



Revista Politécnica

ISSN: 1390-0129

editor.rp@epn.edu.ec

Escuela Politécnica Nacional

Ecuador

Acuña, Oswaldo; Torres, Alejandra

Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*zingiber officinale*) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa

Revista Politécnica, vol. 29, núm. 1, enero-noviembre, 2010, pp. 60-69

Escuela Politécnica Nacional

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=688773660019>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*zingiber officinale*) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa

Oswaldo Acuña y Alejandra Torres

Departamento de Ciencias de los Alimentos y Biotecnología (DECAB)

oswaldo.acuna@epn.edu.ec

Resumen

El jengibre es un rizoma que presenta componentes químicos que aportan beneficios a la salud de quien lo ingiere, estos se conocen como principios aromáticos (α -zingiberene, ar-curcumene, β -bisabolene) presentes en el aceite esencial y los principios pungentes ([6]-gingerol y el [6]-shogaol), presentes en la resina. La unión del aceite esencial y la resina constituyen la oleorresina que se encuentra en un 4–7,5 % en el rizoma. Cuando los rizomas son deshidratados, la disponibilidad de estos principios aumenta, aunque es importante seleccionar las condiciones adecuadas de secado porque estos principios son volátiles a altas temperaturas. Con la finalidad de conocer las características del proceso de secado en el rizoma, se construyeron las curvas de secado a diferentes temperaturas (55°C, 65°C, y 75°C), utilizando una estufa de aire caliente, y se realizó la extracción de la oleorresina del material deshidratado para verificar que temperatura conservó en mayor grado los principios aromáticos y pungentes del jengibre. En los resultados del porcentaje de extracción, se observó mayor conservación de los principios activos en el secado a 75°C y es interesante destacar que durante los primeros 90min, se generó mayor pérdida de humedad en contraste con las temperaturas de 65°C y 55°C, siendo estas de 88 %, 83 %, y 78 %, respectivamente. Desde el punto de vista tecnológico y nutricional, los procesos térmicos que están diseñados con altas temperaturas a cortos tiempos, son importantes para evitar pérdidas nutricionales y funcionales por el excesivo calentamiento durante el secado, por esta razón, el proceso de secado se inició a 75°C durante los primeros 90 min, y terminó a 55°C hasta llegar a la

Palabras claves: propiedades funcionales; rizoma de jengibre; principios aromáticos; principios pungentes; zingibereno; shogaol; gingerol.

Abstract

Ginger is a rhizome that has chemical components that provide health benefits to those who eat it, these are known as aromatic components (α -zingiberene, ar-curcumene, β -bisabolene) present in the essential oil and pungent principles ([6]-gingerol and [6]-shogaol), present in the resin. The union of the essential oil and oleoresin are the resin is in a 4 to 7.5% in the rhizome. When the rhizomes are dried, the availability of these early increases, although it is important to select the proper drying conditions because these principles are volatile at high temperatures. In order to ascertain the nature of the process of drying the rhizome, were constructed drying curves at different temperatures (55°C, 65°C and 75°C) using a hot air oven, and was extracted from the oleoresin of material dehydrated to verify that a greater degree temperatures kept the aromatic and pungent principles of ginger. The results of the extraction percentage, showed higher conservation of active ingredients in the drying at 75°C and it is interesting to note that during the first 90min, generated greater moisture loss in contrast to temperatures of 65°C and 55°C, these being of 88 %, 83 % and 78 % respectively. From a technological standpoint and nutrition, thermal processes are designed with high temperatures at short times, are important to avoid nutritional losses and functional by the excessive heat during drying, for this reason, the drying process started at 75°C during the first 90 min, and ended at 55°C to reach equilibrium moisture content of 12 %. The change may allow the drying to be there in less

Keywords: functional properties, ginger rhizome, principles aromatic pungent principles; zingiberene; shogaol; gingerol.

1 Introducción

El término “propiedad funcional” se relaciona con ciertos componentes químicos presentes en los alimentos, capaces de promover y/o restaurar la salud. La Comisión Europea de Ciencia de los Alimentos Funcionales, expresa que un alimento, es funcional cuando afecta beneficiosamente funciones objetivo en el cuerpo, logrando buena salud, bienestar y/o reducción de enfermedades (Chadwick, et al, 2003).

El jengibre posee una oleoresina (4-7,5 %) que contiene aceite esencial y resina. Los componentes del aceite esencial son los sesquiterpenos (α -zingiberene, α -curcumene, β -bisabolene) que proporcionan el aroma; y los componentes de la resina son: [6]-gingerol, [6]-shogaol, zingerona, que otorgan la pungencia. Estos componentes son principios activos que confieren al rizoma las siguientes propiedades funcionales: carminativo, antiulceroso, antiespasmódico, colagogo, protector hepático, antitúxico, expectorante y laxante, estimulante, rubefaciente y diaforético (Kikuzaki, 2000; De los Ríos et al, 2008).

En Ecuador, el jengibre se cultiva en Esmeraldas, San Lorenzo, Quinindé, La Concordia, Santo Domingo de los Colorados, Quevedo, El triunfo, Tena, Misahuallí, Macas, El Coca (SICA, 2001).

El jengibre como materia prima se localiza en países de escasa tecnología e industrias, mientras que la fabricación de productos intermedios y finales esta en países con desarrollo tecnológico. En Ecuador su procesamiento y su utilización no es habitual por su sabor característico, además, se desconoce sus propiedades funcionales. La OMS y la FAO mencionan que las hierbas aromáticas y condimentos orgánicos han experimentado un crecimiento sin precedente debido a los cambios de alimentación (Colorado y López, 2003; Arraiza, 2009).

El proyecto pretende aprovechar las propiedades funcionales del jengibre en la elaboración de condimentos, infusiones filtrantes y aromatizantes; y evaluar el grado de aceptabilidad que tiene cada producto en consumidores potenciales.

