# DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD, RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL ACEITE ESENCIAL DE JENGIBRE (*Zingiber officinale* Roscoe), POR EL EFECTO DEL TIEMPO DE SECADO Y EXTRACCIÓN, MEDIANTE EL MÉTODO DE ARRASTRE DE VAPOR DE AGUA

## Determination of moisture, yield and physicochemical characteristics of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) essential oil, by the effect of drying and extraction time, using the water vapor entrainment method

Jhannet Condori Clares[1], Delia Georgina Burgoa Fernandez[2]*, Gladys J. Chipana Mendoza[3]

**RESUMEN**

El jengibre es uno de los remedios naturales más difundidos en el mundo y con más propiedades y aplicaciones medicinales para diferentes patologías. En Bolivia, es una de las plantas medicinales se produce en las tierras bajas, actualmente, es muy reconocido mundialmente por sus excelentes cualidades anticancerígenas y antivirales. El objetivo de la investigación es determinar de la humedad, rendimiento y características fisicoquímicas del aceite esencial de jengibre, por el efecto del tiempo de secado y extracción, mediante el método de arrastre de vapor de agua. Para determinar, el porcentaje de humedad rizoma y el tiempo óptimo de la extracción del aceite esencial en el jengibre, el diseño fue conducido bajo un diseño completamente al azar, donde se evaluó el porcentaje de humedad a partir de tres tiempos de secado, determinación del rendimiento de aceite esencial de jengibre a partir de tres tiempos en la extracción y se determinó las características fisicoquímico de aceite esencial (densidad relativa, índice de refracción, índice de acidez y solubilidad en etanol). En los resultados obtenidos el porcentaje de humedad del jengibre de MS, en los tres tiempos de secado en promedio que se dio los valores de: TA H: 12,21(72 h) %, TBH: 12,01% (82 h) y TCH: 11.85 % (120 h). El mejor rendimiento del aceite esencial de jengibre se obtuvo con el tratamiento TAC (0,48 %/150 g MS de jengibre), con una humedad de 11,80 %, durante 5 horas, aplicando el método de extracción por arrastre de vapor agua. Debido a los resultados obtenidos en las pruebas fisicoquímicos realizados en el aceite esencial de jengibre, se encuentran dentro de las Normas Bolivianas NB 75022, como: densidad relativa e índice de refracción, miscibilidad en etanol e índice de acidez, esto indica que el producto obtenido es de buena calidad y natural.

**Palabras clave:** *Zingiber officinale* Roscoe, aceite esencial, método de arrastre de vapor de agua, humedad.

**ABSTRACT**

Ginger is one of the most widespread natural remedies in the world and with more properties and medicinal applications for different pathologies. In Bolivia, it is one of the medicinal plants produced in the lowlands, currently, it is very recognized worldwide for its excellent anticancer and antiviral qualities. The objective of the research is to determine the humidity, yield and physicochemical characteristics of the essential oil of ginger, by the effect of drying and extraction time, using the method of water vapor entrainment. To determine the percentage of rhizome moisture and the optimum extraction time of the essential oil in ginger, the design was conducted under a completely randomized design, where the percentage of moisture was evaluated from three drying times, determination of the yield of ginger essential oil from three extraction times and the physicochemical characteristics of essential oil (relative density, refractive index, acidity index and solubility in ethanol) were determined. In the results obtained the moisture percentage of MS ginger, in the three drying times on average gave the values of: TA H: 12.21(72 h) %, TBH: 12.01% (82 h) and TCH: 11.85 % (120 h). The best yield of ginger essential oil was obtained with the TAC treatment (0.48 %/150 g DM of ginger), with a humidity of 11.80 %, for 5 h, applying the water vapor entrainment extraction method. Due to the results obtained in the physicochemical tests carried out on the essential oil of ginger, which are within the Bolivian Standards NB 75022, such as: relative density and refractive index, miscibility in ethanol and acidity index, this indicates that the product obtained is of good quality and natural.

**Keywords:** *Zingiber officinale* Roscoe, essential oil, water vapor entrainment method, humidity.

**Artículo original**

**DOI:** https://doi.org/10.53287/qatj8584se28p

Recibido: 14/04/2025 Aceptado: 20/06/2025

[1] Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Católica Boliviana San Pablo, Bolivia.

