

Producción de Harina Funcional de *Pleurotus ostreatus* mediante secado por Aire Caliente y su Potencial para la Seguridad Alimentaria Comunitaria

Levi Hernández-Huerta *, Sergio Reyes-Rosas, Alejandro Llaguno-Aguñaga, Cuitláhuac González-Panzo, Rubén Daniel Hernández-Cruz y Jesús Merced-Hernández

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Veracruz, México

* Autor de correspondencia: levi.huerta.51@zongolica.tecnm.mx

Sustentabilidad alimentaria (Biotecnología y alimentos funcionales)

Recibido: 20 de marzo de 2026

Aceptado: 1 de junio de 2026

Publicado: 30 de junio de 2026

DOI: <https://doi.org/10.56845/terys.v5i2.694>

Resumen: Los hongos comestibles del género *Pleurotus* han sido ampliamente estudiados debido a su alto valor nutricional, su potencial funcional y su capacidad de cultivarse sobre residuos lignocelulósicos agrícolas, lo que los convierte en una alternativa sostenible para fortalecer la seguridad alimentaria. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el proceso de deshidratación de *Pleurotus ostreatus* y su posterior transformación en harina, así como caracterizar nutrimental y molecularmente el producto obtenido. El trabajo experimental se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo mediante la evaluación de tres condiciones de secado por aire caliente (50 °C, 60 °C y 70 °C) con el propósito de analizar la cinética de deshidratación del material biológico. Posteriormente, el material deshidratado fue sometido a procesos de molienda y tamizado para la obtención de harina con granulometría homogénea. La caracterización molecular del producto se realizó mediante espectroscopia Raman y espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR) con el fin de identificar los principales grupos funcionales presentes en la matriz fúngica. Los resultados mostraron que el incremento de la temperatura de secado favorece la velocidad de eliminación de humedad, alcanzándose el equilibrio higroscópico aproximadamente después de 6 h a 50 °C, 4.5 h a 60 °C y 3.5 h a 70 °C. La temperatura de 60 °C mostró un equilibrio adecuado entre eficiencia del proceso y preservación estructural del material. Los análisis espectroscópicos evidenciaron la presencia de biomoléculas asociadas a proteínas, compuestos aromáticos y grupos funcionales como aminas, alcoholes fenólicos y carboxilos. Asimismo, se identificaron nueve aminoácidos en la harina obtenida, incluyendo cuatro aminoácidos esenciales: valina, treonina, fenilalanina y lisina. En conjunto, los resultados demuestran que la harina de *Pleurotus ostreatus* conserva su integridad molecular y su valor nutrimental después del procesamiento, lo que evidencia su potencial como ingrediente funcional en alimentos y como alternativa para contribuir a estrategias de seguridad alimentaria y aprovechamiento sostenible de recursos biológicos.

Palabras clave: *Pleurotus ostreatus*, harina funcional, secado de hongos, espectroscopia Raman, seguridad alimentaria

Production of Functional Flour from *Pleurotus ostreatus* through Hot-Air Drying and its Potential for Community Food Security

Abstract: Edible mushrooms of the genus *Pleurotus* have been widely studied due to their high nutritional value, functional properties, and their ability to grow on lignocellulosic agricultural residues, making them a sustainable alternative to strengthen food security. In this context, the objective of this study was to evaluate the dehydration process of *Pleurotus ostreatus* and its subsequent transformation into flour, as well as to characterize the nutritional and molecular properties of the obtained product. The experimental work was conducted using a quantitative approach by evaluating three hot-air drying conditions (50 °C, 60 °C, and 70 °C) in order to analyze the dehydration kinetics of the biological material. After drying, the material was subjected to grinding and sieving processes to obtain a flour with homogeneous particle size. Molecular characterization of the product was carried out using Raman spectroscopy and Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) to identify the main functional groups present in the fungal matrix. The results showed that increasing the drying temperature significantly enhanced the rate of moisture removal, reaching hygroscopic equilibrium after approximately 6 h at 50 °C, 4.5 h at 60 °C, and 3.5 h at 70 °C. The temperature of 60 °C provided an adequate balance between drying efficiency and structural preservation of the material. Spectroscopic analyses revealed the presence of biomolecules associated with proteins, aromatic compounds, and functional groups such as amines, phenolic alcohols, and carboxyl groups. Additionally, nine amino acids were identified in the resulting flour, including four essential amino acids: valine, threonine, phenylalanine, and lysine. Overall, the results demonstrate that *Pleurotus ostreatus* flour preserves its molecular integrity and nutritional value after processing, highlighting its potential as a functional ingredient in food products and as a sustainable alternative to support food security strategies and the valorization of biological resources.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*, mushroom flour, drying process, Raman spectroscopy, food security

