

Influencia del proceso de deshidratado en el contenido nutricional de la harina de Zinger Officinale

*Influence of the dehydration process on the nutritional content of Zinger
Officinale flour*

DOI: [10.61210/kany.v2i2.91](https://doi.org/10.61210/kany.v2i2.91)

^aLuz Neydelin Aldana Flores¹
72611945@unaat.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0003-2486-6864>

^bRoció Candiotti Bonzano¹
72476336@unaat.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-6425-1373>

^cLuis David Gómez Huamán¹
76013195@unaat.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0003-1994-1479>

^dKenny Ruben Montalvo Morales¹
kmontalvo@unaat.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0003-4403-4360>

^eKaren Milagros Sánchez Sánchez¹
75185556@unaat.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-5448-937X>

¹Universidad Nacional Autónoma Altoan-
dina de Tarma, Junín, Perú.

Recibido: Mayo, 2024

Aceptado: Mayo, 2024

Publicado: Junio, 2024

RESUMEN

En este estudio, se evaluó la transferencia de masa en la deshidratación de jengibre para obtener harina. Utilizando jengibre fresco, una picadora, una deshidratadora y una balanza analítica, se realizó el pesaje, lavado, corte en hojuelas y deshidratación del jengibre, seguido de su molienda. Se llevaron a cabo evaluaciones fisicoquímicas, determinando la materia seca (88%), humedad (11.7%), cenizas (1.86%), fibra (2.00%), grasa (1.5%) y proteína (2.5%). Los resultados mostraron que el jengibre deshidratado conserva sus propiedades nutritivas y beneficios para la salud, con una pérdida mínima de peso (10.72%) y una deshidratación efectiva (93.7% de pérdida de agua), convirtiéndolo en una opción conveniente para almacenamiento a largo plazo.

Palabras clave: *Deshidratación, transferencia de masa, evaluación fisicoquímica, harina de jengibre.*

ABSTRACT

The objective of this study was to In this study, the mass transfer in the dehydration of ginger to obtain flour was evaluated. Using fresh ginger, a mincer, a dehydrator and an analytical balance, ginger was weighed, washed, flaked and dehydrated, followed by grinding. Physicochemical evaluations were carried out, determining dry matter (88%), moisture (11.7%), ash (1.86%), fiber (2.00%), fat (1.5%) and protein (2.5%). The results showed that dehydrated ginger retains its nutritional properties and health benefits, with minimal weight loss (10.72%) and effective dehydration (93.7% water loss), making it a convenient option for long-term storage.

Key words: *Dehydration, mass transfer, physicochemical evaluation, ginger flour*

INTRODUCCIÓN

La deshidratación del jengibre es un proceso de conservación de alimentos que ha sido ampliamente utilizado a lo largo de los años en diversas culturas. Este método, se realiza con el fin de eliminar el contenido de agua del jengibre fresco, lo cual contribuye y/o ayuda a extender su vida útil (es decir, a un tiempo más prolongado), además de facilitar su almacenamiento y el transporte a los puntos de venta, este proceso permite que el jengibre concentre sus sabores y aromas distintivos (An et al., 2019). El jengibre, conocido científicamente como *Zingiber officinale*, es una raíz altamente valorada en todo el mundo debido a su sabor picante y sus propiedades medicinales y culinarias (Cañazaca et al., 2022). Por otra parte, la deshidratación se ha convertido en un método eficaz para preservar y aprovechar al máximo los beneficios que ofrece el producto durante todo el año, ya que permite que el jengibre no se deteriore rápidamente. La deshidratación resuelve este problema al permitir que el jengibre se conserve durante períodos más largos sin necesidad de refrigeración, lo que es particularmente valioso en regiones donde el jengibre no crece de manera constante (Mosquera-Vivas et al., 2019). Por esta razón es primordial tener un conocimiento básico acerca de la forma correcta de obtener el deshidratado de jengibre, para así evitar cometer errores al momento de realizar la práctica. En este trabajo abordaremos principalmente sobre el jengibre, la deshidratación de este producto, y la vez verificar el rendimiento, así como mencionar de qué manera se da la transferencia de masa en este proceso. El objetivo de este informe es obtener resultados relacionados acerca de qué manera se da la transferencia de masa en la deshidratación. A parte de ello se realizarán los cálculos correspondientes que determinarán los resultados.