[2] *Autor de coorespondencia: Docente Investigadora, Instituto de Investigación en Producción, Transformación y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. georginaburgoa7@gmail.com

[3] Docente Investigadora, Instituto de Investigación en Producción, Transformación y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. https://orcid.org/0000-0001-8014-0385. gjchipana@faumsa.edu.bo

## INTRODUCCIÓN

El jengibre (*Zingiber Officinale* Roscoe) es uno de los remedios naturales más difundidos en el mundo y con más propiedades y aplicaciones medicinales para diferentes patologías (Romero, 2020). Por otra parte, los aceites esenciales son compuestos líquidos, volátiles y de agradable aroma, situados en una o más partes del vegetal, extraídos de las plantas mediante procesos de arrastre con vapor o extracción por solvente, su estructura está formada por moléculas aromáticas y partículas energéticas (Ruiz, 2017); asimismo, han llegado a tener gran importancia, debido a las aplicaciones que se le da en la industria farmacéutica, cosmética y de alimentos (Flores, 2017).

Iruoghene et al. (2024), señala que los potenciales antibacterianos de *Zingiber officinale* Roscoe tiene acciones antibacterianas significativas tiene inhibición superior a 200 mg / ml de los organismos de prueba *Porphyromonas gingivalis*, *Proteus mirabilis*, *Streptococcus pyogenes*, *Salmonella*, *Mycobacterium* y *Enterobacterium*. El análisis fitoquímico revela que el jengibre contiene antraquinonas, alcaloides, esteroides, glucósidos cardíacos, flavonoides y terpernoides. El jengibre tiene un rico perfil fitoquímico y versatilidad terapéutica, los compuestos bioactivos de la planta, como los gingeroles, shogaoles, zingerona y paradoles, contribuyen significativamente a sus propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y digestivas, ofreciendo un remedio natural para diversas afecciones de salud; los potentes efectos antiinflamatorios están bien documentados, atribuidos principalmente a sus componentes activos, que modulan eficazmente las vías inflamatorias y alivian el dolor y el malestar (Gupta et al., 2025).

El aceite esencial de jengibre es obtenido tradicionalmente por destilación con arrastre de vapor o extracción soxhlet (Vásquez et al., 2001). Estos procesos no son costosos, pero pueden inducir transformaciones de algunos componentes del aceite (degradación térmica y oxidativa); por otra parte, los extractos obtenidos con solventes orgánicos contienen residuos que contaminan los alimentos y las fragancias en los que se empleen" (Reyes et al., 2020). Investigaciones muestran que algunos aceites poseen actividades antibacteriana, antifúngica y antiviral (Mesa et al., 2009) y antioxidante (Kordali et al., 2009).

En Bolivia, el jengibre es una de las plantas medicinales se produce en las tierras bajas, actualmente, es muy reconocido mundialmente por sus excelentes cualidades anticancerígenas y antivirales. No se cuenta con investigaciones sobre el rendimiento de aceite esencial del jengibre, como tampoco se conoce el efecto que tendría, la humedad y las características fisicoquímicas en el proceso de extracción del aceite esencial de jengibre.

El objetivo de la investigación es determinar de la humedad, rendimiento y características fisicoquímicas del aceite esencial de jengibre, por el efecto del tiempo de secado y extracción, mediante el método de arrastre de vapor de agua.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el laboratorio de bromatología de la carrera Ingeniería Agroindustrial de la Unidad Académica Campesina de Batallas perteneciente a la Universidad Católica Boliviana "San Pablo", ubicado en el municipio de Batallas, departamento de La Paz; se encuentra a una distancia de 58 km, sobre la carretera asfaltada La Paz-Copacabana, a una altitud de 3860 m s.n.m.

## Metodología

*Diseño estadístico*

En el presente trabajo de investigación, se aplicó el diseño completamente al azar. Este diseño es eficiente y se origina por la asignación aleatoria de los tratamientos a un conjunto de unidades experimentales previamente determinado (Badii et al., 2007). Para determinar, el porcentaje de humedad rizoma y el tiempo óptimo de la extracción del aceite esencial en el jengibre, el diseño fue conducido bajo un diseño completamente al azar teniendo un total de 3 tratamientos y 9 unidades experimentales (3 repeticiones), cuyo modelo estadístico se muestra a continuación:

$$Yi = \mu+\alpha i +Єij$$
$$i = 1,2 \ldots\ldots t$$
$$j = 1,2,\ldots\ldots r$$

Dónde: Yi = variable de respuesta (rendimiento); μ = media general del experimento; αi = efecto de la i-ésimo tratamiento (tiempo).

Se realizó un análisis de varianza (ANVA) para evaluar las diferencias en los resultados de cada uno de los parámetros de humedad y tiempo de extracción del aceite esencial de jengibre.

*Evaluación del porcentaje de humedad del jengibre a partir de tres tiempos de secado*

Se determinó la humedad según IBNORCA, NB 074 (2000) cereales – método para determinar el contenido de humedad.

*Preparación de la materia prima*

*Limpieza*, se eliminó las raíces y la tierra adherida con mucho cuidado de no dañar el rizoma.

*Lavado*, lavado del jengibre en un flujo continuo de agua potable a temperatura ambiente, una vez lavado se puso en un lugar ventilado para eliminar el exceso de humedad, por un tiempo de dos horas.