Introducción

La seguridad alimentaria continúa siendo uno de los principales retos para el desarrollo sostenible a nivel global. En América Latina y el Caribe, millones de personas enfrentan dificultades para acceder a alimentos nutritivos, suficientes y culturalmente adecuados, situación que se intensifica en comunidades rurales y zonas con limitada disponibilidad de recursos productivos (Trejos-Suárez *et al.*, 2025). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2022) ha señalado que el acceso a dietas saludables constituye un desafío estructural en la región, lo cual ha impulsado la búsqueda de alternativas alimentarias sostenibles que contribuyan a mejorar la calidad nutricional de la dieta y fortalezcan los sistemas alimentarios locales. En este contexto, el desarrollo de ingredientes alimentarios funcionales derivados de recursos biológicos de bajo costo se ha convertido en una estrategia relevante para mejorar la disponibilidad de nutrientes en poblaciones vulnerables.

Dentro de estas alternativas destacan los hongos comestibles, los cuales han sido ampliamente estudiados por su valor nutricional y funcional. Los macrohongos del género *Pleurotus* se consideran una fuente importante de proteínas, fibra dietaria, vitaminas y minerales esenciales, además de compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas (Vasco-Palacios *et al.*, 2025). En particular, *Pleurotus ostreatus*, conocido comúnmente como seta ostra, presenta un perfil nutricional favorable caracterizado por un alto contenido de polisacáridos, proteínas y micronutrientes, además de un bajo contenido de lípidos, lo que lo convierte en un alimento adecuado para dietas saludables (Melanouri *et al.*, 2025). Diversos estudios han reportado que la biomasa de *Pleurotus ostreatus* contiene concentraciones significativas de carbohidratos estructurales, proteínas y β -glucanos, los cuales constituyen la fracción bioactiva más relevante de este hongo. Los β -glucanos presentes en *Pleurotus* han sido asociados con efectos inmunomoduladores y antioxidantes, contribuyendo potencialmente a la prevención de enfermedades crónicas relacionadas con el estrés oxidativo. Asimismo, este hongo contiene minerales como potasio, fósforo, hierro y cobre, además de vitaminas del complejo B y compuestos fenólicos que contribuyen a su valor nutrimental y funcional (Gebbru *et al.*, 2024). Además de su composición nutricional, *Pleurotus ostreatus* presenta características productivas que lo convierten en un recurso estratégico para sistemas alimentarios sostenibles. Este hongo puede cultivarse sobre diversos residuos lignocelulósicos de origen agrícola, como paja de cereales, residuos de maíz, aserrín o subproductos agroindustriales, lo que permite transformar desechos orgánicos en biomasa comestible con alto valor nutricional (Zakil *et al.*, 2022). Este proceso de bioconversión no solo contribuye a la reducción de residuos agrícolas, sino que también favorece el desarrollo de modelos de producción basados en principios de bioeconomía y economía circular (Postemsky, 2022).

Desde una perspectiva socioeconómica, el cultivo de *Pleurotus ostreatus* ha sido promovido como una estrategia viable para mejorar la seguridad alimentaria y generar ingresos en comunidades rurales. Su producción requiere tecnologías relativamente simples, insumos de bajo costo y puede adaptarse a condiciones ambientales diversas. Por estas razones, los hongos del género *Pleurotus* han sido considerados como una alternativa agrobiotecnológica con potencial para fortalecer los sistemas alimentarios locales y promover el desarrollo comunitario sostenible (Pale & Guzmán, 2021).

No obstante, uno de los principales desafíos para el aprovechamiento alimentario de los hongos comestibles radica en su elevada humedad y rápida perecibilidad. Los cuerpos fructíferos de *Pleurotus ostreatus* pueden contener más del 85 % de agua, lo que limita su vida útil y dificulta su almacenamiento, transporte y comercialización. Como consecuencia, diversas investigaciones han explorado diferentes técnicas de procesamiento que permitan prolongar la estabilidad del producto sin comprometer su valor nutricional. Entre estas estrategias destacan los procesos de deshidratación, molienda y tamizado, los cuales permiten obtener harinas fúngicas con mayor estabilidad y versatilidad en aplicaciones alimentarias (Inca-Torres *et al.*, 2019; Díaz-Talamantes *et al.*, 2022; Torres-Martínez *et al.*, 2023). La obtención de harinas a partir de hongos comestibles representa una alternativa prometedora para la formulación de alimentos funcionales. Estas harinas pueden incorporarse en diversos productos alimentarios, como pan, pastas, galletas o productos cárnicos, con el objetivo de mejorar su perfil nutricional. Estudios recientes han demostrado que la adición de harina de *Pleurotus ostreatus* en formulaciones alimentarias puede incrementar el contenido proteico, mejorar el perfil de aminoácidos y aportar compuestos bioactivos con potencial antioxidante (Álvarez-Serrano, 2022; García-González *et al.*, 2023). Sin embargo, a pesar del creciente interés en la incorporación de hongos comestibles en alimentos funcionales, aún existen vacíos de conocimiento relacionados con la estabilidad fisicoquímica y molecular de las harinas derivadas de *Pleurotus ostreatus* cuando son sometidas a procesos físicos controlados. La mayoría de las investigaciones se han centrado en la composición nutricional del hongo fresco o en su productividad durante el cultivo,

