



# Estabilidad oxidativa y capacidad antioxidante del aceite esencial de *Tropaeolum majus* extraído por energía ultrasónica

Oxidative stability and antioxidant capacity of the of *Tropaeolum majus* essential oil extracted by ultrasound energy ultrasonic

📧Párraga, Nancy<sup>1</sup>; 📧De La Cruz, Erika A.<sup>1</sup>; 📧Manyari, Mavel<sup>2</sup>; Moran, Mayumi<sup>1</sup> y Mayta, Franz A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Aplicadas,  
Universidad Nacional del Centro del Perú,  
Ciudad Universitaria, Huancayo, Perú.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Salud,  
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma,  
Tarma, Junín, Perú.

## Resumen

Se buscó determinar el índice de estabilidad oxidativa y la capacidad antioxidante del aceite esencial de *Tropaeolum majus* extraído con energía ultrasónica. Para ello se recolectaron tallos de mastuerzo del distrito de Huasahuasi, Provincia de Tarma, se almacenaron y trasladaron a la Universidad Nacional del Centro del Perú. Las muestras fueron secadas al ambiente (8% de humedad) y sometidas a molienda. Para realizar la extracción del aceite esencial, los tallos secos se sumergieron en agua en proporciones de 1:10 y 1:20 por espacio de una hora, hasta alcanzar humedades de 80%. Se sometieron al ultrasonido utilizando frecuencias de 70%, 80% y 90% por un tiempo de 10, 15 y 20 min. Obteniéndose un mayor rendimiento ( $0.3983 \pm 0.0135\%$ ), índice de acidez ( $1.82 \pm 0.20\%$ ) y capacidad antioxidante ( $122.34 \pm 0.16$  mg Trolox/g de muestra); mediante la relación tallos:agua (1:20), una frecuencia de 90% y 20 minutos de extracción. En índice de refracción ( $1.53 \pm 0.06$ ) a una relación tallos:agua (1:20), 80% de frecuencia y 20 minutos de extracción. En densidad óptica ( $0.880 \pm 0.04$  g/ml) con una relación de tallos:hoja (1:20), 90% de frecuencia y 15 minutos de extracción. Finalmente, un índice de estabilidad oxidativa que permite obtener una vida útil de 2.17 años a 18°C de almacenamiento.

*Palabras clave:* mastuerzo, ultrasonido, prueba de oxidación, sonicación.

## Abstract

The aim was to determine the oxidative stability index and the antioxidant capacity of *Tropaeolum majus* essential oil extracted with ultrasonic energy. For this purpose, mastuerzo stems were collected from the district of Huasahuasi, Tarma Province, stored and transported to the Universidad Nacional del Centro del Perú. The samples were dried at room temperature (8% humidity) and subjected to grinding. To extract the essential oil, the dried stems were immersed in water in proportions of 1:10 and 1:20 for 1 hour, until reaching a humidity of 80%. They were subjected to ultrasound using frequencies of 70, 80 and 90% for 10, 15 and 20 min. A higher yield ( $0.3983 \pm 0.0135\%$ ), acidity index ( $1.82 \pm 0.20\%$ ) and antioxidant capacity ( $122.34 \pm 0.16$  mg Trolox/g of sample) were obtained by means of the ratio stems:water (1:20), a frequency of 90% and 20 minutes of extraction. In refractive index ( $1.53 \pm 0.06$ ) at a stems:water ratio (1:20), 80% frequency and 20 minutes of extraction. In optical density ( $0.880 \pm 0.04$  g/ml) at a stems:leaf ratio (1:20), 90% frequency and 15 minutes of extraction. Finally, an oxidative stability index that allows to obtain a shelf life of 2.17 years at 18°C storage.

*Keywords:* mast reinforcement, ultrasound, oxidation test, sonication.

**Cómo referenciar:**

Párraga, N.; De La Cruz, E. A.; Manyari, M.; Moran, M. y Mayta, F. A. (2022). Estabilidad oxidativa y capacidad antioxidante del aceite esencial de *Tropaeolum majus* extraído por energía ultrasónica. *Prospectiva Universitaria Ciencias Agrarias*, 03(01), 18–25.

## 1 Introducción

El *Tropaeolum majus* L. es una planta nativa estacionaria proveniente de la Cordillera de los Andes de América del Sur (Arellano et al., 2015). En Perú conocida como “mastuerzo”, Colombia y Brasil conocida como “chaguinha”, “capuchinha” y “nastúrcio”. Es una planta rústica en cuanto a exigencias en clima y suelo, hierba rastrera y trepadora con hojas alternadas de color verde, con flores de color amarillo, anaranjado y rojo, axilares en forma de campana, zigomorfa, hermafrodita cíclico y grande (Aguilar-Villanueva et al., 2017).