*Rallado*, fue realizado con una ralladora de acero inoxidable, con un diámetro de 0,5 cm, altura de 3 cm, que tiene una forma de tiras, este paso es para tener mayor superficie en contacto y obtener mayor porcentaje de aceite esencial extraído.

*Secado*, se eliminó la cantidad de agua, que existe en la materia prima.

*Muestreo*

El muestreo se lo realizó de acuerdo con las normas de muestreo NB 052 y NB 110.

*Procedimiento para la determinación del porcentaje de humedad*

El procedimiento fue el siguiente:

a) Se calienta el pesafiltro o recipientes adecuados y su tapa a 130 ± 3 °C durante 30 minutos, enfriar en el desecador y pesar.
b) En el pesafiltro, se pesó de 5 a 10 g de muestra y puesto destapado dentro la estufa con la tapa del mismo.

c) Disponer la temperatura de estufa a 130 ± 3 °C, manteniéndola a dicha temperatura durante 2 h (1,5 h para harinas).
d) Antes de sacar el pesafiltro o recipiente adecuado de la estufa, taparlo y transferirlo al desecador y pesar tan pronto, como este haya alcanzado la temperatura ambiente.

*Expresión de resultados*

El contenido de humedad en la muestra se expresa en porcentaje y se obtiene de acuerdo a la formula siguiente:

$$H\ (\%) = \frac{G_2 - G_3}{G_2 - G_1} \cdot 100$$

Dónde: H (%) = porcentaje de humedad (en masa); $G_1$= peso del pesafiltro o recipiente adecuado vacío y con su tapa (g); $G_2$ = peso del pesafiltro o recipiente adecuado y tapa con la muestra sin secar (g); $G_3$ = peso del pesafiltro o recipiente adecuado y tapa, con la muestra seca (g).

La determinación del efecto de los tiempos de secado sobre la humedad, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Determinación el efecto de los tiempos de secado sobre la humedad.

| Número de pruebas | Humedad (%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Tratamiento (% humedad) | Repetición 1 (temperatura) | Repetición 2 (temperatura) | Repetición 3 (temperatura) |
| 1 | T-1(72 horas) | T1R1 | T1R2 | T1R3 |
| 2 | T-2 (84 horas) | T2R1 | T2R2 | T2R3 |
| 3 | T-3 (120 horas) | T3R1 | T3R2 | T3R3 |

Las variables independientes son los tiempos: T1 (72 h), T2 (84 h), T3 (120 h).
La variable dependiente es el porcentaje de humedad.

*Determinación del rendimiento de aceite esencial de jengibre a partir de tres tiempos en la extracción*

*Preparación de la muestra*, obtenida la materia prima en seco, la muestra con peso de 150 gramos y humedad promedio 12,04 %, se añade al segundo balón, lista para iniciar la operación.

*Proceso de extracción (arrastre de vapor)*, se coloca el balón 1 (Figura 1) que contiene el disolvente de 1.000 ml de agua destilada sobre una fuente de calentamiento. El balón cuenta una salida de un tubo de desprendimiento conectada al segundo balón que contiene la materia prima de 150 g (materia seca), el segundo balón cuenta con dos orificios, en una se encuentra el termómetro (para controlar la temperatura) y en la otra, la salida al refrigerante o condensador, como se muestra en la Figura 1, el equipo completo en operación. El condensador tiene la función de separar en dos sustancias inmiscibles (aceite esencial e hidrolato), por su estructura del equipo; por que funciona con agua en contracorriente (la entrada agua fría está situado al final del condensador y la salida de agua caliente es en la parte de la cabeza del condensador). Una vez transcurrida el proceso de extracción por un tiempo de 5 horas, el equipo se apaga por completo y se deja enfriar hasta llegar a una temperatura ambiente. Al final del proceso se deja en reposo al producto de dos sustancian que están en emulsión, durante 24 horas (Figura 2).

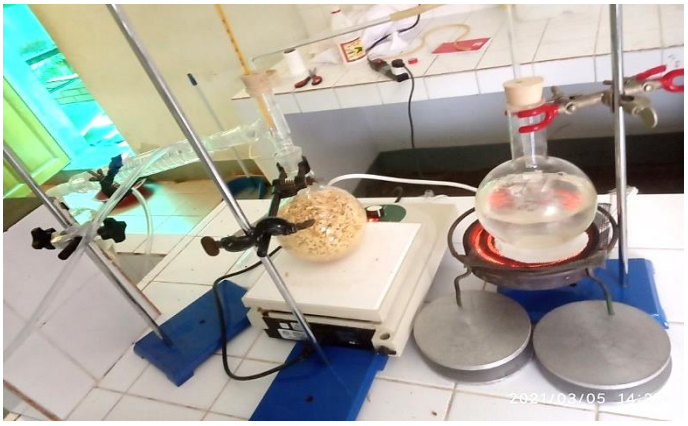

Figura 1. Equipo de destilación de arrastre con vapor de agua (proceso de extracción del aceite esencial de jengibre).

