema de autonomía de cómputo (ap) vs agricultura tradicional en la producción de papa en el Valle de Guasave, Sinaloa. *Revista Interdisciplinaria De Ingeniería Sustentable Y Desarrollo Social*, 5(1), 162–170. <https://doi.org/10.63728/riisds.v5i1.250>
- Gullón, B., Eibes, G., Lorenzo, J. M., Pérez-Rodríguez, N., Lú-Chau, T. A., & Gullón, P. (2020). Green sustainable process to revalorize purple corn cobs within a biorefinery frame: Co-production of bioactive extracts. *Science of The Total Environment*, 709, 136236. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136236>
- ISAZA, C.A. Desarrollo de un modelo matemático para el diseño de un secador solar híbrido para tratamiento poscosecha de productos agrícolas. En: Actas XIV Congreso Ibérico Y IX Iberoamericano de Energía Solar. (14: 17- 18, junio: Galicia, España). Memorias. Galicia: [s.n.], 2008. p. 575-580.
- Pacheco A., J. Espinoza, W. Arévalo y S. Iglesias. 2011. “Caracterización del problema de la Gestión de Residuos Sólidos en la UNMSM.” *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica y Geográfica* 14 (27).
- Reyes-Munguía, A. F., Reyes-Munguía, J. R., Aguilar-Zárate, P., & Valderrama-Bravo, C. (2020). Determinación de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en cáscara

- de naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) para su aprovechamiento. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 16(2), 1-13.
- Rodríguez-Zúñiga, J., Sampayo-Maldonado, S., Bautista-Santos, H., & Sanchez-Galvan, F. (2024). Potential distribution of *Cedrela odorata* and cost analysis of seed conservation of populations vulnerable to climate change in Mexico. *BOSQUE*, 45(3). <https://doi.org/10.4067/S0717-92002024000300447>
- Roldán-Suárez, E., Rendón-Medel, R., Camacho-Villa, T. C., Aguilar-Ávila, J., & Toledo, J. (2020). Innovation in the rural sector of Mexico: the role of the innovation broker. *Economía Agraria Y Recursos Naturales - Agricultural and Resource Economics*, 20(2), 119–138. <https://doi.org/10.7201/earn.2020.02.06>
- SALAZAR-LÓPEZ, N. J., ENRÍQUEZ-VALENCIA, S. A., ZUÑIGA MARTÍNEZ, B. S., & GUSTAVO A. GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. (2023). Residuos agroindustriales como fuente de nutrientes y compuestos fenólicos. *EPISTEMUS*, 17(34). <https://doi.org/10.36790/epistemus.v17i34.265>
- Salinas Moreno, Y., Hernández Martínez, V., Trejo Téllez, L. I., Ramírez Díaz, J. L., & Iñiguez Gómez, O. (2017). Composición nutricional y de compuestos bioactivos en tortillas de poblaciones nativas de maíz con grano azul/morado. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 8(7), 1483–1496. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i7.525>
- Trejo Berumen, K. S., Gámez, A. E., Conesa Cegarra, F., Ángeles Villa, M., Ivanova Boncheva, A., & Beltrán Morales, L. F. (2018). El sistema nacional de innovación de México. Una comparación con España y Estados Unidos de América. *Acta Universitaria*, 28(1), 87–98. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1430>
- Vega Contreras, N. A., & Torres Salazar, M. L. . (2021). Evaluacion De Compuestos Fenolicos De (*Citrus sinensis*) Y Su Capacidad Antioxidante. *Ciencia En Desarrollo*, 12(2). <https://doi.org/10.19053/01217488.v12.n2.2021.11635>

Villalba Vidales, J. A., & Arzola de la Peña, N. (2015). Modelos matemáticos y experimentales sobre el secado de biomasa. *Ingeniería y Desarrollo*, 33(2), 301-330. <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.14482/inde.33.2.5674>

Złotek, U., Szafarz, M., & Szafarz, P. (2021). Herbal Infusions as a Valuable Functional Food. *Nutrients*, 13(11), 4051. <https://doi.org/10.3390/nu13114051>