

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO COMO AGENTE BIOCONSERVADOR EN ALIMENTOS

Mera Mendoza César

cesarrmen.mera@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3234-2278>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Quevedo-Ecuador

Recibido (07/09/20), Aceptado (23/09/20)

Resumen: Se ha analizado químicamente el aceite esencial de orégano cultivado en el cantón El Empalme en Ecuador para aplicarlo como agente bioconservador en alimentos. Para ello se empleó cromatografía de gases acoplada con espectrometría de masas. Se identificó como componente principal el carvacrol con 62,41%, seguido de β -cariofileno 8,84%, α -bergamoteno 6,75%, p-cimeno 6,24%, geraniol 4,29%; y α -humuleno, β -felandreno, 1-octen-3-ol, oxido de cariofileno, 4-terpineol, E-citral, γ -terpineno, z-citral en pequeñas cantidades. El Carvacrol le otorga al orégano múltiples propiedades antioxidantes, microbiológicas y conservantes de alimentos, además de potenciales aplicaciones en perfumería y cosmética.

Palabras Clave: Orégano, aceite esencial, cromatografía de gases, espectrometría de masas

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF ESSENTIAL OIL OF OREGANO AS A BIOCONSERVATIVE AGENT IN FOOD

Abstract: The essential oil of oregano cultivated in the canton of El Empalme in Ecuador has been chemically analyzed to apply it as a bioconservative agent in food. For this, gas chromatography coupled with mass spectrometry was used. Carvacrol with 62.41% was identified as the main component, followed by β -caryophyllene 8.84%, α -bergamoten 6.75%, p-cymene 6.24%, geraniol 4.29%; and α -humulene, β -felandrene, 1-octen-3-ol, caryophyllene oxide, 4-terpineol, E-citral, γ -terpinene, z-citral in small amounts. Carvacrol gives oregano multiple antioxidant, microbiological and food preservative properties, as well as potential applications in perfumery and cosmetics.

Keywords: Oregano, essential oil, gas chromatography, mass spectrometry.

I. INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales son productos obtenidos a partir de una materia prima vegetal que están formados por varias sustancias orgánicas volátiles, que pueden ser alcoholes, acetonas, cetonas, éteres, aldehídos, y que se producen y almacenan en los canales secretores de las plantas [1]. El reconocido principio aromático y de sabor de extractos vegetales de diferentes tipos de plantas ha motivado el uso de varios de ellos como agentes saborizantes o sazoadores de alimentos y bebidas. Sin embargo, son pocos los alimentos que a nivel comercial contienen aceites esenciales como bioconservadores. En este sentido, incluso se señala que el empleo de aceites esenciales podría prolongar y mejorar la vida útil de muchos productos elaborados por diversas tecnologías alimentarias [2].

El orégano que se utiliza en la industria alimenticia como sazoador y bioconservador culinario contiene aceite esencial que se considera de actividad inhibitoria fuerte. La actividad antimicrobiana de los aceites esenciales se debe principalmente a la presencia de compuestos fenólicos como el carvacrol, timol, eugenol, entre otros. Los aceites esenciales con mayor actividad antimicrobiana son aquellos en los que se la proporción de compuestos fenólicos es mayor, aunque se ha observado que los elementos traza también son relevantes debido a efectos de sinergia con el resto de componentes [3].

La capacidad de los aceites esenciales para inhibir el crecimiento microbiano ha sido estudiada en gran variedad de productos como frutas y verduras mínimamente procesadas [4], carne picada [5], pollo [6]. El aceite esencial de orégano ha sido estudiado sobre los principales microorganismos alterantes y patógenos presentes en el pescado, evaluando su actividad antibacteriana frente a bacterias aisladas [7]. En el trabajo realizado por [8] concluyen que el aceite esencial de orégano tiene un poder inhibitorio fuerte en filetes de pescado. Dada las características volátiles de los compuestos fenólicos de los aceites esenciales, su aplicación en alimentos puede ser directa por fumigación [9].

La actividad antimicrobiana de los aceites esenciales se debe principalmente a la presencia de compuestos fenólicos (carvacrol, timol, eugenol, etc.) presentes en ellos. Los aceites esenciales con mayor actividad antimicrobiana son aquellos en los que se la proporción de compuestos fenólicos es mayor, aunque se ha observado que los elementos traza también son relevantes debido a efectos de sinergia con el resto de componentes [3]. En este sentido, incluso se señala que el empleo de aceites esenciales podría prolongar y mejorar la vida útil de muchos productos elaborados por diversas tec-

nologías alimentarias, entre ellos, la congelación. Ésta es una tecnología que suele facilitar la oxidación de los componentes grasos de los alimentos, por lo que la inclusión de aceites esenciales de especias mediterráneas entre la composición de alimentos congelados grasos podría favorecer la conservabilidad, mantener el sabor habitual de los alimentos y evitar pérdidas nutricionales [2].