Utilizado convencionalmente en repostería, salsas, jaleas, jarabes, licores aromatizados, vinagres, miel, aceites, ensalada de sabor picante por la presencia de presencia glucosinolatos (Optar y Grado, 2019), también, en infusiones por su poder antiinflamatorio, contra la hipertensión arterial, para la infección del tracto genitourinario, antimicrobiano por la presencia de isotiocianato de bencilo, cicatrizante, antibiótico, expectorante para aliviar las afecciones del pecho y antiascorbútico.

Asimismo, posee ácido ascórbico, flavonoides y antioxidantes; gracias al  $\beta$ -caroteno, g-caroteno,  $\epsilon$ -caroteno, licopeno y en mayor proporción en las hojas como la luteína (Juscamaita et al., 2017). La extracción y separación de estos compuestos bioactivos a partir de la matriz vegetal se hace complicado debido a su sensibilidad a diversos parámetros de proceso como la temperatura, así como la coextracción de otros componentes indeseables (Torres-Valenzuela et al., 2020) se ha aplicado diferentes métodos convencionales como la extracción soxhlet, La maceración y la hidro-destilación teniendo una serie de inconvenientes debido a los tiempos prolongados de extracción y grandes cantidades de solvente usados, los que se pueden optimizar aplicando las extracciones asistidas por ultrasonido mejorando su rendimiento en mucho menos tiempo (Aydar et al., 2017).

El aceite esencial extraído pueden cuantificarse independientemente de sus parámetros físicos tales como la densidad e índice de refracción y parámetros fisicoquímicos en índice de yodo e índice de peróxido; por lo que es importante poder medir el grado de descarboxilación, si el producto final está en forma de aceite y no será calentado más por el consumidor, ya que, posee gran reactividad

que la hace proclive a saturarse y por ende produce reacciones de oxidación e isomerización afectando su aporte nutricional del aceite esencial de *Tropaeolum majus* L., por lo que se debe de estudiar la estabilidad del aceite esencial de *Tropaeolum majus* L. aplicando diferentes condiciones de inhibición oxidativa en las que se pueden modificar los parámetros de temperatura, tiempo, frecuencia y luz (Amancha, 2021; Montero-Recalde et al., 2017).

Al respecto se vienen realizando investigaciones tales como de (Arellano et al., 2015) quienes investigaron el contenido de flavonoides, capacidad antioxidante, taninos y fenoles totales de flores de mastuerzo de color amarillo, rojo y anaranjado; Orbegoso (2016) estudió el poder antimicrobiano del mastuerzo sobre el *Staphylococcus aureus*; Deza (2019) evaluó la composición del aceite esencial extraído de muestras de albahaca y mastuerzo; Cervantes et al. (2019) estudiaron la actividad antimicrobiana del aceite esencial del mastuerzo sobre *Staphylococcus epidermidis*; y Amancha (2021) determinó el contenido de caroteno en la flor de mastuerzo de color anaranjado.

Por ello, la investigación tiene como objetivo determinar índice de estabilidad oxidativa y capacidad antioxidante del aceite esencial de *Tropaeolum majus* L. extraído por energía ultrasónica.

## 2 Materiales y Métodos

El *Tropaeolum majus* provenientes del distrito de Huasahuasi, provincia de Tarma. Ubicado a 2751 msnm, con 11°15'40" de latitud y 75°34'51" de longitud, temperaturas promedio de 12.1 a 18.2°C y comprendida por 3 regiones: Yunga, Quechua y Suni (Municipalidad provincial de Tarma, 2018).

Se recolectaron 10 kg planta de *Tropaeolum majus* recogidos en sacos tipo malla a fin de evitar el apilamiento y reducción de oxígeno el cual acelera su deterioro, En horario de 6:30 a.m. a 9:00 a.m.; tiempo en el que la planta presenta menor transpiración.

Se separaron y seleccionaron los tallos para luego lavar y desinfectarlas por inmersión en agua con solución de hipoclorito de sodio al 0.1% durante 2 minutos y secadas al ambiente hasta alcanzar una humedad del 8% (Arellano et al., 2015).

## 2.1 Acondicionamiento de la materia prima para la extracción

Para la extracción del aceite esencial a partir del *Tropaeolum majus* los tallos secos fueron sometidas a una molienda y facilitar el grado de extracción en ella. Se sumergieron en agua destilada a dos proporciones de tallo: agua (1:10 y 1:20) durante 1 hora para alcanzar humedades de 70, 80 y 90% (método 931.04 de la AOAC, 2016). Fueron escurridas y empacadas en bolsas de polietileno para su almacenamiento a -18°C hasta su extracción.