La infusión filtrante pretende aprovechar las propiedades funcionales del jengibre relacionada con los principios aromáticos y pungentes que podrían actuar contra las úlceras gástricas y tener un efecto antitúxico y anti-espasmódico (Kikuzaki, 2000; Netzer, 2008).

La elaboración del condimento en polvo intenta aprovechar los principios pungentes del jengibre en polvo como el shogaol y la zingerona que tonifican el estómago y facilita la función gástrica, sana el reumatismo y las neuralgias, calienta y estimula los pulmones, es un reconstituyente eficaz y evita los mareos y náuseas del embarazo (Fonnegra, 2007). El aromatizante de que-

ma directa pretende aprovechar las propiedades funcionales relacionadas con los principios aromáticos, que en el aspecto psicológico, son estimulantes y de efectos fortificantes para aclarar la mente (Kikuzaki, 2000; Damian y Damian, 1996).

2 Materiales

La principal materia prima utilizada fueron los rizomas de jengibre comerciales (*Zingiber officinale*), adquiridos en el Centro Comercial Santa María, ubicado en la parroquia Tumbaco, Cantón Quito.

Además se utilizaron los siguientes ingredientes para el desarrollo de:

- *Para la elaboración, condimento en polvo*: clavo de olor (*Eugenia caryophyllus*) (Ind. Ecuatoriana - Granos del campo), nuez moscada (*Myristica fragrans*) (McCormick-ALIMEC S.A) y pimienta negra (*Piper nigrum*) (McCormick-Corporación Favorita C.A). Los ingredientes fueron adquiridos en polvo.
- *Para la elaboración, infusión filtrante*: hojas de stevia deshidratadas (*Stevia rebaudiana*) (El Edén - Hierbas aromáticas).
- *Para la elaboración, aromatizante para quema directa*: madera de palo santo (*Bursera Graveolens*), clavo de olor en polvo (*Eugenia caryophyllus*), goma de tragacanto (Droguería y Botica Alemana), nitrato de potasio y agua destilada.

3 Métodos

3.1 Caracterización físico-química del jengibre

Se determinó el peso del rizoma entero y de la piel con una balanza Mettler de 2kg, precisión 0,01g; en el tamaño se empleó un calibrador pie de rey para medir el espesor, eje mayor y menor; en las determinaciones del color interno y externo se usó el Colorímetro de Minolta, modelo CR-200 y la carta cromática; la forma se determinó visualmente; el número de ramificaciones se realizó por conteo; y el volumen se determinó por diferencia de volúmenes mediante la inmersión de los rizomas en agua. La caracterización química (humedad, extracto etéreo, proteína, cenizas, fibra cruda y carbohidratos) se efectuó mediante el empleo de métodos descritos por la AOAC (2005).

3.2 Determinación de las variables de proceso en la obtención del deshidratado de jengibre

El desarrollo de los productos se basó en el aprovechamiento de sus principios activos, tanto volátiles como no

volátiles. Se analizó las condiciones más adecuadas de modificación en la estructura molecular del rizoma por efecto del calentamiento que se produce durante la deshidratación a temperaturas de 55, 65 y 75 °C, valorando el grado de extracción de oleorresina.

Para la extracción de la oleorresina se emplearon 500 g de jengibres frescos que fueron recibidos en bandejas de acero inoxidable. A continuación se describen los procesos preliminares en la preparación de la materia prima:

1. *Selección*: se realizó de acuerdo a su color, tamaño y apariencia física, separando material con signos de degradación.
2. *Lavado*: se colocaron en una olla de acero inoxidable y mediante un flujo continuo de agua se retiró raicillas y tierra adherida con la ayuda de un cuchillo de hoja roma.
3. *Cortado*: se formaron hojuelas con un espesor de 3 mm tamaño empleando un cortador Hobart de cuchillas.

Secado de los rizomas de jengibre a diferentes temperaturas. Los ensayos de secado se realizaron a escala laboratorio, en una estufa de transferencia de calor por convección, marca Treas, modelo 625-A. En el secado se manejaron temperaturas de 55 °C, 65 °C y 75 °C con un flujo de aire de 3 m/s.

El secado se realizó en hojuelas de rizomas, determinándose la pérdida de peso registrando con una balanza digital portátil, con sensibilidad 0.1 g, en períodos de tiempo de 30 minutos, hasta registrar peso constante. Los datos obtenidos permitieron calcular la humedad de equilibrio, el tiempo de secado y la construcción de la primera y segunda curva de secado.

Extracción de la oleorresina del rizoma de jengibre fresco y deshidratado La extracción de la oleorresina de los rizomas de jengibre se efectuó mediante la técnica de maceración, empleándose como solvente acetona. La extracción se efectuó en muestras frescas y en deshidratadas a 55 °C, 65 °C y 75 °C, previamente homogenizadas su tamaño por molienda.

- *Maceración en acetona*: en un frasco de 500 mL de capacidad, se colocó 25 g de muestra y 250 mL de acetona. La mezcla se mantuvo en maceración y agitación periódica durante 4 días.
- *Filtración*: las muestras maceradas se filtraron en crisoles de placa filtrante acopladas a un kitasato, embudo de vidrio y bomba de vacío. El filtrado se trasvasó a un balón de fondo redondo.
- *Obtención de la oleorresina*: el matraz con el filtrado se acopló a un rota-vapor, marca Buchler, y se realizó la extracción de la oleorresina, utilizando un baño de agua termostatzado a 56.3 °C, se obtuvo en un colector la fracción de oleorresina y se recuperó el solvente.

Selección de la temperatura, tiempo y humedad de equilibrio en la obtención del jengibre deshidratado.