mientras que los estudios sobre las propiedades estructurales, tecnofuncionales y moleculares de las harinas obtenidas después del procesamiento siguen siendo limitados (Torres-Martínez *et al.*, 2023). Por otra parte, comprender cómo las condiciones de secado y transformación influyen en la composición química del producto es fundamental para garantizar su calidad nutricional y su funcionalidad en aplicaciones alimentarias. En este sentido, el uso de técnicas analíticas como la espectroscopia Raman y la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR) permite identificar los grupos funcionales presentes en matrices alimentarias complejas y evaluar posibles cambios estructurales asociados al procesamiento térmico (Shvets & Goikhman, 2025).

Por lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar nutrimental y molecularmente harina de *Pleurotus ostreatus* obtenida mediante procesos físicos controlados de deshidratación, molienda y tamizado. Se plantea que la estandarización de las condiciones de secado permitirá obtener una harina con composición nutrimental estable y con integridad molecular conservada, lo que favorecería su utilización como complemento alimenticio en estrategias de seguridad alimentaria y desarrollo comunitario.

Materiales y Métodos

Materia prima

La materia prima utilizada en el presente estudio correspondió a cuerpos fructíferos del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, obtenidos a partir de cultivos controlados desarrollados en el Instituto Tecnológico Superior de Zongolica. Las muestras fueron seleccionadas considerando criterios de homogeneidad morfológica, ausencia de daño mecánico, contaminación visible y estado adecuado de madurez fisiológica.

Previo al procesamiento, los cuerpos fructíferos fueron sometidos a una limpieza manual para eliminar residuos del sustrato de cultivo y otras impurezas superficiales. Posteriormente, las muestras fueron acondicionadas para su procesamiento mediante deshidratación.

Tabla 1. Características del material biológico utilizado

Parámetro	Descripción
Especie	<i>Pleurotus ostreatus</i>
Tipo de material	Cuerpos fructíferos
Estado fisiológico	Madurez adecuada
Preparación	Limpieza manual
Uso experimental	Obtención de harina

Preparación del material

Para cada tratamiento se utilizaron muestras frescas de aproximadamente 100 g de peso inicial. Los cuerpos fructíferos fueron distribuidos uniformemente sobre bandejas de secado formando una sola capa con un espesor aproximado de 1 a 2 cm, con la finalidad de garantizar una exposición homogénea al flujo de aire caliente y minimizar diferencias en la transferencia de masa. Cada tratamiento experimental se realizó por triplicado ($n = 3$), registrándose periódicamente la pérdida de peso mediante una balanza digital con precisión de ± 0.01 g.

Proceso de deshidratación

El proceso de deshidratación se realizó mediante secado por aire caliente utilizando un secador con control automático de temperatura. Se evaluaron tres tratamientos térmicos: 50 °C, 60 °C y 70 °C. Durante el proceso de secado se realizaron mediciones periódicas de peso hasta alcanzar un valor constante, considerado como equilibrio higroscópico. Los datos obtenidos fueron utilizados para construir las curvas de secado y determinar el tiempo requerido para cada tratamiento.

Tabla 2. Condiciones experimentales del proceso de secado

Tratamiento	Temperatura de secado	Tiempo aproximado
T1	50 °C	6 h
T2	60 °C	4.5 h
T3	70 °C	3.5 h

Tabla 3. Parámetros experimentales utilizados durante el secado

Parámetro	Valor
Masa inicial por tratamiento	100 g
Número de réplicas	3
Temperaturas evaluadas	50, 60 y 70 °C
Distribución de muestra	Una sola capa
Método de seguimiento	Pérdida de peso
Criterio de finalización	Peso constante

Obtención de harina

Una vez concluido el proceso de secado, las muestras deshidratadas fueron sometidas a molienda mecánica con el objetivo de reducir el tamaño de partícula. Posteriormente, el material molido fue tamizado mediante malla estándar para obtener una harina de granulometría homogénea. La reducción y uniformización del tamaño de partícula favorecen la estabilidad física del producto y facilitan su incorporación en diferentes matrices alimentarias.

Tabla 4. Parámetros del proceso de obtención de harina

Proceso	Objetivo
Molienda mecánica	Reducción del tamaño de partícula
Tamizado	Homogeneización de la granulometría
Producto final	Harina de <i>Pleurotus ostreatus</i>

Caracterización molecular

La caracterización molecular de la harina obtenida se realizó mediante espectroscopia Raman y espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR), con el propósito de identificar grupos funcionales y biomoléculas presentes en la matriz fúngica.

