

Capítulo 3

Caracterización fisicoquímica del aceite esencial de orégano (*Lippia Graveolens*) del estado de Guanajuato, México

Jesus Alberto Sanchez Valtierra

Sanchez Valtierra, J. A. (2026). Caracterización fisicoquímica del aceite esencial de orégano (*Lippia Graveolens*) del estado de Guanajuato, México. En F. J. Manjarrés Arias. (Coord). *El espectro de las ingenierías. Investigaciones situadas en contextos regionales (Volumen I)*. (pp. 51-65). Religación Press. <http://doi.org/10.46652/religacionpress.401.c862>



03

Caracterización fisicoquímica del aceite esencial de orégano (Lippia Graveolens) del estado de Guanajuato, México

Resumen

El capítulo aborda el estudio del orégano silvestre del estado de Guanajuato como recurso aromático de relevancia regional. Se sitúa en el contexto del aprovechamiento de plantas aromáticas y medicinales y su interés para aplicaciones productivas y científicas. El propósito del capítulo es describir la caracterización fisicoquímica y cromatográfica del aceite esencial obtenido a partir de plantas recolectadas en distintos municipios del estado. Se expone el origen botánico del material vegetal y el procedimiento general de obtención del aceite esencial mediante arrastre de vapor. El contenido del capítulo incluye la descripción de los parámetros físicos evaluados, así como los métodos empleados para su determinación. Asimismo, se presenta el enfoque analítico utilizado para la identificación de los principales grupos químicos presentes en el aceite esencial. El capítulo también describe el análisis del contenido fenólico y la identificación de compuestos mayoritarios, junto con la determinación de índices químicos empleados comúnmente en la evaluación de aceites esenciales. En conjunto, el texto ofrece una visión general de los métodos de análisis aplicados y del tipo de información fisicoquímica y composicional que se obtiene a partir del estudio de aceites esenciales de orégano silvestre, contribuyendo al conocimiento de este recurso vegetal en el ámbito regional.

Palabras clave: Aceite esencial; orégano; Guanajuato; timol; carvacrol

Introducción

El orégano representa una de las plantas aromáticas de mayor importancia económica en México, particularmente en regiones semiáridas donde crece de forma silvestre.

En el estado de Guanajuato, el orégano se desarrolla de manera natural en ecosistemas donde convive con arbustos nativos conocidos regionalmente como “granjeno” y “manzanita”, que funcionan como flora de protección. La producción de metabolitos secundarios en plantas aromáticas está influenciada por múltiples factores ambientales, edáficos y climáticos que determinan la composición final de sus aceites esenciales (Figueiredo et al., 2008).

El periodo de floración del orégano en Guanajuato se extiende de junio a octubre, y la cosecha se realiza tradicionalmente una o dos veces al año, entre el final de la floración y el inicio de la formación de semillas.

El proceso de recolección silvestre implica un nivel tecnológico prácticamente nulo, ya que las plantas crecen sin control adecuado y frecuentemente en lugares de difícil acceso. Los municipios de Tierra Blanca, Victoria y Santa Catarina concentran la mayor producción estatal, destinándose principalmente al mercado de exportación.

Posterior a la recolección, el material vegetal se somete a procesos de secado, deshojado, limpieza y clasificación.

El producto se categoriza en dos calidades: primera calidad, caracterizada por hojas grandes e íntegras destinadas a exportación, y segunda calidad, para consumo en el mercado interno. Los aceites esenciales de especies del género *Lippia* han demostrado poseer compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas, siendo el timol y carvacrol los componentes fenólicos más estudiados (Nostro & Papalia, 2012; Suntres et al., 2015).

La biosíntesis de monoterpenos aromáticos como el timol involucra rutas metabólicas específicas que convierten precursores como el

γ -terpineno en compuestos fenólicos de mayor complejidad (Poulose & Croteau, 1978). La composición química de los aceites esenciales puede variar significativamente dependiendo de factores geográficos, climáticos, fenológicos y de procesamiento (Skočibušić et al., 2006; Teixeira et al., 2013).