Mediante el presente trabajo se intenta fundamentar el uso del aceite esencial del orégano en la conservación de alimentos para ello se determina la caracterización química del mismo y referenciar su efecto como bioconservador y de esta manera contribuir a validar su uso asequible.

El aceite esencial de orégano fue extraído por el método de hidrodestilación, luego se caracterizó los componentes químicos por cromatografía de gases. La identificación de los componentes del aceite se realizó por comparación de sus espectros de masas.

II. DESARROLLO

El objetivo de esta investigación fue evaluar la caracterización química del aceite esencial de orégano y su efecto como agente bioconservador, con la finalidad de potenciar la adición de conservantes naturales en alimentos. Los bioconservadores son una parte esencial en los productos alimenticios [10] ya que extienden la vida de anaquel del producto, controlan las propiedades organolépticas de los alimentos y garantizan la salud del consumidor inhibiendo el crecimiento o aniquilando a microorganismos indeseables como saprofitos alterantes, mesófilos, psicrotrofos, Pseudomonas, Entobacterias, Mohos, Levaduras, Coliformes, E. coli, Salmone-lla y Campylobacter spp., [7].

Las hierbas y las especias han sido empleadas durante siglos para aumentar la vida útil de los alimentos. Diversos han sido los estudios para demostrar la actividad antimicrobiana de este tipo de sustancias. El aceite esencial de orégano presenta potencial in vitro como antimicrobiano contra Fusarium micotoxigénicos [9]. Hoy en día ha disminuido el consumo de los productos que contienen aditivos sintéticos, ya que la mercadotecnia ha generado una tendencia favorable hacia el consumo de productos con conservadores naturales o bioconservadores. El orégano que se utiliza en la industria alimenticia como sazoador y bioconservador culinario contiene aceite esencial que se considera de actividad inhibitoria fuerte. El reconocido principio aromático y de sabor de extractos vegetales de diferentes tipos de plantas ha motivado el uso de varios de ellos, principalmente como agentes saborizantes o sazoadores de alimentos y bebidas.

El aceite de orégano es uno de los más potentes y efectivos antimicrobianos naturales. Elimina bacterias, hongos, parásitos y virus con tan solo unas pocas gotas. Además, no ocasiona efectos secundarios ni potencia mutaciones que dan lugar a cepas patológicas resistentes, como ocurre con los conservantes sintéticos [8].

La presión pública para la disminución del uso de conservantes químicos en la industria alimentaria ha llevado a la búsqueda de antimicrobianos alternativos de origen natural, tales como extractos de plantas [9].

En Ecuador, actualmente el uso de bioconservadores en las industrias alimenticias es mínimo; solamente se ha registrado estudios para empleo de estos, como es el caso de varias investigaciones de la en las que se han aplicado bioconservadores en carnes envasadas, embutidos y en productos lácteos. En varios países ya se utiliza bioconservadores para la conservación de carnes y alargamiento de su vida de anaquel, además se sugiere la aplicación de bioconservadores en alimentos, plantas y medicamentos [8]. Los aceites esenciales son la alternativa de conservadores naturales que prometen competir con el amplio mercado de los agentes químicos o sintéticos que actualmente ofrecen productos económicos, de aplicación sencilla y amplio espectro, pero que están destinados a desaparecer porque son altamente tóxicos para el hombre y los animales, son bioacumulables, y después de un largo tiempo de aplicación son inactivos para muchos microorganismos patógenos [3].

El principio activo que le confiere estas propiedades es el carvacrol, un fenol que se encuentra en la planta en concentraciones que oscilan del 30 al 87 por ciento. Un alto porcentaje de carvacrol obtenido por destilación no implica mayor efectividad terapéutica, pues esta procede de la delicada sinergia creada por la naturaleza y en la que intervienen otros componentes del orégano. El carvacrol puro es la mitad de efectivo que el aceite de orégano natural no adulterado [8].

Para el desarrollo de este trabajo se realizaron las fases de obtención de la materia prima, extracción del aceite esencial por hidrodestilación, determinación del rendimiento y propiedades físicas y finalmente la caracterización química del producto.

A. Procedimiento

Para la obtención de los aceites esenciales, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

1. Recolección del material: Se hicieron desplazamientos a los lugares en los que se encontraban las especies y se recolectaron muestras representativas (calculadas en mínimos a partir de la capacidad del tanque extractor, así: hojas = 1000 g). Las hojas de orégano

fueron recogidas de parcelas silvestres ubicadas en el cantón El Empalme, provincia del Guayas, Ecuador. El material se recolectó de forma manual de cada una, y se sometieron a los tratamientos previos a la extracción.