## 2.2 Extracción del aceite esencial por energía ultrasónica

Las muestras se descongelaron a temperatura ambiente. La extracción fue fundamentada en la metodología planteada por Barrazueta et al. (2015) con adaptaciones en los tiempos de exposición de 10, 15 y 20 minutos con proporciones de solvente de 70, 80 y 90%.

Con ello, romper las células vegetales, permitiendo que el solvente entre en el interior de la célula, donde se arrastrara los compuestos intracelulares como terpenos, flavonoides, etc. El equipo de ultrasonido usado fue del modelo UP100H y en ella se maneja la amplitud entre 50 a 100 W. Luego los extractos se llevaron a centrifugación a fin de separar la torta y el sobrenadante (aceite esencial) de *Tropaeolum majus*, la que finalmente se llevó a un rotavapor a fin de separar los solventes del aceite esencial de *Tropaeolum majus*. El aceite esencial se almacenó en frascos oscuros para luego proceder a su caracterización.

## 2.3 Rendimiento

El rendimiento se obtuvo mediante la ecuación referida por Nolzco et al. (2020).

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso de aceite esencial}}{\text{Peso de hojas}} \times 100 \quad (1)$$

## 2.4 Índice de refracción

El índice de refracción fue determinado de acuerdo a la NTP-ISO 280 (2011). Con el refractómetro ABBE, modelo: AR12, el cual fue regulado con agua destilada ajustando a un índice de refracción de 1,333 a 20°C. Se colocaron 2 gotas de muestra a la misma temperatura en el prisma de refracción y se efectuó la lectura.

## 2.5 Índice de acidez

El índice de acidez fue determinado de acuerdo a la NTP 319.085 (1974) revisada el 2016. Se depositaron 1 g de muestra, 5 mL de etanol y 5 gotas de fenolftaleína en un dispositivo de saponificación. La mezcla fue neutralizada con hidróxido de potasio al 0.1N hasta la viración con persistencia por algunos segundos. Los valores fueron calculados mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de acidez} = \frac{5.61 \times V}{P} \quad (2)$$

Donde: V es volumen, en mililitros de hidróxido de potasio, P es peso en gramos de la muestra.

## 2.6 Densidad óptica

La densidad óptica fue determinada con el refractómetro ABBE, modelo: AR12. Se colocó 1 gota de muestra a 20°C en el prisma de refracción y se efectuó la lectura.

## 2.7 Estabilidad oxidativa del aceite esencial

El índice de estabilidad oxidativa del aceite del *Tropaeolum majus* se realizó en el OXITEST (ERMES ENABLED, 230V), mediante el procedimiento estándar internacional AOCS Cd 12c-16 (2017).

Se tomaron 10 g de aceite esencial y fueron sometidas a alto estrés oxidativo con temperaturas de 80, 90 y 100°C a sobrepresión de oxígeno puro de 6 bar para la obtención del tiempo de inducción (IP). El valor IP se calcula automáticamente a partir de la curva de oxidación mediante un método gráfico (dos métodos tangentes) usando el programa OXISoft incluido en el instrumento.

## 2.8 Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante fue determinada mediante el método DPPH desarrollado por Re et al. (1999). Mediante el espectrofotómetro ÚNICO a una absorbancia de 734 nm

Obtenido los resultados, se procesaron con el apoyo del software SPSS v-20, empleando estadísticos de carácter descriptivo e inferencial para dar respuesta a los objetivos trazados.

## 3 Resultados

### 3.1 Rendimiento del aceite esencial

**Tabla 1**

*Rendimiento del aceite esencial de Tropaeolum majus*

Frecuencia	Tiempo	Rendimiento	D.E.
Relación 01:10			
70	10	0.0290 <sup>e</sup>	±0.0085
	15	0.0560 <sup>e</sup>	±0.0053
	20	0.0767 <sup>d</sup>	±0.0064
80	10	0.0750 <sup>d</sup>	±0.0125
	15	0.0807 <sup>d</sup>	±0.0174
	20	0.0927 <sup>d</sup>	±0.0042
90	10	0.0990 <sup>d</sup>	±0.0068
	15	0.1230 <sup>d</sup>	±0.0125
	20	0.1790 <sup>c</sup>	±0.0142
Relación 01:20			
70	10	0.2017 <sup>c</sup>	±0.0190
	15	0.2413 <sup>b</sup>	±0.0301
	20	0.2850 <sup>b</sup>	±0.0110
80	10	0.2980 <sup>b</sup>	±0.0056
	15	0.3177 <sup>b</sup>	±0.0085
	20	0.3313 <sup>a</sup>	±0.0140
90	10	0.3753 <sup>a</sup>	±0.0090
	15	0.3920 <sup>a</sup>	±0.0096
	20	0.3983 <sup>a</sup>	±0.0135

*Nota.* Relación entre tallos:agua. Valores con diferentes letras dentro de cada columna denotan significancia en la prueba Tukey, valores promedio de tres repeticiones, ± desviación estándar, frecuencia en %, tiempo en minutos, rendimiento en %.