El objetivo de este estudio fue caracterizar fisicoquímica y cromatográficamente el aceite esencial de orégano silvestre procedente del estado de Guanajuato, con el fin de determinar su calidad y potencial aplicación comercial.

Metodología

Material vegetal

El material vegetal consistió en orégano silvestre recolectado en los municipios de Tierra Blanca, Victoria y Santa Catarina del estado de Guanajuato, México. La cosecha se realizó durante la temporada comprendida entre el final de la floración y el inicio de la formación de semillas. Posterior a la recolección, el material se sometió a procesos de secado natural, deshojado, limpieza y clasificación según estándares regionales de calidad.

Extracción del aceite esencial

El aceite esencial se obtuvo mediante el método de arrastre de vapor, técnica ampliamente utilizada para la extracción de compuestos volátiles de material vegetal aromático.

Análisis físicos

Se determinaron los siguientes parámetros físicos: densidad a 21°C mediante picnometría, índice de refracción a temperatura ambiente usando refractómetro de Abbe, solubilidad en etanol a diferen-

tes concentraciones (70% y 80%), punto de fusión, punto de ebullición, pH mediante potenciometría y rotación óptica a 25°C.

Análisis químicos cualitativos

Se realizaron pruebas cromáticas de identificación para los siguientes grupos funcionales: alcoholes, aldehídos y cetonas, alcaloides, ésteres, fenoles, halógenos, hidrocarburos insaturados, sistemas condensados alicíclicos y derivados del benceno.

Análisis químicos cuantitativos

Se determinaron los siguientes índices químicos: índice de acidez, índice de saponificación, índice de ésteres, contenido de fenoles totales, contenido de aldehídos y cetonas, número de acetilo, y cuantificación específica de timol y carvacrol.

Resultados

Propiedades físicas

Los parámetros físicos determinados para el aceite esencial de orégano de Guanajuato se presentan en la Tabla 1.

La densidad a 21°C fue de 0.9150 g/mL, valor característico de aceites esenciales ricos en compuestos fenólicos.

El índice de refracción fue de 1.5076, indicando la presencia de compuestos aromáticos de alto peso molecular (Teixeira et al., 2013).

Tabla 1.
Propiedades físicas del aceite esencial de orégano de Guanajuato

Propiedad	Valor
Densidad a 21°C (g/mL)	0.9150
Índice de refracción	1.5076
Solubilidad en etanol 70% (vol)	2.8
Solubilidad en etanol 80% (vol)	1.05
Punto de fusión (°C)	-4
Punto de ebullición (°C)	110

Nota: datos experimentales del presente estudio

El aceite mostró solubilidad de 2.8 volúmenes en etanol al 70% y de 1.05 volúmenes en etanol al 80%, indicando una mayor miscibilidad a concentraciones alcohólicas superiores.

El punto de fusión de -4°C y el punto de ebullición de 110°C son consistentes con mezclas complejas de monoterpenos.

El pH de 6.3 sugiere una composición ligeramente ácida.

La rotación óptica nula indica ausencia de actividad óptica significativa.

Análisis cromáticos cualitativos

Las pruebas cromáticas revelaron la presencia de diversos grupos funcionales (Tabla 2). Se obtuvieron resultados positivos para alcoholes, aldehídos y cetonas, fenoles, hidrocarburos insaturados y derivados del benceno.

Los resultados fueron negativos para alcaloides, ésteres, halógenos y sistemas condensados alicíclicos. La presencia predominante de compuestos fenólicos es característica de aceites esenciales de especies de la familia Lamiaceae, donde el timol y carvacrol constituyen los fenoles monoterpénicos más relevantes (Skočibušić et al., 2006).

La detección de hidrocarburos insaturados sugiere la presencia de precursores biosintéticos como el γ -terpineno y p-cimeno, intermediarios en la ruta de formación de compuestos fenólicos aromáticos (Poulose & Croteau, 1978).