2. Pretratamiento de la materia prima: Se realizó limpieza: se separó el material inorgánico y orgánico que no pertenecía a la especie a trabajar como: polvo, tallo y raíces; requiriéndose en algunos casos, de un lavado.

3. Reducción de tamaño: se cortó el material en partes pequeñas para aumentar el área de contacto material - vapor.

4. Determinación de la densidad real: se tomó una muestra de la especie, se pesó en una balanza de precisión de 3 cifras y se calculó el volumen por desplazamiento, sumergiendo la muestra en un volumen conocido de agua y determinándolo por diferencia. El procedimiento se realizó por duplicado y se reportó el promedio como la densidad real del material.

5. Carga e inicio de la extracción: se pesó el material, se tapó el tanque de extracción y se selló de forma hermética. Paralelamente se llenó el recipiente generador de vapor con agua suficiente para el transcurso de la operación (máxima permitida por la olla) y se sometió a calentamiento con ayuda de una estufa eléctrica.

6. Toma de datos: se inició una vez comenzó la generación de vapor (tiempo cero). Los datos recopilados fueron: temperaturas a la entrada y salida del agua de enfriamiento, en la cámara de extracción y al condensado producido; caudal de agua de enfriamiento y de condensado. Tomados cada 10 minutos hasta terminada la operación, tiempo extracción = 90 min. Este tiempo se fijó basado inicialmente en una revisión bibliográfica y en el hecho que a tiempos mayores el volumen de aceite producido no presentaba variaciones significativas, de allí que se incurrieran en costos de operación innecesarios. Las temperaturas fueron medidas con un termómetro de mercurio de 110°C y los flujos con la técnica del cronómetro – balde, que para este caso fue una probeta plástica de 250 mL, debido al caudal de flujos trabajados.

7. Separado y envasado del producto: transcurrido el tiempo de destilación, se suspendió el calentamiento, se recogió el producto con una jeringa de 3 mL y la mezcla agua – aceite, sobrante en el condensador se envasó y se dejó reposar por un período de 24 horas para luego retirar el aceite allí contenido. El producto fue envasado en recipientes de vidrio pequeños y refrigerados para su conservación.

8. Control de calidad: Practicado solo a las especies seleccionadas.

9 Densidad: calculada como la relación entre el

peso del aceite y el volumen del mismo. Pruebas de cromatografía de gases y en capa delgada, y otras pruebas de coloración, con el fin de obtener una caracterización preliminar.

B.Método de extracción

Son varios los métodos de extracción existentes, dependiendo de la planta: Enfleurage, extracción con solventes, extracción por prensado, extracción con fluidos supercríticos, hidrodestilación y extracción por arrastre con vapor. Los industriales son bastante sofisticados, sin embargo, existen diversos métodos de extracción caseros que permiten obtener estas esencias [11].

El modo de extracción que se utilizó fue hidrodestilación con trampa de Clevenger, el procedimiento consistió en picar finamente 1000g de material fresco de hojas de orégano, depositarlo en un recipiente de acero inoxidable, al que se le añadieron 2000ml de agua destilada, con un tiempo de extracción de 120-180 minutos. Este método consiste en sumergir directamente el material vegetal a tratar en agua, que a continuación se somete a ebullición. En éste método es máxima la acción del agua sobre el material, por ello se puede presentar hidrólisis y oxidaciones. Útil para materiales que tienden al apelmazamiento (flores pequeñas). Es aconsejable cargar el agua ya caliente para disminuir la hidrólisis y el tiempo de operación. Los vapores heterogéneos se condensan y el aceite esencial se separa por diferencia de densidad.

El uso de microondas es otra alternativa para la extracción de aceites esenciales. Esta técnica puede utilizarse asistiendo un método convencional como la hidrodestilación o adaptando un equipo para establecerlo como un método independiente, como la extracción por microondas sin disolvente [12]. En este método no se necesita agregar ningún disolvente; en el caso de que el material esté seco se hidrata remojándolo en agua y drenando el exceso antes de la extracción. Los equipos para llevar a cabo esta técnica se pueden adaptar modificando un horno de microondas convencional, haciendo un orificio en la parte superior que conecte un matraz de fondo plano con un condensador, por el que pasa una corriente de agua fría, sellando la conexión con el horno para evitar la fuga de microondas [13]. En la figura 1 se muestra el esquema de un equipo de laboratorio para este tipo de extracción.