En la tabla 1 se presenta la variación del rendimiento del aceite esencial del *Tropaeolum majus* a razón de la relación de extracción tallos:agua, diferentes frecuencias y tiempos de extracción.. Se evidencia que existen diferencias significativas entre las muestras con la formación de 5 grupos. Asimismo, se obtiene un mayor rendimiento de aceite esencial (0.3983%±0.0135) mediante la relación tallos:agua (1:20), una frecuencia de 90% y 20 minutos de extracción.

### 3.2 Caracterización fisicoquímica del aceite esencial

Para la obtención del aceite esencial de *Tropaeolum majus*, se utilizó diferentes tratamientos interaccionando la temperatura de secado, la relación (tallos:agua), la frecuencia del ultrasonido y el tiempo de extracción. Las variables dependientes fueron el rendimiento de aceite esencial extraído, índice de refracción, acidez y densidad óptica, evidenciada en la tabla 2. Se observa que existe diferencia significativa para los tres parámetros evaluados, obteniendo 3 grupos para el índice de refracción y ma-

yor valor de 1.53 ±0.06 a una relación tallos:agua de 1:20 con 80% de frecuencia y un tiempo de extracción de 20 minutos. En caso del índice de acidez se conformaron 4 grupos y un valor mayor de 1.82% ±0.20 a una relación tallos:agua de 1:20 con 90% de frecuencia y un tiempo de extracción de 20 minutos. Para la densidad óptica se formaron tres grupos. Siendo 0.880±0.04 g/ml la mayor densidad óptica obtenida con una relación de tallos:agua de 1:20, 90% de frecuencia y 15 minutos de extracción.

**Tabla 2**

*Caracterización Fisicoquímica del Aceite Esencial de Tropaeolum majus*

Frecuencia	Tiempo	Índice de refracción	D.E.	Índice Acidez	D.E.	Densidad óptica	D.E.
Relación 01:10							
70	10	1.22 <sup>c</sup>	±0.01	1.70 <sup>b</sup>	±0.07	0.660 <sup>c</sup>	±0.24
	15	1.13 <sup>c</sup>	±0.02	1.68 <sup>c</sup>	±0.24	0.680 <sup>c</sup>	±0.18
	20	1.28 <sup>c</sup>	±0.06	1.67 <sup>c</sup>	±0.13	0.690 <sup>c</sup>	±0.09
80	10	1.39 <sup>b</sup>	±0.14	1.46 <sup>d</sup>	±0.19	0.710 <sup>c</sup>	±0.11
	15	1.38 <sup>b</sup>	±0.04	1.47 <sup>d</sup>	±0.11	0.723 <sup>c</sup>	±0.10
	20	1.39 <sup>b</sup>	±0.11	1.51 <sup>d</sup>	±0.04	0.725 <sup>c</sup>	±0.04
90	10	1.39 <sup>b</sup>	±0.19	1.51 <sup>d</sup>	±0.27	0.750 <sup>b</sup>	±0.08
	15	1.40 <sup>b</sup>	±0.08	1.48 <sup>d</sup>	±0.10	0.740 <sup>b</sup>	±0.17
	20	1.41 <sup>b</sup>	±0.21	1.52 <sup>d</sup>	±0.08	0.760 <sup>b</sup>	±0.25
Relación 01:20							
70	10	1.40 <sup>b</sup>	±0.16	1.46 <sup>d</sup>	±0.18	0.780 <sup>b</sup>	±0.28
	15	1.42 <sup>b</sup>	±0.04	1.51 <sup>d</sup>	±0.22	0.790 <sup>b</sup>	±0.14
	20	1.41 <sup>b</sup>	±0.07	1.62 <sup>c</sup>	±0.07	0.810 <sup>a</sup>	±0.13
80	10	1.50 <sup>a</sup>	±0.26	1.62 <sup>c</sup>	±0.24	0.823 <sup>a</sup>	±0.17
	15	1.51 <sup>a</sup>	±0.19	1.60 <sup>c</sup>	±0.17	0.845 <sup>a</sup>	±0.13
	20	1.53 <sup>a</sup>	±0.06	1.70 <sup>b</sup>	±0.12	0.850 <sup>a</sup>	±0.02
90	10	1.48 <sup>a</sup>	±0.25	1.81 <sup>a</sup>	±0.04	0.860 <sup>a</sup>	±0.15
	15	1.47 <sup>a</sup>	±0.03	1.80 <sup>a</sup>	±0.14	0.880 <sup>a</sup>	±0.04
	20	1.43 <sup>b</sup>	±0.22	1.82 <sup>a</sup>	±0.20	0.850 <sup>a</sup>	±0.09

*Nota.* Relación entre tallos:agua. Valores con diferentes letras dentro de cada columna denotan significancia en la prueba Tukey, valores promedio de tres repeticiones, ± desviación estándar, frecuencia en %, tiempo en minutos, rendimiento en %.