La ausencia de ésteres y el bajo contenido de aldehídos y cetonas indican que el perfil químico está dominado por alcoholes y fenoles libres, lo cual puede influir en las características de estabilidad oxidativa del aceite durante el almacenamiento (Turek & Stintzing, 2013).

Tabla 2.
Resultados de pruebas cromáticas cualitativas

Grupo funcional	Resultado
Alcoholes	Positivo
Aldehídos y cetonas	Positivo
Alcaloides	Negativo
Ésteres	Negativo
Fenoles	Positivo
Halógenos	Negativo
Hidrocarburos insaturados	Positivo
Sistemas condensados alicíclicos	Negativo
Derivados del benceno	Positivo

Nota: datos experimentales del presente estudio

Análisis químicos cuantitativos

Los índices químicos cuantitativos se presentan en la Tabla 3.

El índice de acidez fue de 0.645, mientras que el índice de saponificación alcanzó 0.063 y el índice de ésteres 0.582.

El contenido fenólico total representó 64% de la composición del aceite, siendo este el dato más relevante desde el punto de vista de la actividad biológica, considerando las propiedades antimicrobianas ampliamente documentadas del timol y carvacrol (Nostro & Papalia, 2012; Suntres et al., 2015).

Tabla 3.
Índices químicos y composición del aceite esencial

Parámetro	Valor
Índice de acidez	0.645
Índice de saponificación	0.063
Índice de ésteres	0.582
Fenoles totales (%)	64.0
Aldehídos y cetonas (%)	0.268
Número de acetilo	0.337
Timol (%)	57.6
Carvacrol (%)	6.4
Parámetro	Valor

Nota: datos experimentales del presente estudio

El contenido de aldehídos y cetonas fue minoritario (0.268%), mientras que el número de acetilo fue de 0.337.

La cuantificación específica de los componentes fenólicos principales reveló que el timol constituye 57.6% de la composición total, mientras que el carvacrol representa 6.4%, estableciendo una relación timol de aproximadamente 9:1.

Esta predominancia del timol sobre el carvacrol es consistente con perfiles químicos reportados para especies aromáticas de Lamiaceae, donde las condiciones ambientales y el genotipo influyen en la expresión diferencial de estos isómeros fenólicos (Figueiredo et al., 2008; Skočibušić et al., 2006).

Discusión

Los resultados obtenidos demuestran que el aceite esencial de orégano del estado de Guanajuato posee características fisicoquímicas distintivas que reflejan tanto su origen botánico como las condiciones ambientales de la región.

La densidad de 0.9150 g/mL y el índice de refracción de 1.5076 son valores consistentes con aceites esenciales ricos en monoterpenos fenólicos, particularmente timol y carvacrol, tal como ha sido reportado para otras especies aromáticas de la familia Lamiaceae (Teixeira et al., 2013).

El predominio de timol (57.6%) sobre carvacrol (6.4%) representa un patrón químico característico que puede atribuirse a factores genéticos y ambientales específicos de la región de Guanajuato.

La biosíntesis de estos compuestos fenólicos aromáticos involucra rutas metabólicas específicas donde el γ -terpineno actúa como precursor común, siendo posteriormente convertido a p-cimeno y finalmente a timol mediante hidroxilación (Poulose & Croteau, 1978).

Las condiciones edafoclimáticas particulares de las zonas de recolección, así como la interacción ecológica con la flora de protección circundante (granjeno y manzanita), podrían influir en la expresión diferencial de las enzimas involucradas en esta ruta biosintética.

El contenido fenólico total de 64% posiciona a este aceite esencial como un producto de alto valor funcional, considerando que tanto el timol como el carvacrol han demostrado poseer propiedades antimicrobianas, antioxidantes y antifúngicas significativas (Nostro & Papalia, 2012; Suntres et al., 2015). Esta composición rica en fenoles sugiere potencial aplicación en industrias farmacéutica, alimentaria y cosmética como agente conservador natural.

