

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF AN INSTANT PRODUCT BASED ON FERMENTED PURPLE CORN (ZEA MAYS L.) BEVERAGE**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Artículo Científico

**Jose Adolfo Melendez Moran**

**Código 20152075**

**Oscar Walter Malpartida Alvarez**

**Código 20092410**

**Asesor**

**Nancy Ascención Chasquibol Silva**

Lima – Perú  
Mayo de 2025

**Propuesta**  
**Carrera Ingeniería Industrial**

**Título**

Technological Development of an Instant Product Based on Fermented Purple Corn (*Zea mays* L.) Beverage

**Autor(es)**

[20152075@aloe.ulima.edu.pe](mailto:20152075@aloe.ulima.edu.pe)

[20092410@aloe.ulima.edu.pe](mailto:20092410@aloe.ulima.edu.pe)

Universidad de Lima

**Resumen:** La chicha de guíñapo (ChG) es una bebida ancestral de la cultura y gastronomía de Arequipa, Perú. Esta bebida tradicional se elabora a partir de maíz morado (*Zea mays* L.), cultivado en diversas regiones del Perú. El maíz morado es reconocido por su contenido nutricional y su alto valor en compuestos bioactivos, como antioxidantes ( $20.5 \pm 2.0 \mu\text{mol TE/g}$ ), compuestos fenólicos totales ( $2.5 \pm 0.3 \text{ mg GAE/g}$ ) y antocianinas ( $1.8 \pm 0.2 \text{ mg/g}$ ). Esta investigación tuvo como objetivo explorar el desarrollo tecnológico de un producto instantáneo en polvo derivado de la chicha de guíñapo (ChG) utilizando tecnología de secado por aspersión. El maíz morado utilizado en este estudio fue procesado hirviendo el guíñapo a  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  durante una hora, seguido de enfriamiento y fermentación bajo condiciones controladas durante 5 a 7 días hasta alcanzar las características deseadas, referenciadas en estudios previos, como pH, contenido de alcohol (v/v) y grados Brix. Una vez alcanzadas las características óptimas de fermentación, la ChG fue centrifugada, filtrada y deshidratada mediante tecnología de secado por aspersión con los siguientes parámetros: temperatura de entrada del aire ( $165 \text{ }^\circ\text{C}$ ), flujo de aire ( $0.89 \text{ mL/min}$ ), flujo de alimentación ( $1.67 \text{ mL/min}$ ) y temperatura de salida ( $93 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Estos parámetros óptimos se determinaron mediante la metodología de superficie de respuesta después de 15 ejecuciones. Posteriormente, se obtuvo un polvo fino de color morado con 6.61% de humedad, pH 4.83 y 1.5 °Brix. Los resultados del análisis proximal antes y después del secado por aspersión fueron: carbohidratos (1.77% a 82.67%), cenizas (0.02% a 4.91%), proteínas (0.10% a 5.81%) y alcohol (3.17% a 0.64%). Este estudio destaca la biodiversidad, sostenibilidad y seguridad alimentaria de los cultivos ancestrales, contribuyendo a la valorización del patrimonio cultural.

**Palabras Clave:** Bebidas andinas, chicha de guíñapo, fermentación, maíz morado, secado por aspersión, conservación de alimentos tradicionales

**Abstract:** Chicha de guíñapo (ChG) is an ancestral beverage from the culture and gastronomy of Arequipa, Peru. This traditional drink is made from purple corn (*Zea mays* L.), cultivated across various Peruvian regions. Purple corn is renowned for its nutritional content and high bioactive compound value, such as antioxidants ( $20.5 \pm 2.0 \mu\text{mol TE/g}$ ), total phenolic compounds ( $2.5 \pm 0.3 \text{ mg GAE/g}$ ), and anthocyanins ( $1.8 \pm 0.2 \text{ mg/g}$ ). This research aimed to explore the technological development of an instant powder product derived from chicha de guíñapo (ChG) utilizing spray-drying technology. The purple corn (*Zea mays* L.) used in this study was from Peru; it was first processed by boiling the guíñapo at  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  1 h, followed by cooling and fermenting under controlled conditions for 5–7 days until achieving the desired characteristics referenced from previous studies, such as pH, alcohol content (v/v), and degrees Brix. Upon attaining the desired fermentation characteristics, the ChG was centrifuged, filtered, and dehydrated by spray-drying technology with the following parameters: air inlet temperature ( $165 \text{ }^\circ\text{C}$ ), airflow ( $0.89 \text{ mL/min}$ ), feed flow ( $1.67 \text{ mL/min}$ ), and outlet temperature ( $93 \text{ }^\circ\text{C}$ ). These optimal parameters were determined using the response surface methodology after 15 runs. Then, a fine purple powder was produced with 6.61% moisture, pH 4.83, and 1.5 °Brix. The results of proximal analysis before and after spray-drying were for carbohydrates (1.77% to 82.67%), ash (0.02% to 4.91%), protein (0.10% to 5.81%), and alcohol (3.17% to 0.64%). This study highlights the biodiversity, sustainability, and food security of ancestral crops to contribute to cultural heritage valorization.