Espectroscopia Raman

Los espectros Raman fueron obtenidos utilizando un espectrómetro Raman equipado con fuente láser monocromática. Los espectros obtenidos permitieron identificar vibraciones moleculares asociadas con proteínas, compuestos aromáticos y otras biomoléculas presentes en la harina de *Pleurotus ostreatus*.

Espectroscopia FT-IR

La caracterización mediante FT-IR se realizó en un intervalo espectral de 4000–400 cm⁻¹. Los espectros obtenidos fueron utilizados para identificar grupos funcionales característicos de proteínas, polisacáridos, alcoholes fenólicos, aminas, ésteres y grupos carboxílicos presentes en la muestra.

Determinación del perfil aminoacídico

El perfil aminoacídico de la harina obtenida fue determinado mediante análisis instrumental especializado. Los resultados permitieron identificar aminoácidos esenciales y no esenciales presentes en la muestra, con el objetivo de evaluar su potencial nutricional como ingrediente funcional.

Análisis de datos

Los datos experimentales obtenidos durante el proceso de secado fueron organizados y analizados mediante estadística descriptiva. Para cada tratamiento se calcularon valores promedio de peso y tiempo de secado a partir de tres repeticiones independientes. Los resultados fueron representados mediante tablas y gráficos comparativos con el fin de analizar el efecto de la temperatura sobre la cinética de deshidratación y facilitar la interpretación de los resultados experimentales.

Resultados y Discusión

Cinética de deshidratación de *Pleurotus ostreatus*

El análisis de la cinética de deshidratación permitió evaluar el comportamiento del contenido de humedad del hongo *Pleurotus ostreatus* bajo tres condiciones térmicas de secado (50 °C, 60 °C y 70 °C). Los resultados mostraron que el incremento de la temperatura favoreció significativamente la velocidad de eliminación de agua, reduciendo el tiempo necesario para alcanzar el equilibrio higroscópico del material. Como se observa en la Figura 1, el proceso de secado presentó una tendencia típica de materiales biológicos con alto contenido de humedad, caracterizada por una etapa inicial de rápida evaporación seguida de una fase de secado decreciente. A 50 °C, el equilibrio de humedad se alcanzó aproximadamente después de 6 horas de secado, mientras que a 60 °C el tiempo se redujo a 4.5 horas y a 70 °C a cerca de 3.5 horas.

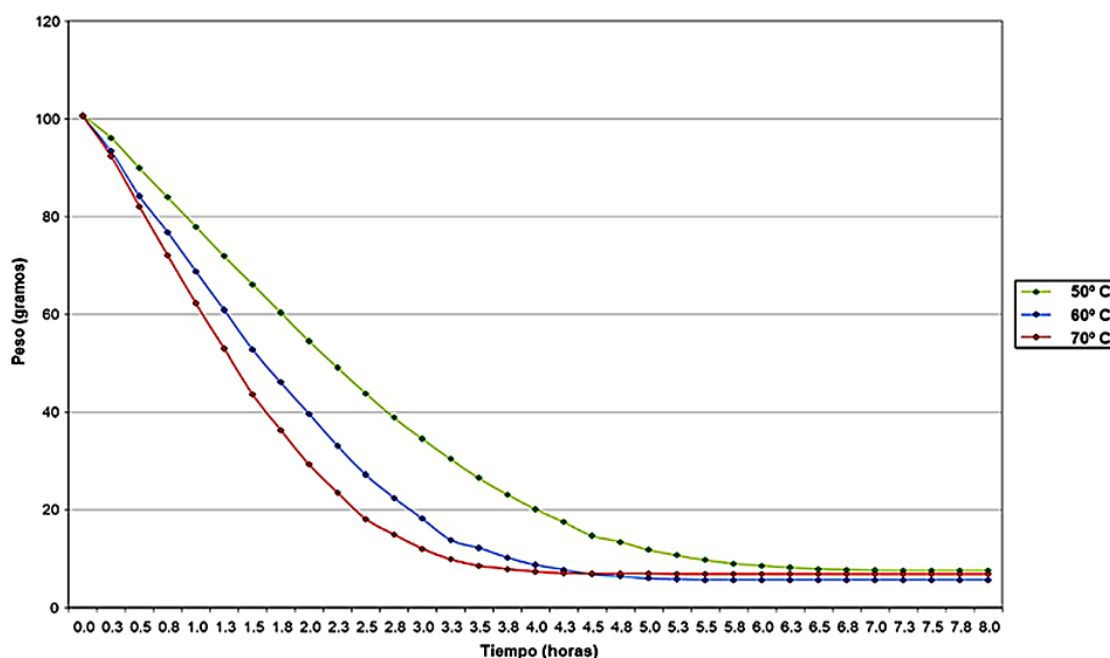


Figura 1. Cinética de deshidratación de *Pleurotus ostreatus* bajo diferentes temperaturas de secado