El rendimiento porcentual de extracción de oleorresina en las muestras deshidratadas se comparó con el rendimiento de extracción de oleorresina de los rizomas frescos. La muestra deshidratada que presentó la mayor extracción de oleorresina, en relación con el jengibre fresco, determinó las mejores condiciones del proceso de secado: tiempo, temperatura y humedad de equilibrio, para la elaboración de la infusión filtrante, condimento en polvo y aromatizante de quema directa.

3.3 Desarrollo de los conceptos de productos a base de jengibre deshidratado

En el acondicionamiento de la materia prima para el desarrollo de los productos se utilizaron los mismos procesos preliminares de acondicionamiento de la materia prima aplicados en la extracción de la oleorresina: selección, lavado y cortado. En este caso se emplearon 2 kg de jengibres frescos:

1. *Secado*: se realizó en una estufa de convección, marca Selecta, con la temperatura seleccionada de los resultados obtenidos en la extracción de la oleorresina, a una velocidad de aire de 3 ms-1.
2. *Molienda y tamizado*: se realizó empleando un mortero de porcelana y un molino de cuchillas. Las muestras molturadas se pasaron a través de tamices, U.S.A Standard Testing Sieve, de diferente abertura y numeración (#10, #20, #50, #100), colocados en un agitador mecánico Portable Sieve Shaker Model RX - 20, por 15 minutos. Se determinó el porcentaje de material retenido y cernido que permitieron realizar el perfil granulométrico para determinar el tamaño de partícula existente en las moliendas realizadas.

Elaboración de la infusión filtrante a partir de jengibre deshidratado

- *Selección de molienda y tamaño de partícula*: la selección de la molienda se basó en los resultados obtenidos en los perfiles granulométricos. La muestra molturada obtenida de la molienda seleccionada se tamizó y el material cernido del tamiz #10, #20, #50, #100, se utilizó en el análisis de sólidos en suspensión.

El análisis de sólidos se realizó colocando 1gr del material cernido en bolsitas filtrantes, que se sometieron a infusión en 240mL de agua a 80 °C por 3 min. Se tomaron 10mL de infusión y se colocaron en cajas petri que se introdujeron en una estufa de convección, Blue M, a 50 °C hasta la evaporación total del agua. Se registró el peso final y se obtuvo la cantidad de sólidos suspendidos en la infusión. El tamaño de partícula del jengibre deshidratado se seleccionó tomando en cuenta la muestra con menor cantidad de sólidos en suspensión.

- *Desarrollo de la formulación:* se desarrollaron tres formulaciones que combinaron diferentes cantidades de hojas de stevia deshidratadas con una cantidad fija de jengibre deshidratado basada en la dosis diaria que una persona puede ingerir diariamente.
- *Pruebas de aceptabilidad:* se llevó a cabo una prueba hedónica de 7 escalas, dirigida a un panel no entrenado de 15 personas que determinaron el grado de aceptabilidad del color, aroma, sabor y pungencia de las tres formulaciones.
Los resultados se analizaron estadísticamente con el programa Statgraphics Plus 4.0, con un diseño experimental de bloques completamente al azar (BCA) y se realizó una prueba de significancia de Tukey al 5 %. La formulación con mayor diferencia significativa se seleccionó para la elaboración del producto final.
- *Llenado y sellado de bolsitas:* se utilizaron bolsitas filtrantes que se llenaron con la mezcla jengibre–stevia correspondiente a la formulación de mayor aceptabilidad. Se colocó una etiqueta del producto en el extremo del hilo útil para la manipulación del filtrante y sellaron con una selladora portátil de impulso Audion Futura.
- *Empacado:* se empacaron en cajas de cartón con capacidad para 10 bolsitas de infusión.
- *Formulación del aromatizante:* consistente en el desarrollo de la formulación de la **base aromática** (clavo de olor, palo santo, jengibre), el **mucílago** (goma de tragacanto, agua destilada, alcohol) y de un tercer componente el porcentaje de **nitrato de potasio**.
- *Desarrollo de la formulación de la base aromática:* considerando que el material aromático debe quemarse, fue necesario determinar las propiedades de encendido aplicando una llama y observar la velocidad de combustión del clavo de olor, palo santo y del jengibre en polvo. El porcentaje de los componentes de la base aromática se realizaron en función de la velocidad de combustión registrada.
- *Desarrollo de la formulación del mucílago:* la cantidad de aglomerante y líquido requerido para la formación del mucílago, se determinó fundamentándose en la consistencia de la mezcla útil para la elaboración de aromatizantes con palitos de bambú. Se desarrollaron formulaciones que combinaron diferentes cantidades de goma de tragacanto, agua destilada y alcohol al 70 % y con la base aromática seleccionada. La consistencia idónea se determinó en las pruebas de control del aromatizante, espesor del incienso y facilidad de encendido.
- *Nitrato de potasio:* considerado como el controlador de la combustión (Topógrafo, 2008), se manejaron diferentes cantidades que no sobrepasen el 10 % del total de la base aromática.

Elaboración del condimento en polvo a partir de jengibre deshidratado.

- *Selección del tipo de molienda y tamaño de partícula:* la selección de la molienda y tamaño se basó en los resultados obtenidos en los perfiles granulométricos, y en información bibliográfica que sugiere que sea semi-fino: pasa en su totalidad por el tamiz #44 y un 40 % por el tamiz #85 (Sharapin, 2000).
- *Desarrollo de la formulación:* las especias empleadas se basaron en una mezcla en polvo típicamente francesa empleada para adobar carne de cerdo, carnes rojas, estofados, sopas y vegetales (Neira, 2007).
- *Pruebas de aceptabilidad:* se realizaron análisis de aceptabilidad bajo encuesta, evaluándose el aroma, sabor y pungencia del condimento aplicado a carne.
- *Mezclado y envasado:* los componentes de la formulación con mayor aceptabilidad fueron mezclados utilizando un Vortex Genie 2, modelo G-560, se envasó en botellas de plástico pet.
- *Moldeo–secado:* las formulaciones desarrolladas se colocaron en tubos de ensayo de 7 cm de largo y se empleó palitos de bambú como matriz de soporte del producto. Las matrices se introdujeron en los tubos de ensayo para formar las capas de recubrimiento en el aromatizante por adherencia. Después de cada inmersión, los aromatizantes se secaron en intervalos de tiempo de 15 minutos, en una estufa de conducción, Blue M, a una temperatura de 40 °C. Las inmersiones se realizaron hasta obtener el grosor deseado de 0,25 mm.
- *Pruebas de control:* consistieron en verificar en los inciensos desarrolladas y compararlos con un comercial el tiempo y longitud del palito combustionado. El aromatizante que mostró una mejor capacidad de encendido, determinó el proceso adecuado para su elaboración.
- *Empacado:* El producto final se empacó en bolsas de plástico con capacidad para 5 unid.