*Purificación del aceite esencial*, para separar el aceite esencial se recibe el producto en un embudo de separación. Después de las 24 horas, se realiza la división de dos productos llamados el aceite esencial natural con un 90 % de pureza y el otro llamado hidrolato. Para tener un aceite esencial de jengibre más puro se añade un secante, con el fin de que este absorba el agua que queda encapsulada en medio del aceite esencial, se utiliza 0,002 gramos aproximado de sulfato de sodio, para purificar el aceite esencial (Figura 2).

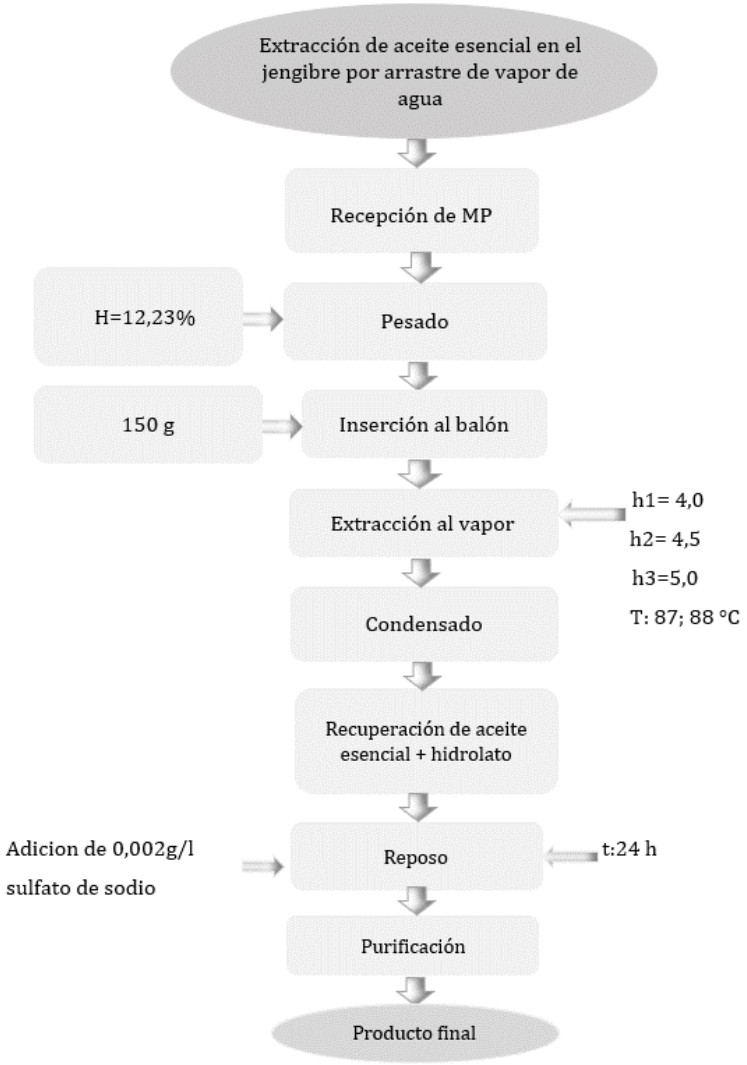


Figura 2. Diagrama de flujo de extracción de aceite esencial de jengibre mediante el método de arrastre vapor de agua.

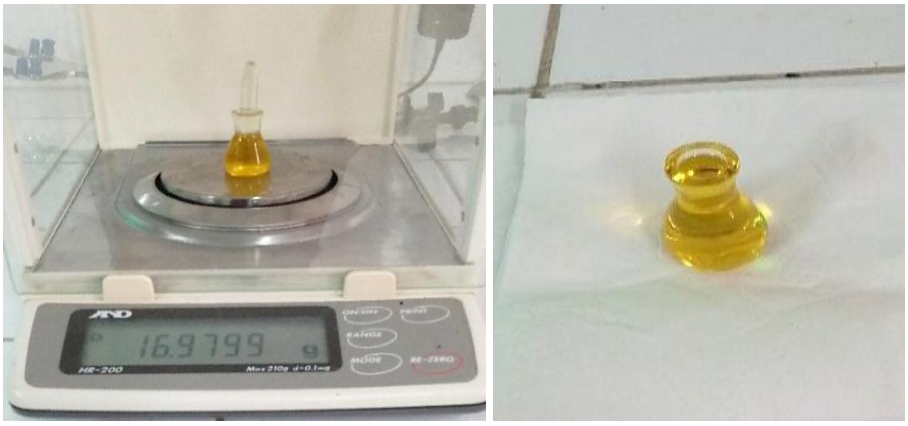


Figura 3. Aceite esencial de jengibre.