Este comportamiento coincide con lo reportado en estudios sobre secado de hongos comestibles, donde el aumento de la temperatura incrementa la velocidad de transferencia de masa entre el material y el medio de secado (Torres-Martínez *et al.*, 2023). Sin embargo, temperaturas excesivamente elevadas pueden provocar degradación de compuestos bioactivos presentes en el hongo, lo cual puede afectar su valor nutricional. Desde una perspectiva tecnológica, el secado a 60 °C mostró un equilibrio adecuado entre eficiencia energética y preservación estructural del

material, lo que sugiere que esta condición puede ser considerada como una temperatura óptima para la obtención de harina de *Pleurotus ostreatus*.

Evaluación comparativa de las condiciones de secado

La comparación de los tres tratamientos evaluados permitió identificar diferencias significativas en el tiempo de secado y en las características físicas del material obtenido. Los resultados se resumen en la Tabla 5.

Tabla 5. Comparación del comportamiento de secado bajo diferentes condiciones térmicas

Tratamiento	Temperatura	Tiempo de secado	Observaciones
T1	50 °C	6 h	Secado lento, mayor consumo energético
T2	60 °C	4.5 h	Secado eficiente y buena integridad estructural
T3	70 °C	3.5 h	Secado rápido, posible riesgo de degradación

Los resultados indican que el aumento de temperatura reduce significativamente el tiempo requerido para alcanzar el equilibrio de humedad. Sin embargo, la literatura científica ha señalado que temperaturas elevadas pueden afectar la estabilidad de compuestos sensibles como polifenoles, vitaminas y polisacáridos presentes en los hongos comestibles (Melanouri *et al.*, 2025). En este estudio, el secado a 70 °C permitió una reducción significativa del tiempo de procesamiento, pero podría aumentar el riesgo de degradación térmica de ciertos compuestos bioactivos. Por esta razón, la temperatura de 60 °C se considera una condición más adecuada para preservar las propiedades funcionales del producto final.

Transformación a harina y propiedades físicas

Una vez finalizado el proceso de deshidratación, el material seco fue sometido a molienda y tamizado con el objetivo de obtener una harina con granulometría uniforme. Este proceso permitió obtener un polvo fino con características adecuadas para su incorporación en matrices alimentarias.

La transformación del hongo deshidratado en harina representa una estrategia importante para mejorar su estabilidad y ampliar sus aplicaciones alimentarias. La reducción del tamaño de partícula favorece la dispersión del producto en formulaciones alimentarias y mejora propiedades tecnológicas como la hidratación y la capacidad de retención de agua. El proceso de obtención de harina utilizado en el presente estudio se resume en la Figura 2.

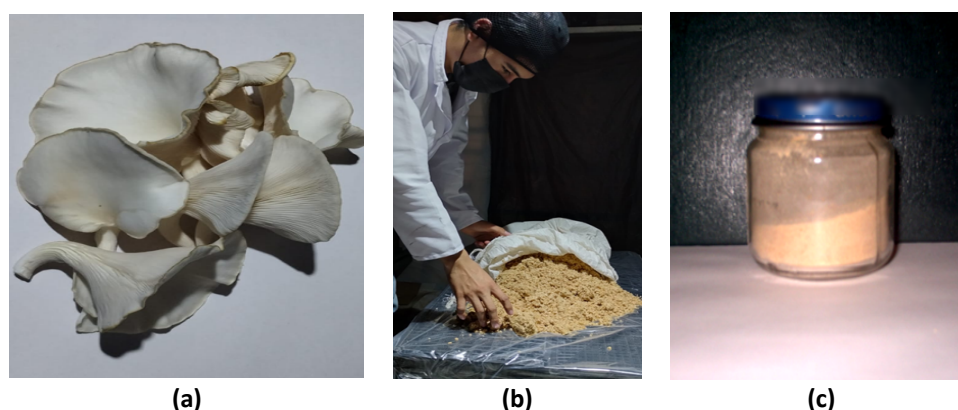


Figura 2. Proceso de obtención de harina de *Pleurotus ostreatus*. (a) Hongo Fresco; (b) Triturado; (c) Harina.

Diversos estudios han señalado que las harinas derivadas de hongos comestibles presentan propiedades tecnofuncionales que permiten su incorporación en alimentos como panes, pastas y productos horneados (Torres-Martínez *et al.*, 2023). En estos casos, la harina de *Pleurotus* puede mejorar el contenido proteico y aportar compuestos bioactivos con actividad antioxidante.