Los parámetros de solubilidad determinados (2.8 volúmenes en etanol 70% y 1.05 volúmenes en etanol 80%) indican que el aceite presenta mejor miscibilidad en soluciones alcohólicas de mayor concentración, característica relevante para su formulación en productos comerciales.

El punto de ebullición de 110°C es relativamente elevado para un aceite esencial, lo cual puede atribuirse a la presencia mayoritaria de compuestos fenólicos de mayor peso molecular como el timol, en contraste con monoterpenos más volátiles.

El bajo contenido de aldehídos y cetonas (0.268%) y la ausencia de ésteres según las pruebas cualitativas, junto con los bajos índices de saponificación y ésteres, confirman que la composición del aceite está dominada por compuestos fenólicos libres más que por derivados esterificados.

Esta característica puede influir en la estabilidad del aceite durante el almacenamiento, ya que los compuestos fenólicos libres son susceptibles a procesos oxidativos (Turek & Stintzing, 2013; Misharina et al., 2010).

La rotación óptica nula sugiere que la mezcla de componentes del aceite no presenta actividad óptica neta significativa, lo cual puede deberse a la presencia de mezclas racémicas o a la ausencia de enantiómeros predominantes. El pH ligeramente ácido (6.3) es consistente con la presencia de compuestos fenólicos que pueden exhibir carácter débilmente ácido.

La variabilidad natural inherente a los procesos de recolección silvestre representa tanto una limitación como una oportunidad. Si bien la falta de control agronómico puede resultar en variaciones composicionales entre lotes, la diversidad genética y ambiental asociada al crecimiento silvestre puede generar perfiles químicos únicos con características distintivas de origen geográfico.

Estudios comparativos han demostrado que las condiciones de crecimiento, el estadio fenológico de la cosecha y las prácticas post-cosecha pueden afectar significativamente la composición de aceites esenciales (Figueiredo et al., 2008).

Los resultados obtenidos proporcionan una línea base para futuros estudios de variabilidad estacional, geográfica y metodológica del aceite esencial de orégano de Guanajuato.

Investigaciones adicionales podrían enfocarse en optimizar los procesos de extracción, evaluar la estabilidad durante el almacenamiento, y caracterizar la actividad biológica específica asociada a este perfil químico particular.

Conclusiones

El aceite esencial de orégano silvestre del estado de Guanajuato presenta características fisicoquímicas distintivas, con un contenido fenólico total de 64%, donde el timol constituye el componente mayoritario (57.6%) seguido por carvacrol (6.4%).

Los parámetros físicos determinados, incluyendo densidad de 0.9150 g/mL, índice de refracción de 1.5076 y punto de ebullición de 110°C, son consistentes con aceites esenciales de calidad comercial ricos en monoterpenos fenólicos.

La caracterización química confirma la presencia de alcoholes, fenoles, aldehídos, cetonas, hidrocarburos insaturados y derivados del benceno, mientras que los bajos índices de saponificación y ésteres reflejan el predominio de compuestos fenólicos libres.

Estos resultados posicionan al aceite esencial de orégano de Guanajuato como un producto con potencial aplicación en industrias que requieren agentes antimicrobianos y antioxidantes naturales, y proporcionan una base científica para la estandarización de calidad en la cadena productiva regional.