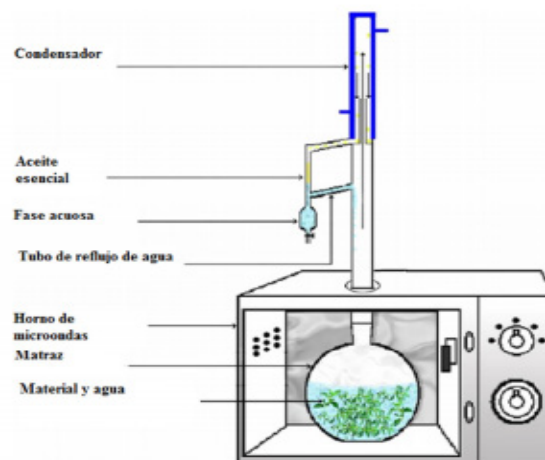


Figura 1. Representación esquemática de un equipo de hidrodestilación asistida por microondas. Adaptado de [14].

La extracción por hidrodestilación adaptado por microondas ofrece beneficios como una reducción considerable del tiempo y del consumo de energía [12], [13]. La hidrodestilación es el proceso para obtener el aceite esencial de una planta aromática, mediante el uso del vapor saturado a presión atmosférica [14]. El generador de vapor no forma parte del recipiente donde se almacena la materia prima, es externo y suministra un flujo constante de vapor. Su presión es superior a la atmosférica, pero el vapor efluente, que extrae al aceite esencial está a la presión atmosférica. La materia prima forma un lecho compacto y se despreja el reflujo interno de agua debido a la condensación del vapor circundante.

De manera general, la hidrodestilación se describe de la siguiente manera: La materia prima vegetal es cargada en un hidrodestilador, de manera que forme un lecho fijo compactado. Su estado puede ser molido, cortado, entero o la combinación de éstos. El vapor de agua es inyectado mediante un distribuidor interno, próximo a su base y con la presión suficiente para vencer la resistencia hidráulica del lecho. La generación del vapor puede ser local (hervidor), remota (caldera) o interna (base del recipiente) [12]. Conforme el vapor entra en contacto con el lecho, la materia prima se calienta y va liberando el aceite esencial contenido y éste, a su vez, debido a su alta volatilidad se va evaporando. Al ser soluble en el vapor circundante, es “arrastrado”, corriente arriba hacia el tope del hidrodestilador. La mezcla, vapor saturado y aceite esencial, fluye hacia un condensador, mediante un “cuello de cisne” o prolongación curvada del conducto de salida del hidrodestilador. En el condensador, la mezcla es condensada y enfriada, hasta la temperatura ambiental. A la salida del condensador,

se obtiene una emulsión líquida inestable. La cual, es separada en un decantador dinámico o florentino. El equipo se llenó de agua fría al inicio de la operación y el aceite esencial se va acumulando, debido a su casi inmiscibilidad en el agua y a la diferencia de densidad y viscosidad con el agua. Posee un ramal lateral, por el cual, el agua es desplazada para favorecer la acumulación del aceite. El vapor condensado acompañante del aceite esencial y que también se obtiene en el florentino, es llamado “agua floral”. Posee una pequeña concentración de los compuestos químicos solubles del aceite esencial, lo cual le otorga un ligero aroma, semejante al aceite obtenido. Si un hervidor es usado para suministrar el vapor saturado, el agua floral puede ser reciclada continuamente [12].

C. Propiedades físicas del aceite esencial

Los aceites esenciales se caracterizan por sus propiedades físicas, como densidad, viscosidad, índice de refracción y actividad óptica. La mayoría de los aceites esenciales tienen una densidad menor a la del agua excepto los aceites de almendras amargas, mostaza, canela, perejil o clavo. El índice de refracción es una propiedad característica de cada aceite esencial y cambia cuando éste se diluye o mezcla con otras sustancias [15].

El aceite se separó de la capa acuosa se secó con sulfato de sodio y se filtró. Con este producto se determinó densidad específica, y el índice de refracción. Una alícuota se envió para determinar su composición química. Un problema común en la producción de los aceites esenciales radica en la diversidad de los rendimientos obtenidos para una misma planta aromática [8]. Lo cual se debe al nivel de producción, al tipo de hidrodestilador usado, a las condiciones de cultivo, a las condiciones térmicas del vapor usado, al contenido de agua en la planta y a otros factores adicionales.

D. Caracterización química

Una de las principales características que poseen los extractos vegetales, es que a partir de una misma planta se obtienen diferentes compuestos activos, para ello, se debe realizar la diferenciación de los protocolos de síntesis, y así esclarecer las propiedades anheladas. Las propiedades de los extractos se diferencian por el protocolo utilizado y por los solventes empleados, siendo este último, el que determinada de manera preponderante las cualidades del mismo. El uso de los solventes primarios, proporciona un “extracto bruto” que consecuentemente debe ser tratado para eliminar impurezas u otros elementos indeseados, por ello, se debe purificar mediante procesos que permitan la elimina-

ción de partes fotoquímicas específicas no requeridas, o bien, mediante la agrupación de los principios activos importantes deseados [16].