Elaboración del aromatizante para quema directa a partir de jengibre deshidratado.

- *Selección del tipo de molienda y tamaño de partícula:* el tamaño de partícula utilizado fue el indicado en bibliográfica, calificado como el adecuado es el fino: pasa en su totalidad por el tamiz #85 (Sharapin, 2000).

3.4 Evaluación de la aceptabilidad de los productos a base de jengibre

Los productos desarrollados a las condiciones ideales fueron sometidos a un análisis sensorial, dirigido a un panel no entrenado que evaluó el grado de aceptabilidad. Se evaluaron los atributos color, aroma y sabor para

la infusión filtrante; sabor, aroma y textura para el condimento; aroma para el aromatizante y; se evaluó la opción de compra en los productos expuestos. Se usó la escala de 5 puntos, en las categorías “muy bueno”, “bueno”, “regular” y “malo” para color, sabor, aroma y textura; y para la opción de compra las alternativas de “sí” y “no”. Las categorías se convirtieron en puntajes numéricos, se tabularon y analizaron.

4 Resultados y discusión

4.1 Caracterización físico-química del rizoma de jengibre

Caracterización física. Los rizomas empleados, se clasificaron en tres categorías, según el peso: **A** grandes, **B** medianos y **C** pequeños, como se indica en la tabla 1.

Tabla 1. Peso promedio de los rizomas de jengibre por categoría (g)

	Peso total (g)	Peso pulpa (g)	Peso cáscara (g)
A	118,66 ± 24,49	114,18 ± 23,36	4,47 ± 1,14
B	83,93 ± 10,18	81,30 ± 9,70	2,64 ± 0,49
C	45,84 ± 1,88	44,53 ± 1,78	1,31 ± 0,11

*Promedio de 4 determinaciones por categoría

El peso de los rizomas y de su piel o cáscara estuvo en función de las categorías, como lo indica la tabla 1.

Tabla 2. Tamaño promedio de los rizomas de jengibre por categoría (cm)

	Eje mayor	Eje menor	Espesor
A	13,81 ± 0,86	7,72 ± 1,11	3,28 ± 0,36
B	11,16 ± 0,44	7,32 ± 0,76	2,96 ± 0,11
C	8,05 ± 0,23	5,38 ± 0,65	2,54 ± 0,22

La categoría **C** presentó mayor uniformidad porque las ramificaciones fueron menos pronunciadas, en comparación con la categoría **A**, que poseían ramificaciones más pronunciadas, alargadas y con mayor peso por su estructura carnosa, lo que hace a estos rizomas óptimos para la elaboración de los productos. Presentan ramificaciones tuberosas, escamosas y nudosas, encontrándose en promedio 3 ± 1 ramificaciones por rizoma.

El volumen registró un rango de 53 a 133 mL. Los resultados indican que a mayor peso del rizoma, mayor es su volumen. Las coordenadas de los parámetros para el color externo se encuentra en el cuadrante $+a$ y $-b$; y para el color interno en el cuadrante $-a$ y $+b$ de la carta cromática que revelaron la presencia de colores externos oscuros amarillentos y colores internos amarillentos brillantes con tonos claros.

Caracterización química. En la tabla 3, se observa que los componentes mayoritarios son los carbohidratos con 8,30 % y la grasa con 2,20 %. La grasa difiere de los datos presentes en la literatura que indican que aportan 0,80 %,

esta variación podría tratarse de la variedad empleada de jengibre. En Ecuador la única variedad cultivada es el jengibre hawaiano o crema (Montaldo, 1991; Washington y Ulloa, 2005).

Tabla 3. Tamaño promedio de los rizomas de jengibre por categoría

Expresión	Jengibre fresco
Humedad	86,5
Cenizas	1,18
Proteína	1,82
Grasa	2,20
Fibra	0,80
Carbohidratos Totales	8,30

4.2 Determinación de las variables de proceso para la obtención del deshidratado de jengibre

Secado de los rizomas de jengibre a diferentes temperaturas. Las temperaturas empleadas en los diferentes ensayos a 55°C, 65°C y 75°C son recomendadas por la literatura en el secado de los rizomas en estufas de aire caliente (CORPEI, 2001).

En las figuras 1 y 2, se indica la relación entre los periodos de la 1era y 2da curva en el secado de las hojuelas de jengibre a 55, 65 y 75°C.