De ese modo, el jengibre, también conocido solo en el Perú como kion, es el rizoma (tallo subterráneo) de una planta, que se caracteriza por tener un sabor particular. Es muy codiciado en la industria alimenticia para dar un sabor picante a los más diversos platos. La planta de jengibre crece en la mayoría de los lugares del mundo con un clima tropical; asimismo, emite un aroma similar al sabor del jengibre, que permite identificar la planta a distancia (Cisneros-Santos et al., 2021). Además del uso culinario, la planta es uno de los remedios naturales más difundidos en el mundo y con más propiedades y aplicaciones medicinales para diferentes patologías (Kefale et al., 2023; Li et al., 2019). El jengibre es una especie diploide que se conoce botánicamente como *Zingiber officinale* y se destaca por su importancia medicinal, aromática y condimentaria en muchas partes del mundo. Diferentes informaciones sobre su origen y domesticación revelan que las distintas especies del género *Zingiber* son originarias del Sudeste asiático y desde ahí se dispersaron por las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Yu et al., 2022).

Según Auras et al. (2020), menciona las características del jengibre, tales como:

Tubérculo: En forma de mano, a los cuales se les da el nombre de rizomas. Los rizomas

son parte esencial de la planta, de un olor fuerte aromático; sabor agrio, picante. Los rizomas son de color cenizo por fuera y blanco amarillento por dentro. Los rizomas son también tallos subterráneos gruesos divididos en ramificaciones en forma de dedos con diámetros de 1.5 a 2.5 cm y tienen una forma achatada.

Hojas: Son alargadas como las de maíz cuando apenas brotan de la tierra y envuelven con su vaina el tallo. Las flores son vistosas, están dispuestas en espigas cónicas y soportadas por escamas empizarradas.

El jengibre tiene características distintivas según la región donde se cultiva. Las variedades más caras y de mayor calidad generalmente proceden de Australia, India Jamaica, mientras que las más comercializadas se cultivan en China y Perú; su comercialización está en función en el tamaño y forma de rizoma, contenido de fibra, sabor, entre otros. La variedad es uno de los factores que determina la calidad de jengibre, ya que determina la cantidad de aceite esencial, principios pungentes y la fibra en el Kion fresco y también en la comodidad para el secado, además en el mercado mundial hay dos líneas comerciales (blancas y amarillas). Para lo cual en el Perú se cultiva la variedad amarilla o jamaíquina que es la variedad demandada mundialmente.

El jengibre en polvo es empleado en el tratamiento de resfríos y gripe, para estimular el apetito, como antagonista narcótico y como agente antiinflamatorio en el tratamiento de migraña, dolor de cabeza y desórdenes reumáticos y musculares. Su uso común es en casos de cólicos y flatulencias(Li et al., 2019).

Presenta propiedad carminativa, antiulcerosa antiespasmódica, colagoga, protector hepático, antitusiva, expectorante y laxante. Se considera estimulante, rubefaciente y diaforético, utilizándose cuando hay mala circulación y calambres. Se emplea en casos febriles como diurético, pues causa fuerte transpiración. En el jengibre además de los compuestos volátiles que aportan el olor típico de este rizoma, existe un grupo de compuestos no volátiles que aportan su pungencia y propiedades farmacológicas importantes.

El jengibre deshidratado orgánico es un producto buscado por sus beneficios a la salud. En los últimos cinco años las exportaciones peruanas han venido creciendo a un ritmo promedio del 44% anual, siendo los principales países de destino, Estados Unidos, Países Bajos y Alemania (Cisneros-Santos et al., 2021).

En tanto, las condiciones económicas y relaciones comerciales a través del TLC con la Unión Europea facilitan el ingreso de forma positiva hacia el mercado internacional, cumpliendo con los requisitos legales, de etiquetado, sanitarios y de calidad exigentes en el mercado de destino (Cisneros-Santos et al., 2021).

Tipos de deshidratación

❖ **Mezcla de dos corrientes de aire:** En los procesos de secado por aire, la corriente gaseosa que abandona el secadero suele poseer un contenido energético que induce a pensar en su reutilización, aunque su humedad es más elevada que a la entrada del secadero. Por ello, la recirculación del aire que abandona el secadero es usual, y permite además que el proceso global de secado sea menos costoso. En la mayoría de los casos, una corriente de aire caliente y húmeda es recirculada parcialmente y mezclada con una corriente de aire fresco (An et al., 2019).

Balances de materia y calor en secaderos ideales: En esta operación se tiene 3 categorías, secado discontinuo, Las condiciones permanecen constantes en un compartimento o secador de bandeja durante el proceso de secado. Los balances de calor y materia se utilizan para estimar las condiciones del aire que abandona el secadero. Secaderos discontinuos con circulación de aire a través del lecho, Otro tipo de secado discontinuo es aquel en que el aire de secado se hace circular a través del lecho del alimento. Secaderos continuos, Para un secadero en el que el alimento sólido y el aire circulan en contracorriente, la ecuación que permite el cálculo del tiempo de secado en el período de velocidad constante es (An et al., 2019).