*Cálculo del rendimiento del aceite esencial*, el rendimiento del aceite esencial fue calculado dividiendo la cantidad de aceite obtenido de la muestra vegetal entre el peso de masa seca de la misma muestra, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$R_{aceite} = \frac{Extracto\ (g)}{Materia\ vegetal\ (g)} \cdot 100\%$$

La distribución de las unidades experimentales del rendimiento de a partir de tres tiempos se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Distribución de unidades experimentales del rendimiento de a partir de tres tiempos.

| N° | Rendimiento del aceite esencial de jengibre | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Tratamiento (tiempo) | Repetición (hora) 1 | Repetición (hora) 2 | Repetición (hora) 3 |
| 1 | T-1(4,0 h) | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
| 2 | T-2 (4,5 h) | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
| 3 | T-3 (5,0 h) | 4,0 | 4,5 | 5,0 |

La variable independiente es el tiempo de extracción: Tiempo 1 (4,0 h), Tiempo 2 (4.5 h), Tiempo 3 (5,0 h).
La variable independiente es el rendimiento de aceite esencial (%).

*Determinación de las características fisicoquímico de aceite esencial (densidad relativa, índice de refracción, índice de acidez y solubilidad en etanol)*

*Densidad relativa*, la densidad relativa se analizó, según IBNORCA, NB 75005, 2005 de aceites esenciales – determinación de la densidad relativa a 20 °C. método de referencia. El laboratorio recibió la muestra representativa que no tuvo deterioro o modificación durante el transporte y almacenamiento, bajo la norma NB 75002 aceites esenciales – muestreo – toma de muestra. Los reactivos utilizados fueron agua destilada, recientemente hervida y enfriada a 20 °C.

*Preparación de la muestra de ensayo*, a) se limpia con cuidado el picnómetro y después se enjuaga sucesivamente con etanol y acetona a continuación se lo seca el interior con una corriente de agua seca. Si fuera necesario, se seca el exterior con un paño de papel filtro cuando se alcance la temperatura de equilibrio entre la caja de la balanza y el picnómetro se pesa el picnómetro con su tapón, si lo tuviera con precisión de 1 mg; b) Pesado del agua destilada, **s**e llena el picnómetro con agua destilada. Se sumerge el picnómetro en el baño de agua. Una vez transcurrido 30 min se ajusta el agua al enrase, si fuera necesario. Se pone el tapón al picnómetro, si lo tuvieras, se seca el exterior al igual que antes con un paño seco o papel filtro. Cuando se alcanza la temperatura de equilibrio entre la caja de la balanza y el picnómetro, se pesa este último con tapón si lo tuviera, con precisión de 1 mg; c) Pesado del aceite esencial, se vacía el picnómetro, a continuación, se limpia y se seca según lo

especificado en el aparato. Se procede como se especifica en el aparato, reemplazando el agua por la muestra de ensayo y preparada de acuerdo con el aparato. La densidad relativa es dada por la siguiente expresión.

$$\frac{m_2 - m_o}{m_1 - m_o}$$

Dónde: $m_o$ **=** es la masa (g) del recipiente del picnómetro vacío determinada en el aparato; $m_1$ **=** es la masa (g) del picnómetro lleno de agua determinada de acuerdo con el aparato; $m_2$ **=** es la masa (g) del picnómetro lleno del aceite esencial, determinado de acuerdo con el aparato.

*Determinación del índice de refracción*, la determinación del índice de refracción se analizó, según IBNORCA, NB 75007 (2005) de aceites esenciales – determinación del índice de refracción. Se preparó la muestra de ensayo conforme a la norma NB75003 y se llevó a la temperatura a la cual se realizan las mediciones. El procedimiento fue el siguiente: a) regulación del refractómetro, se regula el refractómetro midiendo los índices de refracción de los productos patrón descrito en el acápite, se verifica que el refractómetro se mantenga a la temperatura a la cual deben efectuarse las mediciones. La variación de la temperatura no superó los ± 0,2 °C de la temperatura de referencia durante el ensayo. La temperatura de referencia es de 20 °C excepto para los aceites esenciales que no presentan un estado líquido a esa temperatura. En este caso deben utilizarse de 20 a 30 °C dependiendo de los puntos de fusión indicados en norma respectiva del aceite esencial considerado, b) el cálculo y expresión de los resultados, fue mediante la siguiente ecuación.

$$nDt = nDt' + 0{,}0004(t' - t)$$

Dónde: $n_D^t$ = es el valor de la lectura, obtenida a la temperatura de trabajo $t'$, a la cual se ha efectuado la determinación.