### 3.3 Capacidad antioxidante del aceite esencial

En la tabla 3 se evidencia la capacidad antioxidante del aceite esencial de *Tropaeolum majus* en distintas relaciones tallos:agua, frecuencias y tiempos de extracción. Se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos con la formación de seis grupos. Obteniendo mayor capacidad antioxidante a una relación tallos:agua (1:20), con 90% de frecuencia y 20 minutos de exposición; fue de 122.34±0.16 mg Trolox/g de muestra.

**Tabla 3***Capacidad antioxidante del aceite esencial de Tropaeolum majus*

Frecuencia	Tiempo	Capacidad antioxidante	D.E.
Relación 01:10			
70	10	98.78 <sup>f</sup>	±0.34
	15	99.53 <sup>f</sup>	±0.12
	20	99.63 <sup>f</sup>	±0.09
80	10	99.89 <sup>f</sup>	±0.31
	15	88.90 <sup>g</sup>	±0.24
	20	87.78 <sup>g</sup>	±0.22
90	10	100.45 <sup>e</sup>	±0.36
	15	103.56 <sup>e</sup>	±0.28
	20	106.54 <sup>d</sup>	±0.37
Relación 01:20			
70	10	106.78 <sup>d</sup>	±0.11
	15	110.56 <sup>c</sup>	±0.40
	20	108.56 <sup>c</sup>	±0.51
80	10	100.67 <sup>d</sup>	±0.14
	15	105.67 <sup>d</sup>	±0.35
	20	107.45 <sup>c</sup>	±0.20
90	10	115.56 <sup>b</sup>	±0.33
	15	120.23 <sup>a</sup>	±0.26
	20	122.34 <sup>a</sup>	±0.16

*Nota.* Relación entre tallos:agua. Valores con diferentes letras dentro de cada columna denotan significancia en la prueba Tukey, valores promedio de tres repeticiones, ± desviación estándar, frecuencia en %, tiempo en minutos, rendimiento en %.

### 3.4 Determinación del índice de estabilidad oxidativa del aceite esencial

Las muestras de aceite esencial extraídos de tallos secos que presentó mejores características fue de la relación tallos:agua (1:20), con frecuencia de 90% y 20 minutos de extracción, debido que se obtiene mayor rendimiento de 0,3983 ±0.0135%, con índice de acidez de 1.82 ±0.20% y capacidad antioxidante de 122.34±0.16 mg Trolox/g de muestra. De modo que, fue sometida a condiciones de estrés oxidativo, los resultados se expresan en la tabla 4.

Con los valores obtenidos en el IP, se llevaron los resultados a Ln y se procedió a graficar una regresión lineal a fin de obtener la ecuación que permita estimar el tiempo de vida útil del aceite esencial, siendo la siguiente:

$$Y = -0.0673x + 11.064 \quad (3)$$

Con esta fórmula, se calculó el tiempo de vida útil del producto a una temperatura de 18°C (valor de x) por ser la temperatura promedio anual de la provincia de Tarma-Región Junín, obteniendo 2 años y 17 meses de vida útil.

**Tabla 4***Valores del periodo de inducción IP a diferentes temperaturas de oxidación*

Temperatura de Oxidación	IP	D.E.	Vida Útil
100	85.62	±0.11	
90	117.81	±0.15	
80	329.07	±0.08	
20			1,90
18			2,17

*Nota.* Relación entre tallos:agua. Valores con diferentes letras dentro de cada columna denotan significancia en la prueba Tukey, valores promedio de tres repeticiones, ± desviación estándar, frecuencia en %, tiempo en minutos, rendimiento en %, periodo de inducción IP en horas, vida util en años.

## 4 Discusiones

### 4.1 Rendimiento del aceite esencial

El aceite esencial de los tallos de Tropaeolum majus se halla en todas las formaciones de parenquimáticas (Dolejal et al., 2004). De ello, se obtuvo un rendimiento máximo de 0,92% ±0.13, mediante el tratamiento de 90°C a una relación de 1:20 (tallos:agua) frecuencia de 90% por 20 minutos de sonicación. Al comparar con la extracción de aceite esencial de hojas de eucalipto por microondas; se obtiene 0.55% ±0.031 (Nolazco et al., 2020). En caso del pericarpio de la naranja se consigue mediante hidrodestilación 0.42% ±0.003 y con hidrodestilación asistida por microondas 0.51% ±0.002 (León et al., 2015). En hojas de muña 0.19% por el método de arrastre de vapor (Cano et al., 2006). En H. luteyngii con el método de hidrodestilación se obtiene de 0.071% (Torres et al., 2018). También por hidrodestilación pero en hojas frescas de L. nerifolius se consiguió 0.087%. Todas las muestras evidencian menor rendimiento a diferencia que la extraída en la investigación. Ello podría estar justificado por la naturaleza de las materias primas, método de extracción, condiciones del ambiente en el que se desarrolla la planta y el periodo en el que se recolectaron las muestras (Saeb & Gholamrezaee, 2012).