❖ **Mecanismos de deshidratación:** El secado se define como la eliminación de la humedad de un producto, y en la mayoría de las situaciones prácticas la etapa principal durante el secado es la transferencia interna de materia. En los procesos de secado, los mecanismos de transferencia de agua en el producto que se está secando se pueden resumir en los siguientes: movimiento de agua bajo fuerzas capilares, difusión del líquido por gradientes de concentración, difusión superficial, difusión del vapor de agua en los poros llenos de aire, flujo debido a gradientes de presión, y flujo debido a la vaporización-condensación del vapor de agua. Las fuerzas capilares son responsables de la retención del agua en los poros de los sólidos de construcción rígida, mientras que, en sólidos formados por agregados de polvos finos, es la presión osmótica la responsable de esta retención, así como en la superficie del sólido (An et al., 2019).

❖ **Secaderos de armario y lecho:** Para ello se reduce su contenido de humedad, a niveles en que se limite el crecimiento microbiano y se retardan las reacciones químicas deteriorativas. En la mayoría de las operaciones de secado se utiliza aire caliente, habiendo utilizado este tipo de operación ampliamente a lo largo de mucho tiempo. La configuración básica de un secador atmosférico de aire es una cámara en la que se introduce el alimento, equipada con un ventilador y conductos que permiten la circulación de aire caliente a través y alrededor del alimento. El agua se elimina de la superficie del alimento y se conduce fuera del secadero junto con la corriente de aire que lo abandona en una operación simple. El aire se calienta a la entrada del secadero mediante intercambiadores

de calor o directamente con una mezcla de gases de combustión. Este tipo de secadero se utiliza ampliamente en la elaboración de galletas, frutos secos y verduras troceadas, y en alimentos para animales domésticos.

- ❖ **Secado por atomización:** Este tipo de secado se utiliza para alimentos disueltos en agua, e incluye la formación de gotas que por secado posterior darán lugar a las partículas de alimento seco. Inicialmente, el alimento fluido es transformado en gotas, que se secan por atomización en un medio continuo de aire caliente. El aire de secado es calentado utilizando un medio seco, además, es limpiado con ciclones antes de ser lanzado a la atmósfera. En este tipo de operación el aire que abandona el sistema todavía puede contener calor. Un segundo tipo es la utilización de un circuito cerrado con un medio de calefacción (aire, CO₂, etc.). El aire se utiliza en el proceso de secado, después se limpia, se seca y se reutiliza de nuevo en un proceso continuo (Campo et al., 2021).
- ❖ **Liofilización:** La liofilización se desarrolló para superar las pérdidas de los compuestos responsables de los aromas en alimentos, los cuales se perdían en las operaciones convencionales de secado. El proceso de liofilización consiste esencialmente en dos etapas:
 - El producto se congela
 - El producto se seca por sublimación directa del hielo bajo una presión reducida.

Este tipo de secado se introdujo inicialmente a gran escala en la década de 1940 para la producción de plasma seco y productos de sangre. Después, antibióticos y materiales biológicos se prepararon a escala industrial por liofilización (Mosquera-Vivas et al., 2019).

- ❖ **Deshidratación osmótica:** La concentración de alimentos mediante la inmersión de estos en una solución hipertónica se conoce como deshidratación osmótica. La ósmosis consiste en el movimiento molecular de ciertos componentes de una solución a través de una membrana semipermeable, hacia otra solución de menor concentración. Las pérdidas de agua por parte del alimento en el proceso de secado osmótico se pueden dividir en dos períodos (Cañazaca et al., 2022).
- ❖ **Secado solar:** La práctica del secado de alimentos cosechados mediante diseminación en finas capas expuestas al sol se denomina secado solar abierto o secado solar natural. Esta técnica es utilizada en el procesado de uva, higos, ciruelas, granos de café, cacao, pimientos, pimienta y arroz, entre otros (Camaño et al., 2020). Este tipo de secado presenta ciertas limitaciones, como son:

- Falta de control sobre el proceso de secado, que puede dar lugar a un excesivo secado del alimento, pérdida de granos en germinación y cambios nutricionales.
 - Falta de uniformidad del secado.
 - Contaminación por hongos, bacterias, roedores, pájaros o insectos.
- ❖ Secaderos de tambor: Estos secaderos consisten en cilindros de metal huecos, que rotan sobre un eje horizontal y son calentados interiormente con vapor, agua caliente u otro medio de calentamiento. Los secaderos de tambor se utilizan en el secado de pastas y en soluciones.
- ❖ Secaderos de lecho fluidizado: Las partículas que forman un lecho pueden ser fluidizadas si la caída de presión a través del lecho se iguala al peso del lecho, llegando a la expansión y suspensión en el aire de las partículas. Los sistemas se comportan como un fluido cuando el módulo de Froude es menor que la unidad (Karel, 1975), en los que generalmente la velocidad del aire está en el intervalo de 0,05 a 0,075 m/s. En los lechos fluidizados, las partículas no presentan puntos de contacto entre ellas, lo que facilita que el secado de estas sea más uniforme (Corea-Juárez et al., 2021).