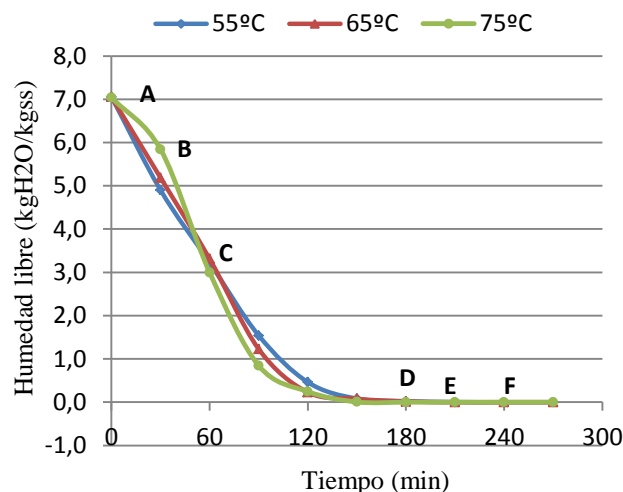


Figura 1. Cinética de secado de las hojuelas de jengibre en función de la humedad libre y el tiempo a 55°C, 65°C y 75°C

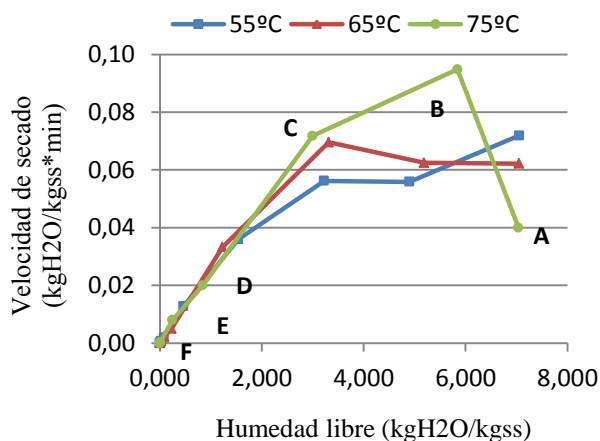


Figura 2. Cambios de la velocidad de secado en función de la humedad libre a 55°C, 65°C y 75°C

La temperatura del aire influye en la velocidad de secado, mientras mayor es la temperatura, mayor es la velocidad de secado y la evaporación del agua provoca un enfriamiento del aire. Esto explica la reacción de la humedad libre y la velocidad en cada periodo de secado (Sharapin, 2000; Fellows, 1994).

Período de inducción. El período transcurre en los primeros 30 minutos (AB). Los resultados indican que el secado a 55°C produjo una pérdida de humedad del 30.55 %, siendo mayor a la pérdida de agua alcanzada a 65 y 75°C, que corresponde al 26,46 y 17,03 %, respectivamente. La mayor cantidad de agua evaporada a 55°C, enfrió el aire y provocó la caída de la temperatura y la reducción de la velocidad de secado, como se observa en la figura 2. A 75°C, se observa que la velocidad de secado aumenta ya que la evaporación del agua no es suficiente para enfriar el aire, y a 65°C se visualiza un leve incremento de la velocidad de secado.

Período de velocidad constante. El período empieza desde los 30 a 60 minutos (BC). Según los resultados, la humedad perdida correspondiente al secado a 55, 65 y 75°C, fue de 23.73, 26,57 y 40.40 %. La mayor cantidad de agua evaporada a 75°C, provocó el enfriamiento del aire, la caída de la temperatura y velocidad de secado. Aunque el período es de velocidad constante, se observaron variaciones en la velocidad de 0.0004, 0.0071 y -0.023 kgH₂O /kgss*min, a 55, 65 y 75°C.

Las variaciones de velocidad son debido a que las distintas partes del alimento no se deshidratan a la misma velocidad, por lo que, la velocidad de deshidratación global cambia gradualmente en este periodo (Fellows, 1994).

Periodo de velocidad decreciente. En la figura 2, se puede observar que a 55, 65 y 75°C, el período empieza en la primera hora de secado, en donde el contenido de humedad sobrepasa el contenido de humedad crítica de 3.23, 3.31, 2.99 kgH₂O /kgss, respectivamente, produciéndose un aumento en la temperatura del sólido y un

descenso de la velocidad de secado debido a que no llega suficiente agua a la superficie para mantener la máxima evaporación. La velocidad de secado tiende a hacerse 0 conforme se acerca a la humedad de equilibrio (Fellows, 1994).

La humedad de equilibrio alcanzadas al minuto 240 (F), 210 (E) y 180 (D) a 55, 65 y 75°C, fue de 0.008, 0.013, 0.024 kgH₂O/kgss, con una pérdida de humedad del 45.71 %, 46.97 y 42.57, respectivamente. En este período se produjo mayor evaporación del agua, siendo menor en cada intervalo de tiempo, en donde la temperatura aumentó hasta alcanzar la temperatura del aire en el deshidratador (Fellows, 1994).

Extracción de la oleoresina del jengibre fresco y deshidratado La oleoresina es una mezcla de componentes volátiles y no volátiles que contienen los principios activos del jengibre, que pueden ser destruidos total o parcialmente a temperaturas elevadas en el proceso de secado, provocando la pérdida de sustancias volátiles (Sharapin, 2000).

Según los resultados que se indican en la figura 3, se puede observar que a 75°C se consiguió un porcentaje de extracción del 7.6 %, siendo mayor a los obtenidos a 55°C y 65°C. Los componentes volátiles pueden ser destruidos a altas temperaturas pero en el secado a 75°C se observó mayor extracción de oleoresina, posiblemente por no exponer por mucho tiempo el material al calentamiento conservándose los principios activos volátiles del rizoma.

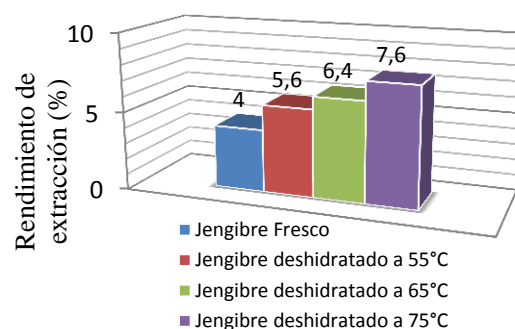


Figura 3. Porcentaje de extracción de oleoresina obtenida a partir de los rizomas frescos y deshidratados

Selección de las condiciones de secado en la obtención del jengibre deshidratado En los resultados del porcentaje de extracción, se observó mayor conservación de los principios activos en el secado a 75°C y es interesante destacar que durante los primeros 90min, se generó mayor pérdida de humedad en contraste con las temperaturas de 65°C y 55°C, siendo estas de 88 %, 83 %, y 78 %, respectivamente. Desde el punto de vista tecnológico y nutricional, los procesos térmicos que están diseñados para altas temperaturas a cortos tiempos, son importantes para evitar pérdidas nutricionales y funcionales por excesivo de calentamiento. Es posible proponer que el proceso de secado se inicie a 75°C durante la primera

hora y media, y termine a 55°C. El cambio puede permitir que el secado sea en menor tiempo y exista una menor pérdida de nutrientes y componentes funcionales.