Se denomina extracto orgánico, a la acumulación de compuestos químicos deseados, de una determinada especie vegetal, ya sean sólidos o líquidos. Dependiendo de la variedad, los extractos tendrán una determinada cantidad de agentes reductores (aminoácidos, ácido cítrico, flavonoides, compuestos fenólicos, terpenos, compuestos policíclicos, enzimas, péptidos, polisacáridos, etc.). Los extractos pueden obtenerse mediante procedimientos como: fluido supercrítico (operaciones mecánicas, bajo condiciones de presión y temperatura), extracción por solución (uso de agentes reductores externos), extracción por centrifugación, destilación, entre otros [17].

En los extractos vegetales se encuentran carbohidratos, flavonoides, esteroides, glucósidos, saponinas, triterpenoides, fenoles y compuestos aromáticos, los mismos que ayudan en la separación de otras macromoléculas presentes en determinados compuestos, también cumplen la función de estabilizadores de iones [17].

Los procedimientos para determinar la composición química del aceite esencial de orégano, se realizaron bajo la técnica de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Se necesitaron 50 µl de aceite esencial para el análisis cromatográfico y se aforo a 450 µl con diclorometano. La mezcla se realizó en un matraz aforado de 1.5ml y después se transfirió a un vial para cromatografía de gases de 2ml.

La cromatografía de gases es una técnica cromatográfica en la que la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de un mechero de una columna cromatográfica. La elución se produce por el flujo de una fase móvil de gas inerte [14].

Se ha definido la cromatografía como un método físico de separación en el cual los componentes a separar se distribuyen entre dos fases, una de las cuales constituye la fase estacionaria, de gran área superficial, y la otra es un fluido (fase móvil) que pasa a través o a lo largo de la fase estacionaria [18]. La fase estacionaria puede ser un sólido o un líquido dispuesto sobre un sólido que actúa como soporte, de gran área superficial. La fase móvil es un fluido (puede ser gas, líquido o fluido supercrítico) que se usa como portador de la mezcla. En la cromatografía ocurren dos fenómenos muy importantes y que son prácticamente los rectores del proceso de separación: la adsorción y la absorción. La adsorción es la retención de una especie química en los sitios activos de la superficie de un sólido, quedando delimitado el fenómeno a la superficie que separa las fases o superficie interfacial. Esta retención superficial puede ser física

o química [18]. La adsorción depende de la naturaleza de la sustancia adsorbida, de la temperatura, de la naturaleza y estado de subdivisión del adsorbente, y de la concentración. La absorción es la retención de una especie química por parte de una masa y depende de la tendencia que tiene ésta a formar mezcla o reaccionar químicamente con la misma [18].

E. Compuestos fenólicos

El término compuestos fenólicos engloba a todas aquellas sustancias que poseen varias funciones fenol, nombre popular del hidroxibenceno, unidas a estructuras aromáticas o alifáticas. Únicamente, algunos compuestos fenólicos de la familia de los ácidos fenoles no son polifenoles, sino monofenoles [19]. Los compuestos fenólicos tienen su origen en el mundo vegetal. Son unos de los principales metabolitos secundarios de las plantas y su presencia en el reino animal se debe a la ingestión de éstas. Los fenoles son sintetizados de novo por las plantas y son regulados genéticamente, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo, aunque a este nivel también existen factores ambientales [19]. De todos los compuestos fenólicos, el grupo de los flavonoides es el más extendido en la naturaleza y dentro de ellos, los flavonoles son los que poseen una mayor actividad antioxidante [17].

Las sustancias químicas contenidas en las especias, o en sus aceites esenciales tienen una actividad multifuncional no limitada a su acción conservadora [20]. La existencia de una acción antioxidante, curiosamente, parecía estar reñida con la conservación, ya que la presencia de cantidades apreciables de tocoferoles (sustancias con acción vitamínica E) en todos estos productos se asocia de forma natural con el mantenimiento de la vida celular y no su destrucción. El efecto conservador parece que hay que atribuirlo a la elevada concentración de ácidos grasos de cadena corta, es decir, las moléculas normalmente responsables del aroma intenso de estas plantas, grupos fenólicos y otras sustancias con acción irritativa como son los picantes [2].