**Keywords:** Andean beverages, chicha de guíñapo, fermentation, purple corn, spray-drying, traditional food preservation

**Línea de investigación IDIC – ULIMA**

Innovación: tecnologías y productos

**Área y Sub-áreas de Investigación:**

Design & Manufacturing Engineering

**Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS)** relacionado (s) al tema de investigación.

Industria, innovación e infraestructura

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La chicha de guiñapo (ChG) es una bebida ancestral originaria de Arequipa, Perú, elaborada mediante procesos tradicionales que datan de la época preincaica. Su preparación a partir de maíz morado germinado (*Zea mays L.*) la distingue por su contenido nutricional y bioactivo, incluyendo antioxidantes, compuestos fenólicos y antocianinas. Sin embargo, su principal limitación radica en su corta vida útil, ya que el proceso continuo de fermentación altera sus características organolépticas y disminuye su aceptación para el consumo en pocos días. Esto dificulta su almacenamiento, transporte y comercialización a gran escala.

Investigaciones previas han demostrado el potencial bioactivo del maíz morado, destacando sus propiedades antioxidantes y su relevancia cultural en la gastronomía peruana. Sin embargo, pocos estudios han abordado la transformación tecnológica de bebidas tradicionales para prolongar su vida útil y ampliar su alcance comercial, manteniendo sus propiedades esenciales.

Este proyecto busca llenar un vacío significativo en la modernización de productos tradicionales al transformar la ChG en un producto instantáneo en polvo, estable y fácil de almacenar, mediante la tecnología de secado por aspersión.

¿Es posible desarrollar un producto instantáneo en polvo a partir de la chicha de guiñapo mediante tecnología de secado por aspersión, conservando sus propiedades bioactivas y organolépticas?

## OBJETIVOS

### Objetivo General:

Desarrollar un producto instantáneo en polvo a partir de la chicha de guiñapo (ChG) utilizando tecnología de secado por aspersión, asegurando la conservación de sus propiedades bioactivas y su viabilidad comercial.

### Objetivos Específicos:

1. Identificar las condiciones óptimas de fermentación de la ChG para alcanzar parámetros ideales de pH, grados Brix y contenido de alcohol.
2. Optimizar los parámetros del proceso de secado por aspersión para maximizar la calidad del producto en polvo.
3. Evaluar la composición proximal y las propiedades antioxidantes del producto final.
4. Validar la estabilidad, solubilidad y viabilidad comercial del producto en polvo.

## JUSTIFICACIÓN

La transformación de la chicha de guñapo en un producto en polvo contribuye significativamente a la valorización del patrimonio cultural y a la preservación de una tradición gastronómica peruana. Desde una perspectiva teórica, esta investigación amplía el conocimiento sobre la conservación de compuestos bioactivos en procesos tecnológicos. En términos técnicos y metodológicos, el uso de la tecnología de secado por aspersión ofrece una solución innovadora que combina tradición con modernidad.

Económicamente, la producción de ChG en polvo puede abrir nuevas oportunidades de mercado, promoviendo la exportación de productos peruanos de alto valor agregado. Socialmente, fomenta el reconocimiento de productos tradicionales como parte esencial de la identidad cultural. Además, este proyecto tiene un impacto ambiental positivo al promover el uso sostenible del maíz morado, un cultivo nativo de alto valor nutricional.

### Contribución a los ODS:

1. **ODS 2 (Hambre Cero):** Mejora la seguridad alimentaria al desarrollar un producto de alto valor nutricional.
2. **ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura):** Promueve la innovación tecnológica en la industria alimentaria.
3. **ODS 12 (Producción y Consumo Responsables):** Fomenta el uso eficiente de recursos agrícolas y la reducción de desperdicios.
4. **ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres):** Valora y promueve la conservación de cultivos nativos como el maíz morado.

### HIPÓTESIS (Si aplica)

Es posible desarrollar un producto instantáneo en polvo a partir de la chicha de guñapo mediante tecnología de secado por aspersión, conservando sus propiedades bioactivas y organolépticas esenciales.