5 Elaboración de los productos a base de jengibre deshidratado

Selección. Los rizomas con señales de marchitamiento y con colores no propios del producto representó el 15 % del peso total de material empleado.

Secado. Se realizó a 75°C por 30 minutos, temperándose a temperatura ambiente por 10 minutos, continuándose el secado por 210 minutos a 55°C, de hojuelas de jengibre colocadas en charolas de malla con un espesor de lecho de 4 cm.

Molienda-tamizado. El perfil granulométrico de las hojuelas molidas en mortero de porcelana se presenta en la figura 4.

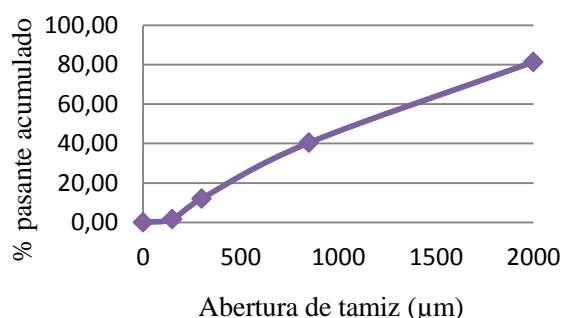


Figura 4. Perfil granulométrico de las hojuelas molidas en mortero de porcelana

El análisis granulométrico realizado en las hojuelas molidas en el mortero de porcelana, determinó que el 81,40 % del material tiene un tamaño menor a 2000 µm y el 18,60 % mayor a 2000 µm, lo que indica que la molienda da como resultado polvos gruesos a moderadamente gruesos empleados para tés medicinales (Sharapin, 2000).

El perfil granulométrico de las hojuelas de jengibre deshidratadas expuestas a molienda en el molino de cuchillas, se presenta en la figura 5.

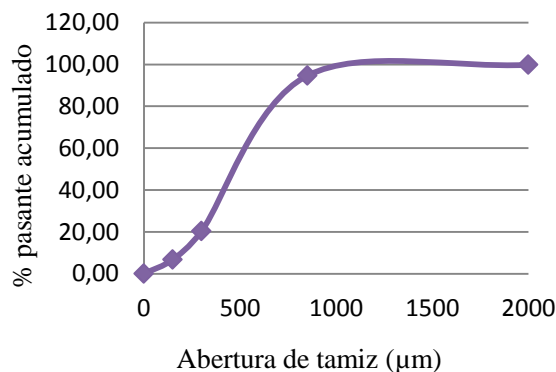


Figura 5. Perfil granulométrico de las hojuelas pulverizadas de los rizomas de jengibre deshidratados en molino de cuchillas

El análisis granulométrico efectuado en el material molido en cuchillas, determinó que el 94,65 % tiene un tamaño menor a 850 µm y el 5,35 % restante, una granulometría mayor a 850 µm, que da polvos moderadamente gruesos a finos (Sharapin, 2000).

5.1 Elaboración de la infusión filtrante

Selección del tipo de molienda y tamaño de partícula. con la molienda realizada en mortero de porcelana se obtuvo partículas gruesas a moderadamente gruesas, que fueron utilizadas en la preparación de infusiones, que fueron valoradas los sólidos en suspensión. En la tabla 4 se presentan los valores de sólidos en suspensión, en función al tamaño de partícula.

Tabla 4. Sólidos en suspensión presentes en infusiones preparadas a diferentes tamaño de partícula

# Tamiz	Tamaño de partícula (µm)	Sólidos en suspensión (g)
10	2000	0,02 ± 0,01
20	850	0,05 ± 0,02
50	300	0,10 ± 0,01
100	150	0,12 ± 0,02

Se observó que la partícula de menor tamaño (150µm) dio una infusión de color turbio y opaco debido a la mayor cantidad de sólidos suspendidos, en cambio con la partícula de mayor tamaño (2000µm) se obtuvo una infusión de tono claro por su baja cantidad de sólidos en suspensión, por esta razón, el tamaño de partícula escogido para elaborar este producto fue de 2000µm.

Formulación de la infusión filtrante. La cantidad de jengibre recomendada para mayores de 6 años es de 0,5-2 g/día de jengibre deshidratado. En el caso de este producto, se empleó como cantidad fija 1gde jengibre (100 %) y cantidad diferentes de stevia (5, 10 y 20 %), como se observa la tabla 5.

Tabla 5. Formulaciones para elaboración de la infusión filtrante

Componentes	Formulación (%)		
	F1	F2	F3
Jengibre	100	100	100
Stevia	20	10	5

Interpretación de los resultados de las pruebas de aceptabilidad las formulaciones desarrolladas : el análisis de varianza con la prueba de significancia de Tukey al 5 % indicó que los valores p correspondientes al sabor

y pungencia de la formulación 1 presentaron diferencias significativas porque sus valores fueron menores a 0.05 %, en comparación con las formulaciones 2 y 3. La mayor cantidad de stevia empleada en la formulación 1 disminuyó la pungencia del rizoma.

Llenado-sellado-empacado. Se empacaron con la formulación 1 de mayor aceptabilidad entre los panelistas. Las bolsas llevaron 1g de jengibre deshidratado y 0,2g de stevia deshidratada.