*Determinación de la miscibilidad en etanol*, la determinación de la miscibilidad en etanol se realizó según IBNORCA, NB 75004 (2005) de aceites esenciales – determinación de la miscibilidad en etanol. El procedimiento fue el siguiente: a) Introducción en la probeta, 1 ml de aceite esencial, midiendo con pipeta, se puso la probeta y su contenido en el dispositivo manteniendo a una temperatura 20 ± 0,2 °C, b) miscibilidad, añadir desde una bureta etanol de determinada concentración anteriormente llevado a una temperatura de 20 ± 0,2 °C, por una fracción de 0,1 ml hasta completa miscibilidad, agitando enérgicamente después de cada adición. Cuando la mezcla está perfectamente límpida, registra el volumen de la mescla hidroalcoholica usada. Se continuó la adición de etanol por fracciones de 0,5 ml hasta un total de 20 volúmenes, sin olvidarse de agitar después de cada adición. Si se produce enturbiamiento u opalescencia antes de la adición completa, anotar el volumen que provoco el dicho enturbiamiento u opalescencia y dado el caso, el volumen con el cual la misma desaparece, c) si no es posible conseguir una solución límpida, pero si una solución opalescente en el momento de solubilizar a 20 volúmenes, comparar esta opalescencia con la de la solución patrón.

*Determinación del índice de acidez*, se realizó según: IBNORCA, NB 75006 (2005) de aceites esenciales – determinación del índice de acidez. El procedimiento es el siguiente, a) pesado con una precisión de 0,5 mg, 2 g de nuestra de ensayo; b) determinación, **s**e introduce la muestra de ensayo en el matraz. Se agregan 5 ml de etanol neutralizado y no más de 5 gotas del indicador de fenolftaleína o de rojo fenol, según el caso. Se neutraliza el líquido con solución de hidróxido de potasio contenida en bureta. Se continúa agregando la solución hasta que se consiga un cambio de color que persista durante 30 s, se toma nota del volumen (V) de hidróxido de potasio utilizado. El índice de acidez viene dado por la siguiente expresión.

$$IA = \text{V. c}\,\frac{56.11}{m}$$

Dónde: $V$ = volumen en mililitros de hidróxido de potasio utilizado en la neutralización; $c$ = concentración exacta, en moles por litro, de la solución de hidróxido de potasio; $m$ = masa en gramos de porción de ensayo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Determinación del porcentaje de humedad del jengibre para la extracción del aceite esencial a partir de tres tiempos de secado.

En el análisis de varianza para el porcentaje de la humedad de jengibre (Tabla 3) se observan que no existen diferencia significativa entre tratamientos (TAH: 12.21 %, TBH: 12.20 % y TCH: 11.97 %) respecto al valor de referencia ($p>0,05$) nos indica que los tiempos de secado son similares entre tratamientos. El tratamiento TCH: 11.97 % es el mejor, porque tiene un menor porcentaje de humedad frente al tratamiento TAH y TBH.

Según Vásquez et al., (2001) el mejor resultado en el secado de la materia prima (jengibre) se obtuvo mediante el secado natural bajo cobertizo, por cuanto la temperatura no sobrepasa los 30 °C y existe una menor pérdida de los componentes volátiles. El tiempo total de secado estuvo comprendido entre 1 y 2 semanas y la humedad final de la materia prima oscilo entre 12 y 13 %.

Tabla 3. Prueba de ANVA del porcentaje de humedad del jengibre para la extracción del aceite esencial a partir de tres tiempos de secado.

| Fuentes de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo | 0.10 | 2 | 0.05 | 0.37 | 0.7084 |
| Tratamiento | 0.10 | 2 | 0.05 | 0.37 | 0.7084 |
| Error | 0.82 | 6 | 0.14 | | |
| Total | 0.92 | 8 | | | |

C.V.= 3,07%

### Determinación del rendimiento de aceite esencial de jengibre a partir de tres tiempos de extracción

Según el análisis de varianza (Tabla 4), para el rendimiento de aceite esencial de jengibre, se observa que si existe diferencial significativa respecto al valor de referencia ($p<0,005$), esto indica que existe diferencias significativas entre los tratamientos promedios (TAR: 0,12 %, TBR: 0,31 % y TCR: 0,48 %), al respecto a los tiempos. En los resultados obtenidos se observa en los tiempos de extracción si influye al rendimiento del aceite esencial. El mejor tratamiento obtenido sobre el rendimiento de aceite esencial de jengibre es el tratamiento TCR con un resultado de 0,49 %/150 g de MS de jengibre durante un tiempo de 5 horas y con una humedad en promedio de 11,80 %.