### 4.2 Caracterización fisicoquímica del aceite esencial

De lo resultados reportados en la tabla 2, para el índice de refracción se halla en un rango de 1.13 ±0.02 a 1.53 ±0.06 lo cual representa la presencia de compuestos oxigenados aromáticos (García, 2010), valores seme-



jantes a lo presentado en el aceite esencial de muña con 1.4727 (Cano et al., 2006), en el *Origanum vulgare* con 1.4774 (Albado et al., 2001), en el *Citrus sinensis* L. por hidrodestilación se obtuvo 1,4701 y por hidrodestilación asistida por microondas 1,4710 (León et al., 2015), en eucalipto 1.4595  $\pm$ 0.003, mandarina 1.469  $\pm$ 0.001 y limón 1.471  $\pm$ 0.002 (Argote-Vega et al., 2017), en *Bejaria resinosa* 1.4265 (Matulevich & Gil, 2014), en el *Minthostachys mollis* 1.4774  $\pm$ 0.02 (Torrenegra et al., 2016).

Si bien este valor es específico para cada tipo de aceite esencial, su importancia prevalece en la variación de este a consecuencia de combinaciones o diluciones con otras sustancias, evidenciando así la adulteración del producto (Granados et al., 2012).

Con respecto al índice de acidez se presentaron valores de 1.46%  $\pm$ 0.19 a 1.82%  $\pm$ 0.20, siendo inferiores a lo obtenido en el eucalipto 5.32%  $\pm$ 0.02, mandarina 8.08%  $\pm$ 0.074 y limón 7.77%  $\pm$ 0.096 (Argote-Vega et al., 2017), *Schinus molle* L. 1.958% – 2.938% (Plaza y Ricalde, 2015) y cilantro 4.29% (Condori y Palomino, 2022).

Este parámetro de calidad refiere la cantidad de ácidos libres y si el valor es alto facilitaría el enrriamiento. En la densidad óptica se alcanzó valores de 0.66 g/ml  $\pm$ 0.24 a 0.88 $\pm$ 0.04 g/ml, siendo menores al *Origanum vulgare* 0.9234 g/ml (Albado et al., 2001), *Citrus sinensis* extraído por hidrodestilación fue de 0.8423 g/mL  $\pm$ 0.0001 e hidrodestilación asistida por microondas 0.8448 g/mL  $\pm$ 0.0003 (León et al., 2015), eucalipto 0,920 g/cm<sup>3</sup>  $\pm$ 0,003, mandarina y limón 0,860 g/cm<sup>3</sup>  $\pm$ 0,001, *Minthostachys mollis* 0,90 $\pm$ 0,05g/mL, albahaca 1,0332g/mL (Murillo et al., 2004), *Schinus molle* L. 0.872 g/cm<sup>3</sup> a 0.931 g/cm<sup>3</sup> (Plaza & Ricalde, 2015), muña 0.9189 g/ml (Cano et al., 2008), estaría justificado estas diferencias por la naturaleza de la materia prima.

### 4.3 Capacidad antioxidante del aceite esencial

En la capacidad antioxidante se obtuvo valores de 87.78  $\pm$ 0.22 a 122.34  $\pm$ 0.16 en mg Trolox/g de muestra, siendo inferiores a lo reportado en el *P. amboinicus* 240.3 y 327.5  $\mu$ g/mL, en *Piper aduncum* L. fue de 1.839  $\mu$ g trolox/mg (Ingaroca et al., 2019), en la manzanilla extraída por diferentes métodos se obtuvo de 13.81 a 23.62  $\mu$ mol de trolox/ml de aceite (Melo-Guerrero et al., 2020) y en *P. amboinicus* fue de 918.53  $\pm$ 0,12  $\mu$ mol trolox/100

g de muestra.

Las diferencias podrían ser explicadas por la concentración de antioxidantes en las muestras y estas difieren de alimento a alimento. Asimismo, por la composición en el contenido de carotenos, polifenoles que reflejan el poder reductor del alimento (Condori & Palomino, 2022).