Son mezclas homogéneas de compuestos químicos orgánicos, provenientes de una misma familia química, terpenoides. Tienen la propiedad en común, de generar diversos aromas agradables y perceptibles al ser humano. A condiciones ambientales, son líquidos menos densos que el agua, pero más viscosos que ella. Poseen un color en la gama del amarillo, hasta ser transparentes en algunos casos [19]. Son inflamables, no son tóxicos, aunque pueden provocar alergias en personas sensibles a determinados terpenoides [13]. Son inocuos, mientras la dosis suministrada no supere los límites de toxicidad. Sufren degradación química en presencia de la luz solar,

del aire, del calor, de ácidos y álcalis fuertes, generando oligómeros de naturaleza indeterminada. Son solubles en los disolventes orgánicos comunes. Casi inmiscibles en disolventes polares asociados (agua, amoníaco) [1]. Tienen propiedades de solvencia para los polímeros con anillos aromáticos presentes en su cadena. Los terpenoides son una familia de hidrocarburos oxigenados o no, con uno o varios anillos insaturados y con la presencia de 10 carbonos en su estructura. Tienen una bajísima presión de vapor a condiciones ambientales: 200 a 300 Pa. [3]; carecen de átomos de oxígeno, son casi insolubles en agua y en el caso contrario, su solubilidad es mayor, pero aun baja con respecto a otros compuestos análogos; son inestables fotoquímicamente [15].

Pertencen al grupo de los polifenoles o compuestos polifenólicos, son compuestos en cuya estructura posee al menos un anillo aromático sustituido con uno o más grupos hidroxilo, y se encuentran principalmente en la naturaleza en forma de biomasa como frutas, vegetales, semillas y productos derivados [6].

Desde la estructura más simple hasta largas cadenas de anillos aromáticos, los polifenoles constituyen un amplio grupo de fitoquímicos con diversas propiedades y funciones implicadas en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Algunos de estos compuestos aportan pigmentación y otros son antioxidantes que intervienen en la protección de los tejidos, ya sea frente a la radiación UV como a determinados patógenos o al envejecimiento celular [17]. Existen muchos tipos de compuestos polifenólicos, pero los más importantes se dividen en los siguientes grupos [17]:

Flavonoides: son compuestos de bajo peso molecular, constituidos por dos ciclos aromáticos enlazados entre sí por un puente de carbono, normalmente en la forma de anillo heterocíclico (C). Los diferentes tipos de flavonoides, se dan según los patrones de sustitución del anillo puente, mientras que las sustituciones en el resto de anillos determinan cada compuesto concreto [21]. Los flavonoides son compuestos con alta capacidad antioxidante y bajos potenciales redox [9], que actúan como donadores de protones produciéndose su oxidación, inhibiendo así otros procesos oxidativos. Los bajos potenciales redox de estos antioxidantes, hacen termodinámicamente favorable la reducción de la gran mayoría de radicales libres ($\bullet\text{O}_2$, $\text{ROO}\bullet$, $\text{RO}\bullet$, $\bullet\text{OH}$, $\text{NO}\bullet$) y de algunos metales [19].

Ácidos fenólicos: comprenden un tercio de los polifenoles incluidos en la dieta y están presentes como ácidos libres o enlazados. Presentan dos tipos de estructuras que permiten discriminarlos en 2 subgrupos: áci-

dos hidroxibenzoicos e hidroxicinámicos. Los ácidos hidroxibenzoicos son compuestos con un anillo aromático sustituido por un grupo carboxilo, e hidroxilos como sustituyentes en las diferentes posiciones libres. Los ácidos hidroxicinámicos son derivados del ácido cinámico, y presentan la cadena de 3 carbonos correspondiente a la estructura de este precursor [19].

Taninos: son polifenoles de alto peso molecular, los cuales se pueden subdividir en dos grupos: condensados e hidrolizables. Los taninos condensados están constituidos por polimerización de flavonoides y los taninos hidrolizables son derivados del ácido gálico, también antioxidante [3].

Estilbenos y lignanos: los estilbenos presentan estructuras de varios anillos fenólicos enlazados mediante una cadena de carbono con un doble enlace, por lo que pueden presentarse en forma E o Z, mientras que los lignanos son compuestos de estructura similar al lignano, dos anillos fenólicos enlazados mediante una cadena de enlaces simples. Tanto estilbenos como lignanos se presentan en una proporción muy baja con respecto a los compuestos polifenólicos antes mencionados. Todos estos compuestos tienen en común la presencia de hidroxilos dadores de protones, los cuales actúan como agentes reductores [17].

III.METODOLOGÍA

El aceite esencial de orégano fue extraído por el método de hidrodestilación. Se realizó la caracterización química con un Cromatógrafo de gases HewlettPackard Modelo GC System HP6890 y Mass Selective detector 5973 serie II, equipado con columna capilar HP-5 MS (30 m de longitud, 0,2 mm de diámetro interno y un espesor de pared de 0,25 μm). La temperatura inicial fue de 60°C hasta alcanzar 260°C a razón de 4°C/min. La temperatura del puerto de 28 inyección fue de 230°C y la del cuadrupolo 150°C. Se utilizó helio como gas portador a un flujo de 0,9 mL/min ajustado a una velocidad lineal de 34 m/s. La energía de la fuente de ionización fue de 70 eV con un rango de barrido de 40- 500 amu a 3,9 scans/s. Se inyectó 1,0 μl del aceite diluido al 2% en n-heptano con una relación de split de 1:100. El tiempo de la corrida fue de 50 min. La identificación de

los componentes del aceite se realizó por comparación de sus espectros de masas con los reportados en la base de datos del equipo Wiley MS library data 6ta Edición y los IK reportados en la literatura [22].