Componentes que intervienen en la deshidratación

Según Marín (2006), los factores que influyen en los mecanismos de transferencia de materia ocurridos durante el fenómeno de rehidratación de alimentos están los factores propios del proceso de deshidratación (pretratamiento, método de secado, temperatura y velocidad de secado, almacenamiento).

METODOLOGÍA

Materiales y Equipos

Para el proceso de transferencia de masa en la deshidratación de jengibre con el objetivo de obtener harina, se emplean diversos materiales y equipos especializados para asegurar la precisión y eficiencia del procedimiento. Los materiales y equipos principales incluyen jengibre fresco, cuchillos de acero inoxidable para cortar, bolts de acero para asegurar las herramientas de corte, y papel Kraft utilizado para envolver las hojuelas de jengibre. Además, se utiliza una picadora para cortar el jengibre en hojuelas de diferentes grosores, una deshidratadora para eliminar el contenido de agua del jengibre, una balanza analítica para medir con precisión el peso del jengibre en distintas etapas del proceso, y apuntes para registrar todas las mediciones y observaciones durante el procedimiento, garantizando una documentación detallada.

Procedimiento General

El proceso de deshidratación del jengibre se lleva a cabo mediante una serie de pasos secuenciales que aseguran la obtención de un producto final de alta calidad. A continuación, se describen detalladamente las etapas involucradas:

Pesado Inicial: Se inicia pesando el jengibre fresco utilizando una balanza analítica para obtener un peso inicial preciso. En este caso, el peso inicial registrado es de 2 libras.

Clasificación y Limpieza: Se clasifica el jengibre eliminando cualquier residuo o parte no deseada, dejando un peso neto de 1.975 libras y 0.025 libras de residuos. Posteriormente, se lava y desinfecta el jengibre para asegurar la eliminación de contaminantes superficiales.

Corte en Hojuelas: El jengibre limpio se corta en hojuelas de diferentes grosores utilizando una picadora. Las hojuelas se pesan nuevamente, obteniendo 1.247 libras de hojuelas gruesas y 0.690 libras de hojuelas finas.

Deshidratación Inicial: Las hojuelas de jengibre se colocan sobre papel Kraft y se disponen en rejillas. Las rejillas con las hojuelas se colocan en un horno a una temperatura específica durante 1 hora y 20 minutos para iniciar el proceso de deshidratación.

Deshidratación Completa: Una vez que el jengibre está semiseco, se transfiere a una deshidratadora para completar la eliminación de agua. Este proceso se lleva a cabo a una temperatura y tiempo determinados para asegurar una deshidratación uniforme y completa.

Molienda: El jengibre deshidratado se muele hasta obtener un polvo fino, que constituye la harina de jengibre.

Análisis de Contenido de Grasa: Para determinar el contenido de grasa, se selecciona una muestra representativa de la harina de jengibre. La muestra se pesa con precisión y se somete a un proceso de extracción utilizando un disolvente adecuado (éter dietílico o hexano). Tras agitar y filtrar la mezcla, la solución se transfiere a un embudo de separación para recuperar la grasa disuelta. El disolvente se evapora y la grasa residual se pesa para calcular su porcentaje en la muestra inicial.

Determinación de Humedad: Se pesa una muestra de la harina de jengibre (1.5262 g) y se acondiciona para el análisis de humedad. El análisis se realiza utilizando un método estándar para obtener los resultados correspondientes.

Análisis de Materia Seca: Se pesa un crisol vacío y luego se añaden 10 gramos de jengibre molido. Las muestras se colocan en crisoles numerados y se pesan nuevamente para determinar el contenido de materia seca.

Este procedimiento detallado garantiza la precisión y homogeneidad en el análisis de los componentes del jengibre deshidratado, proporcionando resultados confiables y reproducibles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el jengibre deshidratado y la harina de jengibre propiamente dicha, se realizaron una serie de evaluaciones fisicoquímicas, donde se determinó los siguientes puntos; la materia seca, la humedad, cenizas totales, fibra bruta o cruda, grasa, proteína y un análisis químico proximal de la harina de kion.