Caracterización molecular mediante espectroscopia Raman

El análisis mediante espectroscopia Raman permitió identificar diversas señales espectrales asociadas a biomoléculas presentes en la harina de *Pleurotus ostreatus*. Los espectros obtenidos mostraron bandas características correspondientes a proteínas, compuestos aromáticos y otras estructuras orgánicas presentes en la matriz del hongo. La Figura 3 muestra el espectro Raman obtenido para la harina de *Pleurotus ostreatus*.

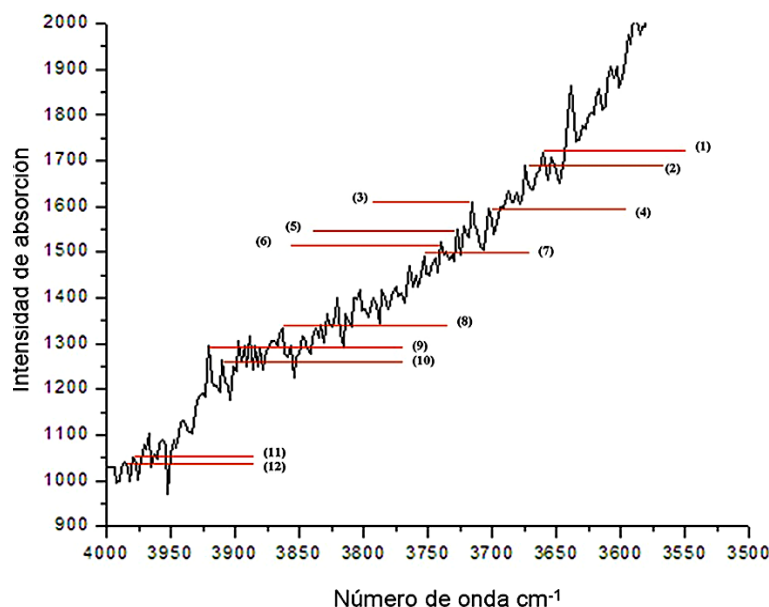


Figura 3. Espectro Raman de harina de *Pleurotus ostreatus*.

Las señales observadas sugieren la presencia de enlaces asociados a proteínas y compuestos orgánicos complejos, lo cual indica que el procesamiento térmico aplicado no generó una degradación significativa de la estructura molecular del hongo. El uso de espectroscopia Raman para el análisis de matrices alimentarias ha sido ampliamente documentado en la literatura científica, ya que esta técnica permite identificar cambios estructurales en biomoléculas y evaluar la estabilidad molecular de productos procesados (Shvets & Goikhman, 2025).

Confirmación estructural mediante espectroscopia FT-IR

De manera complementaria, la caracterización mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR) permitió confirmar la presencia de diferentes grupos funcionales en la harina obtenida.

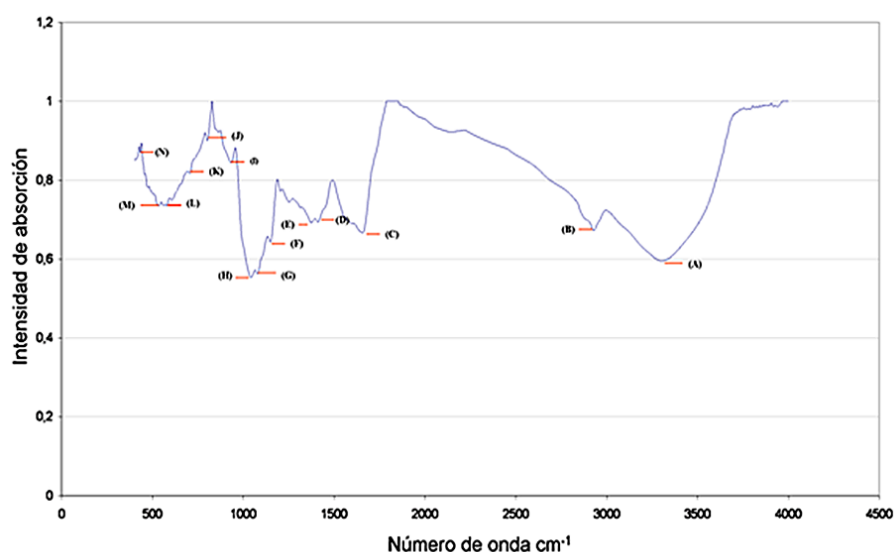


Figura 4. Espectro FT-IR de harina de *Pleurotus ostreatus*

Los resultados del análisis FT-IR mostraron bandas características asociadas a grupos amina, alcoholes fenólicos, enlaces carboxílicos y compuestos aromáticos. Estas señales corresponden a biomoléculas presentes en los hongos comestibles, tales como proteínas, polisacáridos estructurales y compuestos fenólicos.

La presencia de estos grupos funcionales confirma que la harina de *Pleurotus ostreatus* conserva una estructura molecular compleja después del proceso de secado y molienda. Estos resultados coinciden con estudios recientes que han reportado la presencia de compuestos bioactivos en hongos comestibles procesados (Gebru *et al.*, 2024).