Según Vásquez et al. (2001) el rendimiento de aceite esencial de jengibre fue de 0,8 % en masa, usando la técnica de extracción por arrastre de vapor, por un tiempo de 18 horas de extracción, con una densidad promedio de 37,6 g/cm$^3$ y una masa media de 200 g de la materia prima. Según Cevallos (2012), el rendimiento del aceite esencial de jengibre, utilizando el método de hidrodestilación, fue de 1,06 % base seca por un tiempo de 5 horas, lo cual es muy buen rendimiento si se compara con otros métodos. Por cada kilogramo de jengibre, peso húmedo, se obtuvieron 4 ml de aceite esencial crudo de jengibre.

Tabla 4. Prueba de ANVA sobre el rendimiento de aceite esencial de jengibre a partir de tres tiempos de extracción.

| Fuentes de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo | 0.20 | 2 | 0.10 | 63.40 | 0.0001 |
| Tratamiento | 0.20 | 2 | 0.10 | 63.40 | 0.0001 |
| Error | 0.01 | 6 | 1. 6E-03 | | |
| Total | 0.21 | 8 | | | |

C.V.= 12.85%

**Análisis de las características fisicoquímico del aceite esencial de jengibre**

*Densidad relativa de aceite esencial de jengibre*

La Tabla 5 muestra la densidad relativa del aceite esencial de jengibre, de acuerdo a los valores permitidos según la norma NB 75022, requisitos de parámetros fisicoquímicos del aceite esencial de molle de Bolivia, el valor encontrado de la densidad relativa, se encuentra dentro la norma por lo tanto se cumple con el requisito.

Tabla 5. Densidad relativa del aceite esencial de jengibre del mejor tratamiento.

| Parámetro | Valores obtenidos | Promedio | Unidad | Valores permitidos (según NB 75022) | | Método de ensayo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Densidad relativa a 20 °C | 0,823<br>0,841<br>0,878 | 0,847 | g/ml | máximo<br>0,817 | mínimo<br>0,846 | NB 75005 |

*Índice de refracción del aceite esencial de jengibre*

Los resultados obtenidos del índice de refracción del aceite esencial de jengibre de TCR se muestra en la Tabla 6. De acuerdo a los valores permitidos según la norma NB 75022, requisitos de parámetros fisicoquímicos del aceite esencial de molle de Bolivia, el valor encontrado del índice de refracción es de 1,461, este se encuentra dentro la norma por lo tanto se cumple con el requisito.

Tabla 6. Índice de refracción del aceite esencial de jengibre del mejor tratamiento.

| Parámetro | Valores obtenidos | Promedio | Valores permitidos (según NB 75022) | | Método de ensayo |
|---|---|---|---|---|---|
| Índice de refracción a 20 °C | 1,470<br>1,456<br>1,458 | 1,461 | máximo<br>1,472 | mínimo<br>1,476 | NB 75007 |

*Miscibilidad en etanol del aceite esencial de jengibre*

Los resultados obtenidos de miscibilidad en etanol del aceite esencial de jengibre de TCR se muestra en la Tabla 7. Según los resultados obtenidos el aceite es totalmente solubles en etanol al 95 % con 0,1 volúmenes. De acuerdo a los valores permitidos según la norma NB 75022, requisitos de parámetros fisicoquímicos del aceite esencial de molle de Bolivia, el valor encontrado de miscibilidad en etanol, que se encuentra dentro la norma por lo tanto se cumple con el requisito.

Tabla 7. Miscibilidad en etanol del aceite esencial de jengibre del mejor tratamiento.

| Parámetro | Unidad | Resultado | Valores permitidos (según NB 75022) | | Método de ensayo |
|---|---|---|---|---|---|
| Solubilidad en etanol al 50 % | Volumen | Opalescencia, separación de las fases | máximo<br>--------- | mínimo<br>---------- | NB 75004 |
| Solubilidad en etanol al 75 % | Volumen | Solubilidad completa al 20 ml de solución | --------- | ---------- | NB 75004 |
| Solubilidad en etanol al 95 % | Volumen | Solubilidad completa al 0,1 ml de solución | 0,1 volúmenes | 0,2 volúmenes | NB 75004 |

*Índice de acidez del aceite esencial de jengibre*

El valor encontrado del parámetro del índice de acidez en promedio es de 1,963 mg KOH (Tabla 8) está dentro de los parámetros establecidos y se cumple con los valores requerido.