Los resultados de materia seca (Tabla 1) para las muestras de jengibre deshidratado indican valores de 88.4128%, 87.9119% y 88.4495%, con un promedio de 88.26%. Este alto contenido de materia seca es consistente con el estudio de Ajayi et al. (2017), donde se reportó un contenido de materia seca superior al 85% utilizando métodos de secado por horno convencional. Igualmente, An et al. (2013) indicaron que la deshidratación osmótica puede preservar altos niveles de materia seca debido a la eficiente eliminación de agua sin afectar significativamente la estructura celular del jengibre. Del mismo modo, An et al. (2019) también encontraron que la deshidratación osmótica por vacío y ultrasonido mantiene altos niveles de materia seca en el jengibre.

Tabla 1

Determinación de materia seca

Muestra	PESO FINAL DE LA MUESTRA (material de vidrio o capsula + muestra) g	Peso del material de vidrio o capsula vacío (g)	Materia seca (%)	Materia seca (%)
R1	80.0127	75.591	5.0012	88.4128
R2	86.3891	81.9921	5.0016	87.9119
R3	80.0128	75.589	5.0015	88.4495

Fuente: Elaboración Propia

Nota: La tabla muestra los análisis del producto del jengibre, en su determinación de materia seca es proporcional y eficaz.

Formula

$$\% \text{Materia Seca} = \frac{\text{PESO FINAL (material capsula o vidrio + muestra)} - \text{PESO DEL MATERIAL DE VIDRIO}}{\text{PESO DE MUESTRA}}$$

El promedio de humedad (Tabla 2) obtenido en las muestras fue de 11.7% con una desviación estándar de 0.30. An et al. (2019) encontraron que la deshidratación osmótica por vacío y ultrasonido resultó en humedades inferiores a 10%, lo que también valida la eficiencia de métodos de secado avanzados en la reducción de humedad. Por otro lado, Sarker et al. (2021) encontraron que el secado a la sombra resultó en un contenido de humedad del 7.16%, indicando que diferentes métodos de secado pueden influir significativamente en la retención de humedad.

Tabla 2

La determinación de la humedad de la harina de kion

100%	Materia seca (%)	% de humedad	Promedio (x)	Desviación estándar
100	88.4128	11.59	11.7	0.30
100	87.9119	12.09		
100	88.4495	11.55		

Fuente: Elaboración Propia

Nota: El porcentaje de humedad del kion tiene una varianza en valores mínimos, esto depende del porcentaje (%) de materia seca que se analizó en las tres muestras diferentes.

Formula

$$\% \text{ Humedad} = 100\% - \text{materia seca}$$

Las cenizas totales obtenidas (Tabla 3) fueron 1.81%, 1.97% y 1.81%, con un promedio de 1.86% y una desviación estándar de 0.09. Comparativamente, Ajayi et al. (2017) reportaron cenizas del 4.6% en jengibre secado por método solar, indicando variaciones significativas según el método de secado. An et al. (2013) encontraron que la optimización del secado osmótico en jengibre también afecta el contenido de cenizas, resultando en valores más altos debido a la concentración de minerales. Por su parte, Sarker et al. (2021) encontraron valores de cenizas que varían entre 3.31% y 4.04%, lo que respalda la idea de que diferentes técnicas de secado afectan el contenido de cenizas.

Tabla 3

La determinación de cenizas totales en la harina de kion

Muestra	PESO FINAL DE LA MUESTRA (Crisol + muestra) (g)	PESO DEL CRISOL (Crisol sin muestras) (g)	Peso de la muestra (g)	% de ceniza	Promedio (x)	Desviación estándar
R1	31.3396	31.3215	1.0002	1.81	1.86	0.09
R2	27.2863	27.2665	1.0063	1.97		
R3	27.2892	27.271	1.0052	1.81		

Fuente: Elaboración Propia

Nota: La determinación de cenizas en las 3 muestras nos brinda los siguientes resultados en las diferentes muestras, el primero nos indica que contiene 1.81% de cenizas, en la siguiente 1.97% y en la última muestra nos resulta que contiene 1.81 % de cenizas.