5.2 Elaboración del condimento en polvo

Selección del tipo de molienda y tamaño de partícula. se seleccionó la molienda efectuada en el molino de cuchillas, el proceso generó polvos de moderadamente gruesos a finos, encontrándose en este rango polvos semi-finos cuyos tamaños de partículas son los indicados para la elaboración del condimento. Entre los tamices empleados se seleccionó el tamiz #50 con el que se obtuvo un tamaño de partícula de 300µm, correspondiente a un polvo semi-fino, que es recomendado para esta clase de producto (Sharapin, N., 2000).

Formulación del condimento en polvo. El jengibre es el componente mayoritario debido a que es la especia de superior importancia en este proyecto. La formulación 3 dispone de menor cantidad de jengibre y mayor cantidad de nuez moscada, pimienta negra y clavo de olor, en comparación con la formulación 2, que posee el 70 % del total del condimento y que tiene menores cantidades de las especias restantes. La tabla 6 indica los porcentajes de cada una de las especias en las diferentes formulaciones.

Tabla 6. Formulaciones desarrolladas para la elaboración del condimento en polvo

Especies	Formulación (%)		
	F1	F2	F3
Jengibre	55	70	40
Nuez moscada	15	10	20
Pimienta negra	20	15	25
Clavo de olor	10	5	15

Interpretación de los resultados de las pruebas de aceptabilidad de las formulaciones desarrolladas. El análisis de varianza con la prueba significancia de Tukey al 5 % indicó que los valores p de sabor y pungencia de la formulación 2 fueron menores a 0.05 %, lo que significa que existen diferencias significativas, en comparación con las formulaciones 1 y 3.

Mezclado y envasado. Las especias fueron mezcladas según los porcentajes de la formulación 2: 70 % de jengibre en polvo, 10 % de nuez moscada en polvo, 15 % de pimienta negra en polvo y 5 % clavo de olor en polvo. El peso total de condimento en polvo que se envasó, en botellas de plástico PET, fue de 10g que representó el 100 %.

5.3 Elaboración del aromatizante para quema directa

Selección del tipo de molienda y tamaño de partícula. Se seleccionó la molienda efectuada en el molino de cuchillas, el proceso generó polvos de moderadamente gruesos a finos, encontrándose en este rango polvos finos cuyo tamaño de partícula se utiliza para la elaboración del aromatizante de quema directa. Entre los tamices empleados se eligió el tamiz #100 con el que se obtuvo un tamaño de partícula de 100µm, correspondiente a un polvo fino, recomendado para esta clase de producto (Topógrafo, 2008).

Formulación de la base aromática. Los ensayos indican que el clavo de olor demostró mayor poder de combustión al encenderse fácilmente. El palo santo también manifestó una fácil capacidad de encendido aunque esta fue menor que el clavo de olor. En cuanto a la parte aromática se observó que el jengibre tiene resistencia al encendido.

El jengibre es el único componente de la parte aromática que suministra el aroma a la mezcla, por esta razón, se propuso que el material aromático ocupara el 100 % del total de la formulación. En cuanto al material base, el clavo de olor ocupó el 50 % del total de la formulación ya que al encenderse fácilmente podría mejorar la combustión del aromático; el palo santo constituyó solamente el 10 % de la formulación porque su intenso aroma opaca el aroma de jengibre. Se manejó dos cantidades de nitrato de potasio no mayores al 10 % del peso total de la base aromática para evitar que el aromatizante se consuma rápidamente. Las formulaciones desarrolladas de observan en la tabla 4.

Tabla 7. Formulaciones desarrolladas para el aromatizante de quema directa

			F1	F2	F3
BASE AROMÁTICA	Material Combustible AROMÁTICO	Jengibre	100 %	100 %	100 %
	Material Combustible BASE	Clavo de Olor	50 %	50 %	50 %
		Madera de palo santo	10 %	10 %	10 %
Material comburente		Nitrato de potasio	6,5 %*	6,5 %*	10 %*
MUCÍLAGO	AGLOMERANTE	Goma de traga-canto	5 %	5 %	5 %
	LÍQUIDOS	Agua destila-da	–	15mL	20mL
		Alcohol 70 %	10mL	10mL	–

*para obtener la cantidad deseada de nitrato de potasio se debe sacar el 10 % y 6.5 % de la cantidad total empleada en la base aromática

Formulación del mucílago. La goma de tragacanto como aglomerante da la consistencia y forma deseada al aromatizante, el agua destilada y alcohol 70 % como líquido activa el aglomerante y lo une fuertemente (Neal, 2005). En la tabla 7 se indican las proporciones de goma de tragacanto, agua destilada y alcohol (70 %) que se emplearon para lograr una mezcla bastante fina para la elaboración de aromatizantes con una matriz de soporte.

Moldeo. En la formulación 1, el alcohol produjo un secado rápido de la mezcla produciéndose problemas en la impregnación, en la tercera impregnación se alcanzó el calibre deseado observándose en la capa de recubrimiento agrietamientos. En la formulación 2, la combinación de agua destilada y alcohol consiguió que el aglomerante se activara consiguiendo un mejor grado de impregnación con respecto precisándose 4 inmersiones. La formulación 3 presentó una mezcla demasiado fluida impidiendo la fácil impregnación de la mezcla al palito de bambú siendo necesario 7 inmersiones.

Secado. La humedad pérdida y el tiempo de secado se relaciona con el componente líquido presente en cada formulación. En la formulación 1, el alcohol al ser muy volátil se evaporó rápidamente en el aire reduciéndose el tiempo de secado a 90min, en comparación con la formulación 2 y 3, que presentaron tiempos secado de 105 y 180min, respectivamente. El agua presente en la formulación 3 provocó el aumento del tiempo de secado debido a la lenta evaporación del líquido y en la formulación 2, la combinación de alcohol y agua, se obtuvo un tiempo de secado entre la formulación 1 y 3.