Tabla 8. Índice de acidez del aceite esencial de jengibre obtenido del mejor tratamiento.

| Parámetro | Volumen gastado de solución KOH (ml) | Valores obtenidos (mg) | Promedio | Valores permitidos | | Método de ensayo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Índice de acidez | 0,6 | 1,683 | 1,963 | máximo | mínimo | NB 75006 |
| | 0,7 | 1,963 | mg KOH | 1,958 | 2,938 | |
| | 0,8 | 2,244 | | | | |

## CONCLUSIONES

En los resultados obtenidos el porcentaje de humedad del jengibre de MS, en los tres tiempos de secado en promedio que se dio los valores de: TA H: 12,21(72 h) %, TBH: 12,01% (82 h) y TCH: 11.85 % (120 h), existen diferencias significativas en los tres tratamientos sobre los tiempos de secado bajo techo. El mejor rendimiento del aceite esencial de jengibre se obtuvo con el tratamiento TAC (0,48 %/150 g MS de jengibre), con una humedad de 11,80 %, durante 5 horas, aplicando el método de extracción por arrastre de vapor agua. En el cual existen diferencias significatvas entre los tiempos de extracción. Debido a los resultados obtenidos en las pruebas fisicoquímicos realizados en el aceite esencial de jengibre, se encuentran dentro de las Normas Bolivianas NB 75022, como: densidad relativa (0,847 g/ml),e índice de refracción (1,461), miscibilidad en etanol (solubilidad completa con 0,1 ml de solución al 95 % de solubilidad en etanol) e índice de acidez (0,60 mg KOH), esto indica que el producto obtenido es de buena calidad y natural.

## BIBLIOGRAFÍA


Badii, M.H, J. Castillo, M. Rodríguez, A. Wong & P. Villalpando. (2007). Diseños experimentales e investigación científica (Experimental designs and scientific research). UANL, 287. http://eprints.uanl.mx/12482/1/A5.pdf

Cevallos, M. K. (2012). Obtención de aceite esencial crudo de gengibre (Zingiber oficinale) mediante los métodos de soxhlet y arrastre de vapor. Universidad de las Américas. Ecuador. Tesis. https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/726

Flores, R. J. (2017). Modelado matemático de la extracción de aceite esencial de eucalipto "Eucalyptus Globulus s.p." por destilación con vapor de agua. Universidad Nacional del Altiplano. Tesis posgrado. https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/8345/Rene_Justo_Quispe_Flores.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gupta, J., Sharma, B., Sorout, R., Gopal, R., Ittishree, & Chandra, M. (2025). Ginger (*Zingiber officinale*) in traditional Chinese medicine: A comprehensive review of its anti-inflammatory properties and clinical applications. Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine (14):100561. https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2024.100561

Iruoghene, G., Ogheneoruese, F., Ngukuran, A., Okeoghene, G., Efeoghene, A., Avuokerie, H., Ugbune, U., Evi, E., Lucky, O., Ebosereme, A., Othuke, P., Elizabeth, A., Ahamefula, K. & Oghenewogaga, J. (2024). Evaluation of the physicochemical, phytochemical and anti-bacterial potential of *Zingiber officinale* (ginger). Food Chemistry Advances (4):100625. https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100625

IBNORCA. (2000). Cereales -Método para determinar el contenido de humedad, NORMA BOLIVIANA 074. LA PAZ: IBNORCA.

IBNORCA, NB 75004. (2005). Determinación de la misibilidad en etanol. LA PAZ: IBNORCA.

IBNORCA, NB 75005. (2005). Determinación de la densidad relativa a 20 °C método de referencia. LA PAZ: NB 75005.

IBNORCA, NB 75006. (2005). Determinación del índice de acidez. IBNORCA.

IBNORCA, NB 75007. (2005). Determinación de índice de refracción. La Paz: IBNORCA.

Kordali Mesa, C. T., Yaíma, S., Oriela, P., Eber, N., & Iglesia, A. (2009). Estudio químico y microbiológico del aceite esencial de *Piper auritum* Kunth (Caisimón de Anís). Actividad in vitro anticandida y anti-aspergillus de aceites esenciales. https://www.researchgate.net/publication/262653131_Estudio_quimico_y_microbiologico_del_aceite_esencial_de_Piper_auritum_Kunth_Caisimon_de_Anis

Reyes, G., Vargas, J., Hernandez, Cruz, N., & Lopez, J. (2020). Poblaciones de Pinus radiata D. Don difieren en la tolerancia a bajas temperaturas y en la tasa de crecimiento. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente 26(3):470-484. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-40182020000300469&script=sci_arttext&tlng=es

Ruiz, B. F. (2017). Obtención de aceite esencial e hidrolato de hierbabuena (*Mentha spicata*) mediante el proceso de destilación por arrastre con vapor. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Tesis Licenciatura. https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13582/EG-1911-Antezana%20Ruiz%2c%20Bryant%20Fabian.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vásquez, O., Alva, A. & Marreros, J. (2001). Extracción y caracterización del aceite esencial de jengibre (*Zingiber officinale*). Amazónica de Investigación Alimentaria 1(1):1-45. https://enlinea.unapiquitos.edu.pe/pregrado/facultades/alimentarias/descargas/vol1/6.pdf