IV.RESULTADOS

A.Rendimiento y propiedades físicas del aceite esencial

Se obtuvo 1.2 mL de rendimiento en la extracción del aceite esencial de orégano empleando el método por hidrodestilación. Además se reportó un tiempo de destilación de 150 minutos con un volumen de 60 mL; se obtuvo una densidad específica de 0,92324 y un índice de refracción de 1,4777.

TABLA I. Rendimiento y propiedades físicas del aceite esencial de orégano.

Muestra	Origanum vulgare
Tiempo de destilación	150 minutos
Volumen de destilación	60 Ml
Rendimiento % de aceite esencial	1.2 mL
Densidad específica 20°C	0,92324
Índice de refracción	1,4777

En la tabla I se muestra las condiciones, rendimiento y propiedades físicas del aceite esencial obtenido por hidrodestilación. Los valores que se informan son valores promedio de las repeticiones.

B.Caracterización química del aceite esencial de orégano

Los resultados que se obtuvieron por GC-MS del aceite esencial de orégano tabla 2, revelan los principales componentes químicos, se encontró 13 compuestos, todos terpenos., destacando el componente principal el carvacrol 62,41%, además de β -cariofileno 8,84%, α -bergamoteno 6,75%, p-cimeno 6,24%, geraniol 4,29%; y α -humuleno, β -felandreno, 1-octen-3-ol, oxido de cariofileno, 4-terpineol, E-citral, γ -terpineno, z-citral en pequeñas cantidades.

TABLA II. Componentes químicos del aceite esencial de orégano.

Número	Nombre del compuesto	Tiempo de retención	Abundancia (%)	Índice de Kovats	Similitud
1	1-octen-3-ol	6,45	1.70	978	90
2	p-cimeno	7,23	6.24	1089	95
3	β -felandreno	7,86	1.86	1031	94
4	γ -terpineno	8,70	0.88	1062	97
5	4-terpineol	12,42	1.26	1177	97
6	z-citral	14,47	0.72	1316	87
7	Geraniol	14,88	4.29	1255	94
8	E-citral	15,44	0.96	1341	94
9	Carvacrol	16,48	62.41	1298	93
10	β -cariofileno	20,34	8.84	1404	99
11	α -bergamoteno	20,68	6.75	1415	96
12	α -humuleno	21,27	2.47	1454	98
13	óxido de cariofileno	25,13	1.62	1581	95

La tabla II muestra los valores de composición química del aceite esencial de orégano.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó la caracterización química por cromatografía de gases del aceite esencial de orégano cultivado en el cantón El Empalme, provincia de Guayas - Ecuador; mediante la investigación realizada se pudieron establecer las siguientes conclusiones:

A. En la extracción del aceite esencial de orégano se utilizó el método de hidrodestilación, obteniendo un mayor rendimiento y menor tiempo de destilación; lo que permite mejorar el proceso a nivel industrial.

B. La identificación de los componentes del aceite se realizó por comparación de sus espectros de masas, reportando algunos compuestos polifenólicos constituyendo un amplio grupo de fitoquímicos con diversas propiedades y funciones implicadas en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Además se encontraron compuestos flavonoides y taninos. Algunos de estos compuestos aportan pigmentación y otros son antioxidantes.

C. Contiene como compuesto principal al quimioti-

po Carvacrol. Este compuesto permite dar gran valor agregado a esta planta, por su alto porcentaje en masa, que se convierte en posible fuente natural de este terpeno, y que le otorga múltiples propiedades antioxidantes, microbiológicas y conservantes, recomendando la aplicación como bioconservador de alimentos, así también como su uso en perfumería y cosmética dados las muchas aplicaciones como alternativas que se requieren en la industria.