Formula

$$\% \text{ cenizas} = \frac{\text{PESO FINAL}(\text{crisol} + \text{muestra}) - \text{PESO DE CRISOL}}{\text{PESO DE MUESTRA}} \times 100$$

El contenido de fibra bruta obtenido (Tabla 4) en nuestro estudio fue de 1.74%, 2.07% y 2.20%, con un promedio de 2.00% y una desviación estándar de 0.23. Este resultado se puede comparar con varios estudios recientes que han analizado el contenido de fibra en el jengibre deshidratado utilizando diferentes métodos de secado. Akter et al. (2020) reportaron un contenido de fibra bruta de 4.76% en jengibre secado al sol, 3.76% en jengibre secado al horno, 4.11% en jengibre secado mecánicamente y 4.88% en jengibre secado en microondas. Jibril y Ishaq (2022) observaron contenidos de fibra cruda de 1.42%, 1.23% y 1.28% para el jengibre secado a 25°C, 50°C y 75°C, respectivamente. Por otro lado, Nurhidayah et al. (2020) encontraron que el jengibre secado al sol preservado con miel de Tualang tenía un contenido de fibra de 4.21%, mientras que el secado al vacío y el secado por congelación resultaron en contenidos de fibra de 3.44% y 2.64%, respectivamente. Estos estudios evidencian que los métodos de secado y los pretratamientos pueden influir significativamente en el contenido de fibra del jengibre, y nuestros resultados están dentro del rango reportado por estos estudios, aunque en el extremo inferior.

Tabla 4

Determinación de fibra bruta o cruda (Hidrolisis acida y alcalina)

Muestra	PESO					
	CRISOL CON RESIDUO SECO (peso de la muestra extraída de la estufa) (g)	Peso final de la muestra (peso del crisol con la ceniza) (g)	Peso de la muestra (g)	Fibra Bruta (%)	Promedio (x)	Desviación estándar
R1	32.9625	32.9102	3.0013	1.74	2.00	0.23
R2	32.9827	32.9205	3.0012	2.07		
R3	32.967	32.9011	3.0012	2.20		

Fuente: Elaboración Propia

Formula

$$\%Fibra\ bruta = \frac{\text{Peso del crisol con residuo seco} - \text{Peso final de la muestra}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

El contenido de grasa obtenido (Tabla 5) en nuestro estudio fue de 1.44%, 1.61% y 1.50%, con un promedio de 1.5% y una desviación estándar de 0.08. Este resultado es consistente con los estudios recientes sobre el contenido de grasa en jengibre deshidratado. Bathi y Singh (2021) encontraron que el jengibre maduro tenía un contenido de grasa de 4.48%, mientras que el jengibre tierno tenía un contenido de grasa de 3.80%. Además, Cherrat et al. (2020) reportaron que el contenido de grasa en jengibre deshidratado varía entre 1.20% y 1.38% dependiendo de la temperatura de secado utilizada, con un contenido más alto observado a 100°C (1.38%). Estos resultados destacan la influencia de las temperaturas de secado en la retención de grasa en el jengibre deshidratado.

Tabla 5.*Determinación de grasa*

Muestra	Peso balón con grasa (g)	Peso del balón vacío (g)	Peso de la muestra (g)	(%) de grasa	Promedio (x)	Desviación estándar
R1	136.1895	136.1174	5.0016	1.44	1.5	0.08
R2	112.1014	112.021	5.0084	1.61		
R3	112.1623	112.0871	5.0022	1.50		

Fuente: Elaboración Propia

Formula

$$\%Grasa = \frac{\text{Peso de balón con grasa} - \text{Peso de balón vacío}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

Los valores de proteína obtenidos (Tabla 6) en las muestras de jengibre deshidratado fueron 2.44%, 2.67% y 2.46%, con un promedio de 2.5% y una desviación estándar de 0.13. Estos resultados son consistentes con varios estudios recientes sobre la composición nutricional del jengibre. Salima Cherrat et al. (2019) encontraron que el contenido de proteína en el jengibre deshidratado varía significativamente dependiendo de la temperatura de secado, con valores entre 8.37% y 9.08%. Sarker et al. (2021) reportaron contenidos de proteína de 7.16% para el jengibre secado a la sombra, destacando la influencia de los métodos de secado en la retención de proteínas. Akter et al. (2020) observaron contenidos de proteína entre 6.54% y 6.78% en jengibre deshidratado por métodos convencionales. En comparación, nuestros resultados están dentro del rango reportado en la literatura, aunque ligeramente más bajos, lo que podría deberse a diferencias en los métodos de secado y condiciones de procesamiento.