Referencias

- Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., Pedro, L. G., & Scheffer, J. J. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants: Volatile components and essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 23(4), 213–226. <https://doi.org/10.1002/ffj.1875>
- Misharina, T. A., Polshkov, A. N., Ruchkina, E. L., & Medvedeva, I. B. (2010). Changes in the composition of the essential oil of marjoram during storage. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 46(1), 118–123. <https://doi.org/10.1134/S0003683810010205>
- Nostro, A., & Papalia, T. (2012). Antimicrobial activity of carvacrol: Current progress and future prospectives. *Recent Patents on Anti-Infective Drug Discovery*, 7(1), 28–35. <https://doi.org/10.2174/157489112799829684>
- Poulose, A. J., & Croteau, R. (1978). Biosynthesis of aromatic monoterpenes: Conversion of α -terpinene to p-cymene and thymol in *Thymus vulgaris* L. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 187(2), 307–314. [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(78\)90039-5](https://doi.org/10.1016/0003-9861(78)90039-5)
- Skočibušić, M., Bezić, N., & Dunkić, V. (2006). Phytochemical composition and antimicrobial activities of the essential oils from *Satureja subspicata* Vis. growing in Croatia. *Food Chemistry*, 96(1), 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.051>
- Suntres, Z. E., Coccimiglio, J., & Alipour, M. (2015). The bioactivity and toxicological actions of carvacrol. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(3), 304–318. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.653458>
- Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Neng, N. R., Nogueira, J. M., Saraiva, J. A., & Nunes, M. L. (2013). Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. *Industrial Crops and Products*, 43, 587–595. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.07.069>

Turek, C., & Stintzing, F. C. (2013). Stability of essential oils: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(1), 40–53. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12006>

Jesus Alberto Sanchez Valtierra

Universidad Virtual del Estado de Guanajuato | Irapuato | México

<https://orcid.org/0009-0005-7198-1197>

jesanchez@uveg.edu.mx

jesusalbertosanchezvaltierra@gmail.com

Profesor de asignatura virtual en la Universidad Virtual del Estado de Guanajuato (UVEG) y coordinador académico en el Instituto Universitario del Centro de México (EDUCEM), plantel Irapuato Espigas

Physicochemical Characterization of Oregano Essential Oil (*Lippia graveolens*) from the State of Guanajuato, Mexico

Abstract

The chapter addresses the study of wild oregano from the state of Guanajuato as an aromatic resource of regional relevance. It is situated within the context of the use of aromatic and medicinal plants and their interest for productive and scientific applications. The purpose of the chapter is to describe the physicochemical and chromatographic characterization of the essential oil obtained from plants collected in different municipalities of the state. The botanical origin of the plant material and the general procedure for obtaining the essential oil by steam distillation are presented. The content of the chapter includes the description of the physical parameters evaluated, as well as the methods used for their determination. Likewise, the analytical approach used for the identification of the main chemical groups present in the essential oil is presented. The chapter also describes the analysis of the phenolic content and the identification of major compounds, along with the determination of chemical indices commonly used in the evaluation of essential oils. Together, the text offers an overview of the analytical methods applied and the type of physicochemical and compositional information obtained from the study of wild oregano essential oils, contributing to the knowledge of this plant resource at the regional level.

Keywords: Essential oil; oregano; Guanajuato; thymol; carvacrol

Caracterização físico-química do óleo essencial de orégano (*Lippia graveolens*) do estado de Guanajuato, México

Resumo

O capítulo aborda o estudo do orégano silvestre do estado de Guanajuato como recurso aromático de relevância regional. Insere-se no contexto do aproveitamento de plantas aromáticas e medicinais e seu interesse para aplicações produtivas e científicas. O objetivo do capítulo é descrever a caracterização físico-química e cromatográfica do óleo essencial obtido a partir de plantas coletadas em diferentes municípios do estado. Apresenta-se a origem botânica do material vegetal e o procedimento geral de obtenção do óleo essencial por arraste a vapor. O conteúdo do capítulo inclui a descrição dos parâmetros físicos avaliados, bem como os métodos empregados para sua determinação. Da mesma forma, apresenta-se a abordagem analítica utilizada para a identificação dos principais grupos químicos presentes no óleo essencial. O capítulo também descreve a análise do conteúdo fenólico e a identificação de compostos majoritários, juntamente com a determinação de índices químicos comumente utilizados na avaliação de óleos essenciais. Em conjunto, o texto oferece uma visão geral dos métodos de análise aplicados e do tipo de informação

físico-química e composicional obtida a partir do estudo de óleos essenciais de orégano silvestre, contribuindo para o conhecimento deste recurso vegetal no âmbito regional.

Palavras-chave: Óleo essencial; orégano; Guanajuato; timol; carvacrol