D. Finalmente se puede evidenciar la fuerte actividad antimicrobiana que poseen estos compuestos químicos dada sus características y a la presencia de compuestos fenólicos (carvacrol, timol, eugenol, etc.). En este sentido, se señala que el empleo de aceites esenciales podría prolongar y mejorar la vida útil de muchos productos elaborados por diversas tecnologías alimentarias, entre ellos, la congelación. Ésta es una tecnología que suele facilitar la oxidación de los componentes grasos de los alimentos, por lo que la inclusión de aceites esenciales

podría favorecer la conservabilidad, mantener el sabor habitual de los alimentos y evitar pérdidas nutricionales

REFERENCIAS

- [1]J. Bruneton, Farmacognosia. Fitoquímica, Plantas Medicinales, Zaragoza: Acribia, 2001.
- [2]N. Rodríguez, « Uso de agentes antimicrobianos naturales en la consevacion de frutas y hortalizas,» Ra Ximhai, vol. VII, pp. 153-170, 2011.
- [3]S. Burt, «Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods.,» Int J Food Microbiol, pp. 223-253, 2004.
- [4]J. Gutiérrez, G. Rodríguez, C. Barry-Ryan y P. Bourke, «Efficacy of plant essential oils against foodborne pathogens and spoilage bacteria associated with ready-to-eat- vegetables: Antimicrobial and sensory screening.,» Journal of Food Protection, pp. 1846-1854, 2008.
- [5]R. Hulankova, G. Borilova y I. Steinhauserova, «Combined antimicrobial effect of oregano essential oil and caprylic acid in minced beef.,» Meat Science, pp. 190-194, 2013.
- [6]I. Fernández-Pan, M. Mendoza y J. Mate, «Whey protein isolate edible films essential oils incorporated to improve the microbial quality of poultry.,» Sci Food Agric, pp. 2986-2994, 2013.
- [7]L. Iturriaga, I. Olabarrieta y I. Marañón, «Antimicrobial assays of natural extracts and their inhibitory effect against *Listeria innocua* and fish spoilage bacteria, after incorporation into biopolymer edible films.,» Int J Food Microbiol, pp. 58-64, 2012.
- [8]C. Mera, V. Guerrón, S. Sánchez, J. Neira y R. Moreno, «Efecto del aceite esencial de orégano (*Oreganum Vulgare* L.) como agente antimicrobiano en la conservación de carne de dos especies de tilapia.,» Nutrición Clínica, Dietética y Hospitalaria, n° 39, pp. 35-36, 2019.
- [9]J. Soriano, Micotoxinas en alimentos, Ediciones Díaz de Santos: Madrid, 2007.
- [10]M. Pascual, K. Slowing, E. Carretero, M. Sánchez y A. Villar, « Lippia: Traditional uses, chemistry and pharmacology.,» Ethnopharmacol, pp. 201-214, 2001.
- [11]H. Peredo, E. Palou y A. López, «Aceites esenciales: métodos de extracción,» Temas selectos de ingeniería de alimentos, vol. 1, n° 3, pp. 24-32, 2009.
- [12]A. Kimbaris y N. D. D. Siaty, «Comparison of distillation and ultrasound - assisted extraction methods for the isolation of sensitive aroma compounds from garlic,» Ultrasonics Sonochemistry, vol. 13, pp. 54-60, 2006.
- [13]B. Bayramoglu, S. Shamin y G. Sumnu, «Solvent-free microwave extraction of essential oil from oregano,» Journal of food engineering, n° 88, pp. 535-540, 2008.
- [14]M. Golmakani y K. Rezaei, «Comparison of microwave-assisted hydrodistillation with the traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oil from *Thymus Vulgarus*,» Food Chemistry, n° 101, pp. 1558-1564, 2008.
- [15]M. Ortuño, Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes, España: Aiyana, 2006.
- [16]A. Caldas, «Optimización, Escalamiento y Diseño de una Planta Piloto de Extracción Sólido Líquido,» Universidad de Cuenca, Cuenca, 2012.
- [17]M. Méndez, K. Boderó y S. Alvarado, «Biosíntesis de nanopartículas de hierro (Fe₃O₄) en la remediación de aguas contaminadas,» Universidad, Ciencia y Tecnología, vol. 24, n° 96, pp. 35-45, 2020.
- [18]J. Sercik, «Detector in gas chromatography,» Journal of Chromatography Library, vol. 4, pp. 34-42, 1975.
- [19]E. Gimeno, «Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud,» Offarm, vol. 23, n° 6, pp. 80-84, 2004.
- [20]J. Bello, Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos, Madrid: Díaz de Santos, 2000.
- [21]R. Fonnegra y S. Jiménez, «Plantas medicinales aprobadas en Colombia,» Universidad de Antioquia, Medellín, 2007.
- [22]N. Davies, «Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and carbowax 20 M. phases.,» Journal of Chromatography A, pp. 1-24, 1990.

RESUMEN CURRICULAR



César Mera Mendoza, Ecuatoriano, Magíster en Docencia Universitaria en Universidad César Vallejo de Perú. Ingeniero Agroindustrial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Diplomado en Docencia Virtual en Politécnico de Colombia. Docente del Ministerio de Educación del Ecuador.