### 4.4 Estabilidad oxidativa del aceite esencial

La estabilidad oxidativa del aceite esencial de *Tropaeolum majus* ofrece una resistencia a la oxidación considerable, puesto que permite obtener un tiempo de vida útil de 1.90 años a 20°C. Al comparar con el aceite esencial de sacha inchi que fue de 3,29 años a 20°C con el método de Rancimat (Rodríguez et al., 2015), este producto tiene mayor tiempo de vida útil lo cual podría estar justificado a la diferencia de la composición por la naturaleza de las materias primas.

Sin embargo, semejante al aceite esencial de morete con 14.45 meses a 21°C (Rivera et al., 2022). Finalmente, superior al aceite esencial de girasol (1.68 años) y sésamo (0.50 años).

## 5 Conclusiones

El aceite esencial de *Tropaeolum majus* extraído por energía ultrasónica presenta un rendimiento mayor de 0.398  $\pm$ 0.0135% al ser tratadas los tallos:agua en una relación de 1:20, a una frecuencia de 90% y un tiempo de extracción de 20 minutos, del mismo modo, en índice de acidez con 1.82%  $\pm$ 0.20 y capacidad antioxidante con 122.34 $\pm$ 0.16 mg Trolox/g de muestra para el mismo tratamiento.

En índice de refracción el valor mayor fue de 1.53  $\pm$ 0.06 a una relación tallos:agua de 1:20 con 80% de frecuencia y un tiempo de extracción de 20 minutos.

Para densidad óptica con 0.880  $\pm$ 0.04 g/ml la relación de tallos:hoja de 1:20, 90% de frecuencia y 15 minutos de extracción permitió obtener el mayor valor.

Así, el aceite esencial de *Tropaeolum majus* evidencia calidad óptima para su uso en la obtención de productos alimentarios y no alimentarios con un tiempo de vida útil de 2,17 años a 18°C de almacenamiento, gracias a su excelente estabilidad oxidativa.

## Referencias

- Aguilar-Villanueva, D. A., Avalos-Murga, S. P., Rojas-Plasencia, P., Marquillo-Bartra, I., & Ayala-Ravelo, M. S. (2017). Effect of the Ethanol Extract of *Tropaeolum Majus* (Cress) upon *Trichophyton Mentagrophites*-Induced Mycosis in *Rattus Norvegicus*. *Acta Médica Peruana*, 34(3), 196-202. Consultado el 17 de enero de 2024, desde [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1728-59172017000300006&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1728-59172017000300006&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- Albado, E., Saez, G., & Ataucusi, S. (2001). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial del *Origanum vulgare* (orégano). *Revista Médica Herediana*, 12(1), 16-16. <https://doi.org/10.20453/rmh.v12i1.660>
- Amancha, A. G. (2021, enero). *Optimización del proceso de extracción de carotenoides obtenidos a partir de la flor de mastuerzo (Tropaeolum majus L)* [bachelor Thesis]. Universidad Técnica de Ambato. Consultado el 22 de enero de 2024, desde <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/32083>  
Accepted: 2021-02-05T21:14:52Z.
- Arellano, K., Herrera, J., Quispe, M., Espinoza, C., Veliz, N., & Orihuela, W. (2015). Evaluación de Los Compuestos Fenólicos y Capacidad Antioxidante de Tres Colores de Pétalos de Mastuerzo (*Tropaeolum Majus L.*) *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81(4), 319-327. Consultado el 17 de enero de 2024, desde [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1810-634X2015000400004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1810-634X2015000400004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Aydar, A. Y., Bağdatlıoğlu, N., & Köseoğlu, O. (2017). Effect of ultrasound on olive oil extraction and optimization of ultrasound-assisted extraction of extra virgin olive oil by response surface methodology (RSM). *Grasas y Aceites*, 68(2), e189-e189. <https://doi.org/10.3989/gya.1057162>
- Cano, C., Bonilla, P., Roque, M., & Ruiz, J. (2006). Actividad antimicrobica in vitro y elucidación estructural del aceite esencial de las hojas de *Mintostachys mollis* "Muña". *Ciencia e Investigación*, 9(1), 27-31. <https://doi.org/10.15381/ci.v9i1.5075>
- Condori, M., & Palomino, G. (2022). Rendimiento y caracterización fisicoquímica del aceite esencial de cilantro extraído por arrastre de vapor en un equipo modular. *Technological Innovations Journal*, 1(1), 41-53. <https://doi.org/10.35622/j.ti.2022.01.003>
- Deza, M. A. (2019). *Efecto Fotoprotector Solar in Vitro Del Aceite Esencial de Ocimum Basilicum L. (Albahaca) y Tropaeolum Majus L. (Mastuerzo)* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Trujillo]. Consultado el 22 de enero de 2024, desde [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIT\\_95d1bf9f1e2c3816e279da7c2b813915](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIT_95d1bf9f1e2c3816e279da7c2b813915)
- Dolejal, G., Palermo, M., & Silva, S. (2004). Análise morfo-anatómica de *Tropaeolum majus L.* (Tropaeolaceae). *Iheringia, Série Botânica.*, 59(2), 173-178. Consultado el 17 de enero de 2024, desde <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/215>
- Granados, C. G., Yañes, X. Y., & Santafé, G. G. S. (2012). Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial foliar de *Calycolpus moritzianus* y *Mintostachys mollis* de Norte de Santander. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 10(1), 12-23. Consultado el 22 de enero de 2024, desde <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90326398005>
- Ingaroca, S., Castro, A., & Ramos, N. (2019). COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ENSAYOS DE ACTIVIDAD ANTI-OXIDANTE Y DEL EFECTO FUNGISTÁTICO SOBRE *Candida albicans* DEL ACEITE ESENCIAL DE *Piper aduncum L.* "MATICO". *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 85(2), 268-279. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v85i2.83>
- Juscamaíta, L., Pérez, T., Espinoza, C., Quispe, M., Hinostroza, G., Flores, O., & Manyari, G. (2017). Evaluation of Stability of Carotenoids and Antioxidant Activity of Nasturtium Flowers (*Tropaeolum Majus L.*) in Spray-Drying Microencapsulation. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(3), 282-293. Consultado el 17 de enero de 2024, desde [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1810-634X2017000300004&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1810-634X2017000300004&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- León, G., Osorio, M., & Martínez, S. (2015). Comparación de Dos Métodos de Extracción Del Aceite Esencial de *Citrus Sinensis L.* *Revista Cubana de Farmacia*, 49(4), 0-0. Consultado el 17 de enero de 2024, desde