Tabla 6.*Determinación de proteína*

Muestra	Gasto hcl (mL)	Normalidad del hcl	Pmeq DEL N2	Factor de valoración del titulante (fv)	Tamaño de muestra (mL o g)	% de nitrógeno	Promedio (x)	Desviación estándar
R1	5.5	0.1	0.014	0.96	0.3029	2.44	2.50	0.13
R2	6	0.1	0.014	0.96	0.3024	2.67		
R3	5.5	0.1	0.014	0.96	0.3005	2.46		

Fuente: Elaboración Propia

Formula

$$\%Nitrógeno = \frac{\text{Gasto HLC (ML)} * N \text{ HLC} * Pmeq2 *}{\text{Tamaño de muestra (mL o g)}} \times 100$$

Tabla 7

Análisis químico proximal de la harina de kion

ANÁLISIS	CONTENIDO		
	Repeticiones	Promedio	SD
Humedad	11.59	11.74	0.40
	12.09		
	11.55		
	2.44		
Proteínas	2.67	2.52	0.13
	2.56		
	1.44		
Grasa	1.61	1.52	0.08
	1.50		
	1.74		
	2.07		
Fibra Bruta	2.20	2.00	0.23
	1.81		
	1.97		
Cenizas	1.81	1.86	0.09
	80.98		
	79.60		
Carbohidratos	80.48	80.35	0.70

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

El presente estudio permitió realizar una caracterización fisicoquímica del jengibre deshidratado y su posterior transformación en harina, logrando obtener datos relevantes sobre su composición y calidad. Las muestras de jengibre deshidratado presentaron un contenido promedio de materia seca del 88.26%, con una variabilidad mínima entre las muestras, lo que sugiere una deshidratación eficiente y homogénea. El contenido de humedad promedio fue de 11.7%, con una desviación estándar de 0.30. Este resultado se encuentra muy cercano al valor reportado por Henares (2020), quien menciona un porcentaje de humedad de 12% para la harina de jengibre, validando así la eficacia del proceso de deshidratación realizado. El análisis de cenizas totales mostró un contenido promedio de 1.86%, con una desviación estándar de 0.09. Este resultado es consistente y refleja la cantidad de minerales presentes en la harina de jengibre.

El contenido de fibra bruta en las muestras fue de 2.00% en promedio, con una desviación estándar de 0.23. Este componente es crucial para evaluar la calidad nutricional de la harina, indicando una buena presencia de fibra dietética. El porcentaje de grasa obtenido fue de 1.5%, con una desviación estándar de 0.08. Este valor es bajo, lo que es característico del jengibre y adecuado para su uso en diversas aplicaciones alimentarias y nutraceuticas. La cantidad de proteínas en las muestras analizadas fue de 2.5% en promedio, con una desviación estándar de 0.13. Este nivel de proteínas es adecuado y contribuye al valor nutricional de la harina de jengibre.

El análisis químico proximal indicó que la harina de jengibre tiene un buen balance

de nutrientes, con un alto contenido de carbohidratos (80.48%) y bajos niveles de grasa y proteínas. Estos resultados son indicativos de su potencial uso como ingrediente en productos alimenticios. En conclusión, el jengibre deshidratado y la harina obtenida presentan una composición fisicoquímica que cumple con los estándares esperados, evidenciando la eficiencia del proceso de deshidratación y molienda. La consistencia en los resultados obtenidos para materia seca, humedad, cenizas, fibra bruta, grasa y proteínas, respalda la calidad del producto final. Estos hallazgos son fundamentales para futuras aplicaciones del jengibre deshidratado en la industria alimentaria y nutracéutica.

REFERENCIAS

- Ajayi, O., Ola, O. y Akinwunmi, O. (2017). Effect of drying method on nutritional composition, sensory and antimicrobial properties of Ginger (*Zingiber officinale*). *International Food Research Journal*, 24(2), 614–620. https://www.researchgate.net/profile/Olasumnbo-Ajayi-2/publication/317936451_Effect_of_drying_method_on_nutritional_composition_sensory_and_antimicrobial_properties_of_Ginger_Zingiber_officinale/links/5fc0cccfa6fdcc6cc672eabb/Effect-of-drying-method-on-nutritional-composition-sensory-and-antimicrobial-properties-of-Ginger-Zingiber-officinale.pdf
- Akter, M., Bithi, N., Billah, M., Mustak, S. y Rashid, M. (2020). Evaluation of Nutritional and Mineral Content of Dehydrated Ginger (*Zingiber officinale*). *European Journal of Medicinal Plants*, 21–28. <https://doi.org/10.9734/ejmp/2020/v31i1730332>
- An, K., Ding, S., HongyanTao, Zhao, D., Wang, X., Wang, Z. y Hu, X. (2013). Response surface optimisation of osmotic dehydration of Chinese ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) slices. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(1), 28–34. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03153.x>
- An, K., Tang, D., Wu, J., Fu, M., Wen, J., Xiao, G. y Xu, Y. (2019). Comparison of pulsed vacuum and ultrasound osmotic dehydration on drying of Chinese ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): Drying characteristics, antioxidant capacity, and volatile profiles. *Food Science & Nutrition*, 7(8), 2537–2545. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1103>
- Auras, E., Stevenson, J., Mango, A. y Imbrogno, L. (2020). Jengibre: recomendaciones para su cultivo en Misiones. Gobierno de Misiones. <https://agro.misiones.gob.ar/wp-content/uploads/2021/01/Documento-N%C2%B0-2-Jengibre.pdf>
- Bathi, D. y Singh, R. (2021). Nutritional analysis of raw and processed ginger and its products. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(1). <https://www.phytojournal.com/special-issue?year=2021&vol=10&issue=1S&ArticleId=13247>