Perfil aminoacídico y valor nutricional

El análisis del perfil aminoacídico permitió identificar un total de nueve aminoácidos presentes en la harina de *Pleurotus ostreatus*. Entre estos compuestos se detectaron cuatro aminoácidos esenciales para la nutrición humana: valina, treonina, fenilalanina y lisina. Los resultados se resumen en la Tabla 6.

Tabla 6. Aminoácidos identificados en la harina de *Pleurotus ostreatus*

Tipo	Aminoácidos identificados
Aminoácidos esenciales	Valina, Treonina, Fenilalanina, Lisina
Aminoácidos no esenciales	Alanina, Glicina, Serina, Ácido aspártico, Ácido glutámico

La presencia de lisina es particularmente relevante desde el punto de vista nutricional, ya que este aminoácido suele encontrarse en niveles limitados en cereales como el maíz y el trigo. Por esta razón, la incorporación de harina de *Pleurotus ostreatus* en alimentos basados en cereales podría contribuir a mejorar el equilibrio aminoacídico de la dieta. Investigaciones recientes han señalado que los hongos del género *Pleurotus* presentan perfiles aminoacídicos comparables a los de algunas fuentes proteicas vegetales tradicionales, lo que refuerza su potencial como ingrediente funcional en el desarrollo de alimentos nutritivos (Melanouri *et al.*, 2025).

Implicaciones para la seguridad alimentaria

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian que la harina de *Pleurotus ostreatus* presenta características nutricionales y funcionales que podrían contribuir al desarrollo de alimentos con mayor valor nutricional. Desde una perspectiva de seguridad alimentaria, el uso de hongos comestibles como fuente alternativa de nutrientes ofrece diversas ventajas como son la producción sostenible mediante residuos agrícolas, el alto valor nutricional, el bajo costo de producción y el potencial para fortalecer sistemas alimentarios locales. Por otra parte, el cultivo y procesamiento de hongos del género *Pleurotus* ha sido promovido en diversos programas de desarrollo rural como una estrategia para mejorar la disponibilidad de alimentos nutritivos y generar oportunidades económicas en comunidades vulnerables. En este sentido, la producción de harina de *Pleurotus ostreatus* podría integrarse en iniciativas de desarrollo comunitario orientadas a mejorar la calidad nutricional de alimentos de consumo cotidiano como tortillas, panes y pastas.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente estudio permitieron evaluar el comportamiento del proceso de deshidratación de *Pleurotus ostreatus* y su posterior transformación en harina funcional, así como analizar la integridad molecular y el valor nutrimental del producto obtenido.

En términos del proceso de secado, se observó que el incremento de la temperatura favoreció significativamente la velocidad de eliminación de humedad del material. El equilibrio higroscópico se alcanzó aproximadamente después de 6 horas a 50 °C, 4.5 horas a 60 °C y 3.5 horas a 70 °C, lo que evidencia que el aumento de temperatura reduce el tiempo requerido para la deshidratación del hongo. No obstante, el análisis comparativo de las condiciones evaluadas permitió identificar que la temperatura de 60 °C representa una condición adecuada para el procesamiento del material, ya que permite reducir el tiempo de secado sin comprometer la integridad estructural del producto. La transformación del hongo deshidratado en harina mediante procesos de molienda y tamizado permitió obtener un producto con granulometría homogénea y características físicas adecuadas para su posible incorporación en matrices alimentarias. Desde un punto de vista tecnológico, la obtención de harina a partir de *Pleurotus ostreatus* representa una alternativa

viable para mejorar la estabilidad del producto y ampliar su vida útil, facilitando su almacenamiento y aplicación en diferentes formulaciones alimentarias.

La caracterización molecular realizada mediante espectroscopia Raman y espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR) permitió identificar la presencia de diversos grupos funcionales asociados a biomoléculas presentes en la matriz fúngica. Los espectros obtenidos evidenciaron señales correspondientes a proteínas, compuestos aromáticos y grupos funcionales como aminas, alcoholes fenólicos y enlaces carboxílicos, lo cual indica que el procesamiento térmico aplicado no generó una degradación significativa de la estructura molecular del material. En cuanto a la composición nutrimental, el análisis del perfil aminoacídico permitió identificar nueve aminoácidos presentes en la harina obtenida, entre los cuales se detectaron cuatro aminoácidos esenciales para la nutrición humana: valina, treonina, fenilalanina y lisina. La presencia de lisina resulta particularmente relevante desde el punto de vista nutricional, debido a que este aminoácido suele encontrarse en cantidades limitadas en alimentos derivados de cereales.