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0034-75152015000400014&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-75152015000400014&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

- Matulevich, J., & Gil, E. (2014). Composición Química del Aceite Esencial de Hojas de *Bejaria resinosa* (Ericaceae). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 10(2), 204-209. <https://doi.org/10.18359/rfcb.331>
- Montero-Recalde, M., Revelo, J., Avilés-Esquivel, D., Valle, E., & Guevara-Freire, D. (2017). Efecto Antimicrobiano Del Aceite Esencial de Canela (*Cinnamomum Zeylanicum*) Sobre Cepas de Salmonella. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(4), 987-993. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13890>
- Nolazco, D., Villanueva-Quejía, E., Hatta, B., & Tellez, L. (2020). Extracción y Caracterización Química Del Aceite Esencial de Eucalipto Obtenido Por Microondas y Ultrasonido. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(3), 274-284. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.661>
- Plaza, M., & Ricalde, M. (2015). Establecer parámetros de control de calidad físico-químicos del aceite esencial del *Schinus molle* l. obtenido por arrastre de vapor. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, 11(12), 693-696. Consultado el 17 de enero de 2024, desde [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2225-87872015000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2225-87872015000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Rivera, M., Ramos, M., Silva, M., Briceño, J., & Álvarez, M. (2022). Efecto de la temperatura previa a la extracción en el rendimiento y perfil de ácidos grasos del aceite de Morete (*Mauritia flexuosa* L. f.) *La Granja*, 35(1), 98-111. <https://doi.org/10.17163/lgr.n35.2022.08>
- Rodríguez, G., Villanueva, E., Glorio, P., & Baquerizo, M. (2015). Estabilidad oxidativa y estimación de la vida útil del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) *Scientia Agropecuaria*, 6(3), 155-163. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.02>
- Saeb, K., & Gholamrezaee, S. (2012). Variation of Essential Oil Composition of *Melissa Officinalis* L. Leaves during Different Stages of Plant Growth. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(2, Supplement), S547-S549. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(12\)60271-8](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(12)60271-8)
- Torrenegra, M., Granados, C., Duran, M., León, G., Yáñez, X., Martínez, C., & Pájaro, N. (2016). Composición Química y Actividad Antibacteriana del Aceite Esencial de *Minthostachys mollis*. *Orinoquía*, 20(1), 69-74. Consultado el 17 de enero de 2024, desde <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5634694>
- Torres, S., Tovar, M., García, V., Lucena, M., & Baptista, L. (2018). Composición química del aceite esencial de las hojas de *Hedyosmum luteyneri* Todzia (Chloranthaceae). *Revista Peruana de Biología*, 25(2), 169-174. <https://doi.org/10.15381/rpb.v25i2.14289>
- Torres-Valenzuela, L. S., Serna-Jiménez, J. A., Pinto, V., & Vargas, D. (2020). Evaluación de condiciones de extracción asistida por ultrasonido de compuestos bioactivos de cáscara de pitahaya amarilla. *Revista Lasallista de investigación*, 17(1), 70-83. Consultado el 17 de enero de 2024, desde <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7922004>