Pruebas de control. El incienso comercial con una longitud de 7cm se demoró en incinerar aproximadamente 15 minutos. El aromatizante de la formulación 1, no alcanzó a completar su total incineración, apagándose a los 4 minutos. El aromatizante de la formulación 2, completó la total incineración del producto a los 14 minutos siendo un tiempo similar al comercial. En el aromatizante de la formulación 3, no se completó el proceso de incineración apagándose al minuto 2. El aromatizante de la formulación 2 presentó mayor funcionalidad al tener un tiempo de incineración similar al incienso comercial, por lo tanto, la formulación 2 se seleccionó como base para realizar el producto final.

6 Evaluación de la aceptabilidad

En la infusión filtrante el 87 % de los panelistas calificaron como "Muy bueno" el color; 60 % el aroma; 53 % el sabor y el 87 % "SI" en la opción de compra. En el condimento el polvo, el 53 % de los panelistas calificaron como "Muy bueno" el aroma; 67 % como "Bueno" la textura y sabor y; y el 93 % "SI" en la opción de compra. El aromatizante para quema directa obtuvo resultados desfavorables en la escala de "Regular", "Malo". En la opción de

compra, el 87 % de personas no comprarían el producto porque el aroma percibido no fue tan agradable.

7 Conclusiones

1. Los rizomas adquiridos presentaron pesos clasificados como A (grandes): 118.88 g, B (medianos): 83.93 g, y C (pequeños): 45.84 g.
2. En la elaboración del condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa se emplearon los rizomas de las categorías A, B y C que se encontraban en buen estado.
3. El análisis de los datos del secado y del grado de extracción de oleorresina en las muestras deshidratadas a 55 °C, 65 °C y 75 °C, establecieron que el proceso de secado adecuado para la obtención del jengibre deshidratado se consigue a dos temperaturas y en dos periodos de tiempo, a 75 °C por 90 min, enfriamiento a temperatura ambiente por 10 min, y finalmente secado a 55 °C por 150 min.
4. El bajo grado de aceptabilidad del aromatizante para quema directa calificada como "Mal" y "Regular", fue debido a que el jengibre cambia su aroma característico cuando es sometido a combustión.
5. La infusión filtrante y el condimento en polvo obtuvieron resultados favorables en las pruebas hedónicas de aceptabilidad, lo que indica que los productos podrían ser comercializados.

Referencias

- [1] Arraiza, M., 2009, "Usos industriales de las plantas aromáticas y medicinales - Tema 8, 9, 12", <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromaticas-y-medicinales/material-de-clase/>, (Diciembre, 2009).
- [2] Colorado, L., López, M., 2003, "Proyecto de producción y comercialización de Jengibre para consumo local y como alternativa de exportación en el Cantón Marcabelí en la Provincia de El Oro", Tesis previo a la obtención del título de Economista con Mención en Gestión Empresarial e Ingeniería Comercial y Empresarial, especialización: Finanzas, ESPOL, Guayaquil, Ecuador.
- [3] CORPEI, 2001, "Product Profile Ginger", <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/raices/principal.htm>, (Octubre, 2009).
- [4] Chadwick, R., Henson, S., Monseley, B., 2003, "Functional Foods", Editorial Springer, Berlín, Alemania, p. 219.
- [5] Damian, P. y Damian, K., 1997, "Aromaterapia: El olor y la psique", editorial Étolile, México, México,

- p. 221 De los Ríos, E., Enríquez, A., Prieto, E., Ruiz, S., 2008, "Estudio farmacognóstico y fitoquímico del rizoma de Zingiber officinales Roscoe "Jengibre" de la ciudad de Chanchamayo", *Revista Médica Vallejiana*, 5 (1). 50.
- [6] Fellows, P., 1994, "Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y prácticas", Editorial Acribia S.A, Zaragoza, España, pp. 21, 42, 43.
- [7] Fonnegra, G., Jiménez, S., 2007., "Plantas medicinales aprobadas en Colombia", 2da edición, Editorial Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia, pp. 150 - 152.
- [8] Kikuzaki, H., 2000, "Ginger for drug and spice purposes", en Mazza, G. y Oomah, B., "Herbs, Botanicals and Teas", Editorial CRC PRESS, Florida, United States America, pp. 75 - 99.
- [9] Montaldo, A., 1991, "Cultivo de raíces y tubérculos tropicales", 2da edición, Editorial IICA, San José, Costa Rica, pp. 373 - 375.
- [10] Netzer, C., 2008, "El gran libro de las curas milagrosas", 6ta edición, editorial EDAF, S.L, Madrid, España, p. 239.
- [11] Sharapin, N., 2000, "Industrialización de plantas aromáticas", en Pinzón, R., "Fundamentos de Tecnología de Productos Fitoterapéuticos", 1era edición, editorial Andrés Bello, Santa fe de Bogotá, Colombia.
- [12] SICA, 2001, "Jengibre (Zingiber officinale L.: Ginger Root)", http://www.sica.gov.ec/gronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20IICA/productos/jenjib_mag.pdf, (Octubre, 2009).
- [13] Topógrafo., 2008, "Como fabricar incienso", <http://www.scribd.com/doc/9997481/Como-Fabricar-Incienso>, (Marzo, 2010).
- [14] Washington, J., Ulloa, P., 2005, "Proyecto de extracción de aceite esencial de Jengibre como alternativa de exportación", Tesis para la obtención del título Economista con Mención en Gestión Empresarial e Ingeniería Comercial y Empresarial, especialización: Finanzas, ESPOL, Guayaquil, Ecuador.
- [15] Vanaclocha, B., 2003, "Fitoterapia", 4ta edición, editorial ELSEVIER, Barcelona, España, p. 310.