- Camaño, J. A., Rivera, A. M. y Zapata, J. E. (2020). Efecto del espesor de película y de la ubicación de la muestra en un secador solar directo, sobre la cinética de secado de ensilado de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Información tecnológica*, 31(1), 53–66. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000100053>
- Campo, M., Granja, D. F., Matute Castro, N. L., Cuesta Rubio, O. y Márquez Hernández, I. (2021). Microencapsulación mediante secado por atomización a partir de un extracto de los cálices de *Hibiscus sabdariffa L.* *Revista Colombiana de Química*, 50(1), 40–50. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v50n1.88424>
- Cañazaca, N., Carrillo, J., Coaquira-Quispe, J. J. y Pilco-Quesada, S. (2022). Efecto de Temperatura y Velocidad de Agitación en el Deshidratado Osmótico de Jengibre (*Zingiber Officinale*). *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 24(3), 164–173. <https://doi.org/10.18271/ria.2022.433>
- Cherrat, S., Boulkebatche-Makhlouf, L., Zeghichi, S. y Walker, G. (2020). Effect of different drying temperatures on the composition and antioxidant activity of ginger powder. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI – Food Technology*, 44(1), 125–142. <https://doi.org/10.35219/foodtechnology.2019.2.09>
- Cisneros-Santos, G., Lavado-Meza, C. del R., Estacio-Laguna, R. y Carhuallanqui-Berrocal, E. (2021). El jengibre y su relación con el comercio exterior en la economía peruana 2010 - 2019. *Investigación Valdizana*, 15(3), 137–144. <https://doi.org/10.33554/riv.15.3.909>
- Corea-Juárez, J., Vilchez-Herdocia, L. y Espinosa, R. (2021). Comportamiento fluidodinámico de cuatro granos en dos modelos de secadores de lecho fluidizado. *Nexo Revista Científica*, 34(03), 46–57. <https://doi.org/10.5377/nexo.v34i03.11861>
- Jibril A y Ishaq A. (2022). Effect of selected oven drying temperatures on the quality of Tiger Nut (*Cyperus Esculentus*) and Ginger Nut (*Zingiber Officinale*). *Algerian Journal of Engineering and Technology*, 37(2). <https://mail.jetjournal.org/index.php/ajet/article/view/152>
- Kefale, B., Delele, M. A., Fanta, S. W. y Mekonnen Abate, S. (2023). Nutritional, Physicochemical, Functional, and Textural Properties of Red Pepper (*Capsicum annum L.*), Red Onion (*Allium cepa*), Ginger (*Zingiber officinale*), and Garlic (*Allium sativum*): Main Ingredients for the Preparation of Spicy Foods in Ethiopia. *Journal of Food Quality*, 2023, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2023/3916692>
- Li, H., Liu, Y., Luo, D., Ma, Y., Zhang, J., Li, M., Yao, L., Shi, X., Liu, X. y Yang, K. (2019). Ginger for health care: An overview of systematic reviews. *Complementary Therapies in Medicine*, 45, 114–123. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.06.002>

- Mosquera-Vivas, E. S., Ayala-Aponte, A. A. y Serna-Cock, L. (2019). Ultrasonido y Deshidratación Osmótica como Pretratamientos a la Liofilización de Melón (Cucumis melo L.). *Información tecnológica*, 30(3), 179–188. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000300179>
- Nurhidayah, M., Asmaliza, G., Nurul, R., Norzaida, Y. y Yusof, N. (2020). Comparison of Different Drying Methods and Preservatives on the Proximate Composition, Colour and Total Phenolic Content of Dried Ginger. *Journal Of Agrobiotechnology*, 11(1S). <https://doi.org/10.37231/jab.2020.11.1S.240>
- Sarker, A., Rashid, M., Roy, D. y Musarrat, M. (2021). Ginger (*Zingiber officinale*) powder from low temperature drying technique. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 56(2), 133–140.
- Yu, D., Zhang, X., Guo, S., Yan, H., Wang, J., Zhou, J., Yang, J. y Duan, J.-A. (2022). Headspace GC/MS and fast GC e-nose combined with chemometric analysis to identify the varieties and geographical origins of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Food Chemistry*, 396, 133672. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133672>