Por todo lo anterior, los resultados obtenidos confirman que la harina de *Pleurotus ostreatus* conserva su integridad molecular y su valor nutrimental después del procesamiento mediante secado, molienda y tamizado. Asimismo, el estudio demuestra que el procesamiento térmico controlado permite obtener un producto estable con potencial para su utilización como ingrediente funcional en alimentos. Desde una perspectiva aplicada, la producción de harina de *Pleurotus ostreatus* representa una alternativa prometedora para el desarrollo de alimentos con mayor valor nutricional, particularmente en contextos donde se busca fortalecer estrategias de seguridad alimentaria y promover sistemas de producción sostenibles basados en el aprovechamiento de recursos biológicos.

Bibliografía

- Álvarez-Serrano, I. M., Mustelie-Casola, D., González-Zambrano, J. M., & Espinosa-Nieto, L. (2022). Potencialidades de inclusión de *Pleurotus ostreatus* en alimentos cárnicos. *Revista Científica Arbitrada de Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa REICOMUNICAR*. ISSN 2737-6354., 5(9), 233-245. <https://doi.org/10.46296/rc.v5i9.0046>
- Díaz-Talamantes, C., Burrola-Aguilar, C., Estrada-Zúñiga, M. E., & Zepeda-Gómez, C. (2022). Obtención de β -glucanos a partir del micelio del hongo comestible *Gymnoporus dryophilus* en dos medios de cultivo. *Información tecnológica*, 33(2), 203-212. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000200203>
- García-González, M. C., Crespo-Zafra, L. M., Macías-González, A. A., & Varela-De Moya, H. S. (2023). Fortificación de las harinas de cereales con harinas de *Pleurotus ostreatus*. *REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA ARBITRADA YACHASUN*-ISSN: 2697-3456, 7(12), 188-205. <https://doi.org/10.46296/yc.v7i12.0282>
- Gebbru, H., Faye, G. & Belete, T. Antioxidant capacity of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm influenced by growth substrates. *AMB Expr* 14, 73 (2024). <https://doi.org/10.1186/s13568-024-01698-0>
- Inca-Torres, A. R. (2019). *Revalorización de los subproductos de la industria de hongos y setas comestibles. Aplicación a la obtención de productos de alto valor añadido* (Doctoral dissertation, Universidad de Sevilla). <https://hdl.handle.net/11441/89308>
- Melanouri, E. M., Diamantis, I., Dedousi, M., Dalaka, E., Antonopoulou, P., Papanikolaou, S., ... & Diamantopoulou, P. (2025). *Pleurotus ostreatus*: Nutritional enhancement and antioxidant activity improvement through cultivation on spent mushroom substrate and roots of leafy vegetables. *Fermentation*, 11(1), 20. <https://doi.org/10.3390/fermentation11010020>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2022). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022: Adaptación de las políticas alimentarias para hacer frente a la carestía de dietas saludables*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0639es>
- Pale, S. H., & Guzmán, A. O. (2021). El territorio y actores sociales del sistema de producción de hongo comestible (*Pleurotus Ostreatus*, sp) en Aldama, Chiapas. *HorizonTes Territoriales*, 1(2), 1-25. <https://doi.org/10.31644/HT.01.02.2021.A4>
- Postemsky, P. D. (2022). Bioeconomía con hongos comestibles y medicinales: el eslabón del sustrato residual. <http://hdl.handle.net/11336/223783>
- Shvets, P., & Goikhman, A. (2025). Quantitative evaluation of composition and biomolecular mapping of macrofungi spores by Raman spectroscopy. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 331, 125813. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2025.125813>
- Torres-Martínez, B. M., Vargas-Sánchez, R. D., Torrescano-Urrutia, G. R., Esqueda, M. C., Rodríguez-Carpena, J. G., Fernández-López, J., & Sánchez-Escalante, A. (2023). Propiedades fisicoquímicas y antioxidantes de harinas de *Pleurotus spp.* *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 26. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2023.595>
- Trejos-Suárez, J., Pardo, L. V. C., Tabares, J. E., Garzón, S., Bryon, A., & Alarcón, Z. (2025). Modelos predictivos para la seguridad alimentaria en América Latina: Una revisión de alcance. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 75(2), 129-142. <https://doi.org/10.37527/2025.75.2.006>
- Vasco-Palacios, A. M., Peña-Cañón, R., Benavides, O. L., & Dávila-Giraldo, L. R. (2025). Hongos comestibles y desarrollo sostenible en Colombia. *Lilloa*, 223-251. <https://doi.org/10.30550/j.lil/1920>
- Zakil, F. A., Xuan, L. H., Zaman, N., Alan, N. I., Salahutheen, N. A. A., Sueb, M. S. M., & Isha, R. (2022). Growth performance and mineral analysis of *Pleurotus ostreatus* from various agricultural wastes mixed with rubber tree sawdust in Malaysia. *Bioresource Technology Reports*, 17, 100873. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100873>