## DISEÑO METODOLÓGICO

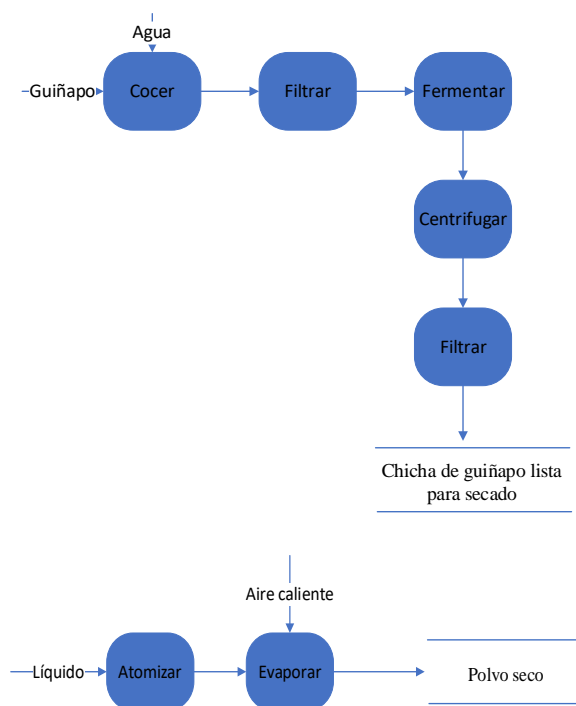
**Tipo de investigación:** Experimental, con un enfoque cuantitativo y un alcance aplicado.

### Etapas principales del desarrollo:

1. **Preparación de la materia prima:** Se adquirió maíz morado (*Zea mays L.*) y se procesó para obtener guiñapo, que fue hervido, enfriado y fermentado bajo condiciones controladas.
2. **Optimización de la fermentación:** Se monitorearon parámetros como pH, grados Brix y contenido de alcohol para alcanzar las condiciones ideales.
3. **Secado por aspersión:** Se utilizó tecnología de secado por aspersión, ajustando temperatura, flujo de aire y flujo de alimentación mediante metodología de superficie de respuesta.
4. **Análisis de propiedades:** Se realizaron análisis proximal, fenólico y antioxidante para evaluar las características del producto en polvo.
5. **Evaluación estadística:** Los resultados se validaron mediante ANOVA con un nivel de significancia del 95%.

### Técnicas e instrumentos:

- Medición de pH, grados Brix y contenido de alcohol con equipos digitales.
- Evaluación de compuestos bioactivos mediante métodos espectrofotométricos.
- Análisis estadístico con el software Minitab 19.



### Restricciones y limitaciones:

- Dependencia de equipos especializados para el proceso de secado por aspersión.
- Requerimientos de control estricto durante la fermentación para evitar variaciones no deseadas en los parámetros finales.

## NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos a la Universidad de Lima por su apoyo en el desarrollo de esta investigación, brindándonos acceso al Laboratorio de Alimentos Funcionales, donde se llevaron a cabo los experimentos y análisis. Extendemos nuestro agradecimiento al personal técnico y académico del laboratorio por su orientación y asistencia durante el uso de los equipos especializados, así como a los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial por su supervisión y aportes metodológicos.

Asimismo, agradecemos a nuestros compañeros de estudio y familiares, quienes nos brindaron apoyo moral y motivación para completar esta investigación. Finalmente, reconocemos a los revisores de la revista *Biology and Life Sciences Forum* por sus valiosas observaciones que contribuyeron a la calidad final de este trabajo.

## REFERENCIAS

1. Chasquibol, N.; Sotelo, A.; Alarcón, R. Development of Powdered Beverage with Cushuro (*Nostoc commune*) Concentrated Protein and Quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Biol. Life Sci. Forum* 2023, 25, 2.
2. Gül, O.; Atalar, İ.; Törnük, F.; Akgün, A. Process optimization of a cereal-based fermented beverage (Boza) powder and investigating upscaling conditions. *Food Bioprod. Process.* 2018, 96, e14248.
3. edina, A.; Narro, L.; Chávez, A. Purple corn (*Zea mays* L.) crop in the Peruvian Highlands: Adaptation and identification of high-yield and high anthocyanin content cultivars. *Agric. Res.* 2017, 56, 291–299.
4. Vargas, D.; Aguilar, B.; Pezo, N. Ancestral Peruvian ethnic fermented beverage “Chicha” based on purple corn (*Zea mays* L.): Unraveling the health-relevant functional benefits. *J. Ethn. Foods* 2020, 7, 35.

## ANEXOS.

### Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** Technological Development of an Instant Product Based on Fermented Purple Corn (*Zea mays* L.) Beverage
- **Autores:** José Adolfo Meléndez Morán, Oscar Walter Malpartida Álvarez
- **Co autor(es):** Nancy Ascención Chasquibol Silva

### Publicación en revista

- **Nombre de la revista:** Biology and Life Sciences Forum
- **Volumen:** 37
- **Número:** 1
- **Año:** 2024
- **Pp:**
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.3390/blsf2024037014>

### Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** VI Congreso de la Red IA Valse Food “Promoviendo la Biodiversidad, Sostenibilidad y Seguridad Alimentaria a través de los Cultivos Ancestrales Iberoamericanos
- **Organizador:** Universidad de Lima; Red IA Valse Food, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Excelencia Severo Ochoa
- **Sede:** Universidad de Lima
- **Año:** 2024
- **Pp:**
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.3390/blsf2024037014>

## 9% Similitud general




El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Exclusiones

- ▶ N.º de fuente excluida
- ▶ N.º de coincidencias excluidas

---

### Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 9